

JAPANESE JOURNAL OF

PHYSICAL

THERAPY

FUNDAMENTALS

日本基礎理学療法学雑誌

Volume 20 No 1 2016

JPTF 日本基礎理学療法学会 第21回学術大会 オリジナルセッション
一般演題 (プログラム・抄録集)

第51回日本理学療法学術大会
JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会
分科学会企画セッション
分科学会企画 (プログラム・抄録集)
一般演題 (抄録集)

日本基礎理学療法学会

Japanese Association of Physical Therapy Fundamentals
<http://square.umin.ac.jp/jptf/JPTF/Index.html>

JPTF 日本基礎理学療法学会 第 21 回学術大会

オリジナルセッション

開催日：2016 年 5 月 26 日（木）

会場：札幌医科大学臨床教育研究棟

第 51 回日本理学療法学会学術大会

テーマ「理学療法学のアイデンティティ -基盤と分科-」

JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会

分科学会企画セッション

開催日：2016 年 5 月 27 日（金）～29 日（日）

会場：札幌コンベンションセンター

札幌市産業振興センター

目次

JPTF 日本基礎理学療法学会 第 21 回学術大会
オリジナルセッション

一般演題（プログラム・抄録集）……………P. 1

第 51 回日本理学療法学会
JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会
分科学会企画セッション

分科学会企画（プログラム・抄録集）……………P. 12

一般演題（抄録集）……………P. 18

JPTF 日本基礎理学療法学会 第 21 回学術大会

オリジナルセッション

一般演題

プログラム・抄録集

開催日：2016 年 5 月 26 日（木）19 時～

会 場：札幌医科大学臨床教育研究棟 地下 1 階

GOURMET PLAZA（グルメプラザ）

（〒060-8556 札幌市中央区南 1 条西 16 丁目）

主 催：日本基礎理学療法学会

大会長：金子 文成（札幌医科大学）

JPTF 日本基礎理学療法学会 第21回学術大会

オリジナルセッション

一般演題 プログラム

○ 一般演題

1. ハンドヘルドダイナモメーターを用いた牽引法における腹臥位での股関節伸展トルク値の絶対信頼性の検討
.....宮崎 雄樹・他
2. 一関節筋と二関節筋による生体内力の機能別実行筋の算出方法
.....高濱 拓・他
3. 強制水泳ストレス抑うつモデルの組織学的検討
.....上西 祐貴・他
4. 脳梗塞後うつモデルの有用性に関する行動学および組織学的検討
.....杉山 佳隆・他
5. Light touch が外乱刺激に対する立位姿勢制御反応に及ぼす影響
.....清水 麻美・他
6. 伸張性筋収縮の反復による錘外及び錘内筋線維の膜透過性に及ぼす影響
.....早尾 啓志・他
7. 着地点の相違による筋活動の機構特性
.....万野 真伸・他
8. デュシェンヌ型筋ジストロフィー症に対する細胞移植治療後の等尺性収縮トレーニングは、治療効果を促進する
.....竹中 菜々・他
9. 歩行時の足部アライメントと足部内在筋筋力の関係
.....野嶋 治・他

ハンドヘルドダイナモメーターを用いた牽引法における腹臥位での股関節伸展トルク値の絶対信頼性の検討

宮崎 雄樹^{1,2)}, 宮津 真寿美²⁾, 木山 喬博²⁾

¹⁾一宮市立市民病院, ²⁾愛知医療学院短期大学 専攻科リハビリテーション科学専攻

key words 絶対信頼性 股関節伸展筋力 HHD

【はじめに, 目的】

理学療法評価において、評価法の信頼性を検討することは、臨床応用する際の効果判定の精度を高めることに繋がる。また測定値に混入する誤差の種類と量を明らかにすれば、その評価法や研究デザイン信頼性、妥当性を高めるための検討が可能となり、誤差を最小限にすることが出来る。臨床における筋力評価にはMMTが最も一般的に用いられるが、順序尺度のため比例尺度よりも評価精度が低く、grade4以上の判定には正確性や客観性が不足する欠点がある。一方、ハンドヘルドダイナモメーター(HHD)は簡便かつ比較的安価な筋力測定機器として、臨床実践や研究での筋力評価によく用いられる。HHDによる股関節伸展筋力測定は徒手で把持する方法が一般的であるが、近年、HHDに付属したベルトの牽引力を計測する方法が報告されており、その多くは相対信頼性の検討のみで、絶対信頼性の検討を行っていない。そこで本研究では、健常者を対象とし、HHDを用いた腹臥位での股関節伸展筋力測定において、牽引法と把持法の2種類の測定を行い、伸展力(N)と伸展トルク(Nm)のそれぞれに混入する誤差を明らかにする。

【方法】

被検者は学生20名(男性10脚、女性10脚)とし、下肢に整形外科的既往のない者とした。測定肢位は腹臥位で、膝関節伸展0度位とした。測定前には、背臥位で転子果長を測定した。股関節伸展筋力測定は、徒手筋力計 mobie(SAKAlmed)を用い、センサーやベルトを腓骨外果遠位端の位置に統一した。5秒間の最大努力股関節伸展等尺性収縮を連続して3回ずつ行い、その最大値を股関節伸展力(N)として採用した。また、股関節伸展力に転子果長を乗じた股関節伸展トルク(Nm)を算出した。検者内信頼性を検討するため、1週間以上間隔を空けて同じ手順で測定を行った。相対信頼性の検討には、級内相関係数のうちICC(1,1)を使用した。絶対的信頼性の検討は、Bland-Altman分析にて系統誤差の有無を確認後、測定値に対する最小可検変化量の割合(MDC%)を求めた。

【結果】

平均股関節伸展力は牽引法、把持法の順でそれぞれ、 156.3 ± 63.4 N、 142.1 ± 63.0 N、平均股関節伸展トルクは 130.2 ± 56.3 Nm、 120.9 ± 59.1 Nmであった。ICCは、伸展力でそれぞれ0.95、0.90、伸展トルクで0.90、0.92であった。Bland-Altman分析において、伸展力では系統誤差を認めず、MDC%は25.7%、39.7%を示した。伸展トルクでは牽引法にて比例誤差を認め、把持法では系統誤差は認めず、MDC%は37.4%、39.3%であった。

【結論】

股関節伸展力、伸展トルクともに、牽引法よりも把持法のMDC%が高値を示した。これは腹臥位での股関節伸展筋力が大きいため、把持法では検者の押し付け加速度が混入することで測定誤差が大きくなると考えられた。また伸展トルクでは、牽引法において比例誤差を認め、MDC%は伸展力より高値を示した。これは転子果長の測定誤差が影響し、伸展力よりも誤差の量が多くなると考えられた。

【倫理的配慮, 説明と同意】

被検者全員から口頭および書面にて同意を得、愛知医療学院短期大学倫理委員会の承認を受けた(受付番号 第14034番)。

一関節筋と二関節筋による生体内力の機能別実効筋の算出方法

高濱 拓¹⁾, 万野 真伸^{1,2)}, 小出 卓哉³⁾, 白井 秀宙⁴⁾, 藤川 智彦¹⁾

¹⁾大阪電気通信大学, ²⁾大阪ハイテクノロジー専門学校, ³⁾専門学校大阪医専,

⁴⁾南谷継風会 南谷クリニック

key words 機能別実効筋力, 軽量・可搬型装置, 二関節筋

【はじめに, 目的】

日々のトレーニングやリハビリの効果を定量的に評価し, 次のトレーニング方法や運動療法に還元することは非常に重要である. そのため, 日々の生体内の変化を数値化できることは非常に有用であると言える. 現在, 最も容易に計測が可能である関節トルクを用いることが数値化の基準となっているが, この計測では生体特有の二関節筋の機能や筋力を個別に定量化することが難しい. そこで, 我々は筋配列を単純化したリンクモデルによる理論解析により, 四肢先端に発生する出力分布が六角形の形状になることに着目し, 二関節筋を含めた生体内力である筋力の効果を数値化する機能別実効筋力を提案した. ここでは, 日々の簡易計測に適する可搬可能な軽量な機器と計測手法を考案し, その機器の製作およびシステムの評価を上肢の機能別実効筋力の数値化により明らかにした.

【方法】

提案した簡易計測器は一般的なテーブル上で計測が可能である可搬可能な軽量な機器とし, 計測者1名による被験者の計測可能なシステムとした. 計測条件はリンクモデルの理論解析から得た肘関節外角度が約120度となる水平面の等尺姿勢とし, その姿勢における最大努力の6出力(手関節を中心とした矢状面上の前額面に平行な外旋方向を0とし, 60度刻みの $P_i: i=1, 2, \dots, 6$)を計測した. この計測における被験者は男子大学生2名とし, 6日間連続で毎日1回の計測をおこなった. なお, 計測姿勢である肘関節外角度が約120度となる姿勢は, 出力分布の形状が最も正六角形に近づき, 発揮する出力値や方向が安定する姿勢であることと, 簡易計測時に生じる姿勢変化の影響が最も少なくなる姿勢であることから計測時の最適姿勢とした.

【結果】

軽量化した簡易計測器における計測では出力時の姿勢の微小変化があったが, 2名の被験者とも安定した出力結果を得ることができた. 被験者の1名の平均値[N]は $P_1=119.5$, $P_2=115.8$, $P_3=154.8$, $P_4=152.9$, $P_5=168.3$, $P_6=213.7$ となった. ただし, P_6 は簡易計測時の肩関節(肩甲骨)の堅固な固定ができないため, 肘関節の移動量が非常に大きい結果を得た. そこで, P_6 以外の5点の出力から六角形を近似し, 機能別実効筋力を求めると, 肩関節の拮抗一関節筋ペアの出力和は173.2[N], 肘関節の拮抗一関節筋ペアの出力和は190.7[N], 両関節に作用する拮抗二関節筋ペアの出力和は127.0[N]の値を得ることができた.

【結論】

軽量化した簡易計測器を用いる場合は計測時の姿勢の微小変化の影響が少ない5点により, 六角形を算出し, 機能別実効筋力を推定できることが示唆できた. これより, 日々のトレーニング方法や運動療法の評価などに容易に用いることができる機能別実効筋力の評価手法の一つを提示できたと考えられる.

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は同研究室内の研究生で実験を行っており, 事前に実験趣旨を説明し, 理解頂いた上で実験を行っている.

強制水泳ストレス抑うつモデルの組織学的検討

上西 祐貴¹⁾, 石田 和人²⁾, 小池 航平³⁾, 杉山 佳隆²⁾, 丸山 彰子⁴⁾

¹⁾名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻,

²⁾名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻,

³⁾東北大学医学系研究科発生発達神経科学分野, ⁴⁾蒲郡市民病院

key words 抑うつ、強制水泳ストレスモデル、 Δ FosB

【はじめに、目的】

うつ病は生涯有病率が6~8%と高く、現代社会の大きな問題となっている。しかし、その発生機序や治療法は未だ不明な点は多く、多くの基礎研究がなされている。特に、抑うつ症状の解明のためには種々の動物モデルが一定の役割を担っている。その中でも、強制水泳ストレスモデル (forced swim stress: FSS) は14日間の強制水泳ストレス負荷により作成され、軽度の抑うつモデルとしての有用性が認められている。また比較的短期間の操作でモデル作成が可能であるため、研究の効率化が図れる利点がある。現在FSSモデルについては行動学的に抑うつ症状を呈すること、抗うつ薬や運動により抑うつ症状が改善することが分かっている。しかし、組織学的には十分に調べられておらず、特に脳内の神経活動領域に着目した組織学的検討は不十分であり、さらなる検証が必要である。そこで本研究では、抑うつに関与すると考えられている脳部位(前頭前野、帯状回、線条体、側坐核、扁桃体、海馬)に着目し、抑うつモデルとしてのFSSモデルの妥当性を検討する。

【方法】

SD系雄性ラット7週齢 (200-210g) を用い、FSS群とコントロール (CTL) 群に分けた。FSS群は7日間の通常飼育の後、強制水泳ストレス負荷 (1日6分間) を14日間負荷しFSSモデルを作成した。行動学的評価は高架式プラットフォームテスト、強制水泳テストを用いて抑うつ状態を評価した。組織学的評価は、抗DFosB抗体 (神経活動マーカー) および抗MAP2抗体 (樹状突起マーカー) による免疫組織化学染色を行い、抑うつ症状と関連する脳部位を検討した。また、HE染色を用いて海馬細胞数をカウントした。

【結果】

強制水泳テストにおいてCTL群に比較してFSS群が有意に抑うつ状態であると確認された。組織学的評価では線条体、帯状回、前頭前野においてFSS群のDFosB陽性細胞数が有意に少なく、側坐核では減少傾向、扁桃体では増加傾向が確認された。また、抗MAP2抗体染色においてはいずれの脳部位でも樹状突起の変化は確認されなかった。HE染色では海馬の細胞数がFSS群において減少傾向であることが確認された。

【考察・結論】

今回得られた結果が別の抑うつモデルである社会的敗北ストレスモデルの報告と相違点が存在したことから抑うつ症状の発生機序はストレスの種類や強度により変化することが推測される。FSSモデルでは脳活動の変化が確認された脳部位から抑うつ状態と関連が示唆されているVTA-mPFC回路 (前頭前野、扁桃体、側坐核、海馬も含まれる。) に異常をきたしたことにより抑うつ症状が出現したものと推察した。そして脳の神経活動に変化があった一方で樹状突起に変化がみられなかったことから、FSSモデルではニューロンの形態変化に及ぶ程の傷害はなく、神経活動の変化が抑うつ状態を引き起こすものと推測した。今後、抑うつ状態の改善と神経活動および神経回路との関係性を明らかにすることで抑うつに対する理学療法の発展に寄与することが出来るものと考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は名古屋大学医学部動物実験委員会の許可の下行われた。(承認番号: 027-A-02)

脳梗塞後うつモデルの有用性に関する行動学および組織学的検討

杉山 佳隆¹⁾, 若山 聡夢²⁾, 山脇 諒子²⁾, 石田 和人¹⁾

¹⁾名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻

²⁾名古屋大学医学部保健学科理学療法学専攻

key words 脳梗塞後うつモデル、抑うつ様行動、 Δ FosB

【はじめに, 目的】

脳卒中後うつ病(PSD)は、臨床上30~70%で発症する合併症であり、リハビリテーションを行う上で重大な阻害因子となることが知られている。しかし、PSDの発症機序に関する十分なエビデンスは現在まで報告されておらず、明確なPSDの実験動物モデルは少ない。しかし近年、松山ら(2010)によって報告された、CB-17系統マウスを用いた中大脳動脈永久梗塞モデルにおいて、脳梗塞発症後に抑うつ行動を示す可能性が報告された。リハビリテーション領域の基礎的研究において、治療的な介入の効果を検証し、生体内における作用機序を解明する上で、PSDの実験動物モデルの有用性は高いことが考えられる。しかし、松山らの脳梗塞モデルは未だ行動学的検討・組織学的検討が十分に行われていない。そこで本研究は、脳梗塞後うつ症状を呈することが報告されているCB-17系統マウスを用いた中大脳動脈梗塞モデルを用い、脳梗塞後のうつ様行動と脳組織の変化を、行動学および組織学的に検討することを目的とした。

【方法】

実験動物は雄性CB-17系統(CB-17/lcr+/+Jcl)マウス(7週齢)を用い、脳梗塞(MCO)群と偽手術(Sham)群にランダムに群分けした。脳梗塞モデルは、麻酔下においてマウスの左目と耳の間を切開し、頭蓋底を露出させ、直径5mm程度の骨窓をドリルで作成、中大脳動脈を遠位部から近位に向かってバイポーラで焼灼することにより作成した。Sham群は中大脳動脈の露出まで同工程を行った。うつ様行動の評価として尾懸垂テストと強制水泳テストを、手術前、手術後1週、2週、3週、4週の時点で行い、4週後の時点で脳組織を採取した。組織評価として、ニッスル染色にて梗塞体積を算出し、また神経活動マーカーとなる Δ FosBの免疫染色を行い、PSDに関与する脳領域であると報告されている内側前頭皮質、線条体、側坐核、扁桃体および海馬において、 Δ FosB陽性細胞数を計測した。

【結果】

MCO群において梗塞体積、梗塞領域に個体差はみられなかった。またMCO群は尾懸垂テストにおいて、梗塞後2週の時点より抑うつ用行動が顕著となり、4週後にはプラトーとなる傾向がみられた。強制水泳テストでは、有意な無動時間の延長が認められなかった。組織学的評価においては、 Δ FosB陽性細胞数が前頭前皮質、線条体、側坐核被殻部、扁桃体外側基底核および海馬(CA3)において、MCO群がSham群より多い傾向を示し、特に前頭前皮質、側坐核被殻部、扁桃体外側基底核で顕著な変化がみられた。

【結論】

CB-17系統を用いた脳梗塞モデルマウスにおいて、発症後2週からうつ様行動を示すことが確認された。またPSD発症と関連があると報告されている、LCSPT(辺縁系-皮質-線条体-淡蒼球-視床)回路を構成する領域において、抗 Δ FosB抗体免疫染色を用いて評価することにより神経活動変化の生じた可能性を示すことができた。よって本研究は、CB-17系統マウスを用いた脳梗塞モデルが、PSDモデルとしても有用性が高い可能性を示した。

【倫理的配慮, 説明と同意】

動物実験におけるすべての処置は名古屋大学医学部保健学科動物実験指針に従い、動物愛護の立場を最優先して行った(動物実験委員会承認番号027-A-01号)。

Light touchが外乱刺激に対する立位姿勢制御反応に及ぼす影響

清水 麻美¹⁾, 高橋 真^{2,3)}, 岩本 義隆⁴⁾, 緒方 悠太⁴⁾, 武田 拓也⁴⁾, 阿南 雅也^{2,3)},
新小田 幸一^{2,3)}

¹⁾医療法人社団長寿会はたのりハビリ整形外科, ²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院応用生命科学部門,

³⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科附属先駆的リハビリテーション実践支援センター,

⁴⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科

key words Light touch、動的姿勢制御、足関節戦略

【はじめに, 目的】

静止立位保持中の姿勢動揺は手すりなどの固定点へ指先で軽く触れること(Light touch:LT)により減少する。我々はLT中に前脛骨筋(Tibialis anterior:TA)の皮質脊髄路の興奮性が増大していることを報告した(第49回日本理学療法学会)。TAは静止立位保持中に著明な筋活動が生じないことから、予期せぬ外乱に対して筋の応答性を高めていると考えられる。これまで、LTが外乱刺激に対する前脛骨筋の応答に及ぼす影響について、上肢を前方に挙上し、把持した重錘を落下させることによって生じた後方外乱を用いて検討がなされている。しかしながら、この方法は予測的な姿勢制御の影響を強く受けるため、予期せぬ外乱刺激に対するLTの影響は不明である。そこで、本研究はLTが予期せぬ後方への外乱刺激に対する動的姿勢制御に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

対象者は健康若年男性8人(年齢 23.1 ± 2.9 歳)であった。閉眼両脚立位において左手で把持したグリップと2kgの重錘間の連結を被験者に悟らせないように瞬間的に断ち、後方への外乱刺激を与えた。固定点への右示指の接触あり(LT)、なし(No touch:NT)の2条件で実施した。被験筋は右側のTAおよび内側腓腹筋(Medial gastrocnemius:MG)とし、表面筋電計(日本光電社製)を用いて筋電図を記録した。外乱発生後の代償的姿勢制御に着目し、重錘落下開始から50~350msの区間の筋電積分値を算出した。運動学データは各解剖学的標点43点に貼付した赤外線反射マーカと赤外線カメラ6台からなる3次元動作解析システムVicon MX(Vicon社製)を用いて取得し、運動力学データは床反力計2基(テック技販社より取得した。得られたデータを基にBodyBuilder(Vicon社製)を使用して、足圧中心(Center of pressure:COP)と身体重心(Center of mass:COM)の座標を算出した。COPとCOM座標の最大後方変位量と両者の距離を算出した。2条件間の比較は対応のあるt検定を用いて、有意水準はいずれも5%未満とした。

【結果】

TAの積分値はLT条件でNT条件と比較して有意に増大し、MGでは有意な差は認められなかった。COM最大後方変位量は2条件間で有意差が認められなかったが、COP及びCOPとCOMの差はLT条件で有意に高値を示した。

【結論】

LT条件でのTAの筋活動が後方外乱に対して高まるということは、LT中の皮質脊髄路の興奮性増大が予期せぬ外乱に対する筋の応答性を高めていることを裏付ける。また、静止立位中のLTは一般に姿勢動揺を抑制する効果があるが、予期せぬ外乱刺激に対して、LTは逆にCOPをより大きく動かすことに繋がり、COPとCOM間の距離である安定性領域を広げ、柔軟な姿勢応答を図っていることが示唆された。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に沿った研究であり、研究実施に先立ち所属施設の倫理委員会の承認を得た。また、対象者に対して、研究の意義、目的等について十分に説明し、口頭および文書による同意を得た後に実施した。

伸張性筋収縮の反復による錘外及び錘内筋線維の膜透過性に及ぼす影響

早尾 啓志¹⁾, 田巻 弘之²⁾, 中川 弘毅¹⁾, 帆苺 美咲²⁾, 板垣 萌花²⁾, 荻田 太³⁾,
山本 智章⁴⁾, 大西 秀明²⁾

¹⁾新潟医療福祉大学大学院, ²⁾新潟医療福祉大学理学療法学科

³⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系, ⁴⁾新潟リハビリテーション病院

key words 伸張性収縮, 錘内筋線維, Evans blue dye

【はじめに, 目的】

伸張性収縮(ECC)を伴う筋収縮活動の反復は筋損傷を誘発する要因の1つである。反復的ECCにより筋損傷に至るプロセスにおいて、我々は、錘外筋線維においては筋線維膜透過性の亢進が生じ、電気刺激で誘発した場合でも同様に生じることを報告してきた(早尾,2015)。骨格筋の機械的な伸張刺激は筋紡錘活動に影響を及ぼすと想像されるが、その損傷に関連するプロセスについては検証が少ない。本研究では、電気刺激誘発性ECCの反復による筋線維膜透過性の変化について、錘外及び錘内筋線維を対象に検証することを目的とした。

【方法】

8週齢雄性ラット(F344)を用いて、対照群(Cont:n=4)、伸張性収縮群(ECC:n=6)の2群を設けた。ECC処置は、麻酔下で左下腿前面の皮膚上(前脛骨筋(TA)の直上)に刺激電極を置き、強縮電気刺激誘発性足関節背屈を起こし(刺激強度:30 V, 刺激頻度:50 Hz, 刺激時間:2 sec)、この時他動的に足関節を底屈させ、TAのECCを合計80サイクル繰り返し行った。ECC処置の1日後にevans blue dye(EBD)の腹腔内投与を行いEBD投与1日後にTAを採取した。TAの凍結横断切片を蛍光顕微鏡(OLYMPUS, BX60)で観察し、各群において錘内筋線維及び錘外筋線維へのEBD浸潤が認められる(EBD+)筋線維の数を画像解析ソフト(ImagePro Premier, MediaCybernetics)を使用し計測した。

【結果】

ECCを80回反復することにより、TAにおいてEBD浸潤が認められ赤く発光している錘外筋線維が散見された(計測対象筋線維の19%)。一方、筋紡錘については、筋紡錘内にはEBDが浸潤している所見は観察されたが、錘内筋線維に浸潤している所見は全く観察されなかった(0%)。また、Cont群ではEBD+筋線維は錘内、錘外ともに観察されなかった。

【結論】

80回の反復的伸張性収縮の実施で錘外筋線維の膜透過性は2日後に増大したが、錘内筋線維の膜透過性には影響がみられず、伸張性収縮の機械的強度や回数について、膜透過性変化に至る閾値が錘内筋線維と錘外筋線維で異なる可能性も考えられた。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は、「動物実験の適正な実施に向けたガイドライン」(日本学術会議, 2006)を遵守して、新潟医療福祉大学動物実験委員会の倫理審査の承認を得て実施した。

着地点の相違による筋活動の機構特性

万野 真伸^{1,2)}, 小出 卓哉^{1,3)}, 阿部 友和^{4,5)}, 藤川 智彦¹⁾

¹⁾大阪電気通信大学, ²⁾大阪ハイテクノロジー専門学校, ³⁾専門学校大阪医専

⁴⁾星城大学, ⁵⁾富山県立大学

key words 二関節筋, 着床動作, 動作筋電図学的解析

【はじめに, 目的】

ヒトの生活水準の維持には歩行・走行の日常動作が非常に重要であることが知られている。そのヒトの歩行は踵着地後に足趾離地となる移動方法であるが、走行時には足趾着地後に足趾離地の移動方法となる。また、ヒトの歩行・走行時には多くの筋群が参画するが、走行時の急激な移動変更で損傷する筋や運動中の疲労が蓄積する筋は下肢大腿部の拮抗二関節筋ペアの大腿直筋とハムストリングスおよび下肢下腿部後面の二関節筋である腓腹筋であることが知られている。そこで、本研究はヒト運動時の体幹の安定性に関与する着地動作である踵着地と足趾着地の2つの動作に着目し、大腿部の股関節の拮抗一関節筋ペア、膝関節の拮抗一関節筋ペア、股関節と膝関節の拮抗二関節筋ペアの三対6筋と、下腿部の拮抗筋が存在しない二関節筋と足関節の拮抗一関節筋ペアの駆動源で構成された三関節リンクモデルを基準に動作筋電図学解析から下肢の二関節筋群の機能を明らかにすることを試みた。

【方法】

動作筋電図学的解析の被験筋は大腿部の大臀筋、内側広筋、大腿直筋、および、ハムストリングスと、下腿部の腓腹筋と前脛骨筋の計6筋を計測し、筋活動と同期して床反力を床反力計、着地動作中の姿勢を高速カメラで計測した。実験条件は懸垂下垂からの着地とし、着地点は踵着地と足趾着地の2条件とした。また、着地時の体幹は常に鉛直上となるように規定した。

【結果】

着地直後から内側広筋、大腿直筋、大臀筋に顕著な筋活動見られ、その後、膝関節の屈曲が進むにつれ、ハムストリングスの活動も見られ、大腿直筋とハムストリングスは拮抗する2筋であるが、同時放電を行っていることが確認できた。この同時放電は収縮力の和によって先端(踵部)に発生する弾性楕円と、収縮力の差によって先端(踵部)に発生する出力を調整していることが明らかになった。足趾着地では着地直前から内側広筋、大腿直筋、腓腹筋に顕著な筋活動が見られ、その後、膝最大屈曲までその活動を維持し、膝関節が伸展することもない大腿直筋の活動が減少し、ハムストリングスの活動が増加していることがわかった。体幹安定に伴う膝関節の屈曲動作および伸展動作において、大腿部前面の二関節筋である大腿直筋から後面の二関節筋であるハムストリングスに主働筋の切り替えをおこなっていることが明らかとなった。

【結論】

着地時における踵着地と足趾着地の違いによる主働筋の筋活動パターンの相違を動作筋電図学的解析により求め、ヒトの安定した着地動作に関与する二関節筋の機能を明らかにした。その結果、踵着地時では大腿部前面と後面の二関節筋の同時放電が体幹姿勢を安定させるために大きく貢献し、足趾着地では下肢下腿部の腓腹筋の活動による平行リンク化と大腿部の二関節筋の活動による平行リンク化が生じることにより、体幹の保持が可能になっていることが伺えた。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は同研究室内の研究生で実験を行っており、事前に実験趣旨を説明し、理解頂いた上で実験を行っている。

デュシェンヌ型筋ジストロフィー症に対する細胞移植治療後の等尺性収縮トレーニングは、治療効果を促進する

竹中(蜷川) 菜々^{1,2)}, 伊東 佑太³⁾, 河上 敬介⁴⁾, 櫻井 英俊¹⁾

¹⁾京都大学 iPS細胞研究所, ²⁾日本学術振興会 特別研究員(PD),

³⁾名古屋学院大学 リハビリテーション学部, ⁴⁾大分大学福祉健康科学部設置室

key words デュシェンヌ型筋ジストロフィー症、細胞移植、等尺性収縮トレーニング

【はじめに, 目的】

デュシェンヌ型筋ジストロフィー症(DMD)は筋線維の壊死と再生を繰り返しながら徐々に筋萎縮が進行していく遺伝性疾患である。現段階では保存的治療が最も一般的であり、有効な治療法は未だに確立されていない。新たな根治療法として、細胞移植治療が期待され、様々な研究によりモデル動物での治療効果が報告されている。しかし、それらの多くは組織学的解析のみから治療効果を判定しており、個体レベルで運動機能を評価したものはほとんどない。一方で骨格筋萎縮モデル動物による実験では、骨格筋等尺性収縮トレーニングが筋萎縮抑制や筋再生促進に大きく寄与することが明らかとなっている。しかしながら、これまでにDMDに対する細胞移植治療と理学療法介入の相互作用に注目した研究はほとんどない。そこで、本研究では、細胞移植治療後のDMDモデル動物に対し、筋収縮トレーニングを負荷し、それらによるDMD phenotypeの改善効果を組織学的解析と運動機能評価の両面から明らかとすることを目的とした。

【方法】

麻酔下の重度免疫不全DMDモデルマウス(DMD-null/NOD scid)右腓腹筋に、ヒト不死化筋芽細胞(Hu5/KD3)8×10⁶個を培養液中に懸濁して移植した。その際、左腓腹筋には同量の培養液を注入した(sham ope)。移植の2日後、麻酔下で両側の下腿後面に経皮的電気刺激を加えて筋収縮を惹起し、その際に発揮される足関節底屈トルクの最大値を計測した。その後、それらのマウスは、トレーニング群と非トレーニング群とに分けられ、トレーニング群のマウスの両側後肢には、最大収縮時の40%の底屈トルクを発揮する電流値で電気刺激を50回繰り返して加え、等尺性収縮トレーニングが負荷された。トレーニング頻度は1回/1日、7日/週であり、期間は2週間とした。移植の4週間後と8週間後には、両側の腓腹筋組織が採取され、生着細胞数、ジストロフィン陽性線維数、線維径等を指標とした組織学的解析を行い、さらに、トレーニングの開始日と終了日、そして、移植の4週間後と8週間後には、最大底屈トルク値を計測し、運動機能の経時的変化を記録した。

【結果】

トレーニングの有無に関わらず、移植細胞はDMDモデルマウスの腓腹筋に生着しており、移植領域では移植細胞に由来するジストロフィン陽性の筋線維が新たに形成されていたが、トレーニング群のマウスの移植肢では、非トレーニング群の移植肢と比較して、生着細胞数とジストロフィン陽性線維数が共に約2倍に増加しており、それと同時に、最大底屈トルク値も増加することが示された。

【結論】

本研究により、細胞移植直後から骨格筋等尺性収縮トレーニングを負荷すると、細胞の移植効率が向上され、細胞移植によるDMDモデルマウスの骨格筋phenotype改善効果もより促進されることが明らかとなった。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は、京都大学動物実験委員会および名古屋学院大学動物実験委員会(No. 2015-001)の承認を得て行った。

歩行時の足部アライメントと足部内在筋筋力の関係

野嶋 治¹⁾, 細井 雄一郎²⁾, 本山 雅³⁾, 山田 紘章³⁾, 金井 章¹⁾

¹⁾豊橋創造大学保健医療学部理学療法学科, ²⁾豊川さくら病院リハビリテーション部

³⁾はしら整形リハビリクリニック

key words 足部内在筋、足部アライメント、筋厚評価

【はじめに, 目的】

足部アライメント不良は様々な整形外科疾患の誘因となることが知られており、それには足部内在筋の筋力が関係しているとされている。しかし、足部内在筋の個々の筋力を評価した報告はなく、それが歩行中などの動的足部アライメントや衝撃吸収などのパフォーマンスにどういった影響を与えるかは不明瞭である。そこで本研究では、超音波画像診断装置で計測した筋厚値を筋力の指標とし、歩行時の足部アライメント及びパフォーマンスに及ぼす影響を検討した。

【方法】

対象は若年健常女性15名24肢(平均年齢 21.3 ± 1.5 歳、平均身長 157.8 ± 4.2 cm、平均体重 52.3 ± 7.0 kg)とした。歩行解析には三次元動作解析装置(Vicon社製)を使用し、3枚の床反力計と8枚の赤外線カメラにより計測した。マーカセットはOxford Foot Modelを用いた。歩行スピードは2step/s、ステップ長は50cmとし、5回中3回の平均値を解析した。立脚期中のHeel Contact(HC)、床反力第一ピークの時点(P①)、Mid Stance(MSt)、Heel Off(HO)、床反力第二ピークの時点(P②)、Toe Off(TO)各相における下肢関節角度、モーメント、床反力、脛骨に対する後足部の角度(HFTBA)、後足部に対する前足部の角度(FHFFA)、前足部に対する母趾の角度(HXFFA)を算出した。足趾把持力は足趾把持力計(竹井機器製)を用いて、座位にて足関節底背屈 0° (把持力 0°)と底屈 30° (把持力 30°)で計測した。さらに筋力の指標として、超音波画像診断装置(KONICA MINOLTA社製)を用いて母趾外転筋(ABH)、短母趾屈筋(FHB)、短趾屈筋(FDB)の長軸像を描出し筋厚値を算出した。統計処理はピアソンの相関係数を用い、各計測値の相関関係を検討した。有意水準は5%とした。

【結果】

MStにおいて、床反力Z成分と把持力 0° 及び把持力 30° に有意な負の相関関係が認められた($r=-0.432$)。また、把持力 0° 及び把持力 30° はHFTBAの内転と有意な負の相関($r=-0.511$, $r=-0.463$)、FHFFAの内転と有意な正の相関関係が認められた($r=0.617$, $r=0.550$)。さらにABH及びFHBの筋厚値とFHFFAの背屈に有意な負の相関関係が認められた($r=-0.434$, $r=-0.503$)。

【結論】

歩行中のMStにおいて、足趾把持力が弱いほど床反力の垂直成分が大きくなる傾向が示された。足趾把持力の向上は、MStにおける垂直方向にかかる負荷を軽減する可能性があることが示唆された。またABHとFHBの筋厚が厚いほど、前後足部の背屈角度が小さい傾向にあった。ABHとFHBの筋力増強は歩行中の過度な前後足部背屈を抑制する可能性があることが示唆された。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は豊橋創造大学研究倫理委員会の承認(承認番号:H2015003)を得て実施している。また研究対象者には研究代表者が研究内容について十分な説明をした後、書面による同意を得ている。

第 51 回日本理学療法学会

JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会

分科学会企画

プログラム・抄録集

開催日：2016年5月27日（金）～29日（日）

会場：札幌コンベンションセンター

札幌市産業振興センター

JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会

分科学会企画 プログラム

運動と認知機能

日 時： 5 月 27 日 17 : 40 ~ 18 : 40
講 師： 前島 洋 (北海道大学)
司 会： 金子 文成 (札幌医科大学)

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (1)

日 時： 5 月 28 日 18 : 10 ~ 19 : 10
講 師： 江玉 睦明 (新潟医療福祉大学)
小栢 進也 (大阪府立大学)
濱上 陽平 (十善回病院)
司 会： 石田 和人 (名古屋大学大学院)

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (2)

日 時： 5 月 29 日 9 : 30 ~ 10 : 10
講 師： 中川 慧 (広島大学大学院)
大鶴 直史 (広島大学)
司 会： 鈴木 俊明 (関西医療大学)

基礎研究から考える痛みの治療戦略

日 時： 5 月 29 日 10 : 20 ~ 11 : 40
講 師： 中谷 治郎 (長崎大学)
住谷 昌彦 (東京大学医学部附属病院)
司 会： 河上 敬介 (大分大学)

運動と認知機能

北海道大学大学院保健科学研究院 前島 洋

超高齢化社会を迎えた今日、高齢者が人生最後の約10年間に於いて、何らかの形で介助、介護を必要とすることが浮き彫りになってきた。この健康寿命との乖離をいかに改善することができるかに高い社会的関心が集まっており、老化に伴う様々な心身の退行に対する予防が重視されている。理学療法士が専らとする治療・介入手段である「運動」は、運動機能における退行予防のみならず、アルツハイマー病を代表する認知症の予防に対しても極めて有効な手段であることが注目されている。その神経科学的因子として注目されているのが中枢神経の保護、生存、可塑性を促進する神経栄養因子の一つである脳由来神経栄養因子 (brain-derived neurotrophic factor: BDNF) である。BDNFは神経活動依存的に発現が増強されるが、興味深いことに運動によっても中枢神経系、とりわけ記憶・学習の中枢である海馬において発現が増強され

る。高齢者を対象とする研究において、運動に依存した血液、脳脊髄液中のBDNFの発現増強について多く報告されている。一方、私たちの老齡モデル動物を用いた研究においても、海馬におけるBDNFと主要なシナプス受容体の運動依存的な発現の増強が確認されている。高齢者を対象とする研究と老齡モデル動物を対象とする神経科学的基礎研究の間には補完しなければならない多層なレベルでの研究の展開が必要となるが、そこに確かに垣間見えることは、高齢者を対象とする予防的運動療法とは、老化に伴う運動機能と認知・精神機能の退行に対する相互作用の効果を統合的にとらえることにより、健康寿命の改善に貢献することを目的とする。本講演では運動による認知機能退行に対する可能性に対して基礎理学療法の視点から多層的に検討することを目的とする。

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (1)

1 アキレス腱障害発生メカニズムの解剖学的・生体力学的検証

- ¹⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所, ²⁾日本歯科大学新潟生命歯学部 解剖学第一講座,
³⁾おぐま整形外科クリニック リハビリテーション科,
⁴⁾長岡中央総合病院 リハビリテーション科, ⁵⁾新潟医療センター リハビリテーション科
 江玉 陸明^{1,2)}, 久保 雅義¹⁾, 大西 秀明¹⁾, 高林 知也¹⁾, 横山絵里花¹⁾, 稲井 卓真³⁾,
 渡邊 博史⁴⁾, 梨本 智史⁵⁾, 影山 幾男²⁾

下肢の overuse 障害は、安静や運動制限により症状が寛解するが、有効な治療法や予防法が確立されていないため、再発を繰り返す症例が多いことが問題視されている。その原因の一つとして、障害発生部位の詳細な解剖学的所見に基づいた、発生メカニズムの解明が不十分であることが問題であると考えられる。そこで我々は、下肢の中でも発生率の高いアキレス腱 (AT) 障害 (Noninsertional Type) の発生メカニズムについて、日本人固定遺体を用いて解剖学的・生体力学的に検討を行ってきた。本講演では、その研究結果を紹介する。

AT 障害の発生メカニズムとしては、近年では踵骨の過回内時に AT 内の歪みが不均一であることが要因として重要視されている。この原因としては、AT の捻れ構造が関与している可能性が示唆されているが、AT の捻れ構造には一定の見解が得られていない。そこで、60 体 111 側を対象に AT の捻れ構造を腓腹筋内側頭、

外側頭 (LG)、ヒラメ筋 (Sol) の付着する腱線維束レベルで検討した。その結果、Sol が深層全体に配列している TypeI (軽度: 50%)、LG と Sol が深層に配列する TypeII (中等度: 43%)、LG が深層全体に配列する TypeIII (重度: 7%) の 3Type に分類できた。特に、Sol は TypeIII において、強く捻れながら走行していた。次に、この分類を基に、踵骨を回内・回外方向に動かした際に各腱線維束に加わる伸張度 (%) を、捻れの Type 毎に検討した。方法は、3D デジタイザ MicroScribe 装置を使用して AT を 3 次元構築し、回内・回外方向に踵骨を動かした際の各腱の伸張度 (%) を、シミュレーションして算出した。その結果、特に TypeIII では、踵骨の回内時に Sol の伸張度が大きく、更に Sol を構成する各腱線維の伸張度が異なった。従って、踵骨回内時には AT 内に加わる歪みが一様ではなく、特に、TypeIII では AT 障害の発生リスクが高まる可能性が示唆された。

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (1)

2 筋骨格シミュレーション解析が理学療法にもたらすもの

大阪府立大学 地域保健学域 総合リハビリテーション学類 理学療法学専攻 小栢 進也

関節運動から関節モーメント、筋の発揮張力を推測して動作を阻害する筋を特定する動作分析は、理学療法に不可欠な評価手段である。従来のバイオメカニクス研究では動作解析装置を用いて関節運動や関節モーメントが測定されてきた。しかし、筋の発揮張力は計測が困難なことから、動作と筋の直接的関係を調べることができなかった。一方、工学分野で発展してきた筋骨格シミュレーションは骨や筋腱複合体をモデル化し、計算式を用いて筋が発揮する力を求める。これにより、どの筋が関節運動に強く関与するかなど、動作における筋の役割が明確となってきた。数式の難解さ故に医学分野で用いられることは少ないが、多関節運動を理解する上で筋骨格シミュレーション解析の概念は動作分析に有用な情報をもたらすと考える。

筋骨格シミュレーション解析では数値入力だけで筋活動や関節運動を変え、仮想の動作をコンピュータ上で作り出すことができ

る。筋の活動変化は複数の関節に影響するとされており、多関節運動における筋の役割を解析する手段として用いられている。例えば、立位で前脛骨筋が収縮すると脛骨は前傾して膝が前方に移動する。膝の前方移動は大腿骨を後傾させるため、前脛骨筋は足背屈に加えて膝や股関節を屈曲させる。シミュレーション解析を用いれば、発揮張力に応じて多関節の運動変化を調べられるため、動作測定からどの筋をトレーニングすべきかの特定につながる。

我々はこれまで変形性膝関節症進行の予防法検討のため、歩容と膝関節ストレスの関連性を検討してきた。関節ストレスには大腿四頭筋や腓腹筋の活動が強く関与することがわかっている。また、外乱刺激後の姿勢反応をモデル化し、姿勢制御における同時収縮の役割や多関節の制御メカニズムを調べている。本発表ではこれらの結果を紹介しながら理学療法に有用な情報を伝える。

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (1)

3 不動に伴う痛覚過敏の発生メカニズムとその治療戦略に関する検討
—ラット足関節不動化モデルに対する振動刺激の効果—

¹⁾十善会病院リハビリテーション科、

²⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 保健学専攻 理学・作業療法学講座 理学療法学分野、

³⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻 リハビリテーション科学講座
運動障害リハビリテーション学分野

濱上 陽平¹⁾, 中野 治郎²⁾, 坂本 淳哉²⁾, 沖田 実³⁾

近年、ギプスなどで四肢の一部が不動化されるだけで痛覚過敏が発生することが周知の事実となりつつあり、演者らもこれまでモデル動物を用いた検索を通して、不動に伴う痛覚過敏の発生メカニズムやその治療戦略に関して検討を重ねてきた。具体的には、ラット足関節をギプスで不動化すると、不動2週目から痛覚過敏の発生を認め、これは不動期間に準拠して重度化することが明らかになっている。そして、このことを裏づけるように不動期間が8週におよぶと脊髄後角に分布するカルシトニン遺伝子関連ペプチド(CGRP)が増加し、中枢性感作の発生が認められた。加えて、このような状態に至ると不動を解除しても痛覚過敏の回復は遅延することも明らかになっており、四肢の一部の不動化は慢性痛に発展するリスクファクターになることが示唆されている。つまり、不動に伴う痛覚過敏を予防・改善できる治療戦略を開発することは重要な課題といえる。先行研究では、不動に伴う痛覚過敏は末梢からの刺激入力への減少がその原因とされていることから、理学療

法としては、物理刺激を利用した感覚刺激入力の促進といった方法が考えられ、演者らは脊髄後角の神経細胞の興奮性を抑制する作用を持つとされる振動刺激に着目している。自験例の結果では、不動直後からラットの足部に振動刺激を負荷すると痛覚過敏の発生を軽減できるとともに、後根神経節ならびに脊髄後角におけるCGRPの発現も軽減できることが明らかになっている。つまり、振動刺激の負荷は不動によって惹起される中枢性感作を抑制し、慢性痛への移行を予防できる可能性が示唆されている。しかし、その反面、痛覚過敏が重度化した不動4週後から振動刺激を負荷しても、効果は認められないことから、早期介入が重要であるといえる。

以上、本シンポジウムでは演者らの研究成果を紹介しながら、不動に伴う痛覚過敏の発生メカニズムとその治療戦略について考察する。

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (2)

1 脳機能マッピングからの感覚・運動機能の評価 脳磁図を用いた報告

広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 基礎生命科学部門 生体環境適応科学 中川 慧

中枢神経障害に対するリハビリテーションの効果を脳科学的側面から評価することには大きな意義がある。我々はこれまで、主に脳磁図を用いて、感覚・運動機能の評価法を検討してきた。本シンポジウムでは、これまでの我々の取り組みを紹介する。

①自己を取り巻く環境に発生した新たな事象に対し、脳は自動的にそれらを認知するシステムを備えている。我々は、この自動的な応答を評価するパラダイムを考案し、変化関連活動として報告した¹⁾。変化関連活動は、注意状態に依存されない応答であり、高次脳機能の評価に有用な指標となる。また、変化関連活動は事前に微弱な変化を与えることで減衰する。我々は、触覚刺激のパラダイムを用いて、この減衰が大脳皮質感覚野における抑制機能を反映していることを見出した²⁾。大脳皮質の抑制機能を評価するシステムは未だ確立されていないが、本報告はその一助となる可能性がある。

③運動機能の改善に伴う脳活動変化の計測における試みとしては、運動や運動イメージに対する MEG 応答を記録してきた。運動

イメージによる脳磁場応答は、背景脳磁場活動の変化により捉えることができ、Brain machine interface (BMI) の技術にも応用される。本シンポジウムでは、動作の種類や難易度によって左右半球の活動分布が異なるという我々の報告³⁾を合わせて、運動機能の評価について紹介する。

今後の再生医療やロボット介入などの新規リハビリテーションの発展に伴い、リハビリテーションの効果を脳機能マッピングから評価する重要性は高まると思われる。脳磁図は、直接的に神経活動を評価でき、時間分解能に優れるという利点を有しているため、リハビリテーションの評価に有用なツールの一つとなるだろう。

参考文献

- 1) Nakagawa, et al. NeuroImage 86, 131-137, 2014.
- 2) Nakagawa, et al. NeuroImage 101, 416-424, 2014.
- 3) Nakagawa, et al. Neuroreport 22, 217-222, 2011.

若手研究者 (U39) による最先端研究紹介 (2)

2 痛みの評価を目的とした感覚情報処理の基礎的研究

広島大学大学院医歯薬保健学研究院 生体環境適応科学講座 大鶴 直史

痛みは主観的な感覚であり、器質的、認知的、心理的要因など様々な要因によって修飾を受けることが知られている。そのため、痛みの評価には多面的評価が重要であると考えられる。我々は、脳波および脳磁場計測装置を用いて、「痛みの評価を目的とした感覚情報処理の基礎的研究」を主要なテーマに、以下の3つの研究を行ってきたので紹介する。

①痛覚情報処理を選択的に調べる：痛みを伝える神経である Aδ および C 線維の選択的評価は困難であるとされてきた。そこで、我々は表皮内電気刺激法とよばれる手法を開発し、Aδ および C 線維の選択的評価法を考案してきた (Inui, et al., 2002, Otsuru, et al., 2009, 2010)。本手法は多くの基礎研究に活用されており、一部臨床現場においても利用されている。

②痛覚以外の感覚刺激を用いて調べる：脳の情報処理の本質は、常に入力される情報を予測すること (predictive coding) であ

るという仮説が注目を集めている。我々はこれまでに、予測した情報と異なる情報が入力された時の皮質応答 (予測エラー反応) に関する研究を、聴覚および触覚刺激を用いて行ってきた (Otsuru, et al., 2011, 2012)。この予測エラー反応は、外界から発生した新奇刺激に対する感受性を反映している可能性があり、痛みに影響を及ぼす心理学的特性と関連があると予測して研究を進めている。

③多感覚の統合機能を調べる：自分の身体は自分のものであるという感覚 (自己身体所有感) が、慢性疼痛患者において破綻しているという報告が数多くなされている。この自己身体所有感は視覚、触覚、固有受容覚を主とする多感覚統合により成立している。我々は、健常者において自己身体所有感に変容を与えた際の脳内情報処理を検討し、一次体性感覚野の活動が変化することを示した (Otsuru, et al., 2014)。先行研究もふまえて、この活動の意義に関して議論したい。

基礎研究から考える痛みの治療戦略

1 基礎研究の成果から急性痛に対する理学療法を再考する

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻 中野 治郎

組織損傷などが発端となる急性痛は生体の警告信号としての意義があるが、過剰な痛みが続くと中枢性感作が惹起され、慢性痛に発展する。また、痛みに伴う患部ならびに全身の不活動は慢性痛の発生リスクを高めるとされ、基礎研究の成果では不活動によって末梢からの感覚刺激入力が増減・消失することで神経系の可塑性の変化が惹起され、新たな痛みの発生につながる事が明らかになっている。したがって、急性痛に対する理学療法の目的は、痛みを長引かないように努めるとともに、患部も含めた全身の活動性を保ち、慢性痛の発生を防ぐことにあり、具体的な治療戦略としては、痛みの軽減と傷害部位の治癒促進のための物理療法、不活動は正のための運動療法、患部に対する感覚刺激入力の促進などが考えられる。

寒冷療法の適用によって痛覚閾値が上昇することはよく知られているが、最近では傷害部位の治癒促進効果も明らかになりつつあ

り、特に人工関節置換術後のような広範囲の炎症に対して有効である。なお、腱鞘炎などの局所の炎症には低出力レーザーや超音波が利用でき、両者とも抗炎症効果が期待できる。一方、全身の運動は一般に筋力低下などの不活動に起因した運動機能障害の予防を目的に行われるが、最近の研究では運動誘発性疼痛抑制効果が注目されており、慢性痛への予防対策としても不可欠な治療戦略といえる。また、炎症が顕著な場合でも極力安静は避ける必要があり、低強度の運動を実施することで痛みが軽減することも明らかになっている。そして、患部がギプス等で固定されていても感覚刺激入力を促すことは重要であり、このことによって神経系の可塑性の変化を予防し、慢性痛の発生を抑える治療戦略も必要である。

以上、本講演では自験例も含めた基礎研究の成果に基づいて、急性痛に対する理学療法のあり方について再考することとする。

基礎研究から考える痛みの治療戦略

2 なぜ運動が慢性疼痛患者にとって必要なのか？ 基礎研究と臨床研究から紐解く運動療法の痛み治療としての意義

東京大学医学部附属病院緩和ケア診療部/麻酔科・痛みセンター 住谷 昌彦

本邦では6ヶ月以上継続して中等度以上の筋骨格系運動器疼痛を訴える患者が全人口の約15%に及ぶ。このような慢性疼痛疾患に対しては様々な治療法が行われているが、十分に疼痛コントロールが出来ない患者も未だ少なくない。しかし、難治性の慢性疼痛疾患に対して一貫して臨床的有効性が示されている治療として運動療法が挙げられる。本発表では、慢性疼痛患者にとって運動療法の必要性について基礎研究を元に紐解き、その意義付けを行う。(1) 痛みの破局的思考を契機とする痛みの悪循環モデル (fear-avoidance model) が知られており、その構成要素である痛みに対する恐怖心や不安感、抑うつ、機能的ADLの低下に加え、我々は睡眠障害を加えて診療をしている。このような痛みの悪循環モデルを裏付ける基礎研究と我々の臨床アプローチを大脳皮質感作として疼痛下行性抑制系の機能減弱メカニズムを概説する。

(2) 痛みの慢性化、重症化のrisk factorである肥満について、肥満の疼痛増悪機序を考察し、運動療法によって体重減少を実現することによる疼痛治療としての意義を考察する。

(3) 我々はComplex regional pain syndromeや幻肢痛の発症機序として提案されている知覚-運動協応の破綻を定量化する方法論を開発し、脳内表象での運動の意義を報告してきた。このような脳内における運動表象の活性化が痛みと実際の四肢運動学習に与える影響を考察する。

【謝辞】大住倫弘先生（畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター）、熊谷晋一郎先生（東京大学先端科学技術研究センター）、大竹祐子先生（東京大学医学部附属病院リハビリテーション部/緩和ケア診療部）

第 51 回日本理学療法学会

JSPTF 日本基礎理学療法学会、JPTF 日本基礎理学療法学会

一般演題

抄録集

開催日：2016年5月27日（金）～29日（日）

会場：札幌コンベンションセンター

札幌市産業振興センター

O-KS-01-1**肩甲下筋の効果的なストレッチング方法の検討
せん断波エラストグラフィー機能を用いた検討**清水 巖郎¹⁾, 長谷川 聡¹⁾, 本村 芳樹¹⁾, 梅原 潤¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 草野 拳¹⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学 スポーツ健康科学部**key words** 肩甲下筋・ストレッチング・超音波**【はじめに, 目的】**

肩関節の運動において回旋筋腱板の担う役割は重要である。回旋筋腱板の中でも肩の拘縮や変形性肩関節症の症例においては、肩甲下筋の柔軟性が問題となると報告されている。肩甲下筋のストレッチ方法については下垂位での外旋や最大挙上位での外旋などが推奨されているが、これは運動学や解剖学的な知見を基にしたものである。Murakiらは唯一、肩甲下筋のストレッチについての定量的な検証を行い、肩甲下筋の下部線維は肩甲骨面挙上、屈曲、外転、水平外転位からの外旋によって有意に伸張されたと報告している。しかしこれは新鮮遺体を用いた研究であり、生体を用いて定量的に検証した報告はない。そこで本研究では、せん断波エラストグラフィー機能を用いて生体における効果的な肩甲下筋のストレッチ方法を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人男性 20 名(平均年齢 25.2±4.3 歳)とし、対象筋は非利き手側の肩甲下筋とした。肩甲下筋の伸張の程度を示す弾性率の計測は超音波診断装置(SuperSonic Imagine 社製)のせん断波エラストグラフィー機能を用い、肩甲下筋の停止部に設定した関心領域にて求めた。測定誤差を最小化できるように、測定箇所を小結節部に統一し、3回の計測の平均値を算出した(ICC [1,3]: 0.97~0.99)。弾性率は伸張の程度を示す指標で、弾性率の変化は高値を示すほど筋が伸張されていることを意味する。測定肢位は下垂位(rest)、下垂位外旋位(1st-ER)、伸展位(Ext)、水平外転位(Hab)、90°外転位からの外旋位(2nd-ER)の5肢位における最終域とした。さらに、ExtとHabに対しては肩甲骨固定と外旋の有無の影響を調べるために肩甲骨固定(固定)・固定最終域での固定解除(解除)と外旋の条件を追加した。統計学的検定は、restに対する1st-ER、Ext、Hab、2nd-ERにBonferroni法で補正したt検定を行い、有意差が出た肢位に対してBonferroniの多重比較検定を行った。さらに伸展、水平外転に対して最終域、固定、解除の3条件にBonferroniの多重比較検定を、外旋の有無にt検定を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

5肢位それぞれの弾性率(平均±標準偏差, 単位:kPa)はrestが64.7±9.1, 1st-ERが84.9±21.4, Extが87.6±26.6, Habが95.0±35.6, 2nd-ERが87.5±24.3であった。restに対し他の4肢位で弾性率が有意に高値を示し、多重比較の結果、それらの肢位間には有意な差は認めなかった。また、伸展、水平外転ともに固定は解除と比較して有意に高値を示したが、最終域と固定では有意な差を認めなかった。さらに、伸展・水平外転ともに外旋の有無で差を認めなかった。

【結論】

肩甲下筋のストレッチ方法としてこれまで報告されていた水平外転からの外旋や下垂位での外旋に加えて伸展や水平外転が効果的であり、さらに伸展と水平外転位においては肩甲骨を固定することでより小さい関節運動でストレッチ可能であることが示された。

O-KS-01-2**Hamstrings に対する Self-Stretching の介入効果に Detraining 期間が及ぼす影響**山本 将大¹⁾, 坂野 裕洋¹⁾, 松尾 真吾¹⁾, 内川 智貴²⁾, 柳瀬 準³⁾, 渡辺 将弘⁴⁾¹⁾日本福祉大学 健康科学部, ²⁾前原整形外科リハビリテーションクリニック リハビリテーション科,
³⁾前原外科・整形外科 小児科 リハビリテーション科, ⁴⁾東海記念病院 リハビリテーション科**key words** Self-Stretching・介入効果・Detraining

【はじめに, 目的】習慣的な Self-Stretching (SS) は, 筋機能の改善や向上を目的として理学療法において多用されるプログラムのひとつである。Hamstrings を対象とした SS に関する先行研究では, 4 週間の介入によって ROM が向上 (Davis, 2005) し, 6 週間の介入によって筋腱複合体の粘弾性が低下する (Reid, 2004) ことが報告されている。しかしながら, SS によって一度獲得されたこれらの Training 効果が, SS を中止することでどのように失われていくのか, また獲得した Training 効果を維持する為には, どの程度の実施頻度が必要なのかについては明らかでない。そこで本研究では, Hamstrings に対する 4 週間の SS を行い, その後に 2 週間の Detraining 期間を設けることで, どのように Training 効果が失われていくのかを明らかとするともに, 獲得した Training 効果を維持する為に必要な SS の実施頻度について検討した。

【方法】健康若年者 43 名を対象に, 4 週間の Training 期間を設けて Hamstrings に対する SS を週 5 回の頻度で実施した。その後 2 週間の Detraining 期間を設け, SS を中止する 10 名 (0 回群), SS を週 1 回の頻度で継続する 11 名 (1 回群), 週 2 回の頻度で継続する 11 名 (2 回群), 週 3 回の頻度で継続する 11 名 (3 回群) の 4 群に各被験者を無作為に振り分けた。評価は, 4 週間の Training 期間前後と 2 週間の Detraining 期間終了時の計 3 回行い, 股関節屈曲約 110° 位での膝関節伸展 ROM および Hamstrings の stiffness と stretch tolerance を計測した。結果は, 初回評価の値を 100% とした変化率を算出し統計解析に用いた。統計解析は, 群間比較に Kruskal-Wallis 検定と Mann-Whitney 検定を用い Bonferroni 修正を加えた。群内比較では Friedman 検定と Wilcoxon の符号付順位検定を用い Bonferroni 修正を加えた。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】Training 期間の前後で全群の ROM と stretch tolerance に同程度の有意な向上を認めた。また, Training 期間に獲得した ROM と stretch tolerance の Training 効果は, 2 週間の Detraining 期間終了時にも全群で維持されており, 群間での有意差も認めなかった。一方, stiffness は Training 期間の前後において全群で減少傾向を示したが有意差を認めず, 群間にも差異を認めなかった。しかしながら, 2 週間の Detraining 期間終了時において, 0 回群は 2 回群と比較して有意に高値を示した。

【結論】4 週間の SS は ROM や stretch tolerance を向上させ, その後に SS の実施頻度を低下させても 2 週後までその向上が維持された。Rancour ら (2009) は, 4 週間の SS で得られた ROM の向上が SS 中止から 4 週後に失われることを報告している。このことから, 4 週間の SS によって ROM や stretch tolerance に認める Training 効果は, Detraining 期間の 2 週から 4 週の期間に低下することが推察される。一方, stiffness は, Training 効果を認めるまでに 4 週間以上の介入が必要であることが明らかとなった。

O-KS-01-3**足関節底屈筋筋腱複合体スティフネスとストレッチング効果の関連性について**

大場 健裕¹⁾, 寒川 美奈²⁾, 石田 優子¹⁾, 鶴喰 涼¹⁾, 鈴木 雄貴¹⁾, 三上兼太郎^{1,3)},
山口 瑞樹⁴⁾, 横山 美翔¹⁾, 齊藤 展士²⁾, 山中 正紀²⁾, 遠山 晴一²⁾

¹⁾北海道大学大学院保健科学院, ²⁾北海道大学大学院保健科学研究所, ³⁾整形外科北新病院,
⁴⁾医療法人社団悠仁会羊ヶ丘病院

key words スティフネス・ストレッチング・筋粘弾性

【はじめに, 目的】

ストレッチングは、柔軟性改善を目的として臨床でよく行われている。近年、ストレッチングの効果検証には粘弾性の評価指標である筋腱複合体スティフネス (Musculotendinous stiffness: 以下 MTS) が用いられ、ストレッチング後の MTS 低下や、MTS と指床間距離 (FFD) など柔軟性評価指標との関連性が示されている。一方で、ストレッチング実施前の MTS 値がストレッチング効果に異なる影響を与えるのではないかと考えられるが、MTS とストレッチング介入効果の関連性についてはあまりまだ検証されていない。そこで本研究は、足関節底屈筋筋腱複合体スティフネスとストレッチング効果との関連性を検証した。

【方法】

対象は整形外科的、神経学的疾患のない健常男子学生 12 名 (年齢 22.1 ± 0.8 歳) とし、対象筋は右足関節底屈筋とした。ROM, MTS 計測は等速度性筋力測定機器 (Biodex system 3) を用い、測定肢位は背臥位、膝関節完全伸展位とした。ストレッチング介入 48 時間前に底屈 10 deg から 5 deg/sec で最大背屈させ受動トルク、背屈 ROM を測定し、ストレッチング介入の条件設定に用いた。介入直前、介入直後にも同様の測定を行い、前後の MTS, ROM 増加率を算出した。MTS は、トルク-角度曲線における最終背屈角度から 50% の角度での直線の傾きと定義した。ストレッチングは、事前に測定した ROM の 90% でのトルク値を用いて 30 秒×4 セット合計 2 分、セット間は 20 秒間の休息とした。統計学的処理は、介入前後での ROM, MTS について対応ありの t 検定、MTS と ROM 増加率に対してピアソンの積率相関係数を算出した。有意水準は 0.05 未満とした。

【結果】

ストレッチング前後での ROM は、介入前 32.9 ± 6.1 deg, 介入後 37.2 ± 6.2 deg と有意な増加を認めた ($p < 0.05$)。MTS は、介入前 1.8 ± 0.6 Nm/deg, 介入後 1.5 ± 0.6 Nm/deg で有意に低下した ($p < 0.05$)。また、介入前の MTS 値と ROM 増加率においては有意な負の相関が認められた ($r = -0.75$, $p < 0.05$)。

【結論】

本研究結果より、2 分間の足関節底屈筋へのストレッチングは、ROM 増加と MTS を低下させたことから、柔軟性改善効果を示した。また、介入前の MTS が低値であるほど ROM 増加率も高かったこと、MTS 高値群と低値群では伸張時の筋腱動態が異なる報告もみられることから、介入前の MTS 値はストレッチング効果に影響を及ぼし得る因子であると考えられた。今後、柔軟性改善の持続効果や、ストレッチング時間を変更した際の柔軟性改善効果を合わせて検討していく必要があると思われる。

O-KS-01-4**表在性温熱刺激とストレッチングの同時施行が刺激適用部位および非適用部位の筋伸張痛ならびに筋伸張性に及ぼす影響に関する検討**

嶋田 有紗¹⁾, 吉田 英樹²⁾, 志田 航平¹⁾, 天坂 興¹⁾, 中村 洋平¹⁾, 佐藤 輝¹⁾, 前田 愛¹⁾,
松本 健太¹⁾, 向中野直哉¹⁾, 前田 貴哉^{2,3)}

¹⁾弘前大学医学部保健学科理学療法専攻,

²⁾弘前大学大学院保健学研究科総合リハビリテーション科学領域, ³⁾弘前記念病院リハビリテーション科

key words 表在性温熱刺激・ストレッチング・同時施行

【はじめに, 目的】

表在性温熱療法 (SH) とストレッチングの同時施行 (SH 同時施行) では, SH の適用部位において皮膚温がピークとなる 5 分間の SH 施行により 20 分間の SH 施行時と同等の筋伸張性向上が得られ, その背景には門制御に基づく筋伸張痛軽減の関与が指摘されている (一戸ら, 2014)。しかし, 筋伸張痛の評価は主観的評価 (NRS) のみであり, 痛みと関連する客観的指標を用いた検証は行われていない。また, SH は, 広汎性侵害抑制調節 (DNIC) や内因性オピオイド (EO) 等の鎮痛機構を賦活することで SH の非適用部位での鎮痛をもたらす可能性もあるが, 非適用部位での筋伸張痛や筋伸張性への影響は明らかにされていない。以上から本研究の目的は, SH 同時施行が SH の適用部位だけでなく非適用部位での筋伸張痛ならびに筋伸張性に及ぼす影響を検討することとした。

【方法】

健康者 17 名に対して, 両股・膝 90 度屈曲位とした背臥位で左右の膝最大自動伸展運動 (膝伸展) を実施する際に, 一侧の大腿後面に代表的な SH であるホットバックを 20 分間適用する条件 (条件 1) と適用しない条件 (条件 2) の 2 条件を無作為順序で 1 日以上の間隔を空けて実施した。各条件の実施に先立ち, 対象者毎に条件 1 での SH 適用側を無作為に決定した。その上で, 左右の膝伸展は, 各条件の開始直前 (基準), SH 適用側では先行研究に準じて条件開始から 5 分後と 20 分後, SH 非適用側では DNIC や EO に伴う効果発現までの時間を考慮し条件開始から 15 分後と 30 分後 (SH 終了 10 分後: 持ち越し効果の検討) に実施した。膝伸展時の筋伸張痛の評価は NRS の他, 疼痛の客観的指標である交感神経活動 (心拍変動周波数成分の低周波数成分と高周波数成分の比: LF/HF) を, 膝伸展時の筋伸張性の評価は外果と大腿骨外側上顆, 大転子の 3 点のなす角 (膝伸展角) をデジタル画像解析により測定することで実施した。その上で, 各測定値の基準からの経時的変化を多重比較検定にて分析した。

【結果】

NRS については, 条件 2 では両側ともに経過を通じ明らかな変化を認めなかったが, 条件 1 では SH 適用側の 5 分後と 20 分後, SH 非適用側の 15 分後と 30 分後での有意な減少を認めた。LF/HF については, 条件 2 では両側ともに経過を通じ増加傾向を認めたが, 条件 1 では両側ともに経過を通じ減少傾向を認めた。膝伸展角については, 条件 2 では両側ともに経過を通じ明らかな変化を認めなかったが, 条件 1 では SH 適用側の 5 分後と 20 分後で有意な増加を認め, SH 非適用側についても 30 分後での増加傾向を認めた。

【結論】

本結果から, SH 同時施行により SH の適用部位だけでなく非適用部位での筋伸張痛も主観的かつ客観的に軽減され, さらに両部位での筋伸張性も向上することが示唆された。SH の非適用部位での筋伸張痛軽減には SH に伴う DNIC や EO の関与が推察され, 特に SH 終了後での持ち越し効果には EO の関与が強く推察される。本結果は, ストレッチングにおける SH の適用範囲拡大の可能性を示すものである。

O-KS-01-5**超音波照射が筋弾性率に与える影響
せん断波エラストグラフィによる検討**

森下 勝行¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 藤田 康介¹⁾, 梅原 潤¹⁾, 田中 浩基¹⁾, 本村 芳樹¹⁾,
草野 拳¹⁾, 倉 真之介³⁾, 坪山 直生¹⁾, 市橋 則明¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学スポーツ健康科学部,

³⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法専攻

key words 超音波・弾性率・腓腹筋内側頭

【はじめに, 目的】

超音波により, 筋の伸張性が向上し, 関節可動域 (ROM) が増大するとされている。しかしながら, ROM は痛みや伸張刺激に対する慣れなどの影響を受けるため, 筋の伸張性評価には不適切という報告がある。さらに, 超音波を用いて筋の弾性変化を検証した報告はない。近年, 超音波診断装置せん断波エラストグラフィ機能 (SWE) によって, 筋の弾性率評価が非侵襲的に可能となった。SWE で測定される弾性率は筋の伸張性を反映することが報告されている。本研究の目的は, SWE を用いて筋弾性率に対する超音波の効果を明らかにすることである。

【方法】

対象は, 健康成人男性 11 名 (年齢 25 ± 2.7 歳, 身長 172.1 ± 6.2 cm, 体重 68.3 ± 7.6 kg, BMI 23.0 ± 1.7) である。研究デザインは, クロスオーバー試験を採用し, 同一被験者に対し 1. 超音波照射あり (US 群), 2. 超音波照射なしの擬似的施行 (プラセボ群) の 2 つの条件を無作為順序にて実施した。超音波出力条件は, 周波数 1MHz, 強度 1.5 W/cm^2 , 照射時間率 100%, 照射時間 10 分間とした。超音波照射には超音波治療器 (EU-910, 伊藤超短波社製) を用いた。施行部位は, 利き脚の腓腹筋内側頭とし, ストレッチ効果が生じない筋短縮位の足関節底屈 30° 位で超音波を照射した。評価項目は, 1. 筋弾性率, 2. 組織温度 (表面・深部温度) とした。筋弾性率は, SWE (Aixplorer, Super Sonic Imagine 社製) を用いて, 腓腹筋内側頭・外側頭, それぞれ直下のヒラメ筋の弾性率を足関節底屈 30° 位 (短縮位), 底・背屈 0° 位 (中間位), 背屈 20° 位 (伸張位) の 3 つの角度で測定した。測定角度は, 多用途筋機能評価運動装置 (Biodex System 4, Biodex Medical Systems 社製) にて設定し, 測定肢位は腹臥位 (膝関節伸展 0° 位) とした。組織温度は, 表面温度に放射温度計 (IT2-80, KEYENCE 社製), 深部温度に熱流補償式体温計 (コアテンプ CTM-205, TERUMO 社製) を用いて腓腹筋内側頭の筋温を測定した。各測定は, US 群とプラセボ群の施行前後にそれぞれ実施した。統計解析は, 反復測定による二元配置分散分析, 事後検定に多重比較法 (Bonferroni) を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

反復測定による二元配置分散分析の結果, 足関節背屈 20° 位 (伸張位) での腓腹筋内側頭の弾性率, 表面温度および深部温度において交互作用を認めた ($p < 0.05$)。多重比較法の結果, 腓腹筋内側頭の弾性率は, US 群が施行前に比べ施行後で有意に低下した ($p < 0.01$)。表面温度は, US 群とプラセボ群が施行前に比べ施行後で有意に低下した ($p < 0.05$)。深部温度は, US 群が施行前に比べ施行後で有意に上昇した ($p < 0.05$)。

【結論】

超音波は, 筋にストレッチが加わっていない短縮位での照射においても筋の弾性率を低下させる効果があることが示唆された。本結果は, 腓腹筋内側頭の筋温上昇からも超音波の高周波振動刺激による直接的な効果が作用したものと考えられる。

O-KS-01-6**ラット足関節に発生した関節拘縮に対するストレッチング力の違いがヒラメ筋柔軟性に与える経時的な影響**

石倉 英樹¹⁾, 小野 武也^{1,2)}, 相原 一貴¹⁾, 佐藤 勇太¹⁾, 松本 智博¹⁾, 田坂 厚志³⁾,
梅井 凡子²⁾, 積山和加子²⁾, 沖 貞明²⁾

¹⁾県立広島大学大学院 総合学術研究科, ²⁾県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科,
³⁾大阪行岡医療大学 医療学部 理学療法学科

key words 拘縮・筋柔軟性・ストレッチング

【はじめに, 目的】

関節拘縮とは、関節周囲に存在する軟部組織が関与した関節可動域の制限である。その中でも筋は関節拘縮に大きく影響している。臨床では、ギプス固定などで発生した関節拘縮に対し、筋の柔軟性改善を図る目的でストレッチングを行う。先行研究において、ストレッチングは比較的弱い力を用いる方が関節可動域の改善を起こすことが報告されているが、同時に筋の柔軟性を評価している先行研究はない。そこで本研究は発生した関節拘縮に対し、異なる2つの力でストレッチングを行い、その後の筋の柔軟性の経時的な変化を比較した。

【方法】

実験動物は9週齢のWistar系雄ラット36匹を使用した。使用したラットの体重は $300.2 \pm 6.5\text{g}$ (平均 \pm 標準偏差)であった。すべてのラットは両後肢を膝関節最大伸展位、足関節最大底屈位で保持して4週間関節固定を実施した。その後関節固定を除去し、背屈ストレッチングを0.3Nの力で行う0.3N群(18匹)、3.0Nの力で行う3.0N群(18匹)の2群に分け、それぞれストレッチング直後(6匹)、3日後(6匹)、7日後(6匹)にヒラメ筋の引張試験を行った。

背屈ストレッチングは麻酔下にて0.3N群と3.0N群の両足部に対して30分間行った。ストレッチングに加える力は正常なラット足関節を最小限の力で全範囲動かせる0.3N、使用したラット体重と同等の3.0Nとした。

引張試験は麻酔下にてラットを屠殺し、ラット左後肢大腿骨を切断して引張試験機に取り付け、脛骨と腓骨を切断しヒラメ筋のみを伸張した。正常なラットヒラメ筋は足関節最大底屈位から最大背屈位までに10mm伸張する。そのため、本研究では10mm伸張時に必要な張力をヒラメ筋の柔軟性と定義した。

統計処理はストレッチング直後、3日後、7日後のそれぞれについて、0.3N群と3.0N群を比較した。正規性をShapiro-Wilk検定にて確認し、正規性が見られた場合には対応のないt検定を、正規性が見られなかった場合はMann-Whitney U testを行った。

【結果】

ヒラメ筋の柔軟性の平均値および標準偏差は、0.3N群においてストレッチング直後が $2.1 \pm 0.3\text{N}$ 、3日後が $3.0 \pm 0.7\text{N}$ 、7日後が $2.0 \pm 0.4\text{N}$ であり、3.0N群においてストレッチング直後が $1.3 \pm 0.5\text{N}$ 、3日後が $3.9 \pm 0.5\text{N}$ 、7日後が $2.6 \pm 0.3\text{N}$ であった。統計処理の結果、正規性が認められなかったため、Mann-Whitney U testを行った。その結果、ストレッチング直後、3日後、7日後で0.3N群と3.0N群の間に有意差を認めた($p < 0.05$)。

【結論】

本研究において、0.3N群と比較して3.0N群の筋の柔軟性はストレッチング直後で良かったが、3日目以降は悪化していた。このことから、発生した関節拘縮に対するストレッチングは体重と同等の力を加えると筋の柔軟性を悪化させることがわかった。

O-KS-02-1**棘下筋の効果的なストレッチング方法の検討
肩関節水平内転位と伸展位での回旋条件を加えた比較**西下 智^{1,2,3)}, 長谷川 聡¹⁾, 中村 雅俊^{1,4)}, 梅原 潤¹⁾, 草野 拳¹⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻, ²⁾リハビリテーション科学総合研究所,
³⁾関西リハビリテーション病院, ⁴⁾同志社大学 スポーツ健康科学部**key words** ストレッチング・棘下筋・せん断波エラストグラフィー**【目的】**

肩関節の障害発生の原因の一つに肩関節後方タイトネスが着目されており、特に後方関節包、三角筋後部、棘下筋、小円筋の柔軟性の低下が問題視されている。柔軟性向上にはストレッチング(ストレッチ)が効果的だが、これらの組織に対する効果的なストレッチ方法についての研究は少ない。棘下筋に関してはストレッチやマッサージの即時効果を検証するような報告は存在するが、どのような肢位がより効果的なストレッチなのかを生体で検証した論文は見当たらない。新鮮遺体を用いた研究では棘下筋には伸展位での内旋が有効であることを示している一方で、実際のスポーツや臨床現場ではCross-body stretchに代表されるような肩関節を回旋中間位で水平内転させるストレッチ方法が用いられることが多い。そこで今回我々は筋の伸長量と高い相関関係にある弾性率を指標に、水平内転位や伸展位のストレッチ方法が棘下筋のストレッチとして有効か、また、内旋による効果の増大が認められるかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象者は健康成人男性 24 名(平均年齢 25.3±3.3 歳)とし、対象筋は非利き手側の棘下筋の下部線維とした。棘下筋の弾性率の計測は超音波診断装置(SuperSonic Imagine 社製)のせん断波エラストグラフィ機能を用いて行った。計測誤差を最小化できるように、計測箇所を「肩甲骨の中心と肩甲骨下角の直線上で、棘三角と下角を結ぶ 3/4 点と大結節を結ぶ直線との交点」の位置で統一し、3 回の計測の平均値を算出した。弾性率は伸張の程度を表す指標で、弾性率の変化が高値を示すほど筋が伸張されていることを意味する。計測肢位は、下垂位(Rest)、最大水平内転位(HadN)、最大水平内転位での最大内旋(HadIR)、最大伸展位(ExtN)、最大伸展位での最大内旋(ExtIR)の 5 条件とした。統計学的検定は各肢位の棘下筋の弾性率について、反復測定一元配置分散分析および多重比較検定を行い、有意水準は 5% とした。

【結果】

全 5 肢位のそれぞれの弾性率(平均±標準偏差, 単位: kPa)は Rest が 6.4±1.8, HadN が 16.1±10.3, HadIR が 15.8±8.4, ExtN が 19.4±9.4, ExtIR が 30.3±15.5 であった。統計学的には Rest に対して HadN, HadIR, ExtN, ExtIR の弾性率が有意に高値を示した。さらに, HadN, HadIR, ExtN に対して ExtIR の弾性率が有意に高値を示した。HadN, HadIR, ExtN それぞれの肢位間には有意差は無かった。

【結論】

棘下筋のストレッチ方法は, Rest に対して弾性率が有意に高値を示した HadN, HadIR, ExtN, ExtIR の 4 肢位が有効であることが示された。HadN, HadIR, ExtN に対して ExtIR の弾性率が有意に高値を示したため, 水平内転位や内旋を強調しない伸展位に比べ伸展位での最大内旋がより効果的なストレッチ肢位であることが明らかとなった。また HadN, HadIR の肢位間に有意差を認めなかったため, 最大水平内転位では内旋を強調してもストレッチ効果の増大を認めないことが明らかとなった。

O-KS-02-2**肩関節外旋運動時の手指の多様な条件における肩関節周囲筋の筋活動特性**

小泉 康之, 菊地 健, 大平 堅市, 天野 広泰

いわき市立総合磐城共立病院

key words 肩関節外旋・手指・筋電図**【はじめに, 目的】**

肩関節を安定させ運動するためには、腱板構成筋の働きは不可欠であり、臨床場面ではよく外旋運動が行われている。しかし、外旋運動時の手指の状態についてはあまり着目されず、その報告も少ない。そこで今回、肩関節外旋運動時の手指の5つの条件が肩関節周囲筋の筋活動特性に与える影響について表面筋電図(以下:EMG)を用い比較検討した。

【方法】

対象は健康男性15名を対象とした。肩関節外旋運動時の導出筋は棘下筋、三角筋中部線維、三角筋後部線維、大胸筋の4筋とした。測定肢位は立位にて、肩関節は1stポジション、肘関節は屈曲90°、前腕回内外中間位、手関節中間位とした。外旋の抵抗(3Nm程度)は、チューブ(エファアシスト社モビバン)を使用した。EMG導出はNeuropackS1(日本光電社製)を用い、3秒間の積分値(以下:IEMG)を算出、各筋の最大収縮で正規化し、5つの手指の条件(最大握力の屈曲位、中等度握力の屈曲位、軽度握力の屈曲位、中間位[手指弛緩状態]、伸展位)の%IEMGをそれぞれ算出し、各筋ごとに各条件を比較した。またinner muscleとouter muscleの比(%三角筋中部/棘下筋比、%三角筋後部/棘下筋比、%大胸筋/棘下筋比)を算出し、各比ごとに各条件を比較した。統計学的検定には反復測定分散分析とFriedman検定を使用し、多重比較にはshaffer法、Holm法を用い、有意水準を5%として検定した。

【結果】

棘下筋、三角筋後部、大胸筋では、最大握力と他の屈曲位、中間位の比較で、有意に最大握力の筋活動が増加した。三角筋後部、大胸筋では、最大握力と伸展位の比較でも有意に最大握力の筋活動が増加した。その他の比較において、有意差は認められなかった。またinner muscleとouter muscleの比では、各条件間で有意差は認められなかったが、%三角筋後部/棘下筋比($P=0.13$)、%大胸筋/棘下筋比($P=0.11$)で最大握力と手指伸展位が他の3条件より高値の傾向がみられた。

【結論】

棘下筋、三角筋後部、大胸筋では、最大握力時の肩関節外旋で他の屈曲位、中間位と比較して有意に筋活動が増加している。先行研究でも肩関節外旋運動時ではないが、握力は棘下筋の活動性を増加させると報告されており、本研究の結果を支持するものとなっている。また中等度の握力では最大握力以外で有意差がないことから、筋活動を増加させるには最低でも中等度より強い握力が必要であることが示唆された。三角筋中部では、有意差が認められず肩関節外旋時での手指の影響を受けにくいと考えられた。%三角筋後部/棘下筋比、%大胸筋/棘下筋比では最大握力と伸展位が他の3条件より高値の傾向がみられ、inner muscleと比較してouter muscleの活動が高まる可能性も示唆されたが、有意差は認められないため更なる検討が必要と考えられた。本研究から肩関節外旋運動時の手指の状態により、肩関節周囲筋の筋活動の変化が認められ、それらを考慮した理学療法の必要性があると考えられた。

O-KS-02-3**運動速度が腱板エクササイズにおける棘下筋・三角筋の筋活動に与える影響
～収縮様態別による検討～**

溝口 想, 黒川 純, 佐久間孝志, 室井 聖史, 小口 駿

船橋整形外科西船クリニック

key words 腱板エクササイズ・運動速度・筋活動

【はじめに, 目的】肩関節疾患では腱板機能が重要視されており, 腱板エクササイズの肢位や負荷量などについてさまざまな報告がなされている。我々は, 腱板エクササイズの運動速度について検討し, 運動速度の増加が棘下筋と三角筋の筋活動のバランスに影響を与えることを報告してきた。しかし, 以前の報告は求心性収縮相のみの検討であり, 遠心性収縮相の筋活動については検討していない。筋活動へ与える影響は運動速度だけでなく収縮様態によっても異なると考えられ, 腱板エクササイズにおいても求心性収縮相と遠心性収縮相では運動速度の影響が異なることが予想される。本研究の目的は腱板エクササイズにおける棘下筋・三角筋の筋活動を求心性収縮相と遠心性収縮相で分け, 運動速度が各筋活動に与える影響を検討することである。

【方法】対象は肩関節に疾患のない健常者 13 名とした。測定肢位は端座位で肩関節 45° 屈曲位・肘関節 90° 屈曲位・前腕回外位で肘を机に乗せた肢位とした。被験筋は棘下筋・三角筋中部・三角筋後部とした。運動課題は, セラバンドを把持させ, 肩関節内旋 60° から 0° までの範囲の内外旋運動を 9 回とした。なお, 運動速度はメトロノームを用い 60 回/分・120 回/分・180 回/分とした。解析区間は筋電図とビデオカメラを同期し外旋運動開始から内外旋 0° までを求心性収縮相(CC相)とし, 内外旋 0° から内旋運動終了までを遠心性収縮相(EC相)とし, 9 回における前後 2 回を除いた中間 5 回の値を使用した。また, Daniels らの徒手筋力検査法に準じた肢位で MMT3 遂行時の等尺性収縮を 5 秒間測定し中間 3 秒間の値から平均筋活動(RVC)を算出し, 得られたデータより各筋の平均筋活動を正規化し, %RVC を算出した。検討項目は, 棘下筋・三角筋中部・三角筋後部の筋活動の割合とし, 各相別における運動速度間で比較した。統計学的処理は SPSS ver.12.0 を使用し, 棘下筋・三角筋中部・三角筋後部の筋活動の割合を一元配置分散分析を用いて検討した。その後の下位検定として Tucky の多重比較を行った。なお, 有意水準は 5% とした。

【結果】棘下筋は CC 相・EC 相ともに各運動速度で有意差を認めなかった。三角筋中部は CC 相において各運動速度で有意差を認めなかった。EC 相においては 60 回/分で 6.2%, 120 回/分で 8.6%, 180 回/分で 10.4% であり, 60 回/分と比較し 180 回/分で有意に高値を示した。三角筋後部は CC 相において 60 回/分で 11.8%, 120 回/分で 15.1%, 180 回/分で 18.4% であり, 60 回/分と比較し 180 回/分で有意に高値を示した。EC 相においては 60 回/分で 9.5%, 120 回/分で 11.1%, 180 回/分で 13.8% であり, 60 回/分と比較し 180 回/分で有意に高値を示した。

【結論】運動速度の増加により CC 相のみでなく EC 相でも三角筋中部・後部の筋活動が増加し, 棘下筋は一定の筋活動を示した。これより, 運動速度の調節には棘下筋より三角筋中部・後部の影響が大きいと考えられた。

O-KS-02-4**肩関節挙上運動時の肩甲骨の動態
性別による差の検討**中山 裕子^{1,2)}, 久保 雅義²⁾, 野嶋 素子¹⁾, 石津 克人¹⁾, 大西 秀明²⁾¹⁾新潟中央病院リハビリテーション部, ²⁾新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究所**key words** 肩関節・動作解析・磁気センサー3次元計測

【目的】 肩関節の術後理学療法において、関節可動域の獲得期間が男女間で異なることを経験する。これまでの動態解析では、肩関節の運動戦略の男女差は十分検討されていない。本研究の目的は、肩関節の挙上運動時の肩甲骨の動態の性差を明らかにすることである。

【方法】 対象は肩関節に既往のない男性 11 名(平均 26.1 才)、女性 11 名(27.8 才)の計 22 名である。運動課題は肩関節屈曲、肩甲骨面挙上、外転であり、上肢下垂位から挙上 130 度間を速度 10 回/分で 5 回反復した。測定肢位は、端座位、肘関節伸展位、前腕および手関節中間位とした。肩甲骨の動態解析には、磁気センサー 3 次元空間計測装置(Polhemus 社製 LIBERTY)を使用した。センサーは上腕骨後面、肩峰、胸骨部に貼付した。得られたオイラー角から胸郭に対する肩甲骨の上方・下方回旋角度(以下、前後傾、内外旋角度を求めた。角度の算出には Scilab コード(Scilab-5.5.0)を用い、上肢下垂位からの挙上 30 度、60 度、90 度、120 度位の変化量を検討した。統計解析は、挙上角度および性別を 2 要因とする二元配置分散分析を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】 屈曲時の肩甲骨上下回旋角度は挙上角度および性別の主効果が認められ、挙上に従い上方回旋し、120 度位では男性 34.6 ± 6.2 度、女性 28.8 ± 7.5 度を示した。交互作用は認められなかった。屈曲時の前後傾角度は挙上角度と性別に主効果を認め、挙上に伴い後傾し、120 度では男性 11.9 ± 6.1 度、女性 4.1 ± 6.0 度を示した。交互作用は認められなかった。屈曲時の内外旋角度は主効果、交互作用ともに認められなかった。肩甲骨面挙上時の肩甲骨上下回旋角度は、挙上角度と性別の主効果を認め、挙上に伴い上方回旋が増大し、120 度では男性 33.1 ± 6.2 度、女性 26.6 ± 5.4 度となった。交互作用は認められなかった。肩甲骨面挙上時の前後傾角度においても、挙上角度および性別の主効果が認められ、挙上に従い後傾し、120 度では男性 11.7 ± 7.1 度、女性 4.9 ± 5.1 度を示したが、交互作用は認められなかった。肩甲骨面挙上時の内外旋角度には交互作用、主効果とも認められなかった。外転時の肩甲骨の上方回旋は、交互作用は認められなかったが挙上角度および性別の主効果を認め、挙上に伴い増大し、120 度では男性 34.2 ± 6.1 度、女性 26.1 ± 6.9 度となった。外転時の前後傾角度においても、交互作用を認めず、挙上角度と性別の主効果のみ認め、挙上に従い後傾し、120 度では男性 13.9 ± 6.7 度、女性 6.9 ± 8.1 度であった。外転時の内外旋角度には主効果、交互作用は認められなかった。

【結論】 肩関節の屈曲、肩甲骨面挙上、外転運動において、肩甲骨の上方回旋角度と後傾角度は男性に比べ女性が有意に小さい値を示した。これは、女性は関節の柔軟性が高く、挙上運動の際、肩甲骨腕関節が担う運動の割合が高いことが考えられた。この特性は拘縮改善の理学療法プログラムの立案の際において有益であると考えられる。

O-KS-02-5**肩関節屈曲動作における胸郭形状と肩甲骨上腕リズムの関係
左右の異なる動態特性に着目して**

小林 弘幸^{1,2)}, 石塚 達也^{3,4)}, 西田 直弥⁴⁾, 茂原亜由美⁵⁾, 西江謙一郎^{1,2)}, 土屋 博貴²⁾,
林 美緒^{2,3)}, 東 理歩³⁾, 柿崎 藤泰²⁾

¹⁾IMS (イムス) グループ 新葛飾病院, ²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科,

³⁾IMS (イムス) グループ 板橋中央総合病院, ⁴⁾東京医科大学大学院 医学研究科,

⁵⁾昭和大学大学院 医学研究科

key words 肩甲骨上腕リズム・胸郭形状・左右差

【はじめに, 目的】

肩甲骨は胸郭上に位置するため、胸郭形状の影響を受ける。肩甲骨上腕リズム (SHR) は上腕骨と肩甲骨の動きの割合が 2:1 と報告されているが、临床上、左右で異なる運動が観察される。よって、本研究の目的は胸郭形状の左右差が肩関節屈曲運動に生じる SHR へ与える影響について三次元動作解析装置を用いて検討し、左右異なる運動特性について明確にすることとした。

【方法】

対象は肩関節や胸郭に既往のない男性 11 名 (平均年齢 26.0±3.7 歳, 平均身長 172.7±6.1cm, 平均体重 67.1±8.5kg, 左利き 2 名) とした。測定機器は三次元動作解析装置 VICON-MX (VICON 社製) を用いた。

測定課題は椅子座位にて、上肢下垂位から 6 秒間で肩関節屈曲最終域に達するよう指示し、十分に練習を行わせた後、左右で 5 回ずつ測定した。赤外線反射マーカ貼付位置は、両肩峰後角, 両肩甲骨下角, 両肩甲棘三角, 両烏口突起, 両上腕骨内・外側上顆, 胸骨頸切痕, 剣状突起, 第 7 頸・胸椎棘突起, 第 3・5 胸肋関節それぞれの左右中点 (A 点), A 点を背面に投影した棘突起上の点 (B 点), A 点を通る水平線上に左右等距離に位置する点 (C 点, 各 3 点) と, 両肩峰上に肩甲骨の測定可能な Scapula cluster を 3 点マーカからなる器具にて使用し, 計 38 点とした。

肩関節屈曲角度 (GHA) と肩甲骨角度 (STA) は、オイラー角を用いて算出した。STA は、胸郭に対する GHA の 0° から 120° までを 10° 間隔に分け、各相における変化量を算出し、胸郭前後径は B-C 点間の距離として算出した。統計学的分析は、安静時の胸郭に対する STA, GHA 各相での STA 変化量, STA 最大前傾角度変化量, 胸郭前後径の左右比較に対応のある *t* 検定, 胸郭形状左右差と STA 変化量の関係に Pearson の積率相関係数を用い検討した。解析には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 21 (IBM 社製) を使用し、有意水準はそれぞれ 5% 未満とした。

【結果】

安静時の胸郭に対する肩甲骨後傾角度は左側で有意に大きかった ($p<0.05$)。GHA 各相での STA 変化量について、上方回旋は 100° から 120° の各相で左側にて、内旋は 20° から 120° の各相で左側にて、後傾は 10° から 120° の各相で右側にてそれぞれ有意に大きかった ($p<0.05$)。STA 最大前傾角度変化量は左側にて有意に大きかった ($p<0.05$)。胸郭前後径は、第 3・5 胸肋関節レベルで左側にて有意に大きかった ($p<0.05$)。さらに第 3 胸肋関節レベルの胸郭形状左右差と STA 変化量は、胸郭形状左右差と肩甲骨前傾最大角度の左右差に正の相関がみられた ($r=0.64$, $p<0.05$)。

【結論】

本研究にて SHR の左右差が存在することが明らかとなった。また、肩関節屈曲初期に見られる肩甲骨前傾は、胸郭前後径の左右差が大ききほど大きくなった。これは setting phase における上腕骨頭求心位を形成する肩甲骨前傾の動きが代償的に生じたためであると考えられる。よって、胸郭形状の非対称性は上腕骨頭求心力の弱화를招き、機能低下の一要因になることが予測された。

O-KS-02-6**ストレッチングによる小胸筋の即時的な柔軟性変化が肩甲骨運動に与える影響**梅原 潤¹⁾, 長谷川 聡¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 西下 智¹⁾, 草野 拳¹⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学スポーツ健康科学部**key words** ストレッチング・動作解析・超音波診断装置せん断波エラストグラフィ機能**【はじめに, 目的】**

上肢運動は肩甲骨, 上腕骨, 鎖骨などからなる複雑な運動であり, これらの協調的な運動の破綻は, 肩関節障害に関連すると考えられている。その中でも, 肩甲骨異常運動は肩関節疾患に頻繁にみられ, 理学療法の治療対象となることが多い。肩甲骨周囲軟部組織の柔軟性低下, 特に小胸筋の短縮は肩甲骨異常運動に関係すると報告されており, 我々はこれまでに小胸筋の効果的なストレッチング方法及びその効果を調べてきた。そこでこれまでの研究を元に, ストレッチングによる小胸筋の即時的な柔軟性の変化が肩甲骨運動に与える影響を検討することを本研究の目的とした。

【方法】

対象は, 健康成人男性 20 名 (25±3.2 歳) の非利き手側の上肢とした。実験手順は動作課題, 5 分間休息, 動作課題, ストレッチング, 動作課題の順とした。各動作課題は, 座位での肩甲骨面挙上, 外転, 結髪動作をランダムに実施した。磁気センサー式三次元動作計測装置 (3SPACE-LIBERTY, Polhemus 社製) を用いて, 肩甲骨面挙上と外転においては胸郭に対する上腕骨挙上 30°~120° の範囲, 結髪動作においては 30°~100° の範囲で 10° ごとに肩甲骨外旋角度, 上方回旋角度, 後傾角度を計測した。ストレッチングによる変化を調べるため, 各肩甲骨運動のストレッチング前の動作課題変化量 (Δ Pre) とストレッチング前後の動作課題変化量 (Δ Post) を算出した。小胸筋のストレッチングは, 安静座位にて肩関節 150° 外転位から他動的に最大水平外転, 最大外旋を行う方法を 5 分間 (30 秒×10 回) 実施した。超音波診断装置せん断波エラストグラフィ機能 (SuperSonic Imagine 社製) を用いて, ストレッチング前後に小胸筋の弾性率を計測した。なお, 弾性率は低値な程, 柔軟性が向上したことを示す。計測姿勢は肩関節 90° 外転位で上腕を台に置いた安静座位とし, 計測部位は烏口突起と第 4 肋骨の midpoint で小胸筋の外側部とした。統計学的検定は, 肩甲骨運動の変化量について反復測定二元配置分散分析および対応のある t 検定, 小胸筋の弾性率について対応のある t 検定を用いた。なお, 統計学的有意水準は 5% とした。

【結果】

ストレッチング後に小胸筋の柔軟性向上が認められた。肩甲骨運動の変化量については, 肩甲骨面挙上では上腕骨挙上 40°~120° の肩甲骨外旋角度と 60~120° の後傾角度, 外転では 30~120° の外旋角度と後傾角度, 結髪動作では 60~120° の後傾角度において, Δ Post は Δ Pre と比較して有意に増加した。

【結論】

ストレッチングによる小胸筋の即時的な柔軟性の向上は, 動作課題中の肩甲骨運動を変化させることが示された。小胸筋のストレッチング後に増加した肩甲骨の外旋と後傾は上肢運動に重要であり, 本研究結果は, 肩甲骨異常運動の治療戦略におけるストレッチングの有用性を示す一助となると考える。

O-KS-03-1**低強度・筋短縮位での等張性トレーニングの筋力増強効果
筋束長特異性に着目したランダム化比較試験**

田中 浩基¹⁾, 池添 冬芽¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 築瀬 康¹⁾, 藤田 康介¹⁾, 本村 芳樹¹⁾,
草野 拳¹⁾, 荒木浩二郎¹⁾, 梅原 潤¹⁾, 佐伯 純弥¹⁾, 森下 勝行¹⁾, 市橋 則明¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学スポーツ健康科学部

key words トレーニング・低負荷・筋束長

【はじめに, 目的】

高強度等尺性トレーニングによって, 筋力は関節角度特異的に向上することが報告されている。しかし, 近年我々は低強度かつ筋短縮位での等尺性トレーニングでは筋伸張位での筋力が向上する, つまり低強度のトレーニングでは関節角度特異性に筋力は向上しないことを報告した。この理由として, 筋短縮位で低強度の筋力発揮したときの筋束長と筋伸長位で最大筋力を発揮したときの筋束長は同等となることから, 低強度・筋短縮位で等尺性トレーニングを行うと筋束長特異的に筋伸長位での最大筋力が向上すると考えた。しかし, 臨床でよく行われる等張性トレーニングにおいても同様の結果が得られるのかは明らかではない。そこで本研究は筋短縮位・低強度での等張性トレーニングを実施し, 筋力向上効果が筋束長特異性にみられるのかについて検討した。

【方法】

対象は健康若年男性 16 名 (24.1±2.46 歳) とし, ランダムに介入群 8 名と対照群 8 名に振り分けた。介入群には週 3 回, 4 週間の足関節底屈の等張性トレーニングを行い, 対照群には介入は行わなかった。等張性トレーニングは足関節底屈 15~30 度の角度範囲の筋短縮位で求心性収縮相を 3 秒とした運動を行った。運動強度は最大等張性筋力の 20% の低強度とし, 反復回数は 1 セット 20 回として 3 セット行った。介入前後に筋力測定器 (BIODEX 社製 Biodex System4) を用いて最大等尺性足底屈筋力を足関節背屈 15 度, 底背屈 0 度, 底屈 15 度, 底屈 30 度の 4 肢位で測定した。超音波診断装置 (GE メディカルシステム社製 LOGIQ e) を用いて介入前後に安静時の腓腹筋 (内側・外側頭), ヒラメ筋の筋厚および筋束長を測定した。さらに最大筋力測定時及びトレーニング条件における腓腹筋の筋束長を測定した。統計は対応のある t 検定を用いて介入前後の各関節角度における最大等尺性筋力, 安静時の筋厚及び筋束長を比較した。

【結果】

介入群において, 底屈 15~30 度の筋短縮位トレーニング介入後, 底背屈 0 度, 底屈 15 度, 底屈 30 度における最大筋力には変化がみられず, 背屈 15 度の筋力のみ有意な増加が認められた。対照群は全ての関節角度で筋力の変化は認められなかった。安静時の筋厚及び筋束長は介入前後で有意差はなく, 介入による筋の形態的な変化は認められなかった。トレーニング時の腓腹筋の平均筋束長は 3.54±0.66cm, 最大等尺性筋力発揮時の筋束長は背屈 15 度で 3.71±1.03cm, 0 度で 3.18±0.82cm, 底屈 15 度で 2.72±0.67cm, 底屈 30 度で 2.43±0.50cm であり, トレーニング時の筋束長は背屈 15 度での最大筋力発揮時の筋束長と最も近い値を示した。

【結論】

筋短縮位 (足関節底屈位) での低強度等張性トレーニングによって筋伸長位 (足関節背屈位) での筋力が向上し, トレーニングを実施した関節角度ではなく, 筋束長特異性に筋力向上効果が得られることが示唆された。

O-KS-03-2**低強度・高反復トレーニングが筋力、筋量および筋の質に及ぼす影響
健常若年男性に対するランダム化比較試験**池添 冬芽¹⁾, 小林 拓也²⁾, 中村 雅俊³⁾, 西下 智⁴⁾, 荒木浩二郎¹⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻, ²⁾アイ・エム・エス・ジャパン株式会社,³⁾同志社大学スポーツ健康科学部, ⁴⁾医療法人篤友会リハビリテーション科学総合研究所**key words** 低強度トレーニング・ランダム化比較試験・筋の質的要因**【はじめに、目的】**

近年、低強度の筋力トレーニングであっても疲労困憊までの最大反復回数で行うと、高強度と同程度の筋力増強・筋肥大効果が得られることが報告されている。しかし、疲労困憊までさせずに最大下の反復回数で低強度トレーニングを実施した場合、高強度と同等の筋力増強・筋肥大効果が得られるかどうか、また筋の質的要因に対しても改善効果が得られるかどうかについては明らかではない。

本研究の目的は、健常若年男性を対象に低強度・高反復および高強度・低反復の膝関節伸筋力トレーニングを8週間実施し、1) 低強度・高反復トレーニングは高強度と同程度の筋力増強や筋肥大・筋の質改善効果が得られるのか、2) 各項目の経時変化に両トレーニングで違いはみられるのかについて明らかにすることである。

【方法】

対象は下肢に神経学的・整形外科的疾患の既往のない健常若年男性15名とした。対象者を無作為に低強度・高反復トレーニング群(低強度群)と高強度・低反復トレーニング群(高強度群)に分類した。

膝関節伸筋力トレーニングは筋機能運動評価装置(BIODEX社製System4)を用いて、低強度群では30%1RM、高強度群では80%1RMの強度で週3回、8週間実施した。8回の反復運動を1セットとし、低強度群では12セット、高強度群では3セット実施した。

介入前および介入2週ごとに1RM・最大等尺性筋力、超音波測定を行った。1RM・最大等尺性筋力測定には筋機能運動評価装置を用い、膝伸展1RMおよび膝関節70°屈曲位での最大等尺性膝伸展筋力を測定した。超音波診断装置(GEメディカルシステム社製LOGIQ e)を用いて、大腿直筋の筋量の指標として筋厚、筋の質の指標として筋輝度を測定した。なお、筋輝度の増加は筋内の脂肪や結合組織といった非収縮組織の増加を反映している。

トレーニングの介入効果を検討するために、各項目について分割プロット分散分析(群×時期)を行い、事後検定にはBonferroni法による多重比較を行った。

【結果】

分割プロット分散分析の結果、1RM・最大等尺性筋力、筋厚および筋輝度のいずれも時期にのみ主効果がみられ、交互作用はみられなかったことから、いずれの項目も2群間で効果の違いはないことが示された。事後検定の結果、両群ともに1RMおよび最大等尺性筋力はPREと比較して2週目以降で有意な増加がみられた。また両群ともに筋厚はPREと比較して4週目以降で有意に増加し、筋輝度は8週目のみ有意に減少した。

【結論】

本研究の結果、両トレーニング群ともに筋力増強、筋肥大、筋の質の改善がみられ、その変化の程度や経時変化に違いはみられなかったことから、低強度であっても12セットと反復回数を増やすことによって、高強度3セットのトレーニングと同様の筋力、筋量、筋の質の改善効果が得られることが明らかとなった。

O-KS-03-3**他動運動装置と電気刺激の併用による下肢骨格筋の筋力増強効果**田中 稔^{1,2)}, 中西 亮介¹⁾, 前重 伯壮¹⁾, 藤野 英己¹⁾¹⁾神戸大学大学院保健学研究科, ²⁾大阪行岡医療大学医療学部**key words** 電気刺激・遠心性収縮・筋力増強**【はじめに, 目的】**

高い筋力増強効果を得るには高負荷での抵抗運動が必要であるが, 虚弱高齢者や全身状態が悪化した症例では, 自発的に高負荷の運動ができない。このような症例には, 神経筋電気刺激が筋力増強に有効であると報告されている。一方, 電気刺激により筋へ与える負荷量は刺激強度に依存するが, 高い刺激強度では疼痛が誘発されるため, 十分な負荷を与えられない。それに対し我々は, 動物実験による先行研究で, 電気刺激による疼痛を増加することなく高い筋負荷を得るためには, 低強度での電気刺激に他動運動を同期させて遠心性収縮を実施することが効果的であるとの成果を得た。そこで, 本研究では動物実験で得られた現象をヒトに応用して確認するために, 電気刺激と他動運動を併用した遠心性収縮の力学的特性と疼痛の即時反応及び長期介入による筋力増強効果を検証した。

【方法】

本研究では, 電気刺激に同期して作動し, 大腿四頭筋に遠心性収縮が生じる他動運動装置を使用した。即時反応の検証では健常成人男性 19 名を被験者とし, 刺激強度が 30%MVC となるように設定した。最大随意筋力(MVC), 電気刺激単独及び電気刺激と他動運動を併用した遠心性収縮時の筋出力をロードセルで測定して, 膝伸展トルクを算出した。電気刺激中の疼痛評価として, Numeric Rating Scale (NRS) 及び自律神経機能活性度 (LF/HF) を計測した。長期介入の効果検証では, 健常成人男性 7 名を被験者とし, 左下肢に電気刺激単独, 右下肢に電気刺激と遠心性収縮を併用した介入を 3 回/週, 6 週間実施した。介入前後の膝伸展トルクと大腿直筋及び中間広筋の筋厚を比較した。

【結果】

膝伸展トルクの即時反応では, 遠心性収縮の併用で 69%MVC まで上昇し, 電気刺激単独時の膝伸展トルクである 30%MVC と比較して有意に高値を示した。また, NRS 及び LF/HF は電気刺激単独時と遠心性収縮の併用時との間に有意な差は認められなかった。一方, 長期介入の結果, 電気刺激単独による介入後の膝伸展トルクは, 介入前に比べて約 3% の上昇で有意差を認めなかったが, 遠心性収縮を併用することで介入前に比べて約 17% 上昇し, 有意に高値を示した。さらに膝伸展トルク及び各筋の筋厚の長期介入前後における変化量は, 遠心性収縮を併用することで, 電気刺激単独介入に比較して, 共に有意に高値を示した。

【結論】

電気刺激と遠心性収縮の併用は疼痛や自律神経系を変化させることなく膝伸展トルクを増強できた。また, 長期効果の結果から電気刺激単独と比較して, 高い筋力増強効果が確認された。本研究の結果から, 電気刺激と遠心性収縮の併用は, 電気刺激単独では十分な負荷を誘導できない刺激強度でも, 筋力増強に必要な負荷量まで増強できるため, 効率的な筋力増強手段となる可能性を明らかにした。

O-KS-03-4**健常人における下肢自動伸展挙上時の運動戦略パターンの検討
超音波画像診断装置を用いた内外腹斜筋の活動動態に着目して**青山 倫久¹⁾, 竹内 大樹¹⁾, 福留 千弥²⁾, 太田 夏未²⁾, 中村 崇³⁾, 綿貫 誠²⁾¹⁾医療法人アレックス メディカルリサーチセンター,²⁾医療法人アレックス AR-Ex 尾山台整形外科 東京関節鏡センター,³⁾医療法人アレックス 佐久平整形外科クリニック スポーツ関節鏡センター**key words** Active SLR・内外腹斜筋・運動戦略**【はじめに, 目的】**

股関節痛や腰痛を呈する患者が下肢の自動伸展挙上（以下 Active SLR）に困難を伴う場面にはしばしば遭遇する。その中には股関節や腰部に痛みが無くとも Active SLR が不可能な例も存在する。Active SLR の際、股関節屈筋だけでなく両側の体幹筋群が働くことが報告されているが、挙上側および反対側の体幹側腹筋の関与の割合や抵抗下における SLR の場合などは詳細が明らかではない。本研究の目的は、Active SLR や抵抗下 SLR 時における内外腹斜筋の動態について検討することである。

【方法】

股関節痛および腰痛の既往のない健常成人男性 17 名（平均年齢：26.0 歳（22-39 歳）、身長：173.1±4.7cm、体重：65.4±7.0kg）を対象とした。課題は、背臥位安静時と Active SLR、抵抗下 SLR とし、抵抗下 SLR は Beals らの報告に基づき体重の 6% にあたる 4kg の重錘を足部に着用して行った。超音波画像診断装置（HITACHI 社製 Noblus）の 7.5MHzLiner プローブを用い、それぞれの課題時における内腹斜筋（以下 IO）と外腹斜筋（以下 EO）の最大筋厚を計測した。測定位置は臍高位で腹直筋鞘と内外腹斜筋を描出できる部位とした。Active SLR と抵抗下 SLR は Rest に対する割合を算出し、各筋の課題間比較を対応のある t 検定で、各課題における筋間比較を対応のない t 検定で行い解析した。統計学的有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

Active SLR と抵抗下 SLR の課題間では、挙上と同側の IO と EO ともに有意な差はみられなかった。挙上と反対側の IO について、Active SLR は 108%、抵抗下 SLR は 118.5% で有意な差を認めたが（ $p<0.01$ ）、EO では有意差を認めなかった。課題間で比較した際に両筋とも筋厚が増加する者が 4 例、両筋とも減少する者が 3 例おり、また左右で筋厚の増加率が異なる者も多く、個人間でのばらつきが大きかった。

【結論】

Active SLR と負荷を加えた状態の SLR との比較について、Beals らは負荷を加える場合に前腹壁の活動がより高まるとしており、Hu らも同様に負荷を加えることで挙上と同側の IO と腹直筋で有意に活動が増えるとしているが、本研究では同側の筋においては抵抗下においても有意な活動増加は見られず、今回の被験者にとって十分な負荷でなかった可能性がある。また Hu らは Active SLR 時の筋活動は個人間のばらつきが大きいとも述べているが、本研究でも抵抗下 SLR の際に IO と EO の筋厚が増加する割合は被験者間で個体差が大きく、SLR の運動戦略パターンが個体間で異なることが示唆された。

O-KS-03-5**四つ這いを用いた固有背筋群のトレーニングの考察
—超音波画像診断装置を用いて—**三津橋佳奈¹⁾, 前沢 智美²⁾, 工藤慎太郎^{3,4,5)}¹⁾伊東整形外科 リハビリテーション科, ²⁾四軒家整形外科クリニック リハビリテーション科,³⁾森ノ宮医療大学保健医療学部 理学療法学科, ⁴⁾森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科,⁵⁾森ノ宮医療大学卒業教育センター**key words** 四つ這い・固有背筋群・超音波画像診断装置

【はじめに, 目的】多裂筋の筋力トレーニングとして四つ這いで上肢・下肢を挙上する運動が知られている。大久保ら(2009)は, ワイヤ電極を用いて四つ這い時の多裂筋は反対側上肢・同側下肢挙上時に筋活動が高値を示すことを報告している。しかし, 最長筋などの外側群の筋活動を検討していない。また, 小野ら(2004)は固有背筋において同側下肢挙上時が対側下肢挙上時より筋活動が高まることを報告している。つまり運動時の固有背筋の筋活動には一定の見解を得ていない。超音波画像診断装置(US)により固有背筋は内側群と外側群を分けて評価することができる。そこで本研究の目的は, 四つ這い時の固有背筋群の動態を詳細に観察し, 内側群の選択的収縮を行う課題を検討することとした。

【方法】対象は健康成人17名(男性15名, 女性2名)34側の固有背筋群とし, 2週間以内に腰痛のある者は除外した。測定機器にはUS(MyLab25, Esoate社製)を使用した。測定モードはBモードとし, 12MHzのリニアプローブを使用した。測定部位は, 先行研究に基づき, L4レベルで棘突起から3cm以内を固有背筋内側群(内側群), 6cmを固有背筋外側群(外側群)とした。運動開始肢位は四つ這い肢位(安静位)で, 同側上肢反対側下肢挙上(同側挙上), 反対側上肢同側下肢挙上(反対側挙上)の2動作を最終肢位とし左右それぞれ施行した。この時, 上肢挙上時は肩関節屈曲180°, 下肢挙上時は股関節中間位で骨盤が回旋しないように指導した。また, 安静位, 同側挙上, 反対側挙上の静止画を撮像し, Image-Jを用いて内側群, 外側群の左右それぞれの筋厚を測定した。安静位とそれぞれの筋の筋厚を比較し, 変化量・変化率を算出した。統計学的手法には, 各筋における安静位と同側挙上, 反対側挙上の筋厚の比較に対応のある一要因分散分析と多重比較検定(Bonferroniの方法)を行い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】内側群の筋厚は安静位 2.93 ± 0.59 cm, 同側挙上 3.40 ± 0.68 cm, 反対側挙上 3.36 ± 0.68 cmであった。外側群の筋厚は安静位 3.25 ± 0.64 cm, 同側挙上 3.53 ± 0.70 cm, 反対側挙上 3.43 ± 0.85 cmであった。内側群は安静位と比べて同側・反対側挙上とも有意差があった。外側群は安静位と比べて同側挙上で有意差があった。

【結論】先行研究においても, 本課題の筋活動の増加は最大等尺性収縮に対して筋活動の増加は10~20%であり, 有意差があるものの, 筋活動量は少ないと考えられる。USでの固有背筋の筋厚の増加は筋活動の増加を反映する(Ferreira, 2004)。本研究結果から, 内側群を選択的に収縮させるためには, 四つ這いの反対側挙上が無効であることが示唆された。しかし, 今回は対象が健康者であったこと, 四つ這いは再現性が低い(浅田, 2010)ことから四つ這いでのエクササイズを行う際は筋の膨隆などをUSなどで確認し, フィードバックするなどの工夫が必要となると考える。

O-KS-03-6**座位姿勢における頭頸部屈曲運動時の頸長筋筋厚の変化**宮田 信彦¹⁾, 中川 佳久²⁾, 小串 直也³⁾, 羽崎 完⁴⁾¹⁾医療法人寺西報恩会 長吉総合病院, ²⁾社会医療法人同仁会 耳原総合病院,³⁾大阪電気通信大学 大学院 医療福祉工学専攻, ⁴⁾大阪電気通信大学 医療福祉工学部 理学療法学科**key words** 慢性頸部痛・超音波画像診断装置・トレーニング**【はじめに, 目的】**

頸長筋は頸椎椎体の前・側面を走行する頸部屈曲筋として知られ、頸椎の過度な前弯を防ぐ働きがあるとされている。近年、慢性頸部痛に対する頸長筋のトレーニングが注目され、考案されている。生活でヒトは抗重力位に対し、頭頸部を正中位に保持する立位もしくは座位の機会が多い。そのため、頸長筋のトレーニングも立位もしくは座位にて行う方法が一般的である。しかし、背臥位でのトレーニング中の頸長筋についての報告はあるが座位での報告はない。したがって、本研究は座位にて頭頸部屈曲テスト(CranioCervical Flexion Test: 以下CCFT)を行わせ、頸長筋筋厚の変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は頸部に既往のない健常男子大学生15名。測定肢位は壁面に肩甲骨、仙骨後面が密着した椅座位とし、座面の高さは両股関節・膝関節が屈曲90°となる様に調節した。後頭隆起下の頸部背側にスタビライザー(chattanoga社製)を置いた。CCFTは20~28mmHgの範囲を2mmHgずつ10秒間保持する様に指示した。その間の頸長筋、頸椎椎体前面、総頸動脈、胸鎖乳突筋を超音波画像診断装置(日立メディコ社製)にて描出した。画像は甲状軟骨より2cm外・下方かつ水平面上で内側に20°傾けた位置とし、頸部長軸と平行にプローブ(10MHz, リニア型)をあてた。測定側は右側とした。測定によって得られた画像から画像解析ソフトImage Jを用い、頸長筋筋厚および胸鎖乳突筋筋厚を測定した。分析は反復測定一元配置分散分析およびBonferroniの多重比較検定を行い安静時、各段階を比較した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

頸長筋筋厚の平均値は安静時 0.85 ± 0.16 cm, 20mmHg時 0.93 ± 0.16 cm, 22mmHg時 0.93 ± 0.15 cm, 24mmHg時 0.95 ± 0.17 cm, 26mmHg時 0.94 ± 0.16 cm, 28mmHg時 0.92 ± 0.17 cmであった。頸長筋筋厚は安静時と比較して20mmHg, 22mmHg, 24mmHgで有意な増大がみられた。

胸鎖乳突筋筋厚の平均値は安静時 0.56 ± 0.18 cm, 20mmHg時 0.57 ± 0.13 cm, 22mmHg時 0.62 ± 0.13 cm, 24mmHg時 0.64 ± 0.16 cm, 26mmHg時 0.62 ± 0.16 cm, 28mmHg時 0.64 ± 0.17 cmであった。胸鎖乳突筋筋厚の増減に有意な差はなかった。

【結論】

一瀬らは背臥位でのCCFTにて安静時と比較し24mmHg, 26mmHg, 30mmHgの各負荷段階で頸長筋の筋断面積の有意な増大を示し、背臥位での頸長筋の形状的变化を明らかにしている。本研究は座位での頸長筋筋厚の変化を検討した。安静時と比較し20mmHg, 22mmHg, 24mmHgの段階の頸長筋筋厚に有意な増大が見られた。しかし、安静時と26mmHg, 28mmHgでは有意な差はなかった。これは負荷段階を増加させた際、下位頸椎の伸展運動を行うことで、座位の26mmHg, 28mmHg中のCCFTを代償したためと考える。つまり、座位での頭頸部屈曲運動は運動負荷を低く設定する方法が好ましい。したがって、座位の頸長筋のトレーニングでは正しい運動方法および負荷量を明確に設定する必要があると考える。

O-KS-04-1**後肢免荷に対する高重力介入がラットの歩容変化に与える影響**

太治野純一¹⁾, 伊藤 明良^{2,3)}, 長井 桃子⁴⁾, 張 頊凱¹⁾, 山口 将希^{1,3)}, 飯島 弘貴^{1,3)},
喜屋武 弥¹⁾, 青山 朋樹¹⁾, 黒木 裕士¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科理学療法学講座,

²⁾京都大学大学院医学研究科感覚運動系外科学講座整形外科学, ³⁾日本学術振興会特別研究員,

⁴⁾京都大学大学院医学研究科附属先天異常標本解析センター

key words 免荷・ラット・歩行

【はじめに, 目的】

組織損傷後や手術後の長期間にわたる関節固定や免荷は、骨量低下や筋萎縮だけでなく運動パフォーマンスの低下をもたらし、移動能力の低下や社会復帰の遅延につながる。遠心重力による荷重介入は、これらの影響を抑える有効な手段のひとつと考えられるが、その効果検証は骨量・筋量維持に注目したものが主であり、動作の質的变化に関するものは少数である。私達は昨年、免荷期間中の間欠の高荷重介入(2倍荷重, 1時間/日)がラットの歩容変化を抑制することを示したが(第50回日本理学療法学会大会: O-0104), 適切な介入強度・介入持続時間の検証は十分にはなされていない。そこで本研究は後肢免荷したラットに対して種々の強度・持続時間の荷重介入を実施し、歩容変化に対する影響を評価する事を目的とした。

【方法】

8週齢のWistar系雄ラットを対照群(Ctrl)と実験群に分け、対照群については4週間自由飼育を実施した。実験群は前半2週間は後肢免荷環境で飼育し、後半2週間は通常荷重に戻して自由飼育した。実験群はさらに免荷期間中の介入によって継続免荷(UL), 免荷+再荷重1時間/日(+1G), 免荷+1.5G80分/日(+1.5G80min), 免荷+2.5G48分(+2.5G48min)の4群に分割し、それぞれの強度で実験・評価を実施した。各群において実験期間の2週目と4週目(各群n=6/2週間)に体重測定と歩行観測後に安楽死させ、内側ヒラメ筋・腓腹筋を摘出し湿重量を測定した。歩容の解析には三次元動作解析装置を用いて各群ラットのトレッドミル歩行(12m/min)を記録し、膝・足関節角度の推移を解析した。統計手法には多重比較検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

後肢抗重力筋群(内側ヒラメ筋・腓腹筋)湿重量の体重比については、各実験群とも免荷2週時点で対照群と比較して一旦有意に減少($p < 0.05$)した後、再荷重2週時点までに回復した。歩容に関しては、免荷2週時点で立脚中期において膝・足関節が対照群と比較して有意に伸展していた(各 $p < 0.05$)。再荷重2週目では、+1.5G80min群は対照群との有意差は消失したのに対し(膝関節: Ctrl $72.9^\circ \pm 4.9$, +1.5G80min $68.9^\circ \pm 6.1$ (SD), $p > 0.05$; 足関節: Ctrl $71.3^\circ \pm 2.1$, +1.5G80min $78.8^\circ \pm 4.1$ (SD), $p > 0.05$), UL, +1Gおよび+2.5G48min群では有意な伸展が引き続き観測された(膝関節: UL $100.5^\circ \pm 4.4$, +1G $91.6^\circ \pm 6.5$, +2.5G48min $78.8^\circ \pm 4.1$ (SD), $p < 0.05$; 足関節: UL $98.8^\circ \pm 4.5$, +1G 94.4 ± 3.4 , +2.5G48min $82.7^\circ \pm 3.2$ (SD), $p < 0.05$)。

【結論】

2週間の後肢免荷によって生じたラットの歩容変化は、抗重力筋群の萎縮/回復とは異なる時系列で変移することが示唆された。また今回の試行においては1.5G80分/日の介入が歩容への影響を最も抑え、より強い重力での短時間介入では効果が低いことが示唆された。今後の研究では、荷重介入が中枢神経系に及ぼす影響など、運動器と動作の変化に相違が生じるメカニズムを評価することが求められる。

O-KS-04-2**マカクザルによる半側空間無視の動物モデル**辻本 憲吾^{1,2)}, 澤田 真寛¹⁾, 福永 雅喜³⁾, 吉田 正俊^{1,2)}¹⁾自然科学研究機構・生理学研究所・認知行動発達機構研究部門,²⁾総合研究大学院大学・生命科学研究科・生理科学専攻,³⁾自然科学研究機構・生理学研究所・心理生理学研究部門**key words** 半側空間無視・注意・マカクザル**【はじめに, 目的】**

半側空間無視とは主に右大脳半球の損傷によって引き起こされ、損傷と反対側の空間の感覚刺激に対する反応が欠如・低下する現象の事を指す。半側空間無視は背側注意経路と腹側注意経路が関係しており (Corbetta, 2002)、近年の研究によると腹側注意経路の損傷により、半側空間無視が出現すると報告されている (Shulman GL 2011)。しかし、どのような神経機構によって無視が起こっているか、明確にわかっている事は少ない。また、半側空間無視の動物モデルも確立していない。しかし近年の解剖学的研究から、マカクザルにも注意の背側経路と腹側経路に相同な神経ネットワークがあることが示唆されている。マカクザルの半側空間無視モデルを作成する事により、神経メカニズムを明らかにし、さらに有効なりハビリテーションの手法の開発に繋がれると考える。そこで本研究では、マカクザル半側空間無視モデルを作成することを目的とする。

【方法】

本研究は2頭のマカクザルで脳損傷を作成した。2頭のサルは、側頭連合野と前頭連合野とを離断するために腹側注意経路の相同部位である右上側頭回を損傷した。サルの半側空間無視を評価する課題を確立するために、ヒト患者での評価法として用いられる線分抹消課題を参考にし、ケージ内およびモンキーチェア上で評価できる課題を作成した。ケージ内の評価として「食物選択課題」を2頭のサルに行わせた。この課題は左右に各3つの蓋つきの筒があり、左右の各1つに縞模様の筒がある。サルは縞模様の筒を選択すると報酬がもらえる。モンキーチェア上での評価として「刺激選択課題」を1頭のサルに行わせた。この課題はタッチパネルを使用し、10個の刺激に1つだけ色や形の異なるターゲットが存在する。サルは2秒以内にそのターゲットにタッチすると報酬がもらえる。また刺激のセットは4種類使用した。さらに2頭のサルで3Tの核磁気共鳴画像法装置を用いて安静時脳活動を記録した。

【結果】

ケージ内の評価では2頭とも術後1週間は損傷側の空間に比べ、非損傷側の空間を長時間無視する空間無視様の症状がみられた。さらに1頭では、術後1ヶ月後でも損傷側に比べ、非損傷側の空間に対する反応時間が長くなった。モンキーチェア上の評価では術後1週間は4種類すべてに損傷側に比べ、非損傷側で反応時間は長くなり、正答率も低下した。また2頭とも運動障害および一次的な知覚障害はみられなかった。安静時脳活動では上側頭回の損傷によって損傷後1週間の段階では頭頂連合野と前頭連合野の間の機能的結合が低下していた。

【結論】

本研究結果から、脳損傷による無視症状がマカクザルにおいても見られることが明らかになった。また安静時機能MRIによって無視症状に関連した脳活動を同定することができた。以上のことから、マカクザルが半側空間無視の動物モデル確立のために有望であると考えられる。

O-KS-04-3**末梢神経電気刺激が運動関連脳電位へ及ぼす影響
—ランダム化クロスオーバーデザインによる比較—**

酒向 敦裕^{1,2)}, 渡部 友宏¹⁾, 堀場 俊介¹⁾, 水梨 史也¹⁾, 下岩 克章¹⁾, 北村 哲也¹⁾,
酒向 俊治³⁾, 金田 嘉清⁴⁾

¹⁾愛知県済生会リハビリテーション病院, ²⁾藤田保健衛生大学 大学院 保健学研究科,
³⁾名古屋医専 理学療法学科, ⁴⁾藤田保健衛生大学 医療科学部

key words 末梢神経電気刺激・運動関連脳電位・橈骨神経

【目的】

末梢神経電気刺激(以下、PNS)療法は感覚閾値上の電気刺激と運動療法を併用することで上肢機能を改善させる(Ziling Lin, et al., 2011)。またPNSによる皮質脊髄路の興奮性増大が報告(Luft AR, 2002)され、運動学習への有効性が示唆されている。一方、運動関連脳電位(以下、MRCP)は、随意運動が発現する前の脳内情報処理を反映し、運動学習によって潜時の短縮および振幅が低下するとされている(David, 2011)。しかしながら、PNSの効果に関してMRCPによって検討した報告は少ない。本研究は橈骨神経へのPNSが随意手関節背屈運動における脳内情報処理過程へ及ぼす影響をMRCPで検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人10名(男性5名, 女性5名, 平均年齢 23.3 ± 1.42 歳)とした。研究デザインはランダム化クロスオーバーデザインとした。対象者10名をランダムに(A)PNSの3日後に偽刺激, (B)偽刺激の3日後にPNSと2群へ分け, 各群の刺激をクロスオーバーさせた。偽刺激は電極のみ設置し, 30分の安静および15分の随意運動とした。各刺激の前後はMRCPをそれぞれ測定した。PNSは刺激装置にOG Pluscure-PRO KR-70(OG技研社製)を使用し, 橈骨神経に45分(30分電気刺激, 15分電気刺激と随意運動), 刺激強度1-100mA, 周波数10Hz, パルス幅0.25msec, on/off時間500-1000ms/500-1000msで施行した。MRCPはNeuropackΣ MEB-5500(日本光電社製)を使用し, 国際10/20法に則り電極設置した。対象者に3秒に1回のペースで手関節背屈運動を行わせ, 筋電図トリガーは橈側手根伸筋とした。加算回数は100回とし, 頭皮上のインピーダンスは10kΩ以下とした。解析区間はEMG onset前の1500msからEMG onset後300msとした。抽出項目はMRCPの立ち上がりからonsetEMG(MRCPの潜時)とMRCPの最大振幅とした。統計処理は各群の刺激前後におけるMRCPの潜時と最大振幅の比較をMann-WhitneyのU検定を用いた。尚, 有意水準は5%未満とした。時期効果の有無として各刺激前のMRCPの結果で一元配置分散分析を行い, 有意差がないことを確認した。

【結果】

偽刺激群での潜時と最大振幅は刺激前が -1118 ± 234.8 ms, 11.0 ± 5.08 μV, 刺激後が -1104 ± 208.4 ms, 12.4 ± 5.38 μVであった。PNS群での潜時と振幅はPNS前が -1280 ± 221.8 ms, 6.9 ± 2.54 μV, PNS後が -944 ± 208.4 ms, 9.9 ± 3.06 μVであった。PNS群ではPNS前後に有意な潜時短縮($p=0.004$)と振幅の増大($p=0.041$)を認めた。偽刺激群では有意差を認めなかった($p>0.05$)。

【結論】

本研究は橈骨神経へのPNSが脳内情報処理過程に及ぼす影響をMRCPで検討することを目的としている。運動学習によってMRCPの潜時は短縮するとされている。PNSは運動学習への有効性が示唆されており, 今回の結果はそれらを支持するものであると考える。さらに有意なMRCP振幅の増大を認めたことにより, 運動直後の感覚フィードバックの増大が脳内情報処理過程の短縮に影響した一因であることが示唆された。

O-KS-04-4**脳梗塞発症前トレッドミル運動による障害軽減効果と神経保護作用機序の検討**大塚章太郎¹⁾, 角園 恵¹⁾, 寺師 拓斗¹⁾, 高田 聖也¹⁾, 吉田 義弘²⁾, 榎間 春利²⁾¹⁾鹿児島大学大学院保健学研究科, ²⁾鹿児島大学医学部保健学科基礎理学療法学講座**key words** 脳梗塞ラット・血管増生・酸化ストレス**【はじめに, 目的】**

我々は第50回の本学会で、脳梗塞発症前運動は脳梗塞縮小効果があり、そのメカニズムとしてペナンブラ領域における神経栄養因子 Midkine (MK) や Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) の発現増加を報告した。しかし、神経保護作用には種々の要因が複雑に関係している。今回、神経栄養因子の発現、グリア増生、血管増生、アポトーシス、酸化ストレスに着目して、脳梗塞発症前の定期的な運動による脳梗塞後の神経保護作用機序について検討した。

【方法】

実験動物にはSD系雄性ラット34匹(平均体重280.1±44.9g)を用いた。無作為に、①運動+脳梗塞群(Ex群:n=11)、②非運動+脳梗塞群(No-Ex群n=11)、③運動のみ(Ex-only群n=6)、④運動も脳梗塞も行わない群(Control群:n=6)に分けた。運動群はトレッドミル運動(25m/min, 30分/日, 5回/週)を3週間行った。No-Ex群とControl群は3週間自由飼育した。3週後、60分間の虚血、再灌流により脳梗塞モデルを作製した。Ex-only群とControl群はストレスの指標である血中コルチゾール濃度を測定した。脳梗塞作成48時間後に、神経学的評価や運動-感覚機能評価(Beam Walking, Rotarod, テープテスト)を行った。脳を採取しTTC染色後、脳梗塞巣の体積を測定した。MK, BDNF, アストロサイトのマーカーであるGFAP, 微小血管のマーカーであるPECAM-1, アポトーシスのマーカーであるCaspase-3, フリーラジカルによる組織障害のバイオマーカーである3-Nitrotyrosine (3-NT)の抗体を用いて免疫組織化学染色を行った。ペナンブラ領域における陽性細胞面積を定量化した。統計学的検定は一元配置分散分析後、多重比較を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

血中コルチゾール濃度は運動群と非運動群の間に有意差は認められなかった。脳梗塞巣の体積はEx群がNo-Ex群と比べて有意に縮小していた。Beam walkingやテープテストはEx群で有意に改善していた。免疫組織化学染色の結果、Ex-only群やControl群の間に有意差は観察されなかった。Ex群はNo-Ex群に比べ、MK, BDNF, GFAP, PECAM-1免疫陽性細胞面積が有意に増加していた。Ex群のCaspase-3や3-NT免疫陽性細胞面積はNo-Ex群と比較して有意に減少していた。

【結論】

ストレスのない定期的な運動により脳梗塞巣の縮小効果や運動-感覚機能の改善が認められた。そのメカニズムとして、MK, BDNFの発現増加、アストロサイトの活性化促進、血管増生の促進、ペナンブラ領域のアポトーシス抑制、酸化ストレス抑制が脳梗塞後早期の神経保護作用に関与していることが示唆された。

O-KS-04-5**脳卒中片麻痺患者に対する anodal tDCS と patterned electrical stimulation の併用が歩行時下肢筋活動に与える影響**

山口 智史¹⁾, 藤原 俊之²⁾, 前田 和平³⁾, 立本 将士³⁾, 安井 崇人³⁾, 田辺 茂雄⁴⁾, 高橋 容子¹⁾, 水野 勝広¹⁾, 正門 由久²⁾, 里宇 明元¹⁾

¹⁾慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室,

²⁾東海大学医学部専門診療学系リハビリテーション科学, ³⁾東京湾岸リハビリテーション病院,

⁴⁾藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科

key words 電気刺激療法・経頭蓋直流電気刺激・歩行分析

【はじめに, 目的】

脳卒中後には、皮質運動野から脊髄への下行性入力が増加することで、脊髄相反性抑制 (RI) が障害され、歩行時の下腿筋の同時収縮などの異常筋活動を呈する。Patterned electrical stimulation (PES) は、RI を増強することが報告されている (Perez, et al., 2003)。さらに、PES による RI への効果は、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) による皮質興奮性の変化により修飾される (Fujiwara, et al., 2011)。そこで本研究の目的は、脳卒中患者を対象に、anodal tDCS と PES の併用が歩行時下肢筋活動に及ぼす効果を検討した。

【方法】

対象は、2015年6月から10月までに当院回復期病棟に入院し、以下の基準を満たした脳卒中片麻痺患者10名(平均年齢56±15歳)とした。採用基準は、初発の片側半球皮質下の脳卒中、SIASのFoot-pat testが1以上、10m以上の連続歩行が可能者とした。除外基準は、感覚脱失、てんかんの既往、体内に金属などを有している者とした。

研究は、double-masked, sham-controlled, cross over designとした。課題は、1)anodal tDCS+PES, 2)anodal tDCS+偽PES, 3)偽tDCS+PESとし、3日以上の間隔で実施した。tDCSは、刺激強度を1mAとし20分間行った。電極は陽極を麻痺側下肢一次運動野の直上、陰極を対側前額部に貼付した。PESは100Hzの刺激パルス10発を1trainとして、この刺激trainを0.5Hzで20分間行った。刺激は総腓骨神経に行い、前脛骨筋(TA)の運動閾値で刺激した。偽tDCSと偽PESでは、最初の30秒のみ刺激した。

評価は、10mの快適歩行中に、歩行距離因子(歩行速度、重複歩幅、歩行率)および下肢筋電図を課題前後で各2回計測した。筋電図は麻痺側下肢のTAおよびヒラメ筋(SOL)から記録した。得られた筋電図は全波整流後に10歩行周期分を加算平均し、立脚相と遊脚相に分けてRoot Mean Square (RMS) 値を算出した。立脚相および遊脚相のRMS値は、それぞれ課題前後の増加率を算出した。さらに、SOLのRMS値をTAのRMS値で除し、それぞれ課題前後の同時収縮の減少率を求めた。統計解析は、反復測定分散分析および多重比較検定(Bonferroni法)を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

課題前後と課題間において、歩行距離因子に有意差を認めなかった。分散分析の結果、遊脚相のTA増加率について有意な主効果を認めた($p=0.007$)。遊脚相のTA増加率は、anodal tDCS+PESで18.1%、anodal tDCS+偽PESで0.7%、偽tDCS+PESで-4.0%であった。多重比較検定では、anodal tDCS+PESにおいて、他の2課題と比較し、増加率が有意に高値を示した(伴に $p<0.05$)。同時収縮の減少率において、遊脚相で課題間の有意な主効果を認めた($p=0.041$)。多重比較検定では、偽tDCS+PESと比較して、anodal tDCS+PESの同時収縮の減少率が有意に高値を示した($p=0.008$)。

【結論】

Anodal tDCS と PES の併用は、歩行中の麻痺側下肢の振り出しにおいて、前脛骨筋の活動を高め、同時に拮抗筋であるヒラメ筋との同時収縮を改善することが示された。

O-KS-04-6**脳卒中患者における patterned electrical stimulation と随意運動の併用が脊髄相反性抑制に与える効果**高橋 容子¹⁾, 藤原 俊之²⁾, 山口 智史³⁾, 川上 途行³⁾, 水野 勝広³⁾, 里宇 明元³⁾¹⁾慶應義塾大学大学院 医学研究科, ²⁾東海大学医学部 専門診療学系 リハビリテーション科学,
³⁾慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室**key words** H反射・電気刺激療法・可塑性

【はじめに, 目的】脳卒中後の尖足の原因の1つとして, 下腿三頭筋の過剰収縮や前脛骨筋との同時収縮があり, 脊髄相反性抑制(reciprocal inhibition: RI)の障害の関与が報告されている(Bhagchandani, et al., 2012)。我々は, 健常者において総腓骨神経に対する patterned electrical stimulation (PES) に随意的足関節背屈運動を併用すると, 単独介入と比較し RI の増強効果が高いことを報告した。本研究では, これまでの知見を脳卒中患者に適用し, PES と随意運動の併用が脳卒中における RI 障害に与える効果を検討した。

【方法】対象は, 慢性期脳卒中患者 8 名(平均年齢: 57 ± 11 歳, 平均発症後年数: 5.1 ± 3.0 年)とした。採用基準は, Stroke Impairment Assessment Set の Foot-Pat test が 1 から 3 点, かつ, 下腿三頭筋の modified Ashworth scale が 1 以上である初発脳卒中患者とした。除外基準は, 下肢の骨関節疾患または糖尿病の既往がある者とした。介入課題は, 1) PES のみ, 2) 随意運動のみ, 3) PES + 随意運動の 3 課題とし, 全対象者が 1 週間以上をあけて, それぞれの介入を 20 分間実施した。PES は, 麻痺側の総腓骨神経に対し, 100 Hz の刺激パルス 10 発を 1 train として, 0.5 Hz で刺激した。刺激強度は, 前脛骨筋の M 波閾値とした。随意運動は, 麻痺側足関節の背屈運動を 0.5 Hz で実施し, 運動強度は前脛骨筋の表面筋電図にて振幅 200-300 μ V 相当とした。評価は, RI について, ヒラメ筋 H 反射を用いた条件-試験刺激法にて, 介入前, 介入直後, 10, 20, 30 分後の時点で測定した。試験刺激は脛骨神経, 条件刺激は総腓骨神経へ実施した。RI は[条件刺激を加えて得られた H 波振幅平均/試験刺激のみで得られた H 波振幅平均]とした。統計解析は, 介入課題と時間の 2 要因による反復測定分散分析と多重比較検定(Bonferroni 法)を実施した。有意水準は 5% とした。

【結果】分散分析の結果, 介入課題 ($F [2,14] = 6.26, p < 0.05$) および時間 ($F [4,28] = 5.30, p < 0.01$) において主効果を認めた。多重比較検定では, PES + 随意運動は介入前と比較し, 介入終了直後および 10 分後に有意に RI が増強した(介入終了直後: $p < 0.05$; 10 分後: $p < 0.01$)。PES のみでは, 介入前と比較し介入直後に有意に RI が増強した ($p < 0.01$)。随意運動のみでは, 介入前と比較し介入後の有意な増強はなかった。課題間の比較では, PES + 随意運動は, 介入直後 ($p < 0.05$) および 10 分後 ($p < 0.01$) の時点で, 随意運動のみに比較し RI の増強が有意であった。PES のみは, 介入直後の時点で, 随意運動のみに比較し RI の増強が有意であった ($p < 0.01$)。

【結論】脳卒中患者における PES と随意運動の併用は, 単独介入よりも RI の増強効果が高いことが示唆された。

O-KS-05-1**自在曲線定規を用いた脊柱アライメント測定の再現性と臨床的有効最小誤差**日高 雅仁¹⁾, 三浦 幸治¹⁾, 奈須 勇樹¹⁾, 佐藤 有紀¹⁾, 伊藤 秀幸²⁾¹⁾一般財団法人潤和リハビリテーション振興財団延岡リハビリテーション病院,²⁾山口コ・メディカル学院**key words** 自在曲線定規・再現性・臨床的有効最小誤差**【はじめに, 目的】**

近年, 臨床において矢状面上での脊柱アライメントを測定する器具に自在曲線定規を用いることがある。またスパイナルマウスやレントゲンとの基準関連妥当性が報告されている。しかし自在曲線定規を用いた再現性の検討はされているものの, 一定の見解が得られていない。また ICC0.81 以上を保証するのに必要な測定回数や検者数の決定, さらには臨床における介入等での変化をどの程度の差をもって有意といえるかを示す臨床的有効最小誤差(以下 MCID) について検討している報告は少ない。

よって本研究は自在曲線定規を用いた再現性を追試的に確認し, さらに測定回数や検者数の決定, MCID について算出することとした。

【方法】

同意の得られた健常成人男性 15 名(年齢 31.4 ± 6.1 歳, 身長 169.3 ± 6.6 cm, 体重 65.8 ± 9.2 kg) を対象とした。検査者は理学療法士 3 名で, 経験年数は検査者 A が 9 年, B が 6 年, C が 2 年である。測定には自在曲線定規(シンワ社製)を用いて評価した。対象者は上半身裸になり立位の状態である。検査者が C7 と S1 棘突起を触診しシールを貼りつけた。シールを目安に定規を背部に当てかたどった後, 画用紙にトレースした。その後 Milne らの方法に準じ胸椎後彎指数(以下 TI) と腰椎前彎指数(以下 LI) を算出した。C7 棘突起から S1 棘突起に直線を引き, C7 からの直線と S 字彎曲の交点までの距離を算出した(以下 TL)。胸椎カーブの頂点から直線に対して垂線を引き交わるまでの長さを TL で除し 100 倍した値を TI とした。LI も上記と同様の方法で算出した。統計解析はシャピロウィルク検定にて正規性を確認したのち, 検者内, 検者間再現性を級内相関係数 ICC(1,1), ICC(2,1) を用いて算出した。さらに Spearman-Brown 公式を用い ICC0.81 以上を保証するための測定回数と検者数, さらには MCID を算出した。

【結果】

検査者 A の結果は TI の平均値 \pm 標準偏差が 1 回目 8.16 ± 2.23 , 2 回目 8.71 ± 2.30 , LI が 1 回目 4.04 ± 1.16 , 2 回目 4.10 ± 1.65 であった。検査者 B は TI 8.20 ± 2.47 , LI 4.47 ± 1.63 , 検査者 C は TI 8.03 ± 2.78 , LI 4.63 ± 1.60 であった。得られた値はシャピロウィルク検定により正規性が確認された ($P > 0.05$)。ICC(1,1) は TI が 0.87, LI が 0.63, ICC(2,1) は TI が 0.91, LI が 0.50 であった。Spearman-Brown の公式より LI の測定回数, 測定人数を算出した結果, 検者内では $n=2.50$, 検者間では $n=4.26$ であった。MCID は検者内では TI, LI が 2.05, 2.47, 検者間では TI, LI が 2.19, 2.91 であった。

【結論】

TI は検者内, 検者間再現性ともに Landis の判定基準より完璧, LI の検者内再現性は十分, 検者間再現性は中等度の結果となった。LI の測定は, 検者内では 3 回の平均値, 検者間では検査者 5 人での平均値を用いることで ICC0.81 以上を保証できる。しかし被験者の負担を考慮した場合検者 1 人で 3 回以上測定した平均値を用いる方が望ましいと考える。

O-KS-05-2**下肢伸展拳上 (SLR) 時の拳上角度と骨盤後傾との関係**浅井 仁¹⁾, 中泉 大²⁾, 鳥羽 理花³⁾, 鈴木 大輔⁴⁾¹⁾金沢大学医薬保健研究域保健学系リハビリテーション科学領域,²⁾金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻, ³⁾北アルプス医療センターあづみ病院,⁴⁾金沢こども医療福祉センター**key words** 下肢伸展拳上・骨盤・後傾**【はじめに, 目的】**

下肢伸展拳上(以下, SLR とする)テストは, ハムストリングスの短縮の評価に用いられるが, 最終域での骨盤後傾は古くから指摘されている。この指摘に関しては安静臥位時に貼付した皮膚上マーカーにより骨盤角度を計測している報告は多いが, この方法は測定誤差がかなり大きい。一方, ハムストリングスの起始部, 停止部からすると, 骨盤後傾は SLR 途中から生じるものと考えられる。今回の目的は以下の2つである: 電気角度計を用いて, 1) SLR テスト時の骨盤後傾開始角度を測定し, 2) 最大 SLR 角度での骨盤後傾の様相を明らかにすることである。

【方法】

健常な大学生 15 名(年齢 22.2 ± 0.7 歳, 身長 163.5 ± 8.5 cm, 体重 59.2 ± 8.7 kg)は, 測定用ベッド上にて背臥位で両側の上前腸骨棘をベルトで固定された。左側の SLR 角度, および骨盤後傾角度を測定するために二つの電気角度計 (Biometrics, SG110) が用いられた。SLR 角度の測定では, 左側の大転子と外果を結ぶ線上に, 電気角度計を貼付したアルミ棒を取り付けた。この棒の一端は外果部に固定され, もう一端は SLR 角度変化に伴う大転子位置に合わせられた。骨盤後傾の測定では, 仙骨部に電気角度計が取り付けられた。測定手順: 1) SLR 最終域の測定: SLR 最終域を他動で 3 回測定し平均値を求めた。2) 骨盤後傾角度の測定: 1) で求めた値を 5° 単位で切り捨てた値を最大 SLR 角度(上限を 90°)とした。SLR が 0° から最大 SLR 角度までの間を 5° 刻みで設定した角度での SLR をランダムな順番で他動的に 3 回ずつ行い, 各 SLR 角度での骨盤後傾角度を測定した。最も大きな骨盤後傾角度を最後傾角度とした。分析: SLR 角度と骨盤後傾角度との関係を被験者毎に多項式で近似し, その近似式より骨盤が後傾を開始したときの SLR 角度(骨盤後傾開始角度)が求められた。最大 SLR 角度と骨盤後傾開始角度との関係, および最大 SLR 角度での骨盤後傾角度の割合を後傾率としたときの最大 SLR 角度と後傾率との関係は, ピアソンの相関分析により検討された。

【結果】

SLR 最終域は $83.8 \pm 15.6^\circ$, 最後傾角度は $12.1 \pm 7.5^\circ$ および骨盤後傾開始角度は $29.6 \pm 13.7^\circ$ であった。最大 SLR 角度と骨盤後傾開始角度の間には有意な相関は認められなかった。最大 SLR 角度と後傾率の間には有意な相関が認められた ($r=0.55$, $p=0.027$)。最大 SLR 角度が 80 から 90° であった 8 名の最後傾角度は, 3 から 25° であった。

【結論】

骨盤後傾開始角度は約 30° であったが, 最大 SLR 角度と骨盤後傾開始角度の間には有意な相関は認められなかったことから, 骨盤後傾開始角度はハムストリングスの短縮の程度とは関係ないかもしれない。最後傾角度は平均 12° であったが, 最大 SLR 角度と後傾率の間には有意な相関が認められた。加えて, 最大 SLR 角度が 80 から 90° の場合, 最後傾角度が 3 から 25° であったことから, SLR 角度が大きい場合ほど, 骨盤後傾に留意すべきであると考えられた。

O-KS-05-3**座位姿勢アライメントが体幹機能に及ぼす影響
側方リーチによる検討**中川 佳久¹⁾, 小串 直也²⁾, 宮田 信彦³⁾, 羽崎 完²⁾¹⁾耳原総合病院 リハビリテーション室, ²⁾大阪電気通信大学 医療福祉工学部 理学療法学科,³⁾長吉総合病院 リハビリテーション科**key words** 重心移動・筋活動・代償

【はじめに】理学療法において体幹筋を促通するために座位で側方リーチ(以下SR)を行うことが多い。このSRについての研究は多々行われているが座位姿勢アライメントの違いに注目した検討は無い。本研究の目的は、理想的な座位姿勢(アップライト姿勢;以下U姿勢)と脊柱後弯姿勢(スランプ座位姿勢;以下S座位)でのSRを比較することにより、SRにおける座位姿勢アライメントの重要性を検討することである。

【方法】対象は、健康男性14名(平均年齢 20.3 ± 1.0 歳)とした。測定肢位は足底非接地での端座位、大腿長の50%を支持面とし、U座位は骨盤直立位、S座位は骨盤最大後傾位とした。運動は左右両側方への最大リーチとし、開始肢位から座位保持が可能な範囲でSRを行い、最大リーチ位置にて5秒保持した後、開始肢位まで戻ることとした。動作中に重心移動距離と骨盤側方傾斜角(以下骨盤角)、最大リーチ時の筋活動を測定した。重心移動距離はバランス wii board[®](任天堂製)を用いて測定した。骨盤角は、前方からビデオにて記録し、両上前腸骨棘のマーカと座面の角度を、画像解析ソフト imageJにて解析した。筋活動の測定は、右の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋、多裂筋とし、表面筋電計(キッセイコムテック社製 Vital Recorder 2)を用いて測定した。Wilcoxonの符号順位和検定を用いて危険率5%とし、U座位とS座位におけるそれぞれの値を比較検討した。

【結果】重心移動距離は、右方がU座位にて 12.7 ± 2.6 cm、S座位にて 10.6 ± 2.0 cm、左側がU座位にて 11.9 ± 1.9 cm、S座位にて 10.3 ± 2.2 cmとなり、左右共に有意にU座位にて移動距離が大きく有意な差が見られた。骨盤角は、右方がU座位にて $26.8 \pm 6.4^\circ$ 、S座位にて $24.8 \pm 7.1^\circ$ 、左方がU座位にて $25.7 \pm 5.1^\circ$ 、S座位にて $22.5 \pm 4.1^\circ$ となり、左右共にU座位にて有意に傾斜角が大きかった。筋活動は、右方がU座位にて、腹直筋 $2.5 \pm 5.2\%$ 、外腹斜筋 $5.4 \pm 5.1\%$ 、S座位にて、腹直筋 $6.8 \pm 6.4\%$ 、外腹斜筋 $11.8 \pm 7.9\%$ 、左方がU座位にて腹直筋 $5.0 \pm 6.6\%$ 、脊柱起立筋 $14.0 \pm 11.8\%$ 、S座位にて腹直筋 $9.1 \pm 8.7\%$ 、脊柱起立筋 $6.2 \pm 7.0\%$ となり、右方のS座位にて腹直筋と外腹斜筋が、左方のS座位にて腹直筋と脊柱起立筋にて有意に収縮していた。他の筋では有意な差は見られなかった。

【結論】筋活動からは、S座位では骨盤帯での代償に腹直筋やリーチ側の外腹斜筋を用い、S座位ではカウンターウェイトとして脊柱起立筋が代償的に用いられていることが推察出来る。これらより、S座位では腹直筋などを代償的に用いてリーチ動作が行われているが、高齢者などでは代償が困難になると予測される。また、体幹筋の効果的な収縮を促通するには、リーチでの治療時にはU座位の方が望ましいと思われ、まずは姿勢から改善していくことが重要であると考えられる。

O-KS-05-4**座位での体幹伸展運動時における骨盤位の違いが脊柱起立筋群の筋活動量に及ぼす影響**

小川 峻一, 世古 俊明, 伊藤 俊一

北海道千歳リハビリテーション学院

key words 脊柱後弯・体幹伸展運動・骨盤位**【はじめに, 目的】**

脊柱後弯は、高齢者で発生頻度が高く、胸椎後弯角の増大は立位バランス低下の要因とされる。そのため近年の運動療法では腰部のみでなく胸部脊柱起立筋（胸背筋）の筋力強化も重要とされている。Sinaki は、体幹伸展と肩甲骨内転を同時に行う運動（体幹伸展運動）が姿勢矯正や胸背筋の筋力強化に有効としており、我々も座位での体幹伸展運動が肩外転角度に関わらず、上部胸背筋を選択的に賦活させることを筋電図学的に明らかにした。しかし、その際の骨盤位の違いでの再検討が課題となった。本研究の目的は、座位での体幹伸展運動における骨盤位の違いが脊柱起立筋群の筋活動量に及ぼす影響を検討し、脊柱後弯姿勢に対する運動療法の一助を得ることである。

【方法】

対象は健康成人男性 16 名とした(平均: 年齢 22.8 ± 5.0 歳, 身長 171.4 ± 4.4 cm, 体重 66.3 ± 7.0 kg)。課題運動は Sinaki らの座位での体幹伸展運動とし、測定肢位は骨盤中間位で脊柱を直立させた姿勢の upright と骨盤を後傾位で体幹を屈曲し脱力させた姿勢の slump とした。測定条件は肩関節外転 0° , 45° , 90° とした。筋活動の測定には Noraxon 社製表面筋電計 Tele Myo G2 を用い、導出筋を上部胸背筋, 下部胸背筋, 腰背筋とした。筋活動量は、各運動時の筋活動ピーク値前後 0.5 秒の積分筋電値を MMT 5 の筋電値で正規化した値 (%IEMG) を用いた。得られた筋活動量について、各測定条件における検者内信頼性は ICC (1, 1), 骨盤肢位間の比較は Mann-Whitney U test で検討した。また肩関節外転角度間の比較は Bonferroni 法を用い検討した。有意水準は 5% とした。

【結果】

各測定条件における筋活動量の再現性は骨盤位に関わらずすべての被験筋で ICC (1, 1) が 0.7 以上と中等度以上の信頼性を示した。骨盤位の比較では、肩関節外転 0° , 45° , 90° において、すべての被験筋で有意な差を認めなかった。肩関節外転角度間の比較では upright と slump とともにすべての被験筋で有意な差を認めなかった。また筋活動量は上部胸背筋の upright で 70.1~84.4%IEMG, slump で 68.5~92.4%IEMG, 下部胸背筋は upright で 22.8~35.8%IEMG, slump で 22.0~27.9%IEMG, 腰背筋は upright で 7.3~10.6%IEMG, slump で 6.4~8.2%IEMG の範囲であった。

【結論】

座位での体幹伸展運動は、肩関節外転角度 (0° , 45° , 90°) や骨盤位の違いの影響を受けず、上部胸背筋の筋力トレーニングとして有効となることが示唆された。座位での体幹筋力トレーニングは上肢外転角度および骨盤位の影響を受けないことから、脊柱後弯姿勢者においても簡便で安全な運動として実施可能と考えられる。

O-KS-05-5**中高齢女性の膝伸展筋力 Steadiness が姿勢保持能力および動作能力に及ぼす影響**

福元 喜啓¹⁾, 池添 冬芽²⁾, 谷口 匡史^{2,3)}, 南 征吾⁴⁾, 澤野翔一郎³⁾, 浅井 剛¹⁾,
渡邊 裕也⁵⁾, 木村みさか⁵⁾, 市橋 則明²⁾

¹⁾神戸学院大学総合リハビリテーション学部, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻,

³⁾滋賀医科大学医学部附属病院リハビリテーション部, ⁴⁾大和大学保健医療学部,

⁵⁾京都学園大学健康医療学部

key words 筋力・Steadiness・中高齢者

【はじめに, 目的】

新しい筋機能指標として、一定の筋力を安定して発揮する能力である筋力 Steadiness が注目されている。近年の変形性関節症患者を対象とした研究において、最大等尺性膝伸展筋力発揮時の Steadiness が階段昇段能力と関連していたと報告されている(Pua 2010)。しかし、健常高齢者を対象として最大筋力発揮中の Steadiness を評価し、その加齢変化や姿勢保持能力および動作能力との関連を調べた報告は見当たらない。本研究の目的は、中高齢女性の最大膝伸展筋力発揮時の Steadiness を調べ、加齢変化および姿勢保持能力・動作能力との関連性を明らかにすることである。

【方法】

対象は地域在住で自立した生活を送っている健常な中高齢女性 169 名(平均年齢 73.2±5.4 歳)とした。膝伸展筋力計(竹井機器工業社製)を使用し、端坐位・膝関節屈曲 90° 位にて右側の最大等尺性膝伸展筋力(Nm)を測定した。最大筋力発揮時の Steadiness の測定方法は Pua ら(2010)の方法に従い、対象者にはなるべく素早く最大筋力発揮し、2 秒間そのまま最大筋力発揮を維持するように指示した。筋力値はサンプリング周波数 1000Hz でパソコンに取り込んだ後、最大筋力の 80% 以上の区間を抽出し、さらにその前後 300ms を削除した区間の筋力値の変動係数(Coefficient of variation; CV)を算出し、Steadiness の指標として用いた。なお、CV(%)は標準偏差/平均×100の式にて求めた。測定は 2 回行い、最大膝伸展筋力は最大値、CV は最小値を解析に用いた。

姿勢保持能力として、開眼での片脚立位保持時間(OLS)、動作能力として最大歩行速度およびストライド長、30 秒立ち座り回数(30CS)、Timed Up and Go(TUG)を計測した。統計学的検定として、CV と年齢、筋力との関連をピアソンの相関係数を用いて調べた。さらに姿勢保持能力・動作能力を目的変数、年齢、CV、筋力を説明変数としたステップワイズ重回帰分析を行った。

【結果】

CV は年齢および筋力とは相関を示さなかったが、年齢と筋力との間には有意な負の相関があった。ステップワイズ重回帰分析の結果、OLS では年齢と CV、歩行速度では年齢のみ、ストライド長では年齢、CV、筋力、30CS では筋力、年齢、CV、TUG では年齢のみが有意な影響因子として抽出された。

【結論】

本研究の結果、中高齢期における Steadiness の加齢変化はみられないことが示された。また Steadiness は、OLS、ストライド長、30CS にも関連していた。特に片脚立位保持のような姿勢保持能力に対しては、最大筋力値ではなく安定した筋力発揮ができるかどうかの Steadiness が関連することが明らかとなった。さらに CV は最大筋力値との関連がみられなかったことから、Steadiness は最大筋力とは異なる要素を有する筋機能であることが示され、最大筋力だけでなく Steadiness を評価することも重要であることが示唆された。

O-KS-05-6**片脚立位時の COP 動揺と足底面内 COP 位置の関係**山中 悠紀¹⁾, 水野 智仁¹⁾, 西山 徹²⁾, 村上 仁之¹⁾, 永禮 敏江¹⁾, 石井 禎基¹⁾¹⁾姫路獨協大学 医療保健学部, ²⁾日本医療大学 保健医療学部**key words** 片脚立位・姿勢制御・足圧中心**【目的】**

姿勢制御能力の客観的な評価はスポーツ障害の把握から高齢者の転倒予防まで多くの理学療法領域における重要な課題である。片脚立位は代表的な立位保持課題であり、先行研究では姿勢制御能力の低下が片脚立位保持時の足圧中心(COP)動揺の増大として示されてきた。近年、慢性足関節不安定症において片脚立位時の COP が健常者と比較し前方に変位している可能性が報告され、COP 位置を含めた評価が注目されている。しかし、片脚立位時の COP 位置に関する報告はまだ少なく不明な点も多い。本研究では健常者を対象として COP 軌跡の不安定性に焦点をあて片脚立位時の COP 位置と COP 動揺の関係について検討した。

【方法】

健常成人男性 15 名(年齢 23.6 ± 2.9 歳, 身長 1.72 ± 0.07 m, 体重 68.6 ± 11.1 kg)を対象として、床反力計(AMTI社)上で裸足にて 10 秒間の片脚立位保持を 3 回行わせた。COP データはサンプリング周波数 50Hz で記録し、自然な 3 次のスプライン補間を用いて 0.01 秒間隔での再サンプリングを行い、足底面を前後(AP)径×左右(ML)径の長方形モデルで捉えて踵端および足部内側縁を 0% として COP 位置を算出した。データ解析では 1 回目から 3 回目の AP 方向の COP 平均位置の変化 5% を境界として対象者の分類を試み、AP および ML 方向の COP 動揺速度、COP 動揺標準偏差、COP 動揺範囲の比較を行った。また、AP 方向の COP 軌跡の不安定性をカオス時系列解析で捉えて遅延時間を平均相互情報量、埋め込み次元を相関次元法で決定し、Biomass for chaos (Elmec社)で求めた最大リアプノフ指数の変化を分析した。統計解析には SPSS 12.0J (SPSS Japan) を使用し、有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

対象者は定位置群 7 名(COP 変位: $0.9 \pm 3.4\%$)と前方変位群 8 名(COP 変位: $10.7 \pm 3.4\%$)に分類された。1 回目の COP 平均位置に有意差 ($50.8 \pm 4.1\%$, $48.3\% \pm 1.9\%$)を認められたが、COP 動揺指標に有意差は示されなかった。カオス時系列解析では遅延時間を 40 点 (0.4 秒)、埋め込み次元を 4 次元としてアトラクタの再構成を行い AP 方向の COP 動揺のカオス性を確認した。1 回目と 3 回目の最大リアプノフ指数について定位置群で有意な差は認められなかったが、前方変位群で有意な減少が示された。

【結論】

本研究により片脚立位を数回行った際に COP 位置にほぼ変化がない者と前方へ移動する者がいることが示された。両群の COP 動揺指標に有意な差を認めなかったことからこの違いが姿勢制御能力にどう影響するのかは明らかとならなかったが、前方変位群で最大リアプノフ指数の有意な減少が確認されたことから COP を前方へ移動させることで軌道の不安定性を小さくし身体の安定性向上を図った可能性が示された。

O-KS-06-1**サル脊髄損傷後の皮質脊髄路再編メカニズムと運動機能回復について**中川 浩^{1,2)}, 二宮 太平¹⁾, 高田 裕生¹⁾, 山下 俊英²⁾, 高田 昌彦¹⁾¹⁾京都大学霊長類研究所 統合脳システム分野, ²⁾大阪大学大学院医学系研究科 分子神経科学**key words** 脊髄損傷・皮質脊髄路・運動機能回復**【はじめに】**

外傷や梗塞といった要因により中枢神経が傷害をうけると、運動感覚麻痺が生じ日常生活に大きな支障をきたす。特に、手指の巧緻動作などは運動障害が残存しやすく、日常生活を制限する大きな要因のひとつとなる。中枢神経損傷後の運動機能を回復させるには、新たな神経回路を形成するもしくは、既存回路を活用するなどの方法が考えられるが、未だ効果的な治療法は確立されていない。われわれは、これまでサル脊髄損傷後に手指の運動機能回復とともに皮質脊髄路の側枝が損傷部位を越えて新たな神経回路を形成することを明らかにしている。しかし、その制御メカニズムについては明らかにしていない。そこで、本研究はサル脊髄損傷モデルを用いて皮質脊髄回路網を制御する分子メカニズムについて神経再生阻害因子に着目して検討を行った。

【方法】

対象はマカクザル(体重:3.6-5.4 kg)とした。脊髄損傷は、深麻酔下にて各種モニタリング(心電図, 血圧, SpO₂, 呼吸数, 体温)のもと、右頸髄6/7間の片側2/3切断モデルを作成した。神経再生阻害因子のひとつである Repulsive guidance molecule-a(RGMA)に着目し、RGMAの機能を阻害する中和抗体を Osmotic minipump を用いて4週間にわたり損傷周囲部に持続投与を行った。行動学的解析には上肢・手指機能の量的評価である Brinkman board test と Reaching and grasping task と質的評価である Reaching and grasping task 時の精密把持(Precision grip)の割合(%)を用いた。行動学的解析は損傷後3, 5, 7, 10, 14日目とその後2回/週, 14週間行った。全ての行動学的解析が終わった後、順行性トレーサー(Biotinylated dextran amine: BDA)を左一次運動野に注入して皮質脊髄路を可視化した。

【結果】

サル脊髄損傷後に損傷周囲部に増加する RGMA の機能を阻害することにより、Brinkman board test, Reaching and grasping task, Precision grip の割合、全ての行動解析において運動機能回復が有意に促進された。皮質脊髄路の側枝形成については、損傷部位を越えた側枝は RGMA の阻害により有意に増加した。

【結論】

われわれは、これまでサル脊髄損傷後の運動機能回復に伴い、皮質脊髄路の一部が損傷部位を越えて新たな神経回路網を形成することを見出している。本研究より、その新たな神経回路網形成には、RGMA が阻害因子のひとつとして寄与していることが明らかとなった。

O-KS-06-2**マカサル第一次運動野損傷後の機能回復に伴う神経回路再編成
腹側運動前野から赤核へと向かう経路**山本 竜也^{1,2)}, 林 拓也³⁾, 村田 弓²⁾, 尾上 浩隆⁴⁾, 肥後 範行²⁾¹⁾つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科, ²⁾産業技術総合研究所 人間情報研究部門 システム脳科学研究グループ,³⁾理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 機能構築イメージングユニット,⁴⁾理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 生体機能評価研究チーム**key words** 脳損傷・可塑性・神経回路**【はじめに, 目的】**

第一次運動野(M1: primary motor cortex)は大脳皮質と脊髄とを結ぶ皮質脊髄路ニューロンを豊富に含む領域である。この領域に損傷を受けると運動麻痺が生じる。しかし、このような麻痺は回復することがある。マカサルを用いた行動学・薬理学及び脳機能画像解析により、M1 損傷後に手指の把握運動が回復すること、その背景に大脳皮質運動関連領域(特に損傷同側半球の腹側運動前野【PMv: ventral premotor cortex】)による機能代償があることが明らかにされた。しかし、このような機能代償がどのような神経回路基盤により制御されているのかに関しては未だ不明な点が多い。本研究では、行動学・薬理学・組織学及び脳構造画像解析を用いて、M1 損傷後の機能代償がどのような神経回路の再編成により実現されているのかを検証した。

【方法】

マカサル2頭(*Macaca mulatta*, 体重: 7.0-8.0 kg, 性別: オス)に対し皮質内微小刺激を用いてM1手領域を同定した後、神経毒(イボテン酸)注入による不可逆的な損傷を作成した。手指の把握運動機能を評価するために、目の前にある小さな餌をつまみ取る行動課題を学習させ、餌を落とさずに食べることを課題成功の条件とした。M1 損傷前及び損傷後にMRI撮像を実施し、脳構造画像解析(拡散テンソル画像解析)を行った。

損傷前と同程度の課題成功率に達した損傷マカサルの損傷同側PMvに解剖学的トレーサー(BDA: biotinylated dextran amine)を注入し、その1か月後に還流固定を行った。対照群として、健常マカサル3頭(*Macaca mulatta*, 体重: 4.0-5.5 kg, 性別: オス)のPMvにもBDAを注入した。凍結切片作成後、BDA陽性軸索を可視化するために免疫組織化学染色(ABC法: avidin-biotinylated peroxidase complex)を行った。

【結果】

脳構造画像解析の結果、M1 損傷後の機能回復時には、損傷同側及び対側半球の赤核において、損傷前よりも拡散異方性(FA値: fractional anisotropy)が上昇していた。神経毒(テトロドトキシン)を用いて同側または対側の赤核を一過性に不活性化したところ、M1 損傷後の機能回復時には、いずれの不活性化においても把握運動機能が低下した。組織学的検証の結果、損傷同側及び損傷対側の赤核(特に大細胞層)において、健常よりも損傷マカサルの方がより多くのBDA陽性軸索が観察された。

【結論】

本研究結果は、M1 損傷後に損傷同側PMvから損傷同側及び対側の赤核(大細胞層)に投射する直接経路が形成され、この経路が損傷後の運動機能回復に寄与することを示唆する。赤核大細胞層には、脊髄に投射するニューロンが豊富に存在することが知られている。したがって、皮質から脊髄へ直接投射する経路(皮質-脊髄路)が損傷による影響を受けた後、並行した他の出力経路(皮質-赤核-脊髄路)を新たに構築・強化することにより、運動機能の代償を成し遂げていると推察される。

O-KS-06-3**痛みの情動的側面に着目したアプローチの検証—情動喚起画像を使用し—**

前岡 浩^{1,2)}, 松尾 篤^{1,2)}, 冷水 誠^{1,2)}, 岡田 洋平^{1,2)}, 大住 倫弘²⁾, 信迫 悟志²⁾,
森岡 周^{1,2)}

¹⁾畿央大学健康科学部理学療法学科, ²⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター

key words 痛み軽減・不快感・情動喚起画像

【はじめに, 目的】

痛みは不快を伴う情動体験であり, 感覚的, 認知的, 情動的側面から構成される。したがって, 知覚される痛みは刺激強度だけでなく, 不快感などの心理的状态にも大きく影響を受ける。特に, 慢性痛では認知的および情動的側面が大きく影響することが報告され (Apkarian, 2011), 運動イメージ, ミラーセラピー, バーチャルリアリティなどの治療法が提案されている (Simons 2014, Kortekass 2013)。しかしながら, これらの治療は主に痛みの認知的側面の改善に焦点を当てており, 情動的側面からのアプローチは検討が遅れている。そこで今回, 痛みの情動的側面からのアプローチを目的に, 情動喚起画像を利用した対象者へのアプローチの違いが痛み知覚に与える影響について検証した。

【方法】

健常大学生 30 名を対象とし, 無作為に 10 名ずつ 3 群に割り付けた。痛み刺激部位は左前腕内側部とし, 痛み閾値と耐性を熱刺激による痛覚計にて測定し, 同部位への痛み刺激強度を痛み閾値に 1℃ 加えた温度とした。情動喚起画像は, 痛み刺激部位に近い左前腕で傷口を縫合した画像 10 枚を使用し, 痛み刺激と同時に情動喚起画像を 1 枚に付き 10 秒間提示した。その際のアプローチは, 加工のない画像観察群 (コントロール群), 縫合部などの痛み部位が自動的に消去される画像観察群 (自動消去群), 対象者の右示指で画像内の痛み部位を擦り消去する群 (自己消去群) の 3 条件とした。画像提示中はコントロール群および自動消去群ともに自己消去群と類似の右示指の運動を実施させた。評価項目は, 課題実施前後の刺激部位の痛み閾値と耐性を測定し, Visual Analogue Scale により情動喚起画像および痛み刺激の強度と不快感, 画像提示中の痛み刺激部位の強度と不快感について評価した。統計学的分析は, 全ての評価項目について課題前後および課題中の変化率を算出した。そして, 課題間での各変化率を一元配置分散分析にて比較し, 有意差が認められた場合, Tukey 法による多重比較を実施した。統計学的有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

痛み閾値は, 自己消去群が他の 2 群と比較し有意な増加を示し ($p < 0.01$), 痛み耐性は, 自己消去群がコントロール群と比較し有意な増加を示した ($p < 0.05$)。また, 課題実施前後の痛み刺激に対する不快感では, 自己消去群がコントロール群と比較し有意な減少を示した ($p < 0.05$)。

【結論】

痛み治療の大半は投薬や物理療法など受動的治療である。最近になり, 認知行動療法など対象者が能動的に痛み治療に参加する方法が提案されている。本アプローチにおいても, 自身の手で「痛み場面」を消去するという積極的行為を実施しており, 痛みの情動的側面を操作する治療としての可能性が示唆された。

O-KS-06-4**運動による中枢性疼痛抑制系および痛覚感受性の持続的変化と自律神経応答の関与**服部 貴文¹⁾, 城 由起子²⁾, 下 和弘³⁾, 松原 貴子⁴⁾¹⁾前原整形外科リハビリテーションクリニック リハビリテーション部,²⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部, ³⁾愛知医科大学運動療育センター,⁴⁾日本福祉大学健康科学部**key words** 疼痛緩和・有酸素運動・自律神経**【目的】**

疼痛マネジメントとしての運動の効果は、筋力増強や柔軟性向上といった身体機能の改善に伴う二次的効果が期待されてきたが、近年では運動による疼痛抑制 (EIH) 効果が多数報告されており、我々も 40%HRR 強度の有酸素運動による EIH 効果を報告した(岩佐 2014)。しかし、これらの報告は即時的な痛覚感受性の低下を指標としたものであり、これまで EIH の持続効果や中枢性疼痛抑制系の関与まで検討した報告は見受けられない。一方、痛みで痛みを抑制する conditioned pain modulation (CPM) が中枢性疼痛抑制系の指標として用いられるようになり、慢性痛患者では CPM 効果を得にくいなど、慢性痛との関係が報告されている(Graven-Nielsen 2015)。また、EIH 効果の機序は未だ明らかでないが、我々はこれまでに EIH 効果を得にくい者では、運動時の生理的な自律神経応答が減弱していることを確認しており(城 2012)、EIH と自律神経応答の関係が推察される。そこで本研究は、有酸素運動による EIH の持続効果を CPM および痛覚感受性を指標に調べるとともに、自律神経応答との関係を検証した。

【方法】

対象は健康男性 10 名 (21.8±1.0 歳) とした。運動は自転車エルゴメーターによる 40%HRR 強度での有酸素運動 15 分間とし、CPM、痛覚感受性、心拍変動 (HRV) を運動終了 60 分後まで経時的に測定した。CPM は 2℃ の冷水に右手部を浸漬する前、中の左上腕二頭筋と左大腿四頭筋の圧痛閾値 (PPT) 変化量とし、運動前、直後および 15、30、45、60 分後に測定した。痛覚感受性は冷水浸漬前の PPT とした。HRV は、経時的に記録した心電図より心拍数 (HR) と R-R 間隔の周波数解析から低周波数帯 (LF: 0.04-0.15 Hz)、高周波数帯 (HF: 0.15-0.40 Hz、副交感神経活動指標) のパワー値と LF/HF 比 (交感神経活動を反映) を算出し、運動前、中、直後および 15、30、45、60 分後の各 1 分間の平均値を求めた。統計解析は経時変化の比較には Friedman 検定および Tukey-type の多重比較検定、また、各項目の運動前からの変化量を算出し HRV と CPM および PPT 各変化量の相関関係に Spearman の順位相関係数を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

CPM は両部位とも全時点で変化を認めなかった。PPT は両部位とも運動前に比べ運動直後と 15 分後に上昇した ($p < 0.05$)。HR と LF/HF 比は運動前に比べ運動中に増大 ($p < 0.05$)、HF は運動前および運動終了 30、45、60 分後に比べ運動中に減衰した ($p < 0.05$)。また、HRV と CPM および PPT 各変化量に相関は認めなかった。

【結論】

40%HRR 程度の低負荷有酸素運動では CPM 効果は認められず、中枢性疼痛抑制系の関与は明らかでないものの、痛覚感受性低下は全身性に運動終了 15 分後まで持続した。また、自律神経応答は、運動中にのみ交感神経活動の賦活と副交感神経活動の減衰を示し、EIH との相関を認めなかったことから、EIH 効果の持続性に対する自律神経応答の直接的影響は少ない可能性が示唆された。

O-KS-06-5**脳卒中後疼痛の背景となる帯状皮質の活動上昇
サルモデルを対象にした機能的磁気共鳴画像 (fMRI) による解析**長坂 和明^{1,2)}, 高島 一郎^{1,2)}, 松田 圭司²⁾, 肥後 範行²⁾¹⁾筑波大学大学院 人間総合科学研究科, ²⁾産業技術総合研究所 人間情報研究部門**key words** fMRI・動物モデル・慢性疼痛**【はじめに, 目的】**

脳卒中後疼痛は、特に視床に脳卒中が発症した数週間後に出現し、しばしば非侵害性の感覚刺激に対しても激しい痛みを感じるアロディニアを示す。痛みに加え、鬱や気分障害を併発し、これらは临床上で大きな問題となることが多い。現在、この病態メカニズムの詳細は明らかになっていないが、脳卒中後の不適切な可塑性によって生じる脳活動異常が、原因と考えられている。そこで我々は、ヒトと相似した身体骨格と脳構造を持つサルを対象としたモデルを用いて、脳卒中後疼痛の背景となる脳活動の異常を特定することを目的とした。

【方法】

成体マカクサル3頭(体重:7.0-9.0kg)を用いた。脳卒中後疼痛の原因病巣の一つである視床後外側腹側核(VPL)の部位を、MRIと電気生理学的手法によって特定し、当該部位にコラゲナーゼ type IV を投与して脳出血を誘発させた。疼痛の出現は、von Frey 式痛覚測定装置を用いた機械刺激と、サーモプレートを用いた温熱刺激を手指に与え、回避するまでの圧(g)と時間(s)をそれぞれ計測することでモニターした。損傷3か月後、2頭のサルを対象に、行動テストで有意な差が認められた温度刺激と機械刺激を用いて、脳内鎮痛作用がないプロポフォール持続投与下で、機能的磁気共鳴画像(fMRI)を施行した。

【結果】

T2-MRI 画像および Nissl 染色を用いた組織学的解析によって、視床 VPL を中心とした限局的な損傷が確認された。非侵害性の温度刺激と機械刺激を用いた行動実験では、共に損傷から4週以降、損傷半球と対側手指の回避反応が損傷前と比べて有意に増加した。有意な回避行動を示した温度刺激と、コントロールとした37℃の刺激を損傷対側手指に与え、fMRIを施行した結果、損傷側の前部帯状皮質の活動が上昇していた(P<0.01)。また、機械刺激を手指に与えた時の脳活動でも、損傷前と比べ、損傷側の帯状皮質で上昇が見られた(P<0.01)。

【結論】

限局的な視床の損傷後、非侵害性刺激に対して回避行動がみられたことから、アロディニアを呈していたと考えられる。この背景となる脳活動の上昇は、疼痛認知や情動形成に深く関与するとされる帯状皮質で見られた。また、温度刺激および機械刺激によって活動が上昇する領域は、帯状皮質のそれぞれ前方部と後方部に分かれており、刺激の種類による活動領域の違いがあることが示唆された。現在、神経障害性疼痛に対して効果があるとされている反復経頭蓋磁気刺激法の有効刺激部位には、帯状皮質も含まれており、この領域の抑制が疼痛を軽減させるメカニズムの一つであると考えられる。

O-KS-06-6**身体への快刺激は他部位の圧痛閾値を変化させるか**

小田 翔太, 芥川 知彰, 室伏 祐介, 山本 貴裕, 近藤 寛, 細田 里南, 永野 靖典,
池内 昌彦

高知大学医学部附属病院リハビリテーション部

key words 疼痛・快刺激・圧痛閾値

【はじめに, 目的】

近年の脳機能イメージングの進歩によって、痛みに関連する脳領域が明らかになっている。快・不快といった情動面を担う扁桃体などの領域も痛みと強く関連し、不快情動は痛みを増悪させる。そこで先行した快刺激を行うことで痛みの不快感を軽減し、疼痛閾値を上昇させることができるのではないかと考え検証した。本研究の目的は、主観的・客観的な評価に基づく快刺激によって疼痛閾値が上昇するか否かを検証することである。

【方法】

対象は、疼痛を有さない健康成人 14 名(男性 7 名, 女性 7 名, 年齢: 24.3 ± 2.8 歳)である。基準となる数値を得るための先行測定として通常の室温 (22°C) で 5 分の安静後、快・不快の評価と圧痛閾値 (Pressure Pain threshold: PPT) の測定を行った。主観的な快・不快の評価は VAS を用いて 0mm を快, 100mm を不快とし、客観的な評価は急性ストレス反応の指標である唾液中のアミラーゼを唾液アミラーゼモニター (ニプロ社製) を用いて測定した。PPT の測定には Algometer (SBMEDIC 社製) を用い、右三角筋および前脛骨筋で各 3 回ずつ測定し、平均値を採用した。先行測定に次いで 5 分の安静後、3 種類の刺激介入を順不同に 10 分行い、先行測定と同様の評価をそれぞれの介入直後に行った。刺激介入は、室温 30°C の環境下での腰部へのアイスバック (寒冷刺激)、ホットバック (温熱刺激)、無刺激とした。刺激はいずれも疼痛を誘発しないことを前提とした。なお、各刺激間には 30 分の休憩を挟んだ。各刺激後の評価で得られた数値は先行測定の基準値で除し、変化率として比較に用いた。統計処理として、各刺激後の変化率を多重比較法 (Tukey 法) で比較した。統計学的有意水準は 5% とした。

【結果】

刺激後の VAS 変化率は寒冷刺激 $82.8 \pm 15.6\%$ 、温熱刺激 $128.9 \pm 28.1\%$ 、無刺激 $116.2 \pm 20.4\%$ であり、寒冷刺激が他の刺激より有意に快刺激であった ($p < 0.01$)。唾液アミラーゼの変化率は寒冷刺激 $83.4 \pm 27.5\%$ 、温熱刺激 $126.1 \pm 31.2\%$ 、無刺激 $110.6 \pm 26.1\%$ であり、寒冷刺激が他の刺激より有意に快刺激であった ($p < 0.05$)。三角筋の PPT 変化率は寒冷刺激 $120.6 \pm 17.4\%$ 、温熱刺激 $84.7 \pm 15.8\%$ 、無刺激 $92.4 \pm 17.0\%$ 、前脛骨筋の PPT 変化率は寒冷刺激 $109.6 \pm 15.4\%$ 、温熱刺激 $89.1 \pm 9.5\%$ 、無刺激 $90.4 \pm 9.7\%$ であり、両筋とも寒冷刺激で他の刺激より有意に圧痛域値が上昇した ($p < 0.01$)。

【結論】

主観的 (VAS) にも客観的 (唾液アミラーゼ) にも快刺激であった寒冷刺激後に PPT が上昇していたことから、快刺激には疼痛の感受性を低下させる作用があることが示唆された。本研究モデルでは、圧痛閾値の計測部位と異なる部位を刺激介入部位としている。臨床においては、術創部や外傷部位などの直接介入が困難な部位の疼痛に対して効果的な介入となるかもしれない。本研究では健康者の圧痛閾値の変化しか検討できておらず、実際の臨床場面での効果検証が今後の課題である。

O-KS-07-1**等尺性随意収縮の運動強度、運動時間の違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響**

立木 翔太^{1,2)}, 佐々木亮樹^{1,3)}, 小丹 晋一^{1,3)}, 中川 昌樹^{1,3)}, 宮口 翔太^{1,3)}, 小島 翔^{1,3)},
犬飼 康人^{1,3)}, 齊藤 慧^{1,3)}, 大西 秀明¹⁾

¹⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所, ²⁾新潟医療福祉大学理学療法学科,

³⁾新潟医療福祉大学大学院

key words 等尺性随意収縮・運動強度・運動時間

【はじめに、目的】

随意運動後に一次運動野の興奮性が一時的に増加または減少することが報告されている。この現象は運動後促進(PEF)または運動後抑制(PED)と呼ばれている。Samiiら(1996)は、50%最大随意収縮(MVC)を30秒間行くと課題終了直後には皮質脊髄路の興奮性が増加し、PEFが観察され、同条件で疲労を伴うまで運動継続した場合には、課題終了後に皮質脊髄路の興奮性が低下し、PEDが認められたことを報告している。さらに、20%MVCを10秒間行くと、4分間にわたりPEFが認められることと、10から50%MVCをそれぞれ30秒間施行すると、強度の違いによるPEFの大きさには有意な差が認められなかったことを報告している。そこで、本研究では、運動強度と運動時間を変化させた時の皮質脊髄路の興奮性の経時的な変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人9名であった(22.1±2.7歳)。皮質脊髄路の興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激(TMS)によって誘発される運動誘発電位(MEP)を使用した。刺激部位は左一次運動野手指領域とし、右第一背側骨間筋からMEPを導出した。磁気刺激強度は、課題前に約1mVのMEP振幅値を導出する強度とした。随意運動課題は、運動強度をMVCの30%と50%、運動時間を15秒と30秒とし、合計4条件とした。被験者は1回の実験で4つの課題をランダムな順序で実施した。各課題間は10分間の休息を設けた。MEPは課題前(pre)、課題終了後0分から5分までの1分毎(post 0-4)に各12波形計測した。解析対象は、MEP振幅値とし、各時間において得られたMEP振幅12波形のうち最大と最小を除いた10波形を加算平均しpeak to peak値を算出した。統計解析には、時間要因(pre, post 0-4)と課題要因(30%MVC 15秒, 30%MVC 30秒, 50%MVC 15秒, 50%MVC 30秒)で反復測定二元配置分散分析を使用し、事後検定にはFisher's LSD法を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

反復測定二元配置分散分析の結果、時間要因で主効果が認められたが($P<0.05$)、課題要因での主効果および交互作用に有意な差は認められなかった。時間要因で事後検定を行った結果、pre (0.95 ± 0.01 mV) に対して、post 1 (1.19 ± 0.06 mV) から post 4 (1.4 ± 0.1 mV) までMEP振幅の有意な増大を認めた($P<0.05$)。

【結論】

30%MVC 15秒, 30%MVC 30秒, 50%MVC 15秒, 50%MVC 30秒の4条件で右示指外転等尺性随意収縮を行うと、pre に対して post 1 から post 4 まで PEF が認められ、運動強度および運動時間に影響されないことが明らかになった。

O-KS-07-2**反復的他動運動の運動頻度の違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響**

佐々木亮樹^{1,2)}, 中川 昌樹^{1,2)}, 小丹 晋一^{1,2)}, 宮口 翔太^{1,2)}, 小島 翔^{1,2)}, 犬飼 康人^{1,2)},
齊藤 慧^{1,2)}, 大西 秀明¹⁾

¹⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所, ²⁾新潟医療福祉大学大学院

key words 反復的他動運動・運動頻度・運動誘発電位

【はじめに, 目的】

他動運動は、リハビリテーション分野で幅広く用いられている運動療法の一つである。Miyaguchiら(2013)は、反復的他動運動を0.5 Hzの運動頻度で10分間行うことにより、皮質脊髄路の興奮性が低下することを報告している。一方、1 Hzの頻度で1時間の反復的他動運動を行うことで、皮質脊髄路の興奮性が60分以上も増加しているとの報告もあり(Mace, et al., 2008)、他動運動の条件の違いが皮質脊髄路の興奮性に対して異なる影響を及ぼしていると考えられる。しかし、他動運動が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響についての研究は少なく、反復的他動運動の頻度数や持続時間、運動速度などの要因が皮質脊髄路の興奮性にどのような影響を与えるのかは不明である。そこで、運動頻度に注目して、10分間の反復的他動運動が皮質脊髄路の興奮性に与える影響を明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】

対象は健常成人8名であった(23.3±3.2歳)。皮質脊髄路の興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激(TMS)によって誘発される運動誘発電位(MEP)を使用した。刺激部位は左一次運動野手指領域とし、右第一背側骨間筋からMEPを導出した。磁気刺激強度は、介入前に約1 mVのMEP振幅値を導出する強度とした。他動運動課題は10分間の反復示指外転運動とし、運動頻度は1 Hz、3 Hz、5 Hzの3条件とした。被験者は各介入条件をそれぞれ別日にランダムな順序で実施した。MEPは介入前(pre)と介入終了後0分から10分までの2分毎(post 0-10)と15分後(post 15)、20分後(post 20)に各24波形計測した。解析対象は、MEP振幅値とし、各時間において得られたMEP振幅24波形の加算平均値を算出した。統計解析には、反復測定一元配置分散分析を使用し、事後検定にはBonferroni法を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

反復測定一元配置分散分析の結果、1 Hz条件および3 Hz条件では、時間要因の主効果は認められなかった($P>0.05$)。一方、5 Hz条件では、時間要因の主効果が認められた($P<0.05$)。事後検定の結果、介入前のMEP振幅値は 1.01 ± 0.03 mV(平均値±標準誤差)であり、介入後のpost 0(直後-2分後)およびpost 2(2-4分後)でのMEP振幅値はそれぞれ 0.57 ± 0.07 mV、 0.60 ± 0.07 mVとなり有意な低下が認められた($P<0.05$)。しかし、preのMEP振幅値に対して、post 4からpost 20の各MEP振幅値には有意差は認められなかった($P>0.05$)。

【結論】

5 Hzの他動運動を10分間反復することにより、皮質脊髄路の興奮性が低下することが明らかになった。また反復的他動運動後の皮質脊髄路の興奮性の変化には、運動頻度が関与することが示唆された。

O-KS-07-3**高齢者の運動単位のリクルートメントとデクルートメントが身体運動機能に及ぼす影響**三和 真人¹⁾, 雄賀多 聡¹⁾, 小川 真司²⁾¹⁾千葉県立保健医療大学健康科学部リハビリテーション学科理学療法専攻,²⁾浜松赤十字病院リハビリテーション科**key words** motor unit • recruitment • decruitment

【目的】ロコモティブシンドロームの問題点の1つである下肢筋活動低下(特に足趾・足関節周囲筋など)について、姿勢を立て直す静的・動的なバランス能力と筋張力に関するMUのRecruitmentか、あるいは筋張力end-off時に不規則な発火・収束のみられるDecruitmentが関連するか否か、検討することを本研究の目的に若干知見を得たので報告する。

【方法】対象者は、平均75.9±4.3歳の高齢者24人(男性5人、女性19人)である。除外の対象は整形外科疾患、中枢性神経疾患、慢性呼吸器疾患、循環器系疾患の人とした。足趾や足関節固定筋とバランス能力の関連を測定するため、利き脚の足関節背屈筋の最大筋力(MVC)の30%MVCを3秒間で到達させ14秒間保持して3秒間で力を抜く、EnokaらのMU導出の課題を参考にDecomposition Systemで解析した。Systemは電極間距離0.5cmの5ch Array電極、サンプリング周波数10KHzである。MU解析ソフトで、筋張力発揮時Recruitmentの出現状態を測定した。身体運動の測定は、2ステップ値(%), 利き脚による開眼片脚立位(sec)に加えて、膝伸展筋力(kg), 足関節背屈筋(kg), 足趾把持力(kg), Timed up and go test(sec), Functional reach test(cm), 10m最大歩行速度(m/sec)の9項目で、いずれも2回測定し最良の値を採用した。統計解析は、MUの出現状態をRecruitmentとDecruitmentに区分し、相互相関係数(correlation coefficient; CC)数およびMU関連のCC総数を比較した。併せて2つの出現状況に対する身体運動機能も比較分析した。なお有意水準は5%とした。

【結果】足関節背屈筋の測定は、Recruitmentの不規則群15人と規則群9人に区分され、不規則群・規則群の順でMU数:30.9±9.9, 31.7±8.0, CC数:1.8±1.9, 1.9±5.7と差はなかった。しかし、MU関連のCC総数2.3±2.8, 11.4±20.9と有意差がみられた。2ステップ値:1.2±0.3, 1.3±0.2, 開眼片脚立位:23.5±9.5, 20.9±9.1であった。膝伸展筋力:20.8±6.4, 20.2±6.1, 足背屈筋力:14.2±2.5, 13.5±3.0, 足趾把持力:10.9±12.4, 9.4±5.0であった。バランス機能に関連したTimed up and go test:7.2±2.4, 7.5±3.5, Functional reach test:27.3±6.2, 28.5±7.5, 10m最大歩行速度:1.9±0.3, 20.2±70.2であった。なお、いずれの運動機能項目に有意差はみられなかった。

【結論】1964年HennemanがSize Principal関連論文でDecruitmentについて載せて以降、ほとんど報告はなかった。本研究でDecruitmentがみられたが、MU数とCC数に差がみられなかった。しかしMU関連のCC総数は、規則群で有意に多く、効率的に規則群がRecruitmentしている可能性を示唆している。一方開眼片脚立位、膝や足関節の伸展筋力、足趾把持力など筋張力発揮を必要とする項目やバランス機能の項目で差がみられなかった。このことは、高齢者の場合、MUのRecruitmentが時間的・空間的に不規則でありながらも、筋張力に無関係であることが考えられる。

O-KS-07-4**筋疲労時の不快情動における左右側頭前部領域は一次運動野と機能的同期を増加させる**藤本 昌央^{1,2)}, 大住 倫弘³⁾, 森岡 周³⁾¹⁾畿央大学大学院 健康科学研究科, ²⁾白鳳短期大学 リハビリテーション学専攻,³⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター**key words** 筋疲労・脳波コヒーレンス・疲労感**【はじめに, 目的】**

筋疲労に関連する脳領域は明らかになっている (Duinen 2010)。近年では筋疲労が生じる時の中枢神経における機能的な同期性が報告されてきているが (Jiang 2012), これらの先行研究では筋疲労の指標を筋力低下としているため, 心理的疲労に関連する中枢神経の機能的な同期性は明らかになっていない。本実験では筋疲労時に発生する疲労の知覚に注目し, その時の一次運動野との機能的な同期性について明らかにすることを目的とした。

【方法】

健康成人男女 10 名 (男性: 1 名 女性: 9 名, 平均年齢: 25.14 ± 8.45) を対象とした。本実験では握力計 (EG-210, EG-290, 酒井医療社製) を用いて等尺性収縮を行わせて, 疲労の知覚を生じさせた。脳波の測定には ActiveTwo BioSemi electrode system (BioSemi 社製) を用いた。脳波は国際 10-20 法に基づき 64 チャンネルとした。運動の強度は 40% Maximum Voluntary Contraction とした。被験者には疲労感が生じた瞬間に非利き手でボタンを押させた。さらに疲労感を有した状態のまま課題を継続させ, 被験者は疲労困憊と決断した時に自らの意志によって筋を弛緩させることで課題は終了とした。脳波解析は The EMSE Software Suite (Source Signal Imaging 社製) を用いた。脳波の周波数解析として β 波域 (14-30Hz) に注目した。課題開始直後は脳波が安定しないため 1 秒後から 5 秒間 (開始直後), 疲労を報告までの 5 秒間 (疲労前), 疲労を報告した 1 秒後から 5 秒間 (疲労直後), 課題終了までの 5 秒間 (課題終了) をそれぞれ抽出した。脳波の部位間関連性を求めるため皮質間コヒーレンス解析を用いた。脳波コヒーレンスは, 脳の領域全体のネットワークの形成と機能の統合に関する情報をもたらす。本実験では左右側頭葉と左一次運動野を関心領域として, 一次運動野との機能的な同期性について調査した。統計解析は Wilcoxon 符号順位検定を用いた。有意水準は 5% 以下とした。

【結果】

左一次運動野と右側頭領域の機能的同期性は課題終了時と開始直後と疲労直後を比較すると有意な増加を認めた ($p < 0.01$)。左一次運動野と左側頭領域は課題終了時と疲労直後を比較すると有意な増加を認めた ($p < 0.05$)。つまり, 筋疲労が蓄積して運動の終了を決定づける要因として左右側頭前部と一次運動野は機能的な同期性は強まることが示唆された。

【結論】

筋疲労が生じるまでの知覚は, 深刻な筋肉の損傷を防止するように予測された機構である。継続した運動によって早期に生じる疲労感を生み出すメカニズムを理解することは, スポーツやリハビリテーションにおけるトレーニングの運動強度の設定にとってとても重要である。

O-KS-07-5**痛みの予期が非侵害性の触覚刺激に対する脳内情報処理に与える影響**藤本 千瑛¹⁾, 大鶴 直史²⁾, 中川 慧²⁾, 弓削 類²⁾¹⁾広島大学医学部保健学科理学療法専攻,²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院 生体環境適応科学研究室**key words** 痛覚・一次体性感覚野・脳磁場計測装置**【はじめに, 目的】**

侵害受容刺激の入力は、脊髄視床路を通じ、大脳皮質に投射されることが知られている。これまでの報告で、痛みの予期が存在することで非侵害受容刺激に対しても二次体性感覚野・島・帯状回の活動が増大することが明らかになってきた。しかしながら、痛みの予期が一次体性感覚野の活動に及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。そこで本研究では、痛みの予期が非侵害性の触覚刺激に対する大脳皮質の活動に与える影響を明らかにすることを目的に、脳磁場計測装置(magnetoencephalography: 以下 MEG)を用いて検討した。

【方法】

対象は、9名(男性7名、女性2名)とした。触覚刺激には、表面刺激電極を痛覚刺激には表皮内電気刺激を用い、刺激部位は左手背の母指基節骨付近とした。実験条件は、3発の痛覚刺激の後に1発の触覚刺激を呈示するパターン条件と1から5発の痛覚刺激の後に1発の触覚刺激を呈示するランダム条件の2条件とした。すなわち、パターン条件では、触覚刺激時に触覚が呈示されることが明確に予期でき、ランダム条件ではどちらの刺激が呈示されるか予期できない条件である。上記2条件における触覚刺激に対する皮質活動を、306チャンネル全頭型MEG(Vector-view, ELEKTA Neuromag, Finland)を用いて計測した。触覚刺激の刺激強度は触覚閾値の2.5倍、痛覚刺激の刺激強度は痛覚閾値の2倍とした。刺激間隔は、2条件ともに1500msecとし、パルス幅は0.5msecの矩形波を用いた。2条件の試行順は、被験者ごとにランダムとし、加算回数は80回とした。解析には、等価電流双極子(equivalent current dipole: ECD)推定法を用い、活動源を推定した。また、計測中被験者には無音のビデオを見せ、注意の影響を除外して実験を行った。条件間の皮質内活動振幅の比較には、対応のあるt検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

各条件における触覚刺激に対し、明瞭な皮質活動が記録された。ECD推定により、活動源は刺激対側の一次、二次体性感覚野に推定された。一次体性感覚野において、ランダム条件ではパターン条件と比較し有意に活動振幅が増大した。一方で、二次体性感覚野ではランダム条件とパターン条件の間において有意な差は認められなかった。

【結論】

本研究では、ランダム条件において、非侵害性の触覚刺激に対する一次体性感覚野の活動が有意に増大した。このことは、痛覚刺激が呈示される予期が高い場合、一次体性感覚野の興奮性が増大することを示している。また本研究では、刺激に注意を払わない条件下で実験を行っているため、痛みのタイミングは自動的に予期され、皮質活動に影響を及ぼすことを示唆している。

O-KS-07-6**初期視覚認知における気づきの神経基盤の解明
高密度脳波計を用いた事象関連電位研究**高宮 尚美^{1,2)}, 緒方 勝也²⁾, 前川 敏彦²⁾, 沖田 一彦¹⁾, 飛松 省三²⁾¹⁾県立広島大学保健福祉学部理学療法学科, ²⁾九州大学大学院医学研究院脳神経病研究施設臨床神経生理**key words** 気づき・視覚・事象関連電位**【はじめに, 目的】**

リハビリテーション治療に難渋することの多い半側空間無視 (unilateral spatial neglect, USN) には, 注意障害のみならず気づきの障害が関連することが, 近年指摘されている。リハビリテーション治療は運動学習過程と言い換えられるが, USN 患者だけに限定されたものではなく, 気づきはその運動学習効果に影響を与えられ考えられる。また, USN を代表とする「気づき」の障害の多くが右半球損傷で生じることはよく知られている。そこで本研究では, 気づきの神経基盤の基礎研究として, ①初期視覚領域における「気づき」の神経基盤の時系列的, 空間的な流れを検証すること, ②半球間機能差について事象関連電位 (event-related potential, ERP) で解明すること, を目的とする。

【方法】

対象は 20 歳以上の右利きで健常な男女 18 名である。刺激画像はヒトの顔もしくは物体の写真を左右半視野に提示した。後方マスク法を利用した気づきを伴わない識閾下 (サブリミナル) 刺激 (17-ms) および意識上刺激 (300-ms) をモニター上に提示した際の ERP を, 高密度脳波計 (128-ch EEG) で記録した。解析対象は左右後頭部の P100, および左右側頭後頭部の N170 とした。

【結果】

サブリミナル刺激では, P100 は同定可能であったが, N170 は同定できなかった。また, P100 振幅・潜時について刺激種類, 刺激視野, 半球間に統計学的有意差は認められなかった。一方, 意識上刺激では P100 振幅の半球間に主効果 ($p < 0.0001$) が認められたが, 刺激種類に有意差はなかった。また, 刺激対側半球の N170 振幅の主効果は刺激視野 ($p = 0.0001$), 刺激種類 ($p < 0.0001$), 交互作用は刺激視野と刺激種類 ($p = 0.01$) に認められ, 左視野顔刺激に対する対側右半球の N170 振幅が有意に大きかった。

【結論】

P100 成分は一次視覚野 (V1) の脳活動を反映すると考えられている。結果より, 気づきの有無に関わらず視覚情報は V1 へ入力していることが確認された。しかし, 左右半視野に提示した刺激を視覚路に準じて対側半球に情報伝達していることが確認されたのは, 意識上知覚でのみであった。

一方, N170 成分は紡錘状回顔領域 (fusiform face area, FFA) 近傍後側頭溝に由来すると考えられているが, サブリミナル知覚では同定不能であり, 意識上刺激でのみ誘発された。また, 左視野提示時の右 N170 振幅が最大であったことから, ヒトの顔に対する意識上知覚における右 V1 から右 FFA への経路の機能的な重要性が明らかとなった。以上のことから, 気づきの有無によってヒトの顔の視覚認知処理経路が異なることが示唆された。

O-KS-15-1**大殿筋促通後の腹臥位股関節伸展運動における筋活動開始時間の変化の検討**

森 健太郎¹⁾, 松村 純¹⁾, 宮地 諒¹⁾, 山川 友和¹⁾, 田中 有花¹⁾, 藤井 亮介¹⁾, 清水 砂希¹⁾,
西 祐生¹⁾, 中野 希亮¹⁾, 米倉 佐恵¹⁾, 出口美由樹¹⁾, 原 淳子¹⁾, 荒木 茂²⁾

¹⁾石川県済生会金沢病院リハビリテーション部, ²⁾石川県立いしかわ特別支援学校

key words 股関節伸展・大殿筋・筋活動開始時間

【はじめに, 目的】

健常者を対象とした腹臥位股関節伸展運動(Prone Hip Extension: 以下, PHE)での筋活動の開始時間を調査した先行研究では一致した結果が得られておらず, 多様性があることが示唆されている。しかしながら PHE は腰椎骨盤帯の安定性の評価や, 患者がよく使う運動のパターンを判断するための指標として用いられている。そして PHE 時の腰部の伸展や骨盤前傾を生む胸腰部脊柱起立筋群の過剰な活動や, 大殿筋の活動遅延は腰椎に過剰なストレスを起すといわれている。臨床上, 運動時の活動遅延の修正のため単関節での分離した運動による大殿筋の促通が行われることがある。そのため今回, 大殿筋の促通と等尺性の運動を比較し筋活動開始時間の変化があるかを検討した。

【方法】

対象は健常男性 18 名(平均年齢 30.6±5.3 歳, 身長 172.8±5.6cm, 体重 63.9±5.8kg)とした。被験者を腹臥位股関節伸展最終域で等尺性に維持するトレーニングを行う群(以下, 等尺性運動群)と, 腹臥位膝屈曲位で股関節伸展し大殿筋を促通するトレーニングを行う群(以下, 促通群)にランダムに分けた。測定課題は PHE とし, トレーニング前後で測定を行った。測定肢位は両上肢体側で, 足部はベッド端から出した腹臥位とした。被験者は測定開始時に発信される信号音が聞こえたら可能な限り早く, 膝を伸展したまま股関節の伸展を実施し, その際の筋活動を測定した。測定肢は非効き足とし, 測定は 3 回行った。筋活動の測定は表面筋電計 VitalRecorder2 (キッセイコムテック社製)を用い, サンプリング周波数は 1000Hz とした。被験筋は両側の脊柱起立筋(以下 ES), 股関節伸展側の大殿筋(以下 GM), 半腱様筋(以下 ST), 大腿二頭筋(以下 BF)とした。筋活動開始時間の決定は, 安静時振幅の最大値±2×標準偏差値を超える点とし, データ分析は, 3 回の測定結果の平均値を代表値とした。各筋の活動開始時間と BF の活動開始時間の相対的な差を算出した(各筋の活動開始時間-BF の活動開始時間)。統計処理は二元配置分散分析を行い, 下位検定には Tukey の多重比較検定を実施し, 危険率は 1% 未満とした。

【結果】

GM の相対的筋活動開始時間は等尺性運動群でトレーニング前後に有意な差は見られなかったが, 促通群では等尺性運動群と比較し有意に早い活動を示した。また促通群において両側の ES, ST に対して GM が促通後のみ有意に早く活動した。

【結論】

股関節伸展最終域での等尺性のトレーニングでは筋活動開始時間の変化はないが, GM のみ促通を行うと PHE 時に GM の筋活動開始時間が早まることが示唆された。腰痛や股関節前面に痛みをもつ患者では GM の活動開始が遅れるといった報告もあり, 今後は患者を対象として GM の促通後, 筋活動開始時間に変化がみられるかを検討することが必要である。

O-KS-15-2**股関節屈曲トルク増加に伴う股関節屈筋群の筋活動の変化**近藤 勇太¹⁾, 建内 宏重¹⁾, 水上 優²⁾, 坪山 直生¹⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法学専攻**key words** 表面筋電図・股関節・腸腰筋**【はじめに, 目的】**

腸腰筋は股関節屈曲の主動作筋だが, 下肢疾患患者では特異的に筋機能が低下することが多く, 選択的トレーニングが求められる。これまで選択的トレーニングに関する研究は運動方向に関しての検討が主だったが, 他関節において, 負荷量を上げた際に各筋の筋活動は一様に増加しないという報告がある。股関節も同様の傾向があると考えられ, 選択的な腸腰筋のトレーニング法を検討するには運動方向だけでなく, 股関節屈曲トルク増加に伴う各股関節屈筋の筋活動の変化も検討する必要がある。また近年, 表面筋電図で腸腰筋の筋活動が測定可能との報告があり, 非侵襲的に筋活動の測定が可能となった。本研究の目的は, 股関節屈曲トルク増加に伴い各股関節屈筋の筋活動・筋活動比がどのように変化するか明らかにすることである。

【方法】

対象は健常成人男性 17 名とした。課題は等尺性股関節屈曲運動とし, 測定肢位は両膝より遠位をベッドから下垂した背臥位とした(股関節内外転・内外旋中間位)。測定筋は利き脚の腸腰筋(IL)・大腿直筋(RF)・大腿筋膜張筋(TFL)・縫工筋(SA)・長内転筋(AL)の 5 筋とした。IL の電極貼付部位は鼠径靭帯の遠位 3cm とし, 超音波診断装置(フクダ電子製)で筋腹の位置を確認し電極を貼付した(電極間距離 12mm)。筋活動の測定は筋電図計測装置(Noraxon 社製)を用いた。各筋の最大筋活動を測定した後, 大腿遠位に徒手筋力計(酒井医療製)を設置し, ベルトで大腿を含め固定した。最初に最大股関節屈曲トルクを測定し, その 10%, 20%, 30%, 40%, 50%MVC を発揮した際の 3 秒間の各筋の筋活動を記録した。各筋の 3 試行の平均筋活動を最大筋活動で正規化した値(%筋活動)と, 各筋の%筋活動を 5 筋の%筋活動の総和で除した筋活動比を解析に用いた。統計解析は, 一元配置分散分析および Bonferroni 法を用いて 10%, 20%, 30%, 40%, 50%MVC でのトルク発揮時の各筋の筋活動と筋活動比を比較した。

【結果】

IL・TFL の%筋活動は 10% (25.0・9.3: 平均値) に対し 20% (31.5・12.4), 20% に対し 30% (37.4・16.1) で有意に増加したが, 30% と 40% (43.5・19.4), 40% と 50% (48.9・22.6) は有意差が無かった。一方 RF は 10% (6.5) に対し 20% (10.6), 20% に対し 30% (17.0), 30% に対し 40% (22.6) で有意に増加したが, 40% と 50% (25.4) は有意差が無かった。SA・AL は 50% まで有意に%筋活動が増加した。また IL の筋活動比は 10% (0.37) が 20% (0.32) 以外と比べ有意に高値となり, 20% が 30% (0.30) 以外と比べ有意に高値となった。RF・TFL・SA の筋活動比には有意差が無く, AL は 10% (0.11) がそれ以外と比べ有意に低値となった。

【結論】

本研究の結果, 股関節屈曲トルクが低負荷から中等度の負荷まで増加する場合, SA や AL は線形に筋活動が増加するが, IL や TFL は比較的低負荷の範囲しか筋活動が増加せず, また IL の筋活動比は低負荷であるほど高い値を示した。本研究結果は, 腸腰筋トレーニングを実施する際に有用な知見である。

O-KS-15-3**ハムストリングスと大殿筋における異なる膝関節角度での筋張力と筋活動の関連
受動的・能動的筋張力と筋活動の協調関係**

本村 芳樹, 建内 宏重, 清水 巖郎, 加藤 丈博, 近藤 勇太, 市橋 則明

京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻

key words 大殿筋・ハムストリングス・筋張力**【はじめに, 目的】**

通常, 受動的張力が生じる伸長位に比べ短縮位では筋張力が低下し筋力発揮には不利である。短縮位で同じトルクを発揮するには, 神経的な筋活動増加による能動的筋張力の増加, もしくは共同筋での代償的な筋張力の増加が考えられる。従来, 運動時の筋力の比較は筋活動の増加を指標に評価されてきたが, 関節角度が変化すると受動的張力も変化するため, 筋活動のみでの筋力の比較は困難であった。そこで, 股伸展運動を対象に, 異なる膝屈曲角度の条件下でハムストリングスと大殿筋の筋張力および筋活動を分析し, 同じトルクを発揮するために両筋がどのように制御されているかを検証した。

【方法】

対象は, 健康成人男性 20 名とした (年齢 23.0 ± 2.4 歳)。測定肢位は, 腹臥位で骨盤をベルトで固定し右下肢のみベッドから下垂させた肢位 (右股 45° 屈曲位) で, 膝屈曲 10° 位と 80° 位の 2 条件とした。この 2 条件では, 膝および股関節中心から下腿重心線までの距離が同じとなり, 負荷量が一定であればトルクが一定になる。課題は, 2 条件における股・膝関節を他動保持した時 (rest: 筋電図で活動がないことを確認), 自動保持した時 (active), 3kg の重錘を下腿遠位に付けて自動保持した時 (3kg) の負荷量 3 条件での計 6 課題とした。測定筋は, 右側の大殿筋上部線維 (UGM), 大殿筋下部線維 (LGM), 大腿二頭筋長頭 (BF) とした。筋張力の測定には Super Sonic Imagine 社製超音波診断装置のせん断波エラストグラフィ機能を用い, 各課題中の弾性率を指標として用いた。筋活動の測定には Noraxon 社製表面筋電計を用い, 各課題中の安定した 3 秒間の平均筋活動を求め, 各筋の最大等尺性収縮時の筋活動で正規化した。大殿筋は UGM と LGM を平均した Gmax として算出した。筋張力, 筋活動ともに 3 試行の平均値を解析に用いた。統計解析は, Gmax と BF の 2 筋における, 筋張力について全 6 課題で, 筋活動について rest 課題を除いた 4 課題で, 膝角度, 負荷量の 2 要因の反復測定二元配置分散分析および Bonferroni 補正による多重比較を行った。有意水準は 5% とした。

【結果】

Gmax の筋張力・筋活動は, 膝角度の影響はなく負荷量の増加に伴い増加した。一方, BF の筋張力では交互作用を認め, rest では膝屈曲 10° 位が 80° 位より有意に高く, active, 3kg では膝角度の違いによる差は認めなかった。しかし, BF の筋活動は, 負荷量の増加による増加とともに, 膝屈曲 80° 位が 10° 位より有意に増加した。

【結論】

BF は膝屈曲 10° 位よりも 80° 位で受動的張力が低下し, 代償的に筋活動は膝屈曲 10° 位よりも 80° 位で増加した。結果として運動時の筋張力は両膝関節肢位で差がなかった。そのため, Gmax は膝関節角度によらず一定の筋張力を発揮していた。関節角度に応じて受動的張力を含む筋張力が外的負荷に対し一定となるように, 神経学的に筋活動が調節されている可能性が示唆された。

O-KS-15-4**健常成人男性における片脚立位時の骨盤への抵抗に対する中殿筋各線維の活動の筋電図を使用した比較**遠藤 敦士¹⁾, 今田 康大^{1,2)}, 見供 翔^{3,4)}, 竹井 仁⁵⁾¹⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法科学域 博士前期課程, ²⁾目白整形外科内科,³⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法科学域 博士後期課程,⁴⁾河北総合病院 リハビリテーション科, ⁵⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法科学域**key words** 中殿筋・表面筋電図・片脚立位**【はじめに, 目的】**

中殿筋は股関節外転運動の動筋だが, 3つの独立した解剖的で機能的な線維(前部線維・中部線維・後部線維)に分類される。先行研究ではこれらを選択的に評価・トレーニングすることが効果的な理学療法に必要と述べられているが, その効果を荷重位で検討された報告は少ない。そこで今回の目的は, 荷重位での中殿筋各線維の機能的な働きを明らかにすることとした。

【方法】

対象は整形外科疾患の既往のない健常成人男性13名で, 平均年齢25.8(24-32)歳, 身長と体重の平均値(標準偏差)は169.5(4.7)cm, 63.0(7.3)kgであった。運動課題は両股関節中間位, 右膝関節90°屈曲位の左片脚立位での右側骨盤への抵抗に対する保持とした。骨盤への抵抗はベルトにて, 被験者の骨盤とプーリー(Lojer社製)を接続し, 20Nで5秒間牽引することで行った。骨盤への抵抗方向は支持側股関節の運動方向に拮抗するよう設定し, 外転, 外旋, 内旋, 外転かつ外旋, 外転かつ内旋, 抵抗なしの6条件とした。被検筋は左側の中殿筋前部線維・中部線維・後部線維とした。筋活動の測定には多チャンネルテレメータシステムWEB1000(日本光電社製)を使用した。運動課題前に股関節外転運動の最大随意収縮(Maximum Voluntary Contraction: MVC)時の筋電積分値を測定し, 運動課題時の筋電積分値はMVC時の筋電積分値を100%として正規化した(%MVC)。統計処理は各線維と運動方向の2要因で反復測定二元配置分散分析を行い, 単純主効果および, 主効果の検定は一元配置分散分析および, Tukeyの多重比較を行った。全ての統計で有意水準は5%とした。

【結果】

二元配置分散分析の結果, 各線維と運動方向に交互作用が見られた。単純主効果の検定の結果, %MVCの平均値(標準偏差)は, 運動方向では, 内旋条件で前部線維が42.7(19.8)%で, 後部線維の20.1(13.5)%より有意に高値を示した。各線維に関しては, 前部線維における内旋条件が42.7(19.8)%で, 外旋条件12.1(4.4)%, 外転かつ外旋条件17.1(11.5)%, 抵抗なし24.1(10.9)%と比較し有意に高値を示した。また中部線維における内旋条件は32.7(18.4)%であり, 外旋条件13.9(7.7)%と比較し有意に高値を示した。

【結論】

今回の結果より, 荷重位においても中殿筋の各線維は運動方向により活動が異なることが示された。特に前部線維と中部線維はともに, 外旋運動よりも内旋運動時に活動が増加したため, 荷重位においても股関節の強い内旋作用を有していることが示された。一方後部線維についてはどの運動方向においても活動の増加は見られなかった。非荷重位での先行研究では, 後部線維は外旋運動と比較して, 内旋運動で有意な活動の増加を示したとの報告(Dwyer2011)もあるが, 荷重位では異なる結果となった。このことから後部線維は, 股関節中間位の荷重位では関節運動には作用せず, 運動方向によらず関節を固定する作用を持つ可能性が示された。

O-KS-15-5**超音波エラストグラフィを用いた中殿筋後部線維の活動状態評価
片脚立位時における股関節回旋肢位が及ぼす影響について**林 友則¹⁾, 平野 和宏¹⁾, 中山 恭秀²⁾, 佐藤 信一³⁾¹⁾東京慈恵会医科大学葛飾医療センターリハビリテーション科,²⁾東京慈恵会医科大学附属第三病院リハビリテーション科,³⁾東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科**key words** 超音波エラストグラフィ・片脚立位・中殿筋

【はじめに, 目的】中殿筋後部線維(以下, 後部線維)は, 歩行立脚期の骨盤安定化に作用していると報告され, 近年その評価, トレーニングを行う事の重要性が述べられている。また, 針筋電図を用いた先行研究にて, 股関節中間位における片脚立位では中殿筋前部・中部線維よりも後部線維の筋活動量が高くなる事が報告されている。しかし, 後部線維が股関節のどの肢位において効果的にトレーニング出来るのかは明確となっていない。そこで今回, 身体への侵襲が少なく簡便な評価が可能な超音波エラストグラフィを用い, 片脚立位時における股関節回旋肢位(以下, 回旋肢位)の違いが後部線維の筋硬増加率(以下, 筋硬増加率)に及ぼす影響を検討した。

【方法】対象は既往のない健常男性 16 名(年齢 25.1 ± 1.6 歳)の左下肢とし, 測定機器は超音波診断装置(TOSHIBA 社製, APLIO 500 TUS-A500)の剪断波エラストグラフィ機能を用いた。測定箇所は先行研究を参考とし, 上後腸骨棘と大転子を結ぶ線の 50% の箇所に自作の固定具を用いてプローブを固定し, 画面上にて後部線維を同定した。運動課題は股関節中間・外旋・内旋位での安静立位と片脚立位とし, それぞれの肢位にて計測された剪断速度より, 安静立位に対する片脚立位時の筋硬増加率を算出した。検討課題は, 被験者 16 名(以下, 全体群), 全体群の中で筋硬増加率が平均値よりも低かった群 9 名(以下, 筋硬下位群), 平均値よりも高かった群 7 名(以下, 筋硬上位群)の 3 群において, 中間・外旋・内旋位の筋硬増加率を比較した。統計学的解析は SPSS ver.19 を使用し, 一元配置分散分析, 多重比較には Tukey 法を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】筋硬増加率は全体群において中間位 $71.5 \pm 38.0\%$, 外旋位 $72.6 \pm 35.8\%$, 内旋位 $96.5 \pm 39.6\%$ であり有意差を認めなかった。筋硬下位群では中間位 $48.3 \pm 20.0\%$, 外旋位 $50.2 \pm 15.9\%$, 内旋位 $73.2 \pm 18.7\%$ であり内旋位は中間・外旋位よりも有意に高値を示した。筋硬上位群では中間位 $108.2 \pm 48.3\%$, 外旋位 $108.5 \pm 50.2\%$, 内旋位 $135.4 \pm 73.2\%$ であり有意差を認めなかった。

【結論】本研究の結果より, 筋硬下位群において筋硬増加率は内旋位にて最も高値となる事が示された。このことから, 片脚立位が困難な症例や跛行を認める症例などに対する後部線維のトレーニングとしては内旋位が適していると考えられる。そして, 全体群と筋硬上位群では有意差は認めなかったが, 筋硬下位群と同様に内旋位にて筋硬増加率が高まる傾向を認めた。先行研究より筋硬度と筋力・筋の発揮張力は比例する事が報告されており, 内旋位によって後部線維が適度に伸張された結果, 筋の長さ-張力の関係より筋張力が発揮しやすい状況になったと考える。現在までに回旋肢位に着目した片脚立位における後部線維の活動報告はなく, 回旋肢位が筋活動に及ぼす影響を知る事は, 歩行評価や理学療法プログラムの立案の際に有意義な情報になると思われる。

O-KS-15-6**変形性股関節症患者における股関節脱臼は股関節周囲筋と股関節外転トルクと関連する**

南角 学¹⁾, 島村 那奈¹⁾, 村尾 昌信¹⁾, 濱田 涼太²⁾, 黒田 隆²⁾, 池口 良輔¹⁾, 後藤 公志²⁾,
松田 秀一²⁾

¹⁾京都大学医学部附属病院 リハビリテーション部, ²⁾京都大学医学部整形外科

key words 変形性股関節症・筋萎縮・股関節外転トルク

【はじめに, 目的】変形性股関節症(以下, 股 OA)患者の股関節正面の X 線画像から得られる有用な情報として股関節脱臼が挙げられる。股関節脱臼は大腿骨と臼蓋の構造的な破綻の原因となるとともに股関節の安定性に関わるその他の因子の機能にも影響を及ぼすと考えられ, これらを考慮しながら理学療法を実践することが重要である。しかし, 股 OA 患者の股関節脱臼と股関節の安定化機構に関わる股関節周囲筋や股関節外転トルクとの関連性を検討した報告は見当たらない。本研究の目的は, 股 OA 患者の股関節脱臼が股関節機能に与える影響を明らかとすることである。

【方法】片側の進行期または末期の股 OA 患者 65 名(年齢 62.8 ± 9.5 歳, 男性 8 名, 女性 57 名)を対象とした。当院整形外科医の処方により撮影された股関節正面の X 線画像と CT 画像から股関節脱臼の指標である Crowe の分類と股関節周囲筋の筋断面積を算出した。股関節周囲筋の筋断面積の測定は, 仙腸関節最下端での水平断における CT 画像を採用し, 画像解析ソフト(TeraRecon 社製)を用いた。対象は梨状筋, 腸腰筋, 中殿筋, 大殿筋とし, 得られた筋断面積から患健比 $\times 100\%$ を算出した。また, 徒手筋力計(日本 MEDIX 社製)を用いて等尺性の股関節外転運動時の関節トルクを測定し, 得られた値から患健比 $\times 100\%$ を算出した。その他の機能の評価として, Timed up and go test(以下, TUG)を行った。さらに, Crowe の type 分類により群分けをし, 各 type 間での測定項目の比較には一元配置分散分析と Tukey の多重比較を用い, 統計学的有意水準は 5% とした。

【結果】Crowe 分類は type0 が 33 名, typeI が 19 名, typeII が 13 名であり, 年齢, 性別, BMI については type 間で有意差を認めなかった。多重比較の結果, 中殿筋(type0: $82.1 \pm 11.4\%$, typeI: $72.0 \pm 10.8\%$, typeII: $50.4 \pm 9.5\%$)と腸腰筋(type0: $79.7 \pm 13.7\%$, typeI: $61.5 \pm 9.1\%$, typeII: $44.9 \pm 7.5\%$)と梨状筋(type0: $81.5 \pm 11.3\%$, typeI: $64.7 \pm 14.0\%$, typeII: $55.8 \pm 8.7\%$)については, 各 type 間で有意差を認めた。また, 股関節外転トルクは, type0 が $79.5 \pm 15.8\%$, typeI が $76.6 \pm 13.0\%$, typeII が $66.2 \pm 15.6\%$ であり, type0 と比較して typeIII が有意に低い値を示した。一方, 大殿筋と TUG-test については各 type 間で有意差を認めなかった。

【結論】本研究の結果より, 関節変性に伴い股関節脱臼が進んでいる股 OA 患者では, 歩行能力よりも股関節の安定性に関わる中殿筋, 腸腰筋, 梨状筋に顕著な筋萎縮を認めるとともに股関節外転トルクの低下もみられた。以上から, 股関節脱臼が顕著な症例では筋の作用による大腿骨と臼蓋の安定化が欠如するとともに股関節外転トルクも低下していることから, これらを考慮した介入が必要であると考えられた。

O-KS-08-1**バランスボード上における姿勢制御の順応効果について**

萬井 太規¹⁾, 長谷川直哉²⁾, 武田 賢太²⁾, 佐久間 萌²⁾, 伊吹 愛梨²⁾, 石川 啓太²⁾,
Hsiao Shi-Fen³⁾, 浅賀 忠義¹⁾

¹⁾北海道大学大学院保健科学研究院, ²⁾北海道大学大学院保健科学院,

³⁾College of Health Sciences, Kaohsiung Medical University

key words バランスボード・姿勢制御・順応

【はじめに, 目的】

静的バランスは、支持基底面 (Base of support : BOS) 内に体重心 (Body's center of mass : COM) を保持する中枢神経系の能力に依存する。理学療法場面では、BOS が狭い底部が円上のバランスボードを用いたバランス練習がよく行われる。しかしながら、このような BOS が狭く固定されていない不安定な状況下の姿勢制御の順応効果については十分に知られていない。BOS が狭く固定された床面動揺では、股関節戦略が増強することは周知されている (Horak and Nashner, 1986)。しかしながら、この状況は底部が固定されているため足関節戦略が制約されていた可能性が高い。BOS が狭く不規則に動く条件下では、多関節の戦略が用いられることが推察される (Ooteghem, et al., 2009)。従って、本研究の目的は非固定狭小 BOS を用いたバランス練習の姿勢制御の順応効果を検証することだった。本研究の結果は、バランス能力の低下者と比較検討するための基礎的資料となる。

【方法】

対象は、健常若年者 13 名 (男性 7 名, 22.7 ± 1.3 歳) だった。矢状面の下肢関節角度 (Range of motion : ROM), COM, および足圧中心点 (Center of pressure : COP) を算出するために、三次元動作解析システムと床反力計を用いた。矢状方向のみ不安定となる底部が円上のバランスボード (幅 30cm, 長さ 50cm, 底部半径 6cm) を床反力計上に設置した。対象者はボード上に立ち、横に置かれた支持棒を把持した。対象者はできるだけ安定して長く保つように指された。対象者が支持棒を離した後記録を開始し、開始からボード端が床に接地するまでを保持時間とした。各対象者、90 秒以上保持できるまで実施した。姿勢安定性は、安定性限界 (Margin of stability : MOS, Hof, et al., 2005) を指標とし、姿勢戦略は、COP と COM 間の距離 (COP-COM 間距離), ROM, および COP 動揺の中央値周波数 (Median power frequency : MPF) を用いて検証した。1 回目の施行 (練習前) と 90 秒以上保持出来た最後の施行 (練習後) を対応のある t 検定を用いて比較した。危険率は 5% とした。

【結果】

対象者が 90 秒以上保持できるまでに要した平均施行数は、 11.3 ± 6.4 回であった。平均保持時間は練習後有意に延長した (練習前 : 29.5 ± 33.6 秒, 練習後 : 129.9 ± 39.2 秒) ($p < 0.01$)。MOS, COP-COM 間距離, および MPF は、練習後に有意に低下した ($p < 0.05$)。一方、ROM はいずれの関節も練習前後に有意差はなかった ($p > 0.05$)。

【結論】

姿勢安定性の向上は、保持時間の延長および MOS の低下によって示された。その要因として、COP 動揺の中央値周波数の低下と COP-COM 間距離の低下から、Feedforward 制御が優位となり (Duarte and Zatsiorsky, 2002), また、COM の位置に対して COP を近づける能力が増強されたことが示唆される (Bhatt, et al., 2006)。一方、いずれの関節も有意差がなかったことから、単一の関節戦略ではなく多関節が協調的に運動する Multi-segment strategy が増強されたためと考えられる。

O-KS-08-2**足関節背屈刺激の繰り返しによる機能的伸張反射の抑制効果と身体動揺への影響**齊藤 展士¹⁾, 片田 優司²⁾, 鈴木 雄貴³⁾, 笠原 敏史¹⁾, 山中 正紀¹⁾¹⁾北海道大学 大学院保健科学研究院 機能回復学分野,²⁾北海道大学 医学部保健学科 理学療法学専攻, ³⁾北海道大学 大学院保健科学院**key words** 姿勢制御・機能的伸張反射・筋活動**【はじめに, 目的】**

立位において足関節が背屈する方向に急に床面が傾斜すると、下腿三頭筋が伸張され、傾斜後 100-120ms のタイミングで下腿三頭筋に急激な収縮が起こる (Melvill & Watt, 1971)。これは機能的伸張反射と呼ばれ、この反射により身体は大きく後方に動揺する。しかしながら、この足関節背屈方向への床面傾斜を数試行繰り返すだけで機能的伸張反射は抑制されることが知られており、後方への身体動揺も減少する (Nashner, 1976)。筋緊張の異常を呈する疾患では機能的伸張反射が亢進し転倒の危険性が高まる恐れがあるため、この反射を抑制し、その抑制を持続させる必要がある。そこで今回、我々は床面を傾斜させることで足関節背屈刺激を与え、その刺激の繰り返しによる機能的伸張反射の抑制効果と身体動揺への影響を調べた。

【方法】

研究趣旨に同意し、神経学的、及び整形外科的既往のない健常成人 15 名 (22±1 歳) を対象とした。被験者は足関節軸に合わせて背屈方向に傾斜する床面に立ち、傾斜に対してできるだけ動揺しないよう要求された。傾斜は水平位から振幅 10°, 角速度 10°/sec で台形波状に与えられた。傾斜はプレテストとして 10 試行、適応テストとして 100 試行、ポストテストとして 10 分後と 30 分後に 10 試行ずつ繰り返された。腓腹筋の積分筋活動量と三次元動作解析装置 (Motion analysis 社製) により記録した体重心の移動距離を算出した。床面が傾斜した直後の腓腹筋活動量 (0-250ms) と体重心の最大移動距離についてプレテストと各テストにおける 10 試行の平均値を比較した。統計検定として反復測定一元配置分散分析と多重比較 (Bonferroni) を行った。危険率は 5% とした。

【結果】

プレテストにおいて出現した腓腹筋の機能的伸張反射は足関節背屈刺激の繰り返しにより全ての被験者で有意に抑制され消失した (0.49 ± 0.12 vs 0.16 ± 0.08 , $p < 0.01$)。また、その抑制効果は 10 分後 (0.24 ± 0.09 , $p < 0.01$) と 30 分後 (0.28 ± 0.12 , $p < 0.01$) も持続した。体重心の動揺距離は有意に減少した (41.8 ± 11.2 mm vs 26.6 ± 8.3 mm, $p < 0.01$)。その減少は 10 分後 (30.1 ± 10.6 mm, $p < 0.01$) と 30 分後 (28.4 ± 8.7 mm, $p < 0.01$) も保持された。

【結論】

床面を傾斜させ足関節背屈刺激を繰り返し与えることにより機能的伸張反射は抑制され、少なくとも 30 分間は抑制効果が持続した。この結果は、反射レベルの筋活動においても適切な刺激の繰り返しにより抑制の適応が起こること、その抑制を持続させることが可能であることを示唆している。また、このような筋活動の抑制の持続により身体動揺が減少し、姿勢の安定性が向上すると考える。本研究を発展させ、適切な繰り返しの回数や刺激強度を調べて機能的伸張反射抑制の持続効果を高めることは、機能的伸張反射が亢進した患者の転倒防止に役立つであろうし、将来のリハビリテーションにとって重要と考える。

O-KS-08-3**Passive cycling が脊髄反射経路と神経反応時間に及ぼす影響**小島 謙一¹⁾, 橋本 聡^{1,2)}, 大塚 裕之^{1,3)}, 吉田 晋^{1,3)}¹⁾北海道医療大学大学院リハビリテーション科学研究科, ²⁾社会医療法人考仁会星が浦病院,³⁾北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科**key words** Passive cycling ・ H反射 ・ 神経反応時間**【はじめに, 目的】**

近年, 低体力者に対するモーター付電動自転車を用いた passive cycling による介入効果が幾つか報告されている。しかし, ヒトにおける passive cycling による機能改善メカニズムの詳細は未だ不明である。一方で短時間の安静臥床により脊髄反射経路の興奮性が低下するとの報告があり, passive cycling により脊髄反射経路の興奮性を維持, あるいは向上できれば, passive cycling の効果を解明する一助と成り得る。そこで, 本研究では安静臥床条件と臥位での passive cycling 介入前後の reaction time (RT) および H 反射を比較し, パフォーマンス, 脊髄反射経路の興奮性に与える影響について検討した。

【方法】

対象は健康人男性ボランティア 14 名。介入は 1 時間の安静臥床及び仰臥位で電動サイクルマシンを用いた 60rpm の passive cycling をそれぞれ別日に実施した。

RT の測定はランダムな間隔 (3-10 秒) で呈示される音刺激後, 素早く右足関節底屈運動を実施し, 音刺激から右ヒラメ筋の筋電図出現までの時間を計測した。

H 波は右脛骨神経を 0.2Hz で電気刺激し, 右ヒラメ筋より導出した。刺激強度を徐々に上げ, リクルートメントカーブを描き, M 波の最大振幅値 (M max) に対する H 波の最大振幅値 (H max) の比 (H/M max) を算出し, 各課題間及び介入前後での H/M max を比較検討した。RT は Friedman 検定を, H/M max は介入前後×安静臥床・passive cycling 間について 2×2 の繰り返しのある二元配置分散分析および事後検定としてボンフェローニの方法を用いて検証した。全ての検定における有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

RT は安静臥床前 160.6 ± 6.9 ms (平均値 ± 標準誤差), 安静臥床後 161.2 ± 7.4 ms, passive cycling 前 152.5 ± 6.2 ms, passive cycling 後 156.0 ± 8.7 ms で, 安静臥床, passive cycling 共に介入前後で有意差を認めなかった ($p=0.543$)。

H/M max は安静臥床前 $54.36 \pm 3.67\%$, 安静臥床後 $47.11 \pm 4.06\%$, passive cycling 前 55.38 ± 4.20 , passive cycling 後 53.41 ± 4.15 で, H/M max は安静臥床により低下したが, passive cycling 後では変化しなかった。統計解析の結果, 課題前後にのみ有意な主効果 ($F=15.84$, $p=0.002$) を認めた。ボンフェローニの方法を用いた事後検定において, 安静臥床前後及び安静臥床後×passive cycling 後間に有意差を認めた ($p=0.005$, $p=0.025$)。

【結論】

本研究により, passive cycling による介入は運動パフォーマンスを即時的に改善するには至らなかったが, 短時間安静による脊髄反射経路の興奮性低下を抑制できることが示唆された。この変化は, passive cycling による運動感知情報の入力が安静による末梢からの感覚入力減少を抑制及び上位中枢から脊髄運動ニューロンへの入力減少を抑制したことにより生じた可能性が考えられた。Passive cycling による介入により, 加齢性の脊髄反射経路の興奮性低下を予防することができる可能性が考えられた。

O-KS-08-4**外乱負荷に対する足趾筋を含めた下肢筋群の反応順序性に関する研究**佐々木雄太¹⁾, 隈元 庸夫²⁾, 高柳 清美²⁾¹⁾医療法人社団安生会上尾二ツ宮クリニック, ²⁾公立大学法人埼玉県立大学保健医療福祉学研究所**key words** 外乱刺激・姿勢保持・足部筋**【はじめに, 目的】**

動的姿勢保持機能と足趾の筋力, 筋活動量の報告は多数みられる。また, 支持基底面の急激な移動に伴う下肢筋群の筋活動の反応順序性を検討した報告も散見されるが, 足趾筋について検討した報告は少ない。本研究は若年健常者を対象に支持基底面に対する外乱負荷における足趾筋を含めた下肢筋群の筋活動の反応順序性を明確とすることで転倒予防などにおける足趾へのアプローチの科学的根拠を得ることを目的とする。

【方法】

若年健常男性 20 名 (年齢 25.0 ± 4.5 歳, 身長 171.3 ± 6.5 cm, 体重 65.6 ± 10.9 kg, いずれも平均 \pm 標準偏差) を対象とした。外乱負荷は平衡機能評価機器 (EquiTest[®], NeuroCom 社製) における Motor Control Test を刺激として用いた。これは立位で床面が前後方向に水平移動する外乱負荷刺激装置で, 水平移動量は身長 3.1% に自動補正される。刺激に対する筋活動の反応性測定には平衡機能評価機器と同期させた表面筋電計 (Tele Myo DTS, Noraxon 社製) を用いた。前脛骨筋, 腓腹筋内側頭, 大腿直筋, 大腿二頭筋, 腹直筋, 大殿筋, 母趾外転筋, 足趾伸筋群を導出筋とした。筋電解析ソフトウェア (MyoResearch Master, Noraxon 社製) にて $10 \sim 500$ Hz のバンドパスフィルター, 心電図ノイズ低減の後, 全波整流化し波形解析した。刺激前 100ms 間の整流波形の最大値を確認。刺激後にこの値を超えた時点の潜時 (pre motor time; PMT) を筋活動の開始とした。支持基底面が後方と前方に動いた際の各筋の PMT について Holm の多重比較検定による比較検討を行い, 有意水準は 5% とした。

【結果】

床面後方移動の刺激における PMT は, 母趾外転筋が 95.0ms, 足趾伸筋群が 77.0ms, 腓腹筋が 84.0ms, 大腿二頭筋が 116.4ms, 大殿筋が 136.7ms となった。母趾外転筋と大腿二頭筋・大殿筋, 足趾伸筋群と大腿二頭筋・大殿筋, 腓腹筋と大腿二頭筋・大殿筋の間に有意な差がみられ, 足底に近い筋である母趾外転筋, 足趾伸筋群, 腓腹筋のほうが足底より遠い筋である大腿二頭筋, 大殿筋よりも早期な筋活動の反応順序性が確認された。

床面前方移動の刺激における PMT は, 母趾外転筋が 84.7ms, 足趾伸筋群が 94.7ms, 前脛骨筋が 87.4ms, 大腿直筋が 101.7ms, 腹直筋が 134.0ms となった。足趾伸筋群と腹直筋, 前脛骨筋と大腿直筋・腹直筋, 大腿直筋と腹直筋の間に有意な差がみられ, 足底に近い筋である足趾伸筋群や前脛骨筋のほうが足底より遠い筋よりも早期な筋活動の反応順序性が確認された。

【結論】

動的姿勢制御における足趾筋群の筋活動の反応順序性は前脛骨筋や腓腹筋と同様に重要である可能性が示唆された。本結果は高齢者との比較検討に繋がる基礎的な知見になると考える。

O-KS-08-5**運動戦略を他者へ教授することによる即時的な運動学習効果**川崎 翼¹⁾, 河野 正志²⁾, 兎澤 良輔¹⁾¹⁾了徳寺大学 健康科学部 理学療法学科, ²⁾村田病院 リハビリテーション科**key words** 運動学習・運動スキルの教授・他者理解

【はじめに、目的】「教えるは学ぶの半ば」ということわざがあるように、一般的に他者に対して学習した内容を教えることは、“教えた側”の理解が深まり、学習が促進されると考えられている。教育現場では座学において、この考えに則った「ティーチング学習法」という手法が存在する。我々は動作を獲得する際にも、運動スキルを他者に教授することが有益となるかもしれないと考えた。運動スキルを他者に教授することは、自身の動きを省みて理想の動きを想起するといった、運動イメージ介入としての効果が期待される(Suwa, 2008, 2009, Pulvermuller, 2005)。本研究では、運動スキルを他者に教授することの運動学習への即時効果を明らかにすることを目的とした。さらに、運動スキルを教授する他者(聞き役)との親密性が教授の効果と関連するかを明らかにすることについても併せて検討した。

【方法】参加者は若年成人 24 名(平均年齢 20.8 歳)であり、ランダムに 2 群に割り付けられた(教授群 12 名, コントロール群 12 名)。運動学習課題は、直径 5cm の 2 つの球を非利き手で回す課題とした。教授群は 3 分間球回しを練習した後、1 分間の球回し回数と落下回数が計測された。この計測後、教授群はあらかじめ定められた聞き手役に対して「どのように球回しを行ったか」について教授した。教授直後、2 分後の球回し回数と落下回数を測定した。また聞き役との親密度に関して「教授役にとって聞き役は、自身の話していることを聞き入れてくれるか」について 7 件法で測定した。一方、コントロール群は教授群と同様の課題を実施するが、教授群が聞き手役に教授している間は科学雑誌を音読した。分析は、球回し回数と落下回数について、2 要因の分散分析(教授の有無×セッション)を行った。なお、有意水準は全て 5% とした。

【結果】球回し回数においては、教授群は教授を行うことによって、直後、2 分後ともに有意に改善した($p < .01$)。また、聞き手は自身の話していることを聞き入れるかについての評定と球回し回数に有意な正の相関を認めた($p < .05$)。一方、コントロール群にはこの傾向は認めなかった。落下回数については両群ともに効果を認めなかった。

【結論】本研究の結果から、他者に運動スキルを教授することは、球回し回数に表される速さ(円滑性)に対して効果的であることが示された。教授をする際、自身の球回し運動の経験を振り返る必要があるため(Suwa, 2008, 2009)、自身の運動イメージの想起につながり、効果をもたらしたと推察した。また、教授の効果と聞き入れの評定との相関については、教授する者にとって「話を聞き入れてくれる」と考える他者へ教授する場合、どのように伝わるかといった他者理解を促し、その効果を高めると考えた。本研究は、リハビリテーション対象者が得た運動スキルを、親密度の高い家族等に話すといった行為自体が、その運動の更なる学習につながる可能性を示している。

O-KS-08-6**姿勢の正中位指向に有効な視覚的指標の検討**

坂本 恵美

大原総合病院

key words 姿勢・正中位指向・視覚的指標

【はじめに、目的】姿勢制御において、視覚的に垂直を定位することは、自己身体を外界に位置づける基礎的能力として重要である。Pusher 患者に対して、棒を用いた垂直指標による視覚的手がかりの有効性が示唆されている。しかし、垂直棒の本数や配置のどのような組み合わせが姿勢を正中位に修正しやすいかについてアライメントを定量的に調べた研究は見当たらない。そこで本研究の目的は、姿勢の正中位指向を促すために有効な、垂直棒を用いた視覚的指標を明らかにすること、視覚的指標と体性感覚との関係性を検討することである。

【方法】健常成人 30 名(男性 10 名、女性 20 名)を対象とし、非利き手側への体幹側屈 25° から 5 秒間で正中位に姿勢を変換する課題を行った。座面は水平、一側殿部をくりぬいたマット、および 10° 傾斜とし、指標は被験者から 2m 前方に配置し、垂直棒なし、1 本、2 本直列、2 本並列、3 本並列、3 本奥行きとした。測定項目は、姿勢修正後のアライメント、修正中の重心動揺とし、姿勢変換のやりやすさを数値的評価スケール(NRS)で調査した。アライメント評価の基準線として、上後腸骨棘の midpoint と床を結ぶ垂直線を正中線とし、頭頂と第 7 頸椎棘突起を結ぶ線、両肩峰を結ぶ線、両上後腸骨棘を結ぶ線との角度を算出した。重心動揺は姿勢修正中の 5 秒間の X・Y 軌跡長を測定し、修正 5 秒間に移動した変化量を算出した。各座面と指標の組み合わせごとのパラメータを比較するため Kruskal-Wallis 検定を用いた。姿勢変換のやりやすさの比較は χ^2 独立性検定を用いた。統計ソフトは R2.8.1 を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】水平座面での頭部アライメントは指標なしと比べ、2 本並列を除く全指標で有意に角度が減少した ($p < 0.05$)。マット座面では 1 本、2 本直列、3 本奥行きで有意に角度が減少した ($p < 0.01$)。傾斜座面では 2 本直列のみで有意に角度が減少した ($p < 0.05$)。骨盤アライメントは水平座面では 3 本奥行き、傾斜座面では 1 本、2 本直列で有意に角度が減少したが ($p < 0.05$)、マット座面では角度に有意な差はみられなかった。左右の動揺を表す X 軌跡長は、水平座面の 2 本直列で有意に大きくなった ($p < 0.05$)。NRS では 2 本直列はやりやすく、2 本並列はやりにくい傾向であった。

【結論】指標を提示することによって、姿勢の正中位指向が促された。頭部アライメントは重心動揺に影響し、頸部側屈位で自覚的視性垂直位が変化すると言われていることから、頭部アライメント調整は正中位の認識に影響している。そこで頭部アライメントが最も正中位に近づいた 2 本直列、3 本奥行きを用いた視覚的手がかりが、正中位指向を促すには有効であると考えられた。重心動揺の結果から、2 本を直列に並べた指標は、左右の対称的調整に有効であり、他の指標に比べ視覚と体性感覚に基づく知覚が共同して働きやすい指標と考えられた。

O-KS-16-1**外乱刺激応答時の足底内在筋活動に関する研究**牧野 諒平^{1,2)}, 西原 賢²⁾, 笠井 健治^{1,2)}, 春山幸志郎^{2,3)}, 星 文彦²⁾¹⁾埼玉県総合リハビリテーションセンター, ²⁾埼玉県立大学大学院, ³⁾国立病院機構東埼玉病院**key words** 足趾・外乱・反応時間**【はじめに, 目的】**

外乱応答時の下肢筋反応は、遠位筋から活動を開始するとされている。外乱刺激を床面後方移動とすると、外乱刺激後に腓腹筋、ハムストリングス、脊柱起立筋と順に活動開始することで、姿勢の変化に応答している。先行研究では、足関節から遠位は一つの剛体とされており、足趾の動きや足底内在筋活動に焦点を当てた研究は少ない。

理学療法分野においては、足趾把持力とバランス機能に関する研究が行われており、足趾筋力の重要性が示唆されている。しかしながら、外乱応答時の制御への関与や、他の筋活動との関係など不明な部分が多い。

本研究の目的は、外乱刺激後の足底内在筋活動を経時的に分析し、外乱応答時のバランス制御に関する新たな知見を得ることである。

【方法】

1) 対象

健康成人男女 12 名

除外基準：下肢の運動器疾患などの既往により、計測に問題が生じる者。

2) 実験装置

- ・表面筋電図計 (日本光電)
- ・平衡機能測定装置 (NeuroCom)
- ・加速度センサー

3) 実験の手順

平衡機能測定装置の床面水平移動開始(外乱刺激開始)を導出するために可動するプラットフォーム上に加速度センサーを設置した。被験者は下肢7筋に表面筋電図の電極を貼付し、転倒防止のハーネスを着用した状態で平衡機能測定装置上に立位をとった。両上肢は体側に下垂し、足部の位置は床面の規定に従い、前方の壁を注視させた。なお、足底筋の電極の床面接触を回避するために電極部をくりぬいた自作の亚克力板をプラットフォーム上に設置した。被験者には24回(前方、後方各12回)の外乱刺激に対して可能な限り姿勢を保つように指示した。

4) 測定項目

- ・表面筋電図 (短趾屈筋, 母趾外転筋, ヒラメ筋, 腓腹筋, 前脛骨筋, 大腿二頭筋, 大腿直筋)

5) 分析方法

加速度計からの導出信号と筋電図を同期させ、各筋電図データの時間正規化を行った上で整流化を行った。外乱刺激開始後500msのデータを外乱応答時の筋活動とした。外乱刺激前100msの筋活動の平均と標準偏差(以下SD)を算出した。筋電図波形を確認した上で平均+2SDを超えて持続した収縮が開始された時点を筋活動の開始とし、外乱刺激からの筋電図反応時間を算出した。12施行分の筋電図波形と筋電図反応時間を平均し、各被験者のデータとした。

反応時間の差の検定には1元配置分散分析、Tukey法を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

床面後方移動の外乱に対して、腓腹筋、ヒラメ筋、短趾屈筋、母趾外転筋は大腿二頭筋よりも有意に速く活動を開始した($p < 0.01$)。足底内在筋と下腿後面筋の反応時間に有意差は認められなかった($p > 0.05$)。床面前方移動の外乱に対して、前脛骨筋が短趾屈筋、母趾外転筋、大腿直筋よりも有意に速く活動を開始した($p < 0.01$)。

【結論】

床面後方移動の外乱において、足底内在筋は腓腹筋・ハムストリングスとともに協同収縮系としてプログラムされており、安定性維持に関与している可能性が示唆された。

O-KS-16-2**ウィンドラス機構と歩幅および理学所見の関係
～Terminal Stance における協同的作用～**宮澤 大志¹⁾, 白井 英彬¹⁾, 五味 恭佑¹⁾, 江戸 優裕²⁾¹⁾鎌倉リハビリテーション聖テレジア病院 リハビリテーション部,²⁾文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科**key words** ウィンドラス機構・歩行・理学所見**【はじめに, 目的】**

ウィンドラス機構は足部の剛性と柔軟性を制御する上で重要であるが、臨床での定量評価は難しく、簡便な方法が示されていない。そこで、本研究ではウィンドラス機構の働きを、臨床で評価可能な中足趾節関節（以下、MP 関節）の伸展に対する内側縦アーチの挙上率で定義した。その上で、他の理学所見や歩幅との関係からウィンドラス機構が破綻した症例に対する介入の糸口を見出すことを目的とした。

【方法】

対象は、健康成人 25 名（男性 12 名・女性 13 名：年齢 24.5 ± 2.1 歳・身長 164.0 ± 9.1 cm・体重 55.0 ± 10.0 kg）とし、ウィンドラス機構の定量評価と、歩幅・下肢の関節可動域（以下、ROM）および筋力の計測を行った。

ウィンドラス機構の評価は、全足趾の MP 関節の伸展 0 度に対する他動的な伸展 20 度条件における舟状骨高の変化率と定義した（以下、ウィンドラス比率）。計測肢位は端座位とし、大腿遠位部に体重の 10% の荷重をかけた。

歩幅の計測は目盛をつけた歩行路上の歩行をビデオカメラにて矢状面から撮影して判定した。ROM および筋力は、股関節屈曲・伸展・外転・内転・外旋・内旋、膝関節屈曲・伸展、足関節背屈・底屈をランダムな順に計測した。筋力は徒手筋力計 ミュータス F-1（アニマ社製）を使用し、アニマ社が規定する方法に準拠して計測した。また、筋力は 3 回計測、歩幅は 4 回計測した平均値を採用し、各々体重比（%BW）と身長比（%BH）を算出した。

統計学的分析は、各項目間の関係を Pearson の相関係数を用いて、危険率 5%（ $p < 0.05$ ）で検討した。

【結果】

ウィンドラス比率の平均は、 108.9 ± 4.9 であった。

ウィンドラス比率とその他の項目の関係は、反対側の歩幅（ $r=0.44$ ）・足関節背屈 ROM（ $r=0.46$ ）・足関節底屈筋力（ $r=0.44$ ）に有意な相関を認めた。

足関節背屈 ROM と足関節底屈筋力（ $r=0.45$ ）および反対側の歩幅（ $r=0.38$ ）、足関節底屈筋力と反対側の歩幅（ $r=0.45$ ）にも有意な相関を認めた。

【結論】

本研究で定義したウィンドラス比率は、MP 関節の伸展によるアーチ挙上の大きさを表す。したがって、ウィンドラス比率が高ければ足部の剛性を効率的に高めることができるため、足関節底屈筋による足関節底屈トルクを効率的に前足部へ伝達できると考える。歩行中、このような強力なテコとしての役割が足部に求められるのは Terminal Stance（以下、TSt）である。TSt は下腿前傾に伴って足関節背屈を強めるとともに前足部に荷重が移行し、反対側の下肢を振り出す時期である。このような TSt の要求に合わせて、ウィンドラス比率と足関節背屈 ROM および底屈筋力、反対側の歩幅に相関を認めたと考える。

临床上、MP 関節を伸展してもアーチが挙上しないウィンドラス機構が破綻した症例に遭遇する。足部内在筋強化や足底板などによりウィンドラス機構の改善を図るとともに、足関節底屈筋や背屈 ROM の拡大により、安定した TSt の構築に繋がると考える。

O-KS-16-3**後足部接地走行と前足部接地走行における足内側縦アーチの運動学比較**

佐川 大輔, 今成 光喜, 城下 貴司

群馬パーズ大学

key words 足内側縦アーチ・走行・Dynamic Navicular Drop Test

【はじめに, 目的】笹山らは前足部接地による走行では通常時に比べ立脚初期に足内側縦アーチの低下, 足関節内の底屈モーメント (AM) の増加がみられ, 後足部接地による走行では通常時に比べ AM の減少がみられたと報告した。また前足部接地による走行は過度の運動負荷により下腿障害の危険が大きい接地パターンであると考えた。高嶋はケニア人選手において, 長距離種目の着地方法が前足部接地の選手で平均タイムが高いことを報告した。本研究の目的は前足部接地と後足部接地で Dynamic Navicular Drop Test (以下 DND), AM を比較・検討することとした。

【方法】被験者は過去 6 ヶ月間下肢の障害により医療機関にかかっていない 20 歳前後の健常者 11 名とした。使用機材は三次元動作解析装置 (VICON MX) と赤外線カメラ 9 台, 床反力計 1 枚 (AMTI) とし, 反射マーカは Full plug in 全身モデル 35 個と DND 測定用 3 個を貼付した。被験者は床反力計の 1 枚目に接地するように走行した。走行周期は 1 枚目の床反力計に接地した瞬間から足底が離れるまでとし, DND は接地時の舟状骨の高さと立脚期で舟状骨が最も低下した時の高さの差とした。AM 最大値は最も足関節の内的底屈モーメントの値が大きくなった箇所とした。走行の条件として定常走行は接地方法に関して指示をせず, 前足部接地走行は母趾球のあたり, 後足部接地走行は踵から接地し走行することとした。前足部接地走行と後足部接地走行は比を求めて DND, AM 最大値の有意差を対応のある t-検定を行った。比は前足部接地走行/定常走行×100, 後足部接地走行/定常走行×100 で求めた。

【結果】後足部接地走行と定常走行の DND, 前足部接地走行と定常走行の DND を比較した結果は定常走行は 8.0 ± 0.7 mm, 後足部接地走行は 5.8 ± 0.6 mm のため低下し, 前足部接地走行は 9.9 ± 0.5 mm のため増加した。また前足部接地走行の DND は後足部接地走行と比較し有意に大きくなった ($p=0.000912$)。後足部接地走行と定常走行の AM 最大値, 前足部接地走行と定常走行の AM 最大値を比較した結果は定常走行は 3.2 ± 0.1 Nm/kg, 後足部接地走行は 2.8 ± 0.1 Nm/kg のため低下し, 前足部接地走行は 3.4 ± 0.8 Nm/kg のため増加した。また前足部接地走行の AM 最大値は後足部接地走行と比較し有意に大きくなった ($p=0.0000125$)。

【結論】本研究の前足部接地走行と後足部接地走行の DND の結果は笹山らの研究と同様の結果が得られた。前足部接地走行では定常走行と比較し AM 最大値が増加したことから, 足関節底屈筋群は運動負荷が強く疲労しやすいことが考えられる。また長距離競技において前足部接地走行で平均タイムが速いことから前足部接地走行の方が蹴り出す力が大きいことが考えられる。前足部接地走行は疲労しやすい分, 推進力が得られやすい走行であることが示唆される。さらに前足部接地走行では AM 最大値が大きく DND も大きい。後足部接地走行では AM 最大値が小さく DND も小さい。足内側縦アーチとモーメントには運動学的関連性が疑われた。

O-KS-16-4**ランニング中における後足部、中足部、前足部間の協調性パターンの定量化**高林 知也¹⁾, 江玉 睦明¹⁾, 横山絵里花¹⁾, 金谷 知晶¹⁾, 徳永 由太²⁾, 久保 雅義¹⁾¹⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所, ²⁾医療法人愛広会 関川愛広苑**key words** 協調性パターン・ランニング・足部**【はじめに、目的】**

近年、健全なライフスタイルを維持するためにランニングの popularity が高まっている一方で、オーバーユース障害も数多く発生している。障害発生メカニズムの観点から、先行研究は後足部回内と下腿内旋のタイミング、相互相関係数を用いて運動連鎖を検証している。しかし、これまでの検証方法ではセグメント間の相互作用や2つのセグメントの関節角度変化の振幅を捉えることができず、障害発生メカニズムを詳細に把握することは困難であるとされている。さらに、後足部と下腿間だけでなく、足部内構造の異常も障害発生の一因になることが指摘されている。そこで、本研究はランニング中の後足部、中足部、前足部間の詳細な相互作用、「協調性パターン」を定量化することを目的とした。

【方法】

対象者は健康成人男性 11 名とした (年齢 22.7 ± 3.0 歳, 身長 172.1 ± 4.9 cm, 体重 65.5 ± 7.9 kg)。課題はトレッドミル (AUTO RUNNER AR-100) 上でのランニングとし、各対象者に対し 10 回計測した。3DFoot model に準じて右足部に反射マーカを貼付し、3次元動作解析装置 (VICON MX) で計測した。後足部、中足部、前足部の回内/回外角度を算出し、立脚期を時間正規化した。協調性パターンの定量化には Modified Vector Coding Technique を使用し、2つのセグメントの関節角度変化の大きさと運動方向を表す coupling angle を算出した。Coupling angle の値は、Anti-phase (2つのセグメントが逆位相に同等の関節角度変化量で動く)、In-phase (2つのセグメントが同位相に同等の関節角度変化量で動く)、Proximal-phase (近位セグメントの関節角度変化量がより大きい)、Distal-phase (遠位セグメントの関節角度変化量がより大きい) の協調性パターンに吸収期と推進期で分類された。データ解析は Scilab (5.5.3) を用いた。

【結果】

吸収期の後足部-中足部の協調性パターンは、主に In-phase (後足部・中足部回内; 吸収期全体の 97.8% の割合) を示していた。推進期では In-phase (後足部・中足部回外; 推進期全体の 62.3% の割合) から開始し、後半は Distal-phase (中足部回外が優位に動く; 推進期全体の 37.3% の割合) を示していた。中足部-前足部の協調性パターンは、吸収期で Proximal-phase (中足部回内が優位に動く; 吸収期全体の 54.3% の割合)、推進期で Proximal-phase (中足部回外が優位に動く; 推進期全体の 64.2% の割合) が多くを占めていた。

【結論】

本研究はランニング中の足部セグメント間の協調性パターンを詳細に定量化した新たな知見である。これまでに、足部セグメントは吸収期に回内、推進期に回外運動パターンを示すことが報告されている。本研究より、2つのセグメントの関節角度の変化量を加味すると吸収期や推進期で足部セグメント間の協調性パターンが異なることが示唆された。この知見は、障害発生メカニズムを考える上でオーバーユース障害を有する者と比較できる基礎的データに成り得る。

O-KS-16-5**中足趾節関節の可動域制限が階段降段動作時の非制限側下肢関節運動に及ぼす影響**川上 航¹⁾, 新小田幸一^{2,3)}, 澤田 智紀⁴⁾, 福井 基裕⁴⁾, 阿南 雅也^{2,3)}, 高橋 真^{2,3)}¹⁾広島大学 医学部保健学科 理学療法専攻, ²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 応用生命科学部門,³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター,⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 保健学専攻**key words** 中足趾節関節・降段動作・バイオメカニクス**【はじめに, 目的】**

中足趾節(以下, MTP)関節の可動域制限は, 歩行において歩幅の減少や下肢関節運動の変化を引き起こす。日常生活で頻繁に行われる階段降段動作においても, MTP 関節の可動域制限は, 下肢関節運動に何らかの影響を及ぼすと考えられるが, そのような報告は渉猟する限り見当たらない。また, 足底腱膜炎や扁平足は MTP 関節の伸展制限をきたすことが多い。

そこで本研究では, 非制限側に着目し, MTP 関節の可動域制限が階段降段動作時の下肢関節運動に及ぼす影響を明らかにし, MTP 関節可動域制限を有する者に対する理学療法プログラム立案の一助とすることを目的に実施した。

【方法】

被験者は体幹, 下肢に重篤な整形外科的既往および現病歴を有さない健常若年者9人(男性5人, 女性4人)であった。被験者は MTP 関節の可動域を制限しない通常条件(以下, 条件 N)と, スプリントシート(ポリフォーム, 酒井医療社製)製の足底板により, 右側の MTP 関節の可動域を制限した条件(以下, 条件 R)の2条件で, 4段構成の階段(蹴上げ170 [mm], 踏面300 [mm])で, 左側からの1足1段の前向き降段動作を行った。解析は左下肢の3段目での立脚期後半から両脚支持期開始までを対象とした。運動学的データは3次元動作解析システム(Vicon Motion Systems 社製), 運動力学的データは床反力計(テック技販社製)8基を用い, 得られたデータから関節角度, 関節モーメント(体重で正規化), 身体重心座標を算出した。統計学的解析には統計ソフトウェア SPSS Ver.22.0(日本アイ・ビー・エム社製)を用いて, Shapiro-Wilk 検定によりデータに正規性が認められることを確認し, 対応のある t 検定を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

制限側接床時の足関節底屈角度は, 条件 N で 24.5 ± 4.3 [deg], 条件 R で 17.9 ± 4.0 [deg], 身体重心鉛直下方向速度は, 条件 N で 0.76 ± 0.07 [m/s], 条件 R で 0.67 ± 0.09 [m/s] と, いずれも条件 R が有意に低値を示した ($p < 0.01$)。また, 非制限側の足関節底屈モーメント平均値は, 条件 N で 0.65 ± 0.11 [N・m/kg], 条件 R で 0.75 ± 0.10 [N・m/kg] と, 条件 R が有意に高値を示した ($p < 0.01$)。

【結論】

条件 R では制限側接床時の足関節底屈角度が低値を示した。本研究より MTP 関節の可動域が制限された階段降段動作では足関節底屈角度を減少させ, 素早く広い支持基底面を確保する戦略を選択していることが示唆された。また, 条件 R で非制限側の足関節底屈モーメントは高値を示した。制限側接床時の足関節底屈角度の減少は, 接床時の衝撃を十分に吸収できないため, これを回避するために上段に残る非制限側の足関節底屈モーメントを増大させて身体重心の下降を制御し, 接床時の衝撃を抑えていることが示唆された。以上より, MTP 関節の可動域制限を有する者の理学療法は制限側だけでなく, 非制限側における身体重心の下降制御機能にも着目することの重要性が示唆された。

O-KS-16-6**外側ウェッジが歩行時の足部バイオメカニクスに及ぼす影響**

澤田 智紀^{1,2)}, 徳田 一貫^{1,2)}, 谷本 研二¹⁾, 緒方 悠太¹⁾, 阿南 雅也^{3,4)}, 高橋 真^{3,4)},
木藤 伸宏⁵⁾, 新小田幸一^{3,4)}

¹⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 保健学専攻, ²⁾森整形外科, ³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 応用生命科学部門,

⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター,

⁵⁾広島国際大学 総合リハビリテーション学部

key words 外側ウェッジ・外部膝関節内転モーメント・足部機能

【はじめに, 目的】

外側ウェッジの処方、内側型変形性膝関節症の進行リスクに関連するとされる、歩行時の外部膝関節内転モーメント(KAM)の軽減を目的としているが、効果を認めないとする否定的な研究報告も散見される。外側ウェッジの装着により、足圧中心は外側へ変位し、足関節外反モーメントが増大することで、KAMが軽減するとの報告がある。これらの知見は、足関節複合体が外側ウェッジの力学的効果に重要な役割を担っていることが示唆される。我々の知る限りにおいて、外側ウェッジによるKAMの変化に関連した、足部運動を詳細に検討した先行研究はない。したがって、本研究は外側ウェッジが足関節、特に踵骨と舟状骨の運動学に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

整形疾患や外傷の既往がなく、正常な足部アライメントを有する健常高齢者5人(年齢71.8±4.1歳)を被験者とし、両下肢10肢を対象とした解析を行った。課題動作は裸足(条件BF)、外側が内側よりも7mm厚い外側ウェッジ(高強度の型取り用液状シリコンゴムで作成)装着(条件LW)の2条件での平地歩行を採用した。計測には、時間同期させた床反力計(テック技販社製)と三次元動作解析装置Vicon MX(Vicon社製)を使用し、データはサンプリング周波数100Hzで取得した。立脚期を解析対象とし、各条件5試行の平均を解析した。解析項目はKAM最大値の他、KAM最大値出現時の前額面上の足関節複合体角度、下腿セグメントに対する踵骨セグメントの相対角度(後足部角度)、絶対空間に対する踵骨セグメントの角度(踵骨角度)ならびに足底面と舟状骨間の距離(舟状骨高)とした。統計学的解析には統計ソフトウェアSPSS Ver.22.0(日本アイ・ビー・エム社製)を用い、2条件間の比較のために対応のあるt検定もしくはWilcoxonの符号順位検定を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

KAM最大値は条件LWが条件BFと比較して有意に低値を示した(条件LW:0.48±0.13[N・m/kg], 条件BF:0.53±0.16[N・m/kg], p<0.05)。また、足関節複合体角度(外反+)は条件LWが条件BFと比較して有意に大きく(条件LW:-2.0±2.9[deg], 条件BF:-5.0±2.7[deg], p<0.01)、踵骨角度(外反+)は条件LWが条件BFと比較して有意に小さかった(条件LW:-0.1±7.0[deg], 条件BF:2.0±6.7[deg], p<0.01)。さらに、舟状骨高は条件LWが条件BFと比較して有意に高かった(条件LW:15.3±6.3[mm], 条件BF:14.2±6.5[mm], p<0.05)。なお、後足部角度は条件間で有意差を認めなかった。

【結論】

本研究から、外側ウェッジの装着は足部全体を外反方向、踵骨を内反方向へ作用させ、さらに舟状骨を高くすることが明らかとなった。したがって、KAMの軽減を目的とした外側ウェッジの処方には、足部の外反運動に対して踵骨が中間位となるように、内側縦アーチの剛性を高める足部機能の反映が重要であることが示唆された。

O-KS-09-1**健常若年者における Tilt up 時の脳組織酸素飽和度と脳血流量について
赤外線酸素モニタでの評価**辻内 名央¹⁾, 光吉 俊之¹⁾, 久保 洋平¹⁾, 菊地 萌¹⁾, 堀 竜次²⁾¹⁾星ヶ丘医療センター, ²⁾大阪行岡医療大学**key words** Tilt up・脳組織酸素飽和度・脳血流量**【はじめに, 目的】**

脳卒中ガイドラインでは、発症後早期から積極的なリハビリテーションを行うことが強く推奨されている。一方、2015年に発症後24時間以内の超早期離床は転帰を悪化させる事が報告された(Bernhardt J)。これはリスク管理の重要性が示唆される。一般的には血圧を指標として離床が行われているが、脳卒中患者に対して Tilt up 30° から 0° にした時の血圧の変動はないが脳血流速度は変動するという報告(Hunter AJ, 2011)があり、血圧のみでは不十分である。そこで、脳血流量の変化を簡易に捉えられる機器として赤外線酸素モニタがある。本研究の目的は、脳卒中患者の離床時の赤外線酸素モニタの有用性を検証する前段階として、健常若年者を対象に離床時の脳の組織酸素飽和度 (TOI%)、総ヘモグロビン変化量 (Δ cHb) と一般的なバイタルサイン (VS) の変化を調べる事である。

【方法】

健常若年者 12 名(男 6 名, 女 6 名, 年齢 22.5 ± 4.4 歳)を対象とし、閉眼安静背臥位 0° (0a) から 4 分毎に 15° , 30° , 45° , 60° , 0° (0b) と順に Tilt up 角度を変更する課題を実施した。赤外線酸素モニタは NIRO200NX (浜松ホトニクス) を使用し、TOI と Δ cHb を測定し、VS は収縮期血圧 (SBP), 脈拍数 (PR), 経皮的酸素飽和度 (SpO2) を測定した。TOI は脳組織酸素飽和度, Δ cHb は脳血流量の変化を捉えるとされている。NIRO プローブの装着部位は、国際 10-20 法の Fp1, Fp2 に装着した。TOI と Δ cHb は課題開始から終了まで 2 秒ごとに連続して測定し、各角度開始 1 分後から 3 分後までの 2 分間を平均した左右各々の値に 2 要因の反復測定分散分析を実施した。SBP, PR, SpO2 は各角度で開始から 1 分後と 3 分後の 2 回測定し平均した値を使用し、各々に反復測定分散分析をした後多重比較 (Bonferroni) を実施した。有意水準は 5% とした。

【結果】

TOI, Δ cHb に左右差はなかった ($p > 0.05$)。左右平均の TOI (%) は省略は 0a から 0b まで順に 71.7 ± 5.4 , 70.6 ± 5.6 , 69.7 ± 5.3 , 68.9 ± 5.4 , 68.6 ± 5.2 , 71.3 ± 5.9 であった。0a に比べ 15° , 30° , 45° , 60° で、 15° に比べ 30° , 45° , 60° で、 30° に比べ 45° , 60° で低く、 30° , 45° , 60° に比べ 0b で高く、各々有意差を認めた ($p < 0.05$)。左右平均の Δ cHb は 0a から 0b まで順に -0.27 ± 0.74 , -1.50 ± 1.56 , -2.46 ± 2.34 , -3.09 ± 3.22 , -2.40 ± 3.95 , -1.00 ± 2.55 であり、 45° に比べ 0b のみで有意差を認めた ($p < 0.05$)。VS は PR の 0a と 15° のみで有意差 ($p < 0.05$) を認めたが、その他に有意差はなかった。

【結論】

健常若年者では、赤外線酸素モニタの値には左右差はなかった。また、Tilt up の角度に応じて脳組織酸素飽和度は低下を認めたが、脳血流量や VS は著明な変化は認めなかった。結果より、健常若年者では Tilt up 60° までで脳組織酸素飽和度が約 3% 程度の低下がみられる事が分かった。現在、健常高齢者と脳卒中患者に対しても同課題を行っており、今後本研究を元に脳卒中患者との比較も行う予定である。

O-KS-09-2**無呼吸時の脳組織酸素飽和度と経皮的動脈血酸素飽和度の比較検討
—健常若年者息止め課題による反応時間に着目して—**菊地 萌¹⁾, 久保 洋平¹⁾, 光吉 俊之¹⁾, 辻内 名央¹⁾, 堀 竜次²⁾¹⁾星ヶ丘医療センター, ²⁾大阪行岡医療大学**key words** 無呼吸・脳組織酸素飽和度・経皮的動脈血酸素飽和度**【はじめに, 目的】**

近年, 脳卒中患者に対する超急性期からの理学療法介入が一般的となっているが, その際には脳保護のためのリスク管理が重要となる。また, 脳卒中患者の20%に低酸素血症 (Sulter, 2000), 90%に睡眠呼吸障害がみられるとの報告 (芝崎, 2011) があり, 無呼吸による酸素飽和度の低下に注意する必要がある。臨床ではパルスオキシメータによる経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂) を指標とすることが多いが, これは末梢血流における酸素飽和度であるため, 脳組織の酸素飽和度を評価できているかは疑問である。そこで我々は, 脳卒中急性期において近赤外分光法を用いた脳組織酸素飽和度のモニタリングが離床の安全性の確保に寄与する可能性があると考えた。よって, 本研究では健常若年者において無呼吸を想定した息止め課題を実施し, その際の SpO₂ と脳組織酸素飽和度の反応を比較検討した。

【方法】

対象は健常若年者9名 (男性6名, 女性3名, 平均年齢25.9±2.8歳)。測定は背臥位にて行い, 5分間の安静後, 息止めを40秒, 30秒, 20秒の3条件で実施した。課題はそれぞれの条件で息止めと40秒間の安静呼吸を3サイクル繰り返した。測定中, 示指にパルスオキシメータを装着し SpO₂ (%) を, NIRO-200NX (浜松ホトニクス) を用いて脳組織酸素飽和度 (TOI: %) を記録した。NIROは2本のプローブの配置は国際10-20法より F_{p1}, F_{p2} に貼附した。それぞれの経時的な変化をグラフ化しパターン比較した。また, 息止め課題前の安静時1分間の SpO₂, TOI それぞれの平均値と標準偏差 (SD) を算出し, 息止め課題開始後に6秒以上連続して安静時の平均値±2SDの値を逸脱した時点を反応時間 (秒) と定義し算出した。Wilcoxon の符号付順位和検定を用いてそれぞれの反応時間を比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

SpO₂, TOI の変化パターンとして規則性のある3峰性変化が見られたのは, 40秒条件では SpO₂ が9例中5例, TOI が7例, 30秒条件では SpO₂ が4例, TOI が8例, 20秒条件では SpO₂ が3例, TOI が5例であった。平均反応時間は40秒条件で SpO₂ が52.4±24.6秒, TOI が26.0±10.4秒, 30秒条件で SpO₂ が51.2±24.1秒, TOI が25.9±17.3秒, 20秒条件で SpO₂ が49.6±21.6秒, TOI が34.2±20.6秒であった。Wilcoxon の符号付順位和検定の結果, 40秒条件 (p=0.033) でのみ SpO₂ と TOI の反応時間に有意な差が認められた。

【結論】

SpO₂ に比べ TOI の方が息止め課題に対し視覚的に規則性のある変化を示す傾向が認められた。また, 反応時間において40秒条件では TOI が SpO₂ よりも有意に短く, 速いタイミングで反応を示していた。つまり, 息止め課題による脳組織への影響は TOI の方がより俊敏に変化を捉えることができる可能性が示唆された。本研究は健常若年者での意図的な息止め課題で測定を行っており, 脳卒中患者における無呼吸時の変化とは異なる可能性が考えられるため, 今後実際の症例での測定, 検討も必要となる。

O-KS-09-3**漸増起立負荷試験における座面高の違いが酸素摂取量に与える影響**長澤 祐哉¹⁾, 中村 慶佑^{1,2)}, 横川 吉晴³⁾, 大平 雅美³⁾¹⁾松本市立病院 リハビリテーション科, ²⁾信州大学大学院医学系研究科博士後期課程保健学専攻,³⁾信州大学医学部保健学科理学療法学専攻**key words** 最高酸素摂取量・起立動作・座面高**【はじめに, 目的】**

運動耐容能の評価は運動処方をする際や運動療法の効果判定に使用されている。この評価には自転車エルゴメーター(以下, CE)による心肺運動負荷試験が gold standard であるが, 高価な機器と技術を必要とし, 高齢者や運動障害を有する者には実施困難な場合が少なくない。我々はより多くの対象者に比較的容易に運動耐容能の評価が可能となることを目的に, 日常動作である起立動作を用いた漸増起立運動負荷試験(以下, ISTS)のプロトコルを作成した。しかし, ISTSの最高酸素摂取量予測に適切な座面高は明らかとなっていない。そこで本研究は, 若年健常女性を対象に ISTS 時の座面高と最高酸素摂取量(以下, peak VO₂)の関係, さらに ISTS 実施時間と ISTS, CE の peak VO₂ の関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

20代の健常女性13名を対象とした(平均年齢23.1±2.6歳)。ISTSは座面高の設定を腓骨頭上縁までの高さの80%(以下, 80%ISTS), 100%, 120%, 140%とし, 上肢でストックを使用して実施した。各ISTSとCEの施行順は無作為化して実施した。CEのプロトコルは15W/分のramp負荷を用いて最大12分で終了とした(最大負荷量は180W)。ISTSは6回/分の起立頻度から始まり, 45秒毎に2回/分ずつ漸増し, 最大12分で終了するプロコルとし, 起立頻度は発音で調整した。酸素摂取量, 心拍数は連続的に測定し, 血圧, 自覚的運動強度と下肢疲労感のボルグスケールは運動負荷直後に測定した。運動負荷試験は一般的な運動負荷試験の中止基準に該当, あるいは起立動作が発音から3動作遅れた場合, 運動負荷を終了した。Peak VO₂は各起立頻度での終了前30秒間の酸素摂取量の平均値とした。各座面高で実施した際のpeak VO₂の差は反復分散分析を行い, 事後検定にTurkey検定を用いて確認した。さらに, 80%ISTS実施時間(sec)を独立変数, 80%ISTS又, CEのpeak VO₂(ml/min/kg)を従属変数として回帰分析を行った。

【結果】

80%ISTSは13人中4人が12分間完遂し, 9名は途中で起立頻度に追従できず終了となった。100%, 120%, 140%ISTSは全ての被検者が12分間完遂した。80%ISTS実施時間(x)と80%ISTSのpeak VO₂(Y₁), CEのpeak VO₂(Y₂)からY₁=0.02x+14.4(p<0.05), Y₂=0.06x-4.6(p<0.01)という一次回帰式が得られた。また, 80%ISTS実施時間とCEのpeak VO₂, 80%ISTSのpeak VO₂には各々相関係数がr=0.85, r=0.69で有意な相関が見られた(p<0.01)。Peak VO₂(平均値±標準誤差)は80%ISTS(27.5±1.4), 100%ISTS(23.1±1.8), 120%ISTS(18.4±1.7), 140%ISTS(15.4±1.7)の順に有意に高かった(p<0.01)。さらに, 80%ISTSのpeak VO₂はCEのpeak VO₂より11%有意に低かった(p<0.01)。

【結論】

本研究より, ISTSの座面高が20%低くなる毎にpeak VO₂は3~5(ml/min/kg)増加することが確認できた。さらに, 若年健常女性では80%ISTS実施時間からpeak VO₂の予測ができる可能性が示唆された。

O-KS-09-4**漸増起立負荷による中高年者の簡易的運動耐容能測定法の併存妥当性**中村 慶佑^{1,2)}, 大平 雅美³⁾, 横川 吉晴³⁾, 長澤 祐哉¹⁾, 澤木 章二¹⁾¹⁾松本市立病院, ²⁾信州大学大学院医学系研究科博士後期課程保健学専攻,³⁾信州大学医学部保健学科理学療法専攻**key words** 中高年者・最高酸素摂取量・起立動作

【はじめに, 目的】自転車エルゴメーター(以下, CE)やトレッドミルを用いた心肺運動負荷試験が運動耐容能測定法のゴールドスタンダードとされているが, それらは高価な機械と熟練を要し, 高齢者や運動障害を有する者には実施が困難な場合が少なくない。日常動作である起立動作は起立頻度を変えることで比較的簡単に運動負荷強度を調整できる。我々は, 先行研究において起立頻度の増加に伴い酸素摂取量が直線的に増加することを確認し, 漸増起立運動負荷試験(以下, ISTS)のプロトコルを作成した。さらに, ISTSは若年健常者のAT測定に応用できる可能性が高いことを確認した。そこで本研究では, 高齢者への将来的な応用を視野に入れ, 中高年健常者を対象に, ISTSの運動耐容能測定法としての併存妥当性を検証することを目的とした。

【方法】心血管系および整形外科的疾患の既往がない40-60代の健常者13名(男性6名, 女性7名)を対象とした(平均年齢 55.0 ± 4.0 歳)。ISTSとCEの施行順はランダム化し, 別日に実施した。反復起立運動は, 座面を腓骨頭上縁までの高さとし, 上肢でストックを使用しながら実施した。ISTSは, 6回/分の起立頻度から始まり, 45秒毎に2回/分ずつ漸増し, 最大12分で終了するプロトコルとし, 起立頻度はメトロノームの発音音で調整した。CEのプロトコルは10-15W/分のramp負荷を用いて最大12分で終了とした(最大負荷量は120-180W)。酸素摂取量(breath by breath法; ml/min/kg), 心拍数, 心電図は連続的に記録し, 血圧, 自覚的運動強度と下肢疲労感のボルグスケールは運動負荷直後に測定した。一般的な運動負荷試験の中止基準に該当, あるいは起立動作がメトロノームの発音音から3動作遅れた場合はその時点で運動負荷を終了し, そこまで要した時間をISTSの運動実施時間とした。最高酸素摂取量(以下, peak VO_2)は運動負荷終了前30秒間の平均値とした。両方法のpeak VO_2 , 運動実施時間の関係はPearson積率相関係数, 平均値の差は対応のあるt検定を用いて確認した。

【結果】ISTSは3名が12分間完遂し, 10名が途中で起立動作の発音音に追従できなくなり終了した。ISTSとCEのpeak VO_2 (ml/min/kg), ISTSの運動実施時間(秒)の平均値±標準偏差は各々 23.4 ± 2.5 , 25.7 ± 3.4 , 633.4 ± 78.4 であった。ISTSとCEのpeak VO_2 , ISTSの運動実施時間とpeak VO_2 , ISTSの運動実施時間とCEのpeak VO_2 の相関係数は各々 $r=0.87$, 0.95 , 0.86 で有意な相関がみられた。また, ISTSの運動実施時間(x)とpeak VO_2 (Y)から $Y=0.03x+4.5$ という一次回帰直線式が求められた($p<0.05$)。peak VO_2 はISTSの方がCEより9%有意に低かった($p<0.05$)。

【結論】ISTSとCEのpeak VO_2 と強い相関が認められ, ISTSは中高年者を対象としたpeak VO_2 測定の運動負荷方法として併存妥当性が高いと考えられる。また, 中高年者ではISTSの運動実施時間からpeak VO_2 を推定できる可能性が示唆された。

O-KS-09-5**入院患者における SPPB (Short Physical Performance Battery) 評価の有用性に関する検討**倉田 和範¹⁾, 林田 一成¹⁾, 峪川 優希¹⁾, 渋谷 諒¹⁾, 安部 大昭¹⁾, 松本 和久¹⁾, 小幡 賢吾²⁾¹⁾津山第一病院 リハビリテーション科, ²⁾岡山赤十字病院 リハビリテーション科**key words** SPPB・入院患者・退院時評価

【はじめに, 目的】患者の全身状態の把握や予後予測を行う上で, 身体機能評価は重要である。その評価方法として Timed-Up-and-Go-Test (TUG) や Functional Balance Scale (FBS) など, 転倒のカットオフ値が設けられたテストは複数存在するが, それぞれ患者に努力歩行を要求したり, 評価に時間を要したりと, 入院中の活動性が低下したリハビリテーション(リハ)開始早期の患者には適応できないことが多い。Short Physical Performance Battery (SPPB) は, 地域高齢者を対象とした身体機能のスクリーニングテストの一つであり, 死亡率や施設入所の予測因子になると報告されている。SPPB は①立位テスト②4m 通常歩行テスト③5回の椅子起立着座テストから構成されており, その特徴として短時間に安全かつ簡便に評価できる点が挙げられる。そこで, SPPB とその他の評価法の関係性を調査し, 入院患者における SPPB の有用性を検証することを本研究の目的とした。

【方法】対象は平成 27 年 9 月から 2 か月間のうちに当院を退院した, 65 歳以上の患者 67 名。このうち急遽の退院, 認知症および精神疾患, 患者の同意が得られない, 寝たきりを含む立位保持不可等の除外基準に該当した 37 名を除く, 30 名を調査対象とした。評価項目は SPPB, TUG, FBS, Functional Reach Test (FRT), Body Mass Index (BMI), 握力, 等尺性膝伸筋力および 30 秒椅子立ち上がりテスト (CS-30) とした。それぞれの患者の退院前 1 週間を評価期間とし, 原則 1 日で評価を行った。検者間測定誤差を防ぐため, 検者は各評価方法を熟知した 4 名に限定した。TUG, FRT, 握力および等尺性膝伸筋力はそれぞれ 2 回ずつ行い, 平均値を代表値とした。SPPB と各測定項目の関係性を, spearman の順位相関係数を用い検討した。次に転倒のカットオフ値として報告されている FBS 45 点によって ROC 曲線を求め, SPPB の転倒カットオフ値を算出した。

【結果】男性 9 名女性 21 名, 平均年齢 82.9 歳。下肢の骨折等による手術後 11 名, 上肢や腹部など下肢以外の手術 5 名, その他保存療法 14 名。SPPB との関係性は TUG ($\rho=-0.82$), FBS ($\rho=0.89$), CS-30 ($\rho=0.76$), 握力 ($\rho=0.60$), FRT ($\rho=0.65$), 等尺性膝伸筋力 ($\rho=0.42$) であり, すべて有意な相関を認めた。BMI は有意差を認めなかった。FBS の転倒カットオフ値から算出した SPPB の転倒カットオフ値は, 7 点であることが分かった。

【結論】SPPB は FBS, TUG, FRT と強い相関関係にあることが示された。これにより, 入院患者に対し SPPB を用いることで, より安全かつ簡便に客観的な評価を行える可能性が示された。SPPB は立位保持, 歩行, 起立から構成されているため, 立位保持可能であれば TUG や FBS では困難な, リハ開始早期からの身体機能スクリーニングが可能である。また, このことから退院時評価と比較することで経時的な変化も捉えられる可能性がある。今後は症例を重ね, 障害部位による違いや, これらの経時的な変化に関して検討したいと考える。

O-KS-09-6**非麻痺側上肢運動は脳卒中片麻痺患者の全身持久力評価として有効か？**

小宅 一彰^{1,2)}, 山口 智史³⁾, 小田ちひろ¹⁾, 工藤 大輔¹⁾, 佐久間達生¹⁾, 木下 琴枝¹⁾,
井上 靖悟¹⁾, 近藤 国嗣¹⁾, 大高 洋平^{1,3)}, 百瀬 公人⁴⁾

¹⁾東京湾岸リハビリテーション病院, ²⁾信州大学大学院医学系研究科,

³⁾慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室, ⁴⁾信州大学医学部保健学科

key words 最高酸素摂取量・呼気ガス分析・エルゴメータ

【はじめに, 目的】

これまで、脳卒中患者の全身持久力評価として行われてきた下肢による運動負荷試験(CPX)は、下肢の運動麻痺が最高酸素摂取量(Peak VO₂)の測定に影響すると報告されている(Tang, et al., 2006)。全身持久力低下に対する理学療法の効果を精確に捉えるためには、運動麻痺の影響を受けない評価手法の確立が必要である。これに対し、運動麻痺の影響を受けにくい全身持久力評価手法として、非麻痺側上肢でのエルゴメータ運動によるCPXが提案されているが、運動麻痺が評価に及ぼす影響は十分に検討されていない(原, 1996)。そこで本研究の目的は、非麻痺側上肢運動によるCPXが、従来の下肢運動に比べ脳卒中片麻痺患者の全身持久力評価手法として有効かを検証することである。

【方法】

対象は、2014年11月から2015年7月までに当院回復期病棟に入院した初発脳卒中片麻痺患者27名(男性20名, 年齢62±12歳, 体格指数21.2±11.8 kg/m², 発症後80±38日;平均±標準偏差)であった。採用基準は、端座位保持が自立しており、認知症や高次脳機能障害が無く研究参加の同意が得られる者とした。除外基準は、内科的疾患により運動制限されている、運動課題の遂行を制限する関節拘縮や疼痛がある、神経疾患の既往がある者とした。

CPXにおける運動課題は、エルゴメータを用いた非麻痺側上肢運動および下肢運動の2課題とし、全ての対象者が1週間以内に1回ずつ実施した。運動負荷強度は、10Wで開始し、上肢課題では5W, 下肢課題では10Wずつ1分ごとに漸増した。エルゴメータの回転速度は、両運動課題ともに10Wでの至適速度を維持するよう指示した。運動終了基準は、心拍数が予測最大心拍数の85%に到達、回転速度の維持が困難、血圧異常、心電図異常とした。運動中のVO₂と心拍数は同時に記録し、Peak VO₂および最高心拍数を解析に用いた。Peak VO₂は、年齢と性別の影響を補正するため、過去の最大運動負荷試験で得られた参考値(Loe, et al., 2013)で正規化した。最高心拍数は、予測最大心拍数に対する割合を算出した。下肢運動麻痺は、Brunnstrom stageで評価した。

統計解析では、Peak VO₂および最高心拍数について、下肢運動麻痺との関係をSpearman順位相関係数で検定した。有意水準は5%とした。

【結果】

Peak VO₂は、上肢課題が28.8±6.3%, 下肢課題が37.4±10.8%であった。最高心拍数は、上肢課題が75.0±10.7%, 下肢課題が73.3±12.2%であった。下肢運動麻痺は、stage Iが1名, IIが1名, IIIが6名, IVが5名, Vが9名, VIが5名であった。Peak VO₂と下肢運動麻痺の相関係数は、上肢課題が0.44 (p=0.02), 下肢課題が0.76 (p<0.01)であった。最高心拍数と下肢運動麻痺の相関係数は、上肢課題が0.28 (p=0.15), 下肢課題が0.57 (p<0.01)であった。

【結論】

非麻痺側上肢運動によるCPXは、従来の下肢運動に比べ運動麻痺の影響を受けにくく、脳卒中片麻痺患者の全身持久力評価手法として有効であることが示された。

O-KS-17-1**Functional Reach Test 動作時の体幹前傾角度と身体機能との関連**丹羽 彩歌¹⁾, 水野 公輔²⁾, 大久保雅人³⁾, 佐藤 春彦⁴⁾, 上出 直人⁴⁾, 柴 喜崇⁴⁾¹⁾北里大学医療衛生学部 リハビリテーション学科理学療法学専攻,²⁾北里大学病院リハビリテーション部, ³⁾北里大学院医療系研究科臨床工学群医療情報学専攻,⁴⁾北里大学医療衛生学部**key words** Functional Reach Test ・ 体幹前傾角度 ・ 身体機能

【はじめに, 目的】動的バランスとは支持基底面が変化する重心移動を行うために必要な能力であり, 年齢や筋力などの総合的な身体機能の要素が関わっている(塩田, 2009)。なお動的バランスは, 足圧中心(Center of Pressure; COP)移動距離によって反映され, Duncanらによる Functional Reach Test (FRT) や, Podsiadloらによる Timed Up and Go test (TUG) が広く用いられている。しかし, FRTはCOPの移動距離との間に有意な相関が見られなかったとし, 動的バランスの指標としての有意性が問われている現状がある(前岡, 2006)。そこで, 我々はFRT測定において, 上肢リーチ距離ではなく体幹前後傾斜角度に着目し, 体幹を前傾できるほど動的バランス能力が高いという仮説を立てた。なお, 体幹傾斜角度はスマートフォンに内蔵されているセンサを用いて簡便に測定できることが報告されており, FRT時の体幹傾斜角度が最大移動距離よりも動的バランスを反映することが示されることで, 環境にとらわれず動的バランスを測定できると考えた。

【方法】対象は自立高齢者39名(男性2名, 女性37名, 平均年齢: 73.4 ± 15.6 歳)とした。動的バランスとして, FRT時の前方移動距離と体幹傾斜角度, およびTUGを測定し, その他の身体機能として, 握力, 等尺性膝伸展筋力, 10m快適歩行時間, および10m最大努力歩行時間を測定した。体幹傾斜角度は, 先行研究に準拠しスマートフォンを体幹(胸部前面)に固定し, FRT動作の開始時と最大リーチ時の体幹傾斜角度の変化量を算出し解析の対象とした。統計解析では, FRT動作時の前方移動距離と体幹傾斜角度, およびTUGに着目して, 測定項目ごとの関係についてSpearmanの順位相関係数を算出して検討した。なお, 統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】FRT動作時の体幹傾斜角度と, 年齢($r_s = -0.327$) およびTUG($r_s = -0.325$)に有意な負の相関関係が認められ, FRT動作時に体幹が前傾できる人ほど, 年齢が若く, TUGの所要時間も短いことが示された。一方で, FRT動作時の前方移動距離に関しては, 全ての項目と有意な相関関係は認められなかった。

【結論】FRT動作時の体幹前傾角度が, 動的バランス能力の指標であるTUGと関連したことから, 我々の仮説が実証されたと考える。しかし, TUGとの相関は決して高いとは言えず, FRT動作時の体幹傾斜角度は, TUGと関連しながらも, 完全に同一の要素を評価しているわけではないことが示された。バランス能力の臨床的評価指標には多くの考え方があり, 様々な測定機器や評価方法が考案されており, 多面的に捉えることが重要であるといえる。今回の結果から, FRT動作時の体幹傾斜角度もバランス能力の指標として有用である可能性が考えられ, 今後, FRT動作時の体幹傾斜角度と加齢や転倒との関連などを明らかにすることが重要である。

O-KS-17-2**片麻痺者での体幹伸展保持能力の検討
—立位での体幹前傾動作と歩行の運動学的分析—**上條 史子¹⁾, 山本 澄子²⁾¹⁾文京学院大学, ²⁾国際医療福祉大学大学院**key words** 片麻痺・体幹機能・動作解析

【はじめに, 目的】本研究では, 片麻痺者の動作能力向上に重要とされる体幹機能に着目した。日常生活の中で体幹を抗重力位に保つことが要求されることが多い。そこで, 本研究では体幹機能を「重力に抗して脊柱を伸展保持する能力」と定義した。立位の前傾動作計測から片麻痺者の体幹機能を考察し, 歩行との関係を示すことを本研究の目的とする。

【方法】片麻痺者 14 名(平均 59.2±10.5 歳, 発症からの平均日数 102±45 日)と健常高齢者 20 名(平均 73.9±2.6 歳)を対象とした。動作計測は三次元動作解析システムを使用し, 立位姿勢, 立位での前傾動作, 歩行を計測した。前傾動作の動作指示は, 「身体をできるだけ曲げないようにして, 股関節からお辞儀をしてください」とし, 5 回計測した。歩行は, 健常高齢者では右側, 片麻痺者では麻痺側の 1 歩行周期が少なくとも 5 回とれるまで至適速度で歩行した。身体に貼付したマーカーから上部体幹セグメント(以下, 上部体幹), 骨盤セグメント(以下, 骨盤)を定義した。中部体幹は剛体ではないため, 第 8 胸椎棘突起と剣状突起を結ぶ直線の傾きで前後傾角度と回旋角度を求めた。静止立位のデータは 3 秒間の平均値を用い, 最大前傾時の静止立位からの角度変化について 5 回分の平均値を用いた。歩行では 1 歩行周期での Initial Contact(以下, IC), 対側の Toe Off, 対側の IC, Toe Off(以下, TO)時の上部体幹・中部体幹・骨盤角度を抽出し, 5 周期分の平均値をデータとして用いた。抽出した各角度を群間で比較するために Mann-Whitey U 検定を用い検討した。また, 姿勢・前傾動作で特徴があらわれた項目と歩行での体幹の動態や歩行速度との関係を Spearman の順位相関係数を使用し検討した。各統計処理での有意水準は 5% に設定した。

【結果】静止姿勢では, 片麻痺者で中部体幹の前傾角度が大きかった(健常高齢者:前傾 7.6±5.8°, 片麻痺者:前傾 15.7±7.9°, $p<0.05$)。前傾動作では, すべての前傾角度が片麻痺者で小さく, 麻痺側が前方回旋していた(すべての項目で $p<0.01$)。歩行で特徴が現れたのは TO 時で, 片麻痺者では麻痺側の中部体幹と上部体幹が後方回旋していた。また, 片麻痺者では立位前傾動作での中部体幹の麻痺側前方回旋と TO 時での中部体幹の後方回旋角度に相関を認め($r=-0.77$, $p<0.01$), 前傾動作の前方回旋と歩行速度に負の相関を認めた($r=-0.71$, $p<0.01$)。

【結論】静止姿勢と前傾動作の結果から, 片麻痺者では体幹機能の低下と左右差を認めた。前傾動作での中部体幹の動態と歩行 TO 時での中部体幹の動態, 歩行速度に相関を認めており, 今回定義した体幹機能は歩行に影響を与えている 1 要因と考えられた。特に骨盤と中部体幹間の動態が重要な意味をもつと考えられる。

O-KS-17-3**動的最適化からみた着地動作**藤野 努¹⁾, 国分 貴徳²⁾, 金村 尚彦²⁾, 村田 健児³⁾, 丸毛 達也⁴⁾, 高柳 清美²⁾, 四維 浩文¹⁾¹⁾浦和整形外科, ²⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科,³⁾埼玉県立大学大学院 博士後期課程, ⁴⁾上尾中央総合病院 リハビリテーション技術科**key words** 動的最適化・着地・三次元動作解析**【はじめに, 目的】**

ヒトの身体運動が有する冗長性問題は、その解決のために様々な最適化モデルが提案されている。これまでに、上肢到達運動や眼球運動といった十分な習熟度を有する運動において、モデルの再現性・有効性が明らかとなっている。しかし、着地動作のような習熟度にばらつきを持つ運動において、どのようなモデルの拘束条件が優位性を持つは明らかでない。そこで、本研究の目的は、着地動作を 1) 躍度最小モデル (Flash and Hogan 1984), 2) トルク変化最小モデル (Uno ら 1989), 3) 誤差分散最小モデル (Harris and Wolpert 1998) の 3 つの動的最適化モデルに基づき評価することで、着地動作において優位性を持つ条件を明らかにすることとした。

【方法】

整形外科的な既往がない健康女性 10 名 (年齢 22.3±3 歳, 身長 159.6±5.8cm, 体重 53.7±7.0kg) を対象とした。課題は 30cm 台からの前方 30cm 地点への片脚着地とした。着地肢は利き脚とし、全例右であった。着地方法に関しては着地地点の指定と、上肢位置を両側の腸骨稜に指定した以外は指示を与えなかった。着地後バランスを崩さなかった課題を成功試行とし、3 回の成功試行を解析対象とした。計測には 8 台の赤外線カメラによる三次元動作解析装置 (VICON Nexus, 100Hz) を用い、35 個の反射マーカの三次元座標を記録し、身体重心位置と股関節・膝関節・足関節の下肢 3 関節のトルクを算出した。重心位置は着地時の足部位置から標準化した。床反力計 (KISTLER 社製, 1000Hz) を用いて床反力を計測し、床反力の垂直成分が 10N 以上を記録した瞬間を接地と同定した。解析区間は接地から重心位置が最下点となった区間とした。評価に用いたコスト関数は重心軌道の円滑性を示す 1) Normalized Jerk Cost (NJC), トルク変化のゆるやかさを示す 2) Normalized Torque Change Cost (NTC), 最下点での重心位置分散を示す 3) Variability の 3 種類とし、3 回試行の平均値を解析に用いた。統計解析として、各評価関数の関係性にはピアソンの積率相関係数、評価関数ごとの分散の評価には変動係数を用いた。

【結果】

NJC と NTC の関係性に有意な強い正の相関 ($r=0.933$, $p<0.01$) を認めた。Variability と他の関数との間には相関性を認めなかった (NJC-Variability $r=0.06$, NTC-Variability $r=0.10$)。各関数の変動係数は NJC 63.4%, NTC 48.7%, Variability 34.7% であり、重心の位置分散が最も低値を示した。

【結論】

NJC と NTC の間に非常に強い正の相関を認めた。このことから重心軌道の円滑性とトルク変化のゆるやかさは非常に強い関係性を持ち、重心軌道とトルク変化という異なる次元においての至適性は酷似することを示した。一方で、Variability は他の関数との関係性が希薄であり、最も個人差が少ない関数であったことは、重心軌道とトルク変化の至適性を欠いても、重心軌道の最下点という経由点における重心の位置分散最小化は、着地という課題達成のために重要な要素であり、他のモデルの拘束条件に対して優位性を持つ可能性を示した。

O-KS-17-4**体幹アライメントが歩行時の膝関節に生じる力学的エネルギーの流れに与える影響について**森口 晃一^{1,2)}, 加藤ひろし²⁾, 羽田 清貴^{2,3)}, 嶋村 剛史^{2,4)}, 岡澤 和哉^{2,5)}¹⁾済生会八幡総合病院リハビリテーション技術科, ²⁾九州看護福祉大学大学院健康支援科学専攻,³⁾川島整形外科病院, ⁴⁾大牟田天領病院, ⁵⁾香椎丘リハビリテーション病院**key words 体幹アライメント・膝関節・力学的エネルギーの流れ**

【はじめに, 目的】変形性膝関節症(以下膝 OA)に関する生体力学的研究は, 歩行解析を中心にさかんに行われている。運動学的分析では歩行立脚期の膝関節の Lateral Thrust に着目した報告が多数存在する。また, 運動学的分析では外部膝関節内反モーメントが着目されている。しかし, 関節モーメントによる解析では, 関節を構成する2つの剛体にどのような力学的エネルギーの流れによって生じた結果なのかは定かにはできない。また, 臨床的に膝 OA に対して体幹機能改善を図ることで症状軽減に至ることを経験するが, 詳細はメカニズムを述べるには至っていない。そこで本研究の目的は, 膝 OA の理学療法戦略として体幹機能へのアプローチの意義を検討するために, 体幹アライメントの違いが膝関節に生じる力学的エネルギーの流れに影響を及ぼすかを検討することである。

【方法】対象は健康男性 10 名(年齢 25.4 ± 5.2 歳, 身長 169.3 ± 4.9 cm, 体重 63.4 ± 8.7 kg)。課題動作は歩行とし, 条件は何も規定をしない歩行(通常歩行)と独自に作成した装具で体幹を屈曲位に固定した歩行(円背歩行)と設定した。計測は, 身体 33 ヶ所に直径 9mm の反射マーカを貼付し, 赤外線カメラ 10 台を用いた 3 次元動作解析システム ViconMX (Vicon-Peak 社製)と 6 枚の床反力計 (AMTI 社製)を用いて行った。得られたマーカ座標から 8 剛体リンクモデルを作成し, 各セグメント間の連結部を関節中心点と定義した。これらにより膝関節屈曲-伸展モーメント, 膝関節パワー, さらに膝関節を構成する大腿セグメントと下腿セグメントのセグメントトルクパワーを算出し, 歩行周期が 100% になるよう正規化した。なお力学的エネルギーは大腿・下腿セグメントのトルクパワーと定義した。解析区間は, 初期接地から床反力垂直成分が増大する荷重応答期(歩行周期 0% から 12%)とした。この区間での 2 条件におけるセグメントトルクパワーの平均値を比較した。解析側は右下肢とした。

【結果】膝関節屈曲-伸展モーメントについては, 通常歩行に対して円背歩行では増大傾向にあった(通常歩行 0.07 Nm/kg, 円背歩行 0.28 Nm/kg)。膝関節パワーについては, 2 条件ともに負のパワーを示し, 通常歩行 -0.09 W/kg, 円背歩行 -0.54 W/kg であった。大腿・下腿のセグメントトルクパワーについては, 通常歩行では大腿遠位部 0.83 W/kg, 下腿近位部 -0.92 W/kg, 円背歩行では大腿遠位部 0.56 W/kg, 下腿近位部 -1.06 W/kg であった。

【結論】本研究から, 体幹アライメントの違いが膝関節に生じる力学的エネルギーに影響を及ぼす可能性が示唆された。円背歩行は膝関節伸筋の遠心性収縮が大きく作用し, それは下腿からの力学的エネルギーが大きく影響していることが示された。

O-KS-17-5**方向転換動作における前十字靭帯不全膝の三次元動作解析**

小竹 諭¹⁾, 大角 侑平¹⁾, 井野 拓実^{1,3)}, 浮城 健吾¹⁾, 三浦 浩太¹⁾, 大森 啓司¹⁾,
吉田 俊教¹⁾, 前田 龍智²⁾, 鈴木 航²⁾, 大越 康充²⁾, 川上 健作⁴⁾, 鈴木 昭二⁵⁾

¹⁾悠康会 函館整形外科クリニック リハビリテーション科, ²⁾悠康会 函館整形外科クリニック 整形外科,

³⁾北海道科学大学 保健医療学部 理学療法学科, ⁴⁾函館工業高等専門学校 生産システム工学科,

⁵⁾公立はこだて未来大学 システム情報科学部 複雑系知能学科

key words 前十字靭帯不全膝・三次元動作解析・方向転換動作

【はじめに, 目的】近年, 前十字靭帯 (ACL) 不全膝の歩行解析が種々の方法で行われている。これらの解析において stiffening strategy や pivot-shift avoidance gait 等の代償動作の存在が明らかとなっている。しかし歩行やランジ以外の動作や, 運動力学的变化については十分に解明されていない。本研究の目的は, ACL 不全膝において回旋不安定性を生じやすい方向転換動作について, 運動学的, 運動力学の特性を明らかにすることである。

【方法】対象は片側 ACL 損傷例 35 例の患側および健側とした。内訳は男性 18 例, 女性 17 例, 年齢 25.0 ± 12.8 歳, BMI 23.5 ± 3.8 kg/m², 計測は受傷後 1.8 ± 6.3 年に実施した。また健常成人ボランティア 10 例 20 膝を対照群とした。内訳は男性 5 例, 女性 5 例, 年齢 28.7 ± 4.5 歳, BMI 20.3 ± 1.8 kg/m²であった。計測動作は定常歩行中の方向転換動作とした (立脚期に脛骨内旋を生じさせる内旋ターンおよび脛骨外旋を生じさせる外旋ターン)。計測は光学的モーションキャプチャー技術を用い, 赤外線カメラ 8 台 (120Hz), 床反力計 2 枚 (120Hz) を用いた。ポイントクラスタ法に準じて膝関節の 6 自由度運動を算出した。また逆動力学計算により外的膝関節モーメントを算出し, 得られたデータは身長および体重で被験者ごとに標準化した。各々のデータは立脚期の時系列を 100% として規格化した。ACL 不全患者の患側, 健側そして対照群の 3 群間で波形のピーク値, 変化量について比較検討した (一元配置分散分析, Bonferroni 法; $P < 0.05$)。

【結果】内旋ターンにおける立脚期での患側の伸展角度ピーク値は対照群と較べ有意に低値, 屈伸角度変化量は対照群, 健側と較べ有意に低値であった。立脚期の内旋角度ピーク値および内旋モーメントピーク値は患側, 健側が対照群と較べ有意に低値であった。また, 外旋ターンにおいて患側は対照群と較べ伸展角度ピーク値および屈伸角度変化量は有意に低値であった。しかし, 回旋角度や回旋モーメントにおいて有意差は認められなかった。

【結論】ACL 不全膝の方向転換動作において, 内旋, 外旋ターンともに立脚期における屈伸角度変化量が小さかった。これは ACL 不全膝の歩行においてみられる stiffening strategy と同様に, 膝関節運動を減少させることで膝関節を安定させる代償が働いたものと考えられた。また, ACL 不全膝は脛骨内旋を生じさせる内旋ターンにおいて立脚期の膝伸展角度と脛骨内旋角度および脛骨内旋モーメントが小さかった。これは ACL 不全による膝関節の前外側回旋不安定性に対する代償動作であることが考えられた。この代償動作は, 先行研究における歩行時の pivot-shift avoidance gait と類似したものと考えられた。さらに, 方向転換動作では ACL 不全膝の影響により健側においても回旋角度や回旋モーメントが変化する可能性が考えられた。

O-KS-17-6**反復性膝蓋骨脱臼患者の歩行時内部膝関節伸展モーメントを代償する運動学・運動力学要素の検討**

浅枝 諒¹⁾, 出家 正隆²⁾, 藤田 直人³⁾, 島田 昇⁴⁾, 河野 愛史⁴⁾, 桑原 渉¹⁾, 渡邊 帆貴¹⁾,
阿部 巧¹⁾, 越智 光夫⁵⁾

¹⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科, ²⁾愛知医科大学医学部整形外科学講座,

³⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科運動器機能医科学,

⁴⁾広島大学病院診療支援部リハビリテーション部門, ⁵⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科整形外科学

key words 反復性膝蓋骨脱臼・三次元動作解析・歩行分析

【はじめに, 目的】

反復性膝蓋骨脱臼は予期しない時に脱臼を繰り返す膝蓋骨脱臼の1つである。我々は歩行解析によって反復性膝蓋骨脱臼患者は歩行荷重応答期の内部膝関節伸展モーメントが健常者よりも低値を示すことを報告した(浅枝ら, 2014, JOSKAS)。反復性膝蓋骨脱臼では膝伸展位での膝蓋骨不安定性が強いため膝伸展筋を使用しない代償運動を呈すると推察されるが, 本研究では下肢関節運動学と運動力学の要素から内部膝関節伸展モーメントが低値を示す代償運動を検討した。

【方法】

広島大学病院整形外科にて反復性膝蓋骨脱臼と診断された女性10名を脱臼群とし, 脱臼群と年齢, 身長, 体重が類似する健常女性10名を対照群とした。対象下肢は脱臼群では脱臼側, 対照群はランダムで決定した。歩行解析にはVICON MX (Vicon Motion Systems 社, UK) と床反力計 (AMTI 社, USA) を用いた。対象者に Point cluster 法を参考にマーカーを貼付し, 加えて両側の上前腸骨棘と上後腸骨棘, 膝関節内側裂隙, 脛骨内果にマーカーを貼付した。課題動作は10mの歩行路を対象の快適速度で歩くこととし, 得られたマーカー座標と床反力から下肢関節運動と運動力学の要素を算出した。下肢関節運動は1歩行周期を100%に正規化した後, 歩行の各相での平均角度を算出した。下肢運動力学要素, 床反力はピーク値を算出し体重で正規化した。統計学的解析にはSPSS ver 19.0 (日本アイ・ビー・エム社, 東京) を使用し, 正規性, 等分散性を確認後に対応のない t 検定, Mann-Whitney の U 検定を行った。伸展モーメントと各運動学, 運動力学の要素との相関分析はピアソンの相関係数, Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

脱臼群では荷重応答期の内部膝関節伸展モーメントピーク値が対照群よりも有意に低値を示した (0.56 ± 0.22 Nm/kg vs 0.89 ± 0.24 Nm/kg, $P=0.005$)。脱臼群では荷重応答期の床反力鉛直方向成分の第1ピーク値 (11.0 ± 0.7 N/kg vs 11.7 ± 1.1 N/kg, $P=0.10$)。荷重応答期における負の膝関節パワーが小さく (0.50 ± 0.25 W/kg vs 0.78 ± 0.36 W/kg, $P=0.060$)。初期接地および荷重応答期における足関節背屈角度が大きい傾向を認めた (初期接地: $29.5 \pm 3.6^\circ$ vs $26.2 \pm 4.3^\circ$, $P=0.081$, 荷重応答期: 30.4 ± 3.8 vs 27.5 ± 3.1 , $P=0.079$)。2群間に有意な差がみられた項目, 有意傾向であった項目と内部膝関節伸展モーメントの間に有意な相関関係を認めなかった ($P>0.05$)。

【結論】

反復性膝蓋骨脱臼患者は荷重応答期における内部膝関節伸展モーメントを減少させるために床反力鉛直方向成分と膝関節伸展筋遠心性収縮を減らし, 足関節背屈角度を増やす代償運動を行っていることが示された。様々な病態を示す反復性膝蓋骨脱臼では代償運動が患者によって異なるために膝伸展モーメントと相関関係が認められなかった可能性があり, 膝関節以外の下肢関節運動や荷重方法を考慮する必要性が本研究によって示された。

O-KS-10-1**牽引式徒手筋力計を使用した等尺性脚伸展筋力測定法の考案**

工藤 夢子¹⁾, 世古 俊明²⁾, 隈元 庸夫³⁾, 高橋 由依¹⁾, 三浦 紗世⁴⁾, 松田 涼⁵⁾, 伊藤 俊一²⁾

¹⁾医療法人 愛全会 愛全病院 リハビリテーション部,

²⁾北海道千歳リハビリテーション学院 理学療法学科, ³⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科,

⁴⁾北星病院 リハビリテーション科, ⁵⁾医療法人 新さっぽろ脳神経外科病院

key words 徒手筋力計・脚伸展筋力・ベルト

【はじめに, 目的】

等尺性脚伸展筋力 (Leg press : Lp) は, 従来の等尺性膝関節伸展筋力 (Knee extension : Ke) よりも片麻痺者や下肢の変形性関節症患者の動作能力と関連が強いことから, Lp 測定の臨床的意義は高い。しかし Lp 測定には高価で大型の専用機器が必要であり, 測定場所も限られるため汎用性にかけることが懸念される。本研究の目的は, 比較的安価で持ち運びが可能な牽引式徒手筋力計 (pull type HHD) を用いた Lp 測定法を考案し, その再現性について検討することである。

【方法】

対象は健康成人女性 18 名 (平均 : 年齢 20.3 歳, 身長 157.1cm, 体重 51.0kg) とした。運動課題は非利き側での等尺性脚伸展運動と等尺性膝関節伸展運動とし, Lp と Ke の値を pull type HHD (Mobie, 酒井医療) を用いて測定した。Lp の測定肢位は両手を検査台上に置かせた長座位とし, 膝関節屈曲 30 度位 (Lp30) と膝関節屈曲 60 度位 (Lp60) の 2 条件とした。また pull type HHD に付属する左右の牽引用ベルトの位置を一方は仙骨後面近位部の高さとし, もう一方は測定下肢の足底で舟状骨レベルとした。測定時にはベルトの緩みがないことを確認後, 運動を施行した。Ke の測定肢位は股, 膝関節屈曲 90 度位での端座位とし, 加藤らのベルト固定法に準じて実施した。それぞれ 1 回の練習後に 2 回ずつ測定し, 平均値を代表値とした。なお施行順序はランダムとし, 各測定毎に休憩を設け, 疲労には十分な配慮を行なった。Lp 値は体重比を求め (kgf/kg), Ke 値は下腿長からトルク値を算出後に体重比を求め (kgf・m/kg) 採用した。Lp, Ke の再現性は ICC (1,1) と Bland-Altman 分析で検討した。また Lp と Ke の関連性は Pearson の積率相関係数, Lp30 と Lp60 の比較を t-test で検討した。有意水準は 5% とした。

【結果】

各測定の ICC (1,1) は Lp30=0.94, Lp60=0.95, Ke=0.94 であった。また Bland-Altman 分析の結果, Lp60 と Ke には系統誤差を認めなかったが, Lp30 に加算誤差を認め, 誤差の許容範囲は 0.03~-0.17kgf/kg であった。また Lp と Ke 間に有意な相関を認め, 相関係数は Lp30 と Ke 間で $r=0.85$, Lp60 と Ke 間で $r=0.74$ であった。Lp の比較では Lp30 (1.29kgf/kg) が Lp60 (1.18 kgf/kg) よりも高値を示した。

【結論】

pull type HHD を用いた Lp 測定は Ke と高い相関を示し, Lp60 で高い再現性を得られることが示唆された。しかし Lp30 では, より高い値が得られていることから, 今後は筋活動や有症患者を対象とし, 動作能力との関連性を含めて検討していく必要がある。

O-KS-10-2**股関節肢位が足関節背屈ストレッチング効果に及ぼす影響**中村 雅俊^{1,2)}, 池添 冬芽²⁾, 梅原 潤²⁾, 田中 浩基²⁾, 藤田 康介²⁾, 森下 勝行²⁾, 市橋 則明²⁾¹⁾同志社大学スポーツ健康科学部, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻**key words** スタティックストレッチング・受動的トルク・柔軟性**【はじめに, 目的】**

足関節背屈のスタティックストレッチング(SS)効果に関する研究は数多く報告されている。近年、股関節30°屈曲位よりも90°屈曲位の方が足関節の背屈可動域が減少することが報告されている。股関節肢位によって足関節背屈角度が変化する原因については解明されていないが、股関節肢位の変化が足関節背屈SS介入効果に変化を及ぼす可能性が考えられる。しかし、一般的に行われる股関節90°屈曲位と軽度屈曲位での足関節背屈SS介入において、どちらが効果的に下腿三頭筋の柔軟性を増加させるかは明らかではない。そこで本研究は、股関節肢位が足関節背屈SS効果に及ぼす影響について検討した。

【方法】

対象は下肢に神経学的及び整形外科的疾患を有さない健常若年男性15名とした。SSの対象筋は利き脚側の腓腹筋とし、股関節90°屈曲位(90°条件)もしくは30°屈曲位(30°条件)で膝関節完全伸展位にて足関節を等速性筋力測定装置(Biodex社製)のフットプレートに固定した。対象者が痛みを訴えることなく耐えうる最大の足関節背屈角度で30秒保持するSSを4回、計120秒間のSSを行った。SSの強度として、SS中の足関節背屈角度を測定した。なお、90°条件と30°条件は3日から7日間の間隔を開けて、無作為な順番で実施した。

SS介入前後に前述の等速性筋力測定装置を用いて、股関節70°屈曲、膝関節完全伸展位にて対象者が痛みを訴えることなく耐えうる最大の足背屈角度(ROM)および角速度5°/秒の速度で他動的に足関節20°背屈させた時の足関節底屈方向に生じるトルク(受動トルク)を計測した。なお、受動トルクは筋腱複合体全体の柔軟性を反映しており、値が小さくなるほど柔軟性が増加したことを意味する。

統計処理は、股関節肢位(90°条件と30°条件)と時期(介入前後)を二要因とする反復測定二元配置分散分析を行った。各条件におけるSS介入前後の変化および変化率の比較は、それぞれ対応のあるt検定およびWilcoxon検定を用いて行った。

【結果】

SS中の背屈角度は30°条件のほうが90°条件よりも有意に大きく、30°条件のほうがSS強度は強いことが示された。二元配置分散分析の結果、ROMは時期のみに主効果を認め、交互作用は認められなかった。事後検定の結果、90°条件と30°条件はともにSS介入後にROMは有意に増加した。また、受動トルクは時期の主効果および交互作用が認められた。事後検定の結果、90°条件と30°条件はともにSS介入後に有意に低値を示したが、SS介入後の受動トルク減少率は、30°条件のほうが90°条件よりも有意に高値を示した。

【結論】

足関節背屈SSを行う際、股関節屈曲角度を大きくした肢位で実施すると下腿三頭筋の柔軟性改善効果が減少することが示唆された。

O-KS-10-3**超音波画像診断装置を用いた第1中足骨骨頭下内側種子骨と荷重面との距離測定の検者内信頼性の検討**

瀧原 純, 村野 勇, 蛭原 文吾, 橋本 貴幸

総合病院土浦協同病院リハビリテーション部

key words 超音波画像診断装置・種子骨・信頼性**【はじめに, 目的】**

糖尿病足病変の病因の一つである運動神経障害が生じると足部内在筋に麻痺が生じ、足趾変形を招くことが報告されている。これまでの研究では足部の変形を有する神経障害を合併した糖尿病患者の第1中足骨骨頭部の脂肪層が菲薄化することが磁気共鳴画像法で明らかになっている。第50回日本理学療法学会において超音波画像診断装置(以下エコー)を用いて荷重時の第1中足骨骨頭下部の状態を観察し、種子骨が荷重面と常に接地することで荷重負荷を分散させる機構が働くことを報告した。今回の本研究の目的は、第1中足骨骨頭下内側種子骨と荷重面との距離の測定方法の検者内信頼性を検討することとした。

【方法】

対象は整形外科的既往のない健常成人29名29肢(男14名女15名)で、平均年齢(範囲)30.8(22-64)歳、身長と体重の平均値(標準偏差)は身長164(9.5)cm、体重57(11.1)kgであった。方法は市販の亚克力板の中央部を縦56mm横27mmの範囲で切り抜き、エコー(日立MyLabFive)のリニア型プローブ(18MHz)が下部から挿入できるように加工した。切り抜いた部分にプローブを挿入し、亚克力板の表面と同じ高さで徒手的に固定した。その上部に左側第1中足骨骨頭下部の内側種子骨が合うように被検者を立たせた。全足底接地での片脚立位となる歩行時の立脚中期と中足趾節関節が最大伸展位となる前遊脚期を想定した肢位における状態を観察した。立脚中期を想定した肢位は第1中足趾節関節(以下MTP)伸展10度で、片脚立位(以下肢位1)とした。前遊脚期を想定した肢位は第1MTP関節伸展40度で、反対側下肢は踵接地で1/3部分荷重とした(以下肢位2)。被験者には各肢位とも左手で支持物を軽く支持させた。その後、エコーの静止画像を描出し、荷重面から種子骨の接触部までの最短距離を計測した。計測は全て同一検者が行い、1回目のテストから1日以上の間隔をおいて再テストを実施した。1回の計測につき各肢位で3回計測を行い、その平均値を代表値とした。統計解析はSPSS.ver21を使用し、級内相関係数(以下ICC)を用い、検者内信頼性(ICC(1, 1))を算出した。また、MedCalc Ver11.6を使用し、Bland-Altman分析を行い、系統誤差の有無を確認した。系統誤差がない場合、最小可検変化量(以下、MDC)の95%信頼区域であるMDC₉₅を算出した。

【結果】

ICC(1, 1)は肢位1で0.89、肢位2で0.93であった。Bland-Altman分析の結果、どちらも系統誤差を認めなかった。MDC₉₅の結果、肢位1で0.84mm、肢位2で0.95mmであった。

【結論】

ICCは両肢位で0.8以上の数値であり、判断基準で「良好」という結果となった。今回行った軟部組織厚の測定方法は計測の練習をした同一検者であれば信頼性のある評価方法であることが明らかになった。また、系統誤差は存在しないため、MDC₉₅の結果を用いることで、臨床上有効な変化が生じているかを判断することが可能となった。今後は検者間の信頼性の検討が必要である。

O-KS-10-4**位置覚検査の運動様式による再現性の違い～膝関節伸展角度による比較～**永嶋 高大¹⁾, 岡本 康世¹⁾, 西村 由香²⁾¹⁾花川病院, ²⁾北海道文教大学**key words** 位置覚・運動様式・再現**【はじめに, 目的】**

位置覚は、筋、腱、靭帯、関節包、皮膚など様々な固有感覚受容器から情報を得ている。これらの受容器から得られる情報量は、関節角度の違いによって伸長または張力などが加わることで増減すると予想される。筋の収縮によって得られる固有感覚情報に位置覚が依存していることを示唆する文献が多く報告されているが、関節角度の違いによる位置覚の変化を報告しているものは少ない。また、日常生活では膝関節伸展位での活動も多いが、膝関節位置覚に関する研究では屈曲位での測定が多いため、より伸展位での膝関節位置覚を評価することは重要である。そこで本研究の目的は、膝関節伸展位の角度変化による膝関節位置覚の違いを明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人とし男性 10 名, 女性 10 名, 計 20 名(平均年齢 21 歳)とした。位置覚検査部位は左膝関節とし、端座位で設定角度まで膝関節伸展運動を行い、5 秒間保持し記憶させた後、同側で再現する方法とした。膝関節の運動様式は、随意運動で膝関節を伸展し棒に接触させるものを自動運動、検者が他動的に下腿を引き上げるものを他動運動とし、設定時と再現時の膝伸展角度の誤差角度を測定した。他動運動時は、筋収縮が起こらないように確認した。運動様式 2 条件(自動運動, 他動運動)と設定角度の 4 条件(膝屈曲 0°, 10°, 20°, 30°)を組み合わせた 8 パターン(自動 0°, 自動 10°, 自動 20°, 自動 30°, 他動 0°, 他動 10°, 他動 20°, 他動 30°)を各 3 回, ランダムに実施した。膝関節角度の測定方法は、大転子, 大腿骨外側上顆, 外果のランドマークをビデオカメラで側方から撮影し、画像解析ソフトにて測定した。誤差角度は設定時と再現時の膝関節角度の誤差の絶対値の平均値とした。対象者には、アイマスクを着用させ視覚情報を制限した。統計学的検定は、2 要因に対応のある 2 元配置分散分析を用いて検定を行った。危険率は 5% 未満とした。

【結果】

各 8 パターンの誤差角度は、自動 0° : $1.9 \pm 1.1^\circ$ (平均値 \pm SD, 以下同様), 自動 10° : $2.6 \pm 1.7^\circ$, 自動 20° : $2.5 \pm 2.5^\circ$, 自動 30° : $3.2 \pm 1.5^\circ$, 他動 0° : $2.4 \pm 2.5^\circ$, 他動 10° : $3.2 \pm 2.1^\circ$, 他動 20° : $4.3 \pm 2.7^\circ$, 他動 30° : $4.7 \pm 2.9^\circ$ であった。各設定角度で自動運動と他動運動間の誤差角度に有意差が認められ($p=0.015$), 設定角度の記憶を他動運動によって行った場合は誤差角度が大きい傾向にあった。また、設定角度間での誤差角度にも有意差が認められ ($p=0.003$), 0° と 20° 間 ($p=0.023$), 30° 間 ($p=0.022$), 10° と 30° 間 ($p=0.027$) に有意差が認められ、いずれもより伸展位は誤差が小さい傾向にあった。設定角度と運動様式の 2 要因間に交互作用は認められなかった。

【結論】

膝関節伸展位では運動様式のみならず、伸展角度によって位置覚が変化する可能性が示唆された。軟部組織の伸張による感覚刺激や膝関節伸展筋の活動張力の違いが関係していると予想され、位置覚検査の解釈の一助となる可能性がある。

O-KS-10-5**疼痛刺激時の交感神経活動の変化と内受容感覚の感受性の関係について**西 勇樹¹⁾, 大住 倫弘²⁾, 信迫 悟志²⁾, 森岡 周^{1,2)}¹⁾畿央大学大学院 健康科学研究科 ニューロリハビリテーション研究センター,²⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター**key words** 内受容感覚の感受性・疼痛刺激・交感神経活動**【はじめに, 目的】**

複合性局所疼痛症候群 (Complex Regional Pain Syndrome : CRPS) では, 交感神経機能の異常による心拍数の増大, 心拍変動の低下が生じると報告されているが(Tsay 2015), 交感神経機能の異常が生じやすい者の特徴は明らかになっていない。一方で, 迷走神経交感神経バランスの活動の変動が大きい者ほど内受容感覚の感受性(以下, IS)は高いことが報告されている(Pollatos 2012)。このことから, 疼痛刺激時に交感神経活動が亢進しやすい者はISが高い可能性があり, ISを定量的に捉えることによって, 慢性疼痛への移行を事前に予測できることが想定される。本研究では, 疼痛刺激中の交感神経活動の変化とISの関係性を明らかにし, 臨床評価のための基礎的知見を見出すことを目的とした。

【方法】

対象は健常成人14名(男性5名, 女性9名, 平均年齢 22.2 ± 2.6 歳)であった。内受容感覚の感受性は心拍追跡課題と心拍検出課題を用いた。心拍追跡課題では, 一定時間(25, 35, 45, 55s)手がかりなしで自分の心臓の拍動回数を数える課題を各時間条件3試行実施した。心拍検出課題では, 連続して聴かされるビーブ音が自分の心拍と同期しているかを判断させる課題を実施した。同期条件では心電図上のR波と同期させ, 非同期条件はR波より300ms遅延してからビーブ音が鳴るよう設定した。この課題を各15試行実施する。痛み刺激は圧痛計を用い, 圧痛閾値は左右の母指球上に各2試行実施し, その平均値を疼痛閾値とした。また, 心電図を用い安静時及び圧痛閾値測定時の自律神経活動を記録した。自律神経活動の指標として, 測定されたR-R間隔をもとにローレンツプロット解析(Toichi 1997)を行い, 交感神経系指標(以下, CSI)を算出し, 疼痛刺激時と安静時のCSI値の差分を算出した。統計処理は各測定項目の相関についてピアソンの相関係数を行った。なお, 有意水準は5%とした。

【結果】

心拍検出課題および心拍検出課題の成績と疼痛閾値の間には有意な相関関係が認められなかったが, 心拍追跡課題とCSI値には正の相関を認めた($R=0.53, p<0.05$)。つまり, 心拍追跡課題の成績が良好な者ほど, 疼痛刺激が与えられる時の交感神経の活動が亢進していた。

【結論】

圧痛閾値測定時の交感神経活動の変化をISを用いて検討した結果, 心拍追跡課題の成績が良好な者ほどCSI値も高くなった。このことは, 自身の内受容感覚に敏感な者ほど, 疼痛刺激時の交感神経活動が亢進しやすく, 痛みの認知が行われる前段階での痛みに対する生体反応が生じやすいことを意味する。今回の結果より, 心拍追跡課題によるISの定量評価手法を用いれば, CRPSのような自律神経機能に変調をきたす難治性疼痛への移行を早期に予測することが臨床現場で可能になることが示唆された。

O-KS-10-6**嚥下障害患者に対する嚥下音、呼気音の周波数解析を用いた嚥下動態評価の試み**森下 元賀¹⁾, 曾田 淳也²⁾, 小林まり子²⁾¹⁾吉備国際大学保健医療福祉学部理学療法学科, ²⁾医療法人思誠会 渡辺病院リハビリテーション科**key words** 嚥下障害・嚥下音・音響解析

【はじめに、目的】嚥下機能は加齢や疾患によって容易に低下し、嚥下機能の低下が原因となって生じる誤嚥性肺炎は生命予後を左右する問題となっている。嚥下動態の評価としては嚥下造影検査や嚥下内視鏡検査が一般的であるが、専門の設備やスタッフの問題から行える状況は限定される。そのため、嚥下時に侵襲なく行える頸部聴診法による嚥下音、嚥下前後の呼吸音の聴取が行われているが、検査者の主観によって評価している現状があり、誰でも容易に嚥下動態の評価が行えるとは言い難い。今回の研究では嚥下動態の容易かつ客観的な評価手法の確立を目指して、軽度嚥下障害患者の嚥下音、嚥下前後の呼気音を周波数解析することによって、嚥下障害患者の音響特性を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は加齢、中枢神経疾患による嚥下障害の患者7名(平均84.6±5.6歳、改訂水飲みテスト4点:2名、3点:5名)と健常若年者11名(平均20.8±0.6歳)とした。方法は、嚥下前に十分な咳嗽を行わせた後に5、10mlの常温水道水をコップより摂取し、自由なタイミングで嚥下させた。嚥下音、呼気音の聴取は小児用聴診器を輪状軟骨直下気管外側に設置して行った。聴診器のチューブにマイクロホンを挿入し、パソコンに音響信号を取り込んだ後に音響解析ソフト(吉正電子株式会社製、DSSF3)を用いて高速フーリエ変換による周波数解析を行った。解析は振幅波形から嚥下音持続時間を算出し、嚥下第一音(喉頭挙上音)、第二音(上食道開放音)を同定し、嚥下前後の呼気音とともに250Hzの定帯域分析により各帯域の平均レベルを算出した。統計解析はそれぞれの項目、帯域で対象者と嚥下した量について二元配置分散分析を行った。

【結果】嚥下音持続時間は、5ml、10ml嚥下時ともに健常者と比較して、患者で有意に延長していた($p<0.05$)。嚥下第一音は10ml嚥下時に1750Hzの帯域で健常者と比較して患者で有意に低いレベルを示した($p<0.05$)。嚥下第二音は10ml嚥下時に2750、3000Hzの帯域で健常者と比較して患者で有意に高いレベルを示した($p<0.05$)。嚥下前の呼気音はいずれのレベルも有意差がなかったが、嚥下後の呼気音は5ml、10ml嚥下時ともに2250Hz以上の全ての帯域で健常者と比較して患者で有意に高いレベルを示した($p<0.05$)。

【結論】嚥下障害患者の嚥下音は、嚥下運動自体が緩徐になっていることに加え、複数回嚥下を行っていることが原因で延長していると考えられた。嚥下音は嚥下時の喉頭進入、咽頭残留によって健常者とは異なった特性を示したことが考えられ、特に嚥下後の呼気音に関しては、嚥下後の水の咽頭残留によって周波数特性が変化したことが考えられた。これらのことから、専門的な設備を持たない施設や在宅においても嚥下動態の客観的な評価として、嚥下音、呼気音の周波数解析は有用であることが示唆された。

O-KS-18-1**立位姿勢調整方略の定量的評価の試み**江頭 陽介¹⁾, 金子 秀雄²⁾, 川端 知佳¹⁾¹⁾柳川リハビリテーション病院, ²⁾国際医療福祉大学大学院**key words** 静止立位・角速度センサー・姿勢方略**【はじめに, 目的】**

平衡機能検査において、重心動揺計は直立位での足圧中心を、視覚外乱やラバー負荷を与えた条件で測定することで末梢前庭機能低下の補助診断に用いられる。しかし、重心動揺計は下肢関節の角度変化を測定できないため姿勢方略の定量的評価はできない。そこで本研究では、角速度センサーと重心動揺計を用い、視覚外乱とラバー負荷における静止立位時の総軌跡長、下肢関節角度変化量を測定し、姿勢方略の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常者40名(男女各20名, 平均年齢26歳)とし、両踵を接し足角が30°となる足位で2m前方の固定点を注視し、30秒間の静止立位をとった。条件は開眼、閉眼、開眼フォームラバー上(以下、開眼ラバー)、閉眼フォームラバー上(以下、閉眼ラバー)の4条件とした。フォームラバーには、厚さ5cmの天然ゴム素材のものを使用した。各条件において、アニメ製の重心動揺計を用いて、動揺の大きさの把握に用いられる総軌跡長を計測した。また同時に、ロジカルプロダクト製の角速度センサーを右足部、右下腿、右大腿、仙骨に取り付け、隣接するセンサーの矢状面における傾斜角度の差から、股関節、足関節の関節角度を計算した。関節角度はドリフト補正を行った後に、中間10秒間の関節角度変化量を算出した。また、足関節角度変化量に対する股関節角度変化量(以下、ストラテジスコア)を求めた。統計処理は、各測定値を4条件で比較するために、一元配置反復測定分散分析を使用し、多重比較には対応のないt検定を用いてBonferroni修正を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

総軌跡長は、開眼と比較し、閉眼、開眼ラバー、閉眼ラバーで有意に増大した。また、開眼ラバーと比較し閉眼ラバーで有意に増大した(開眼:32.7cm, 閉眼:45.5cm, 開眼ラバー:56.3cm, 閉眼ラバー:103.5cm)。足関節と股関節の関節角度変化量は、開眼と比較し、開眼ラバー、閉眼ラバーで有意に増大した。また、開眼ラバーと比較し閉眼ラバーで有意に増大した(足関節開眼:11.9°, 閉眼:14.3°, 開眼ラバー:38.8°, 閉眼ラバー:65.7°, 股関節開眼:14.3°, 閉眼:15.5°, 開眼ラバー:23.5°, 閉眼ラバー:33.6°)。ストラテジスコアは、開眼と比較し、開眼ラバー、閉眼ラバーで有意に低下した。また、閉眼と比較し、開眼ラバー、閉眼ラバーで有意に低下した。(開眼:1.3, 閉眼:1.2, 開眼ラバー:0.6, 閉眼ラバー:0.5)。

【結論】

総軌跡長、角度変化量では、開眼と比較してフォームラバーでは増大し、フォームラバーにおいては視覚外乱を加えることでさらに増大した。これに対し、ストラテジスコアでは開眼と比較してフォームラバーで低値を示したが、視覚条件に影響されなかった。このことから、健常者における立位姿勢方略はフォームラバー上で立位をとることにより変化し、足関節優位の姿勢制御となることが示唆された。

O-KS-18-2**Light-touch が立位姿勢制御の Sensory reweighting に及ぼす影響**岩本 義隆¹⁾, 新小田幸一^{2,3)}, 澤田 智紀¹⁾, 阿南 雅也^{2,3)}, 高橋 真^{2,3)}¹⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程後期 保健学専攻,²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 応用生命科学部門,³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター**key words** Stabilogram diffusion analysis ・ Light touch ・ Sensory reweighting**【はじめに, 目的】**

人は視覚, 体性感覚, 前庭覚など感覚情報を統合し姿勢制御を行い, この過程は Sensory reweighting と呼ばれる。本研究は, 固定点に指先で軽く触れる Light touch (以下, LT) による求心性の固有感覚情報と, 視覚情報の変化に伴う姿勢制御様式の変容を, Stabilogram diffusion analysis (以下, SDA 解析) を用いて観察し, 姿勢制御に関する理学療法を新たな視点から検討することを目的として行った。

【方法】

対象は健康若年者 8 人 (年齢 25.8 ± 2.3 [歳]; 身長 1.73 ± 0.03 [m]; 体重 64.0 ± 3.2 [kg]) で, 課題は 30 秒間の静止立位保持とし, 条件は, LT を行う LT 条件と行わない NT 条件, LT に加えて閉眼する LTEC 条件とした。LT は力学的支持との違いを明白にするため, 小型 3 軸力覚センサ (テック技販社製) を用いて計測した接触圧が 1 [N] 未満となるよう練習を行った。

課題中の床反力データは床反力計 2 基 (テック技販社製) を用いて取得し, Nexus 2.0 (Vicon Motion Systems 社製) を用いて COP 座標の左右方向成分 (x), 前後方向成分 (y) をそれぞれ算出した。

SDA 解析は先行研究を参考に, COP 座標のある点と時間 Δt 経過後の点における座標間距離の二乗を求め, 時間を横軸にとりプロットした。描出された曲線の傾きが最も顕著に変化する点を critical point とし, 0 秒から critical point までを短時間領域, critical point から 10 秒までを長時間領域とした。各領域において最小二乗法を用いて求めた近似直線の傾きから拡散係数を求め, 曲線に対数変換した後に同様の処理を行い, 近似直線の傾きからスケーリング指数を算出した。以上の過程を x , y とも行い, さらに x と y の和を合成方向 (r) とした。なお, 先行研究に基づき拡散係数がより高値のとき, COP 軌跡は不安定, スケーリング指数が 0.5 より大きい場合, COP 軌跡は長時間相関を有すると判断した。

統計学的解析には SPSS ver.22 (日本アイ・ビー・エム社製) を用いた。正規性の検定を行った後, 反復測定分散分析を用いて条件間で比較を行い, Bonferroni 法で事後検定を実施した。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

拡散係数に関して, LT 条件は NT 条件と比較して, 全ての方向と時間領域において有意に低値を示し, また, LT 条件は LTEC 条件と比較して, 左右および合成方向の長時間領域を除き, 有意に低値を示した。スケーリング指数に関して, 全条件で全ての方向の短時間領域において 0.5 より高値であった。

【結論】

結果より, LT 条件では求心性の固有感覚情報の増加により, NT 条件と比較して COP 軌跡が安定していたことが示唆された。また, LTEC 条件においては LT 条件と比較すると不安定とみなされるが, 短時間領域において COP 軌跡は長時間相関を有し, 閉眼しているものの NT 条件と比較して不安定とはいえなかった。よって人は視覚情報が遮断された条件下でも, 取得可能な固有感覚情報を拠所として COP 軌跡の制御を安定化させようとしていることが示唆された。

O-KS-18-3**ステップ動作時の姿勢安定性に予測的姿勢調整の潜在エラーが及ぼす影響**佐藤 健二^{1,2)}, 小笠原友香里²⁾, 浅野 直也²⁾, 近藤 和泉²⁾, 内山 靖¹⁾¹⁾名古屋大学大学院医学系研究科 リハビリテーション療法学専攻,²⁾国立長寿医療研究センター 機能回復診療部**key words** ステップ動作・姿勢制御・動作分析**【はじめに, 目的】**

安定した姿勢は身体質量中心 (COM) の偏倚や速度が支持基底面内に統制された状態であり, 予測的姿勢調整 (Anticipatory Postural Adjustment; APA) は, 運動に伴う姿勢不安定性を未然に最小限にする役割を有している。これまでの研究から, ステップ動作開始時に足圧中心 (COP) を遊脚側・後方に移動することで, COM を立脚側・前方へ移動する推進力が生じ, 踏み出し以降の片脚支持期に COM が遊脚側に偏倚することを防ぐと報告されている。また, 動作開始時に踏み出す足を弁別する選択的課題が求められると, 誤った方向に体重を移動する予測的姿勢調整の潜在エラー (APA エラー) が生じ, ステップ動作時間が延長すると報告されている。しかし, APA エラーが片脚支持期の COM の偏倚に及ぼす影響は明らかになっていない。そこで APA エラーが Foot off (FO), Foot contact (FC) 時の COM 偏倚量と速度に及ぼす影響と, COP 偏倚時間と COP-COM 位置差 (遊脚側, 前方) から APA エラー時の補償的な姿勢制御を探索することを目的とした。

【方法】

対象は健康若年者 20 名 (平均 25±4 歳) とした。前方のモニターに表示される視覚刺激 (矢印) の示す足をできるだけ早く踏み出すことを課題とし, 踏み出す距離は身長×20% に規定した。計測には 3次元動作解析装置 (VICON), 床反力計 (AMTI) を使用し, 床反力垂直成分から APA 開始, FO, FC を求め, APA エラーは APA 開始時に通常とは反対の立脚側に体重が移動した場合と定義した。解析は DIFF マーカーセット (10 点マーカー) を使用し, FO, FC の COM 偏倚量 (cm), COM 速度 (cm/s) を抽出した。さらに, APA 相 (APA 開始から FO まで) における COP 偏倚時間 (s), 最大 COP-COM 位置差 (cm) を抽出した。データは身長 (m) で除した値 (%Ht) を用い, 対応のある T 検定により比較した。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

APA エラーを呈すると, 立脚側への COM 偏倚量が減少し (APA エラー-: $-1.11 \pm 0.32\% \text{Ht}$ (FO), $-0.78 \pm 0.51\% \text{Ht}$ (FC), APA エラー+: $-0.77 \pm 0.30\% \text{Ht}$ (FO), $-0.41 \pm 0.55\% \text{Ht}$ (FC)), 前方への COM 偏倚量が増加した (APA エラー-: $1.68 \pm 0.51\% \text{Ht}$ (FO), $7.34 \pm 1.18\% \text{Ht}$ (FC), APA エラー+: $2.17 \pm 0.53\% \text{Ht}$ (FO), $7.79 \pm 1.09\% \text{Ht}$ (FC))。また, 遊脚側への COP 偏倚時間が延長し (APA エラー-: $0.29 \pm 0.04 \text{s}$, APA エラー+: $0.41 \pm 0.06 \text{s}$), 遊脚側への COP-COM 位置差 (APA エラー-: $3.06 \pm 1.16\% \text{Ht}$, APA エラー+: $3.74 \pm 1.21\% \text{Ht}$) と, 前方への COP-COM 位置差 (APA エラー-: $-0.85 \pm 1.00\% \text{Ht}$, APA エラー+: $-0.53 \pm 1.02\% \text{Ht}$) が増加した。

【結論】

APA エラーを呈した場合, 立脚側への COM 偏倚量が減少し, 前方への COM 偏倚量が増加したことから, APA エラーにより姿勢不安定性が惹起されることが示唆された。また, 通常のステップ動作に比べ遊脚側への COP 偏倚時間, 遊脚側・前方への COP-COM 位置差が増加し, APA エラー時には補償的な姿勢制御を行うことが明らかとなった。

O-KS-18-4**動作スピードの違いが起立一歩行動作時の側方バランス制御に及ぼす影響**炭本 貴大¹⁾, 新小田幸一²⁾, 福井 基裕¹⁾, 武田 拓也¹⁾, 谷本 研二³⁾, 阿南 雅也²⁾, 高橋 真²⁾¹⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程前期 保健学専攻,²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 応用生命科学部門,³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程後期 保健学専攻**key words** 起立一歩行動作・動作スピード・動的バランス**【はじめに, 目的】**

椅子座位から起立し歩行を開始する, いわゆる起立一歩行動作(以下, STW)は, 高齢者が転倒を起こす動作の一つであり, この動作の成り立ちを理解することは高齢者の転倒を予防する上で重要である。しかし, STW の側方の姿勢制御に目を向けた研究は決して多いとはいえない。また, 一般的に高齢者は動作スピードの低下が認められるものの, 日常生活中, 緊急性に適応する必要がある。そこで本研究は, 高齢者を扱う前段階として健常若年者を対象に, 動作スピードの違いがSTW の側方バランス制御に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は健常若年者7人(年齢 22.9 ± 2.3 歳)であった。課題動作は下腿長の高さの座面高をもつ椅子からのSTWとし, できるだけ速いスピードで行う条件(以下, 高速条件), 普段通りのスピードで行う条件(以下, 通常条件), 起立して一旦立位を保持した後に歩行を開始する条件(以下, 停止条件)の3条件で行った。運動学データは3次元動作解析システム(Vicon社製)を, 運動力学データは床反力計(テック技販社製)を用いて取得した。得られたデータを基に身体重心(以下, COM)と足圧中心, 関節モーメントを算出した。また, 動的安定性は, COMの移動スピードを考慮し倒立振り子モデルに基づいて算出した推定COMと, 支持基底面の外側端の指標とする第5中足骨頭マーカとの側方距離を安定性余地(以下, MOS)として表した。解析区間は, 足圧中心座標の側方変位が後行肢側へ最大となる瞬間より前に先行肢側で極値を示す瞬間から, 先行肢が接地した瞬間までとした。統計学的解析にはSPSS Ver. 22.0(日本アイ・ビー・エム社製)を用い, 反復測定による分散分析後, 多重比較を行った。なお有意水準は5%未満とした。

【結果】

後行肢側へ向かうCOM側方スピードの最大値は, 高速条件 85.9 ± 7.4 [$\text{m/s} \times 10^{-3}$], 通常条件 110.5 ± 4.0 [$\text{m/s} \times 10^{-3}$], 停止条件 156.5 ± 5.0 [$\text{m/s} \times 10^{-3}$]であり, 3条件間で有意差を認めた(いずれも $p < 0.05$)。MOSの最小値は, 高速条件 126.4 ± 5.2 [$\text{m} \times 10^{-3}$], 通常条件 112.4 ± 3.7 [$\text{m} \times 10^{-3}$], 停止条件 100.0 ± 2.3 [$\text{m} \times 10^{-3}$]であり, 高速条件と通常条件間, 高速条件と停止条件間で有意差を認めた(いずれも $p < 0.05$)。MOS最小値出現時の後行肢側股関節外転モーメントは, 高速条件 0.18 ± 0.05 [N m/kg], 通常条件 0.43 ± 0.04 [N m/kg], 停止条件 0.71 ± 0.03 [N m/kg]であり, 3条件間で有意差を認めた(いずれも $p < 0.05$)。

【結論】

STWの動作スピードが速ければCOM側方スピードが遅く, MOSの最小値は高速条件で最も高値を示した。姿勢制御においてCOMが支持基底面の辺縁に近いほど不安定な状態とされており, 高速条件では後行肢側への側方安定性は最も高かったといえる。それに対し, 通常条件や停止条件では, 後行肢側への側方安定性の要求に対して高い股関節外転モーメントの産生が要求された。

O-KS-18-5**二重課題下における高齢者の歩行特性**矢代 郷¹⁾, 佐々木賢太郎²⁾, 木村 剛³⁾, 大泉 真一⁴⁾¹⁾富山大学附属病院, ²⁾金城大学大学院リハビリテーション学研究所, ³⁾金城大学社会福祉学部,⁴⁾恵寿総合病院**key words** 二重課題・高齢者・歩行特性

【はじめに, 目的】65歳以上の高齢者のうち, 約2~3割の人は1年に1回以上転倒すると報告されている。高齢者の転倒予防や転倒予測は, 健康的な生活の維持や病気の早期発見に繋がるなど極めて重要である。その中で近年, 注目を浴びているのが二重課題(dual task: DT)条件下でのパフォーマンステストである。本研究では, 高齢者のDT条件下における歩行特性を若年者と比較することで明らかにすることを目的とした。

【方法】健常高齢者15名(男性8名, 女性7名, 68.6±4.9歳)と健常大学生15名(男性8名, 女性7名, 20.5±1.3歳)を対象として行った。3次元動作解析装置を用い, 通常の歩行(single task: ST)を3回実施した。その後, ディスプレイに映写された1桁の足し算を解答しながら歩行するDTを3回施行した。歩行中の歩幅, 歩行速度, 床反力, 質量中心(center of mass: COM), toe clearanceの最小値(minimum toe clearance: MTC), および胸部, 脊柱, 骨盤, 矢状面上の利き足及び非利き足の下肢関節角度を抽出し, 各群で平均値を求めSTとDTで比較した。統計学的処理として正規性を検討するためにShapiro-Wilk検定を行い, 正規性が認められれば対応のあるt検定, 正規性が認められなければWilcoxon符号付順位和検定を用い, 5%水準にて有意判定を行った。

【結果】若年者では, STに比べてDTの歩行速度($p<0.05$)と初期接地時の床反力($p<0.05$)の上昇を認めた。また, 歩行中のCOMの最高値($p<0.0001$), 最低値($p<0.05$)はともに有意に上方へ偏位していた。さらに, 非利き足のMTCは, STに比べてDT時に有意に低下した($p<0.05$)が, 下肢関節角度に変化は認められなかった。一方, 高齢者では非利き足の歩幅が減少した($p<0.01$)。歩行中の胸部の最大屈曲角度が有意に増加($p<0.0001$)し, 最大伸展角度が有意に減少($p<0.0001$)した。また, terminal stance期における利き足の足関節背屈($p<0.05$)とpre-swing期における利き足の足関節底屈($p<0.05$)角度が有意に減少した。さらに, terminal stance期における利き足の股関節伸展角度が減少($p<0.05$)した。しかし, MTCは条件間に有意な差は認められなかった。

【結論】STに比べてDT下での歩行特性の変化は若年群とは異なるものであった。本研究の結果から, 高齢者のDTの歩行特性として, 計算課題へ注意が注がれることで, 体重心が前方に偏位し, 立脚後期における股関節の伸展や足関節の底背屈, 歩幅の減少に影響したと考えられる。一方, MTCは若年者ではDT下で非利き足のMTCが低下したにもかかわらず, 高齢者では変化が認められなかった。高齢者はつまずきに対する警戒心が強く, 障害物をまたぐ動作においてsafety marginを大きく取ることが報告されている。また, 計算課題の難易度が1桁の足し算と比較的容易な課題であったため, MTCを低下させるには至らなかったものと推察する。

O-KS-18-6**転倒歴を有する高齢者の足圧中心軌跡の特徴**

佐藤 大道^{1,2)}, 岡田 恭司²⁾, 齊藤 明²⁾, 若狭 正彦²⁾, 柴田 和幸²⁾, 高橋 裕介²⁾,
堀岡 航²⁾, 安田 真理²⁾, 大沢真志郎²⁾

¹⁾JA 秋田厚生連 秋田厚生医療センター,

²⁾秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻リハビリテーション領域

key words 高齢者・転倒・足圧中心軌跡

【はじめに, 目的】

臨床上, 転倒は高齢者が寝たきりとなる要因として大きな割合を占めており, 私たち理学療法士の関心は高い。これまで転倒に関する研究・報告は多いものの, 立位でのバランス能力や筋力との関連を示したものがほとんどで, 実際に歩行の状態を検討していたものは少ないのが現状である。転倒は重心が支持基底面から外れることで生じるため, 重心移動に関連する足圧中心軌跡(以下 COP) の変化は転倒の原因を追究する一助になり得ると考えられる。そこで本研究の目的は転倒歴のある高齢者の COP の特徴を明らかにすることである。

【方法】

本研究に同意と協力が得られた 22 名の高齢者を対象とし, 直近 1 年間の転倒歴を聴取した。1 年の間に転倒歴があったもの 7 名を転倒群(年齢 78.1 ± 4.5 歳, BMI 24.0 ± 3.1 kg/m²) とし, 残りの 15 名をコントロール群(年齢 78.7 ± 4.2 歳, BMI 23.0 ± 2.7 kg/m²) として分類した。なお, 両群ともに独歩が不能なもの, 脊椎または下肢の手術歴があるものおよび著明な筋力低下があるものは本研究の対象から除外した。測定項目は, インソール型足圧分布計測システム(F-scanII, ニッタ社)を装着した状態で, 10m 歩行を快適速度で実施し, 歩行パラメータとして歩行速度と歩幅, COP を表す指標として%Long(歩行時の足長に対する COP の最大前後径)と%Trans(歩行時の足幅に対する COP の最大左右径)を測定した。各測定項目にける転倒群とコントロール群の比較には対応のない t 検定を用い, 危険率は 5% とした。

【結果】

歩行パラメータは歩行速度 (0.78 ± 0.2 m/s vs 0.86 ± 0.3 m/s, $p > 0.05$), 歩幅 (0.44 ± 0.1 m vs 0.45 ± 0.1 m, $p > 0.05$) で転倒群とコントロール群の間に有意な差は認められなかった。COP は%Long ($49.9 \pm 7.3\%$ vs $52.2 \pm 6.1\%$, $p > 0.05$) で転倒群とコントロール群の間に有意な差は認められなかったが, %Trans ($8.8 \pm 3.3\%$ vs $13.2 \pm 3.5\%$, $p = 0.012$) で転倒群がコントロール群に比べ有意に低値であった。

【結論】

歩行速度, 歩幅および%Long は転倒群とコントロール群の間に有意な差は認められなかったが, %Trans は転倒群がコントロール群に比べ有意に低値を示した。%Long および%Trans はそれぞれ COP の前後方向と左右方向の動きを反映したものであることから, 転倒しやすい高齢者では足圧中心の総移動距離が短くなっていると考えられる。特に前後方向への COP の移動ではなく, 左右方向への COP の移動が有意に低い値を示したことから, 転倒を予防するためには前額面上での重心移動が重要であると考えられる。今回の結果から, 転倒しやすい高齢者では, 歩行時に正常から逸脱した COP パターンを示しており, そのことが転倒に関連すると考えられる。特に COP の左右方向への移動が正常パターンから逸脱していたことから, 転倒予防において矢状面上のバランスへの介入だけでなく, 前額面上におけるバランスを意識した介入も取り入れていく必要があると考えられる。

O-KS-11-1**伸張性筋収縮が筋線維膜透過性及び筋線維形態に及ぼす反復回数の影響**中川 弘毅¹⁾, 田巻 弘之^{1,2)}, 早尾 啓志¹⁾, 山本 智章^{2,3)}, 大西 秀明^{1,2)}¹⁾新潟医療福祉大学大学院, ²⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所, ³⁾新潟リハビリテーション病院**key words** 伸張性収縮・反復回数・筋損傷

【はじめに, 目的】筋損傷はさまざまな原因により引き起こされ, 伸張性収縮(ECC)の反復は筋損傷を惹起する要因の一つである。ECCにより筋線維膜透過性の増大(evans blue dye; EBD 取込)が生じるが, その反復回数との関連性についての知見は運動実践においても有用な情報となる。本研究では, ECCの反復回数の違いがEBDの取込を認める(EBD⁺)筋線維数及びその筋線維形態に及ぼす影響を検証することを目的とした。

【方法】8週齢雄性ラット18匹を実験に用いた。それぞれのECC実施回数により20回(ECC-20群, n=6), 40回(ECC-40群, n=6), ならびに80回(ECC-80群, n=6)の3群に分けた。ECC処置は, 麻酔下で左下腿前面の皮膚上(前脛骨筋(TA)直上)に刺激用電極を置き, 電気刺激誘発性筋収縮により足関節背屈を起こし(刺激強度:25-30V, 刺激頻度:100Hz, 刺激時間:2秒), この時他動的に足関節を底屈してTAのECCを行った。筋採取の24時間前にEBDを皮下投与し, ECC処置の2日後にTAを採取して凍結保存した。凍結横断切片を作成し, 蛍光顕微鏡でEBD⁺筋線維を同定した。また, 抗laminin抗体を用いて免疫組織化学染色を行い, EBD⁺及びEBD⁻の各筋線維の面積, 直径, 真円度を画像解析ソフトにて計測した。

【結果】ECCを実施していない対側のTAにおいてはEBD⁺筋線維は観察されなかったが, ECC実施側のTAにおいてはEBD⁺筋線維内に取り込まれ赤く発光している所見が観察された。EBD⁺筋線維が認められた個体の各群での割合は, ECC-20, ECC-40, ECC-80において各々, 50%, 67%, 100%であり, 反復回数の増加に伴い漸増した。各群において, 筋線維横断面積及び直径はEBD⁻筋線維と比較してEBD⁺筋線維では有意に($P<0.05$)高値を示し, その割合(EBD⁺/EBD⁻比)はECC-80で高い傾向にあった。また真円度において, EBD⁺筋線維はEBD⁻筋線維より有意に($P<0.05$)低値を示し, より真円に近い値を示したが, EBD⁺/EBD⁻比は反復回数による差異はなかった。

【結論】ECCの反復により筋線維膜透過性の増大(EBD取込)が観察されるが, その割合はECC反復回数により異なることが示唆された。またEBD⁺筋線維では, 膨化並びにより真円に近い横断面形状を呈することが示され, 膨化程度は反復回数で異なる可能性が推察された。

O-KS-11-2**超音波刺激によって筋衛星細胞の増殖は促進される**縣 信秀¹⁾, 宮津真寿美²⁾, 河上 敬介³⁾¹⁾常葉大学保健医療学部, ²⁾愛知医療学院短期大学リハビリテーション学科, ³⁾大分大学福祉健康科学部**key words** 筋衛星細胞・超音波・筋損傷

【はじめに, 目的】治療的超音波には, 皮膚潰瘍, 腱損傷, 骨折の治療促進効果があると報告されており, 骨格筋への応用も期待されているが, 詳細な効果やメカニズムは不明である。これまでに, 我々は前脛骨筋の筋損傷モデルラットを用いて, 損傷2時間後に10分間の超音波刺激を行うと, 組織学的, 機能的に筋損傷からの回復を促進することを報告した(第50回大会)。しかし, どのようなメカニズムで回復が促進したのかは不明である。近年, 炎症性細胞, 筋衛星細胞と筋細胞の間での複雑なクロストークにより筋再生が生じていることが明らかになってきている。そこでまず, 本研究ではマウス筋衛星細胞の初代培養を用いて, 超音波刺激により筋衛星細胞の増殖が促進されるかどうかを明らかにすることを目的とした。

【方法】マウス長趾伸筋をコラゲナーゼ溶液中に37℃で90分間インキュベートした。その後, パスツール管を使用して筋線維をほぐした。これを数回繰り返して, 単一筋線維のみを採取し, トリプシン処理によって筋衛星細胞を剥離し, ディッシュに播種した。播種後4日間は, 増殖培地(30% FBS, 1% CEE, 10ng/ml bFGF, 1% PS)にて培養した。播種後4日目にコンディション培地(20% FBS, 1% CEE, 1% PS)に交換した。培地交換から2時間後に, 細胞増殖マーカーであるEdU(10μM)を添加した。その後, 超音波治療器(UST-770, 伊藤超短波)を用いて, ゲルを塗布したプローブ(直径1.8cm)の上にディッシュを乗せて固定し, 10分間の超音波刺激を加えた(US群)。超音波を加えない群をnonUS群とした。また, マウスから採取した長趾伸筋をコンディション培地中に浮遊させた状態で超音波刺激を10分間加え, その培地を筋衛星細胞に添加した(Med群)。超音波刺激の条件は, 出力0.5w/cm², 周波数3Mhz, パルス波(50%cut)とした。超音波刺激6時間後に, 細胞を固定しEdU染色と核染色を行った。染色像を撮像し, 500μm四方内に含まれるすべての核とEdU陽性細胞数をカウントした。

【結果】超音波刺激を加えたUS群の核数に対するEdU陽性細胞数は67.6±9.8%, 超音波を加えなかったnonUS群では57.2±10.9%で, 超音波刺激を実施すると有意にEdU陽性細胞が増加した(p<0.05)。また, 筋細胞に超音波刺激を行った培地を, 培養筋衛星細胞に添加したMed群のEdU陽性細胞数の割合は, 62.0±10.8%でnonUS群との間に有意な差はなかった。

【結論】筋衛星細胞に超音波刺激を加えると増殖が促進されることがわかった。また, 筋細胞に超音波刺激を行った培地の添加では増殖が促進していないことから, 超音波刺激による液性の因子は関与していないことが考えられた。

O-KS-11-3**パルス超音波が悪液質性筋萎縮における p38 MAPK のリン酸化に及ぼす影響**

上野 瑞季, 前重 伯壮, 平山 佑介, 藤野 英己

神戸大学大学院保健学研究科

key words 悪液質・筋萎縮・パルス超音波**【はじめに, 目的】**

癌や敗血症では全身性に炎症性サイトカインが増加することで悪液質を呈する。悪液質は複雑な代謝異常症候群であり、骨格筋では p38 MAPK のリン酸化が亢進し、筋タンパク質の分解経路が活性化され、筋萎縮が惹起される。一方、パルス超音波は炎症反応を抑制することが可能であると報告されており、炎症により誘導される悪液質性筋萎縮を予防できると考えられる。そこで、本研究ではマウス骨格筋由来の培養筋管細胞を使用し、リポポリサッカライド (LPS) 誘導性の悪液質性筋萎縮に対するパルス超音波照射の予防効果を検証した。

【方法】

マウス骨格筋由来の C2C12 筋芽細胞を 60 mm ディッシュに播種し、増殖培地で培養した。90% コンフルエント時に培地を分化培地へ変更し、筋管細胞に分化させた。超音波治療器 (イトー US-750, 伊藤超短波社製) を用い、LPS 添加の直前にパルス超音波を照射した。照射条件に関して、パルス超音波の強度依存性を検討する予備実験を行った結果、照射強度は最も効果的であった 0.5 W/cm^2 とし、周波数 3 MHz, 照射時間率 20%, 照射時間 30 秒間とした。群分けは対照群, パルス超音波照射群, LPS 添加群, LPS 添加及びパルス超音波照射群の 4 群とした。また、パルス超音波照射が LPS 添加 1 時間後の p38 MAPK のリン酸化、さらに 24 時間後の筋管細胞径、筋原線維タンパク質量、細胞生存率に及ぼす影響を検証した。得られた結果の統計処理には一元配置分散分析と Tukey の多重比較検定を用い、有意水準は 5% 未満とした。尚、パルス超音波照射の前後に培地温度に変化がないことを確認した。

【結果】

C2C12 筋管細胞に LPS 添加することで筋管細胞径と筋原線維タンパク質が減少し、細胞生存率が低下した。さらに筋管細胞における p38 MAPK リン酸化の亢進が観察された。一方、パルス超音波の照射により、C2C12 筋管細胞の細胞径、筋原線維タンパク質と細胞生存率が対照群レベルに保持された。さらに LPS 添加で上昇した筋管細胞内の p38 MAPK のリン酸化は、パルス超音波照射により抑制された。

【結論】

0.5 W/cm^2 のパルス超音波照射は、LPS 誘導性の筋管細胞径と筋原線維タンパク質の減少を抑制した。また、LPS 添加による p38 MAPK リン酸化の亢進もパルス超音波照射により抑制された。これらの結果からパルス超音波照射により炎症刺激にตอบสนองする p38 MAPK のリン酸化を抑制することで悪液質性筋萎縮を予防できることが明らかとなった。本研究での成果からパルス超音波照射は悪液質性筋萎縮を予防する治療手段の一つとなり得ることが示唆された。

O-KS-11-4**乳酸菌 R30 株摂取による赤血球速度の増加作用と筋萎縮に伴う骨格筋毛細血管の退行抑制**平山 佑介¹⁾, 中西 亮介¹⁾, 上野 瑞季¹⁾, 吉川まどか¹⁾, 立垣 愛郎²⁾, 前重 伯壮¹⁾, 藤野 英己¹⁾¹⁾神戸大学大学院保健学研究科, ²⁾株式会社カネカメディカルデバイス開発研究所**key words** 毛細血管・乳酸菌R30株・赤血球速度**【はじめに, 目的】**

不活動による骨格筋萎縮では毛細血管退行が生じる。毛細血管退行は筋持久力を低下させ、運動耐容能の低下を惹起する。一方、毛細血管内の血流増加は毛細血管壁へのシェアストレスの増加により内皮型一酸化窒素合成酵素 (eNOS) と血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) を介した血管新生を誘導する。乳酸菌 R30 株をラットに摂取させた先行研究では、骨格筋交感神経の活動増加が観察され、血流の増加が期待される。さらに乳酸菌 R30 株を 3 週間摂取させた実験では、トレッドミル走行時間の延長が観察された。そこで、本研究では単回の乳酸菌 R30 株摂取が骨格筋内の血流動態に及ぼす影響を観察すると共に筋萎縮に伴う毛細血管退行に対する効果を検証した。

【方法】

乳酸菌 R30 株摂取による血流動態を検証するため、雄性 SD ラットを 5 匹用いて、人工呼吸管理の下、血圧をモニターし、乳酸菌 R30 株 (500mg/kg)、または同量の生理食塩水を無作為な順で経口摂取させた。ペンシル型 CCD 生体顕微鏡を用いて、骨格筋内の毛細血管を撮影した。撮影した動画は解析ソフト MATLAB を用いて、毛細血管を通過する赤血球の速度を測定し、乳酸菌 R30 株と生理食塩水摂取後の経時変化を比較した。毛細血管退行に対する継続的な乳酸菌 R30 株摂取の効果の検証では、新たに雄性 SD ラットを 25 匹用いて、生理食塩水摂取群 (Saline) と乳酸菌 R30 株摂取群 (R30; 500mg/kg/day) に分類した。さらにそれぞれの群を対照群 (CON) と 2 週間の後肢非荷重群 (HU) に分け、CON+Saline, CON+R30, HU+Saline, HU+R30 の 4 群に分類した。実験期間終了後、ヒラメ筋を摘出、急速凍結した。凍結した筋サンプルからクライオスタットを用いて薄切切片を作製し、アルカリフォスファターゼ染色で毛細血管を可視化した。顕微鏡画像から毛細血管筋線維比 (C/F 比) を算出した。また、Western Blot 法により eNOS と VEGF タンパク発現量を測定した。統計処理は二元配置分散分析と Tukey の多重比較検定を用い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

乳酸菌 R30 株の摂取により赤血球速度が増加し、摂取後 20 分、40 分、60 分の時点で生理食塩水摂取と比べて有意に高値を示した。毛細血管退行に対する効果の検証では、HU+Saline 及び HU+R30 の C/F 比は各々 CON+Saline 及び CON+R30 と比較して有意に低値を示し、HU+R30 は HU+Saline と比較して有意に高値を示した。また、eNOS 及び VEGF タンパク発現量は、HU+R30 群では HU+Saline 群と比較して有意に高値を示した。

【結論】

継続的に乳酸菌 R30 株を摂取することで血流量が増加し、eNOS/VEGF 経路による血管新生が促進され、筋萎縮に伴う骨格筋毛細血管退行を軽減した。

O-KS-11-5**微弱電流刺激が筋再成長に伴う細胞膜タンパク質の変化に及ぼす影響**大野 善隆¹⁾, 後藤 勝正^{1,2)}¹⁾豊橋創造大学, ²⁾豊橋創造大学大学院**key words** 骨格筋・細胞膜・電気刺激

【はじめに, 目的】微弱電流刺激は萎縮筋の再成長ならびに損傷筋の再生を促進させる。微弱電流刺激による骨格筋増量には Akt 系の関与が示唆されているが, その分子機構には未解明な部分が多く残されている。一方, 筋細胞膜タンパク質である caveolin-3 と tripartite motif-containing 72 (TRIM72) は細胞膜の修復に関与し, 両タンパク質の欠損は損傷筋の再生を抑制すること, 萎縮筋の再生の際に発現が増加することが報告されている。また, caveolin-3 と TRIM72 の発現増加は Akt 系の活性化により引き起こされることも報告されている。しかしながら, 微弱電流刺激が caveolin-3 と TRIM72 の発現に及ぼす影響は不明である。そこで本研究では, 微弱電流刺激による caveolin-3 および TRIM72 の応答について検討した。

【方法】本実験は, 培養細胞実験ならびに動物実験の2つの実験系により構成された。培養細胞実験では, マウス筋芽細胞由来 C2C12 を筋管細胞に分化させた後, Trio300 ((株)伊藤超短波) を使用して微弱電流刺激 (10 μ A, 60分) を負荷し, 刺激後経時的に細胞を回収した。動物実験では C57BL/6J 雄性マウスを用い, 対照群と微弱電流刺激群の2群に分類した。2週間の後肢懸垂によりマウスヒラメ筋の萎縮を惹起させた後, 通常飼育に戻し再荷重による筋再成長を促した。微弱電流刺激群のマウスには再荷重期間に麻酔下にて微弱電流刺激を負荷し, その後ヒラメ筋を採取した。筋管細胞およびマウスヒラメ筋におけるタンパク質量を Bradford 法により測定すると共に, ウェスタンブロット法により caveolin-3 および TRIM72 の発現量と Akt リン酸化レベルを評価した。実験で得られた値の比較には, 一元配置分散分析または二元配置分散分析および多重比較検定を用いた。

【結果】培養細胞実験において, 微弱電流刺激による caveolin-3 および TRIM72 発現の増加が認められた。この増加に先行して Akt のリン酸化レベルの増加が認められた。また動物実験において, マウスヒラメ筋のタンパク質量は微弱電流刺激により増加した。さらに, 微弱電流刺激群の caveolin-3 および TRIM72 の発現は, 再荷重早期に対照群に比べて高値を示した。

【結論】微弱電流刺激による萎縮筋の再成長作用には, Akt 活性化を介した筋細胞膜タンパク質 caveolin-3 および TRIM72 の発現増加が関与していることが示唆された。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費(基盤 C, 25350641, 26350818; 挑戦的萌芽, 26560372) ならびに上原記念生命科学財団「研究助成」, 内藤記念科学振興財団「内藤記念科学奨励金・研究助成」, 豊橋創造大学大学院健康科学研究科「先端研究」の助成を受けて実施された。

O-KS-11-6**骨軟骨欠損モデルラットに対する細胞移植と低出力超音波パルス治療の併用が欠損修復に及ぼす影響**

山口 将希^{1,2)}, 青山 朋樹¹⁾, 伊藤 明良^{2,3)}, 飯島 弘貴^{1,2)}, 長井 桃子⁴⁾, 太治野純一¹⁾,
張 頌凱¹⁾, 黒木 裕士¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科理学療法学講座, ²⁾日本学術振興会特別研究員,

³⁾京都大学大学院医学研究科感覚運動系外科学講座整形外科学,

⁴⁾京都大学大学院医学研究科先天異常標本解析センター

key words 軟骨損傷・再生医療・超音波療法

【はじめに, 目的】

我々は骨軟骨欠損モデルラットにおいて, 間葉系間質細胞(MSC)の関節内注入が, 欠損した関節軟骨の修復を促すとともに, MSC 関節内注入後の物理刺激が関節軟骨の修復におよぼす影響について検証を行ってきた。我々は2015年同学会にて, MSC 関節内注入と低出力超音波パルス(LIPUS)の照射を併用することにより, 関節軟骨の修復だけでなく, 軟骨下骨の修復を促進させる可能性があることを組織学的に示唆した。本報告では, 細胞治療とLIPUSの併用による骨軟骨欠損の再生の影響について, 軟骨下骨の修復に着目してさらなる評価を行った。

【方法】

8週齢雄性Wistar系ラットの両膝大腿骨滑車部に直径1mmの骨軟骨欠損を作成した。4週間の自由飼育後, 全てのラットに対して同種他家骨髄由来MSC 1.0×10^6 個を右膝関節に注入し, リン酸緩衝液を注入した左膝関節を対照膝とした。その後ラットをLIPUS照射群と非照射群に分け, 照射群には両膝に対して週5回, 1日20分間のLIPUS照射を行った。ラット膝関節をそれぞれ対照群, LIPUS群, MSC群, LIPUS+MSC(MSCL)群の4群に分け, 介入開始から4, 8週後に摘出した(各群n=7/週)。膝関節をmicro-CTにて解析し, 欠損修復部分の骨密度(BV/TV)の算出を行った。組織評価として修復組織をWakitaniの軟骨修復スコアに従って評価するとともに, アルカリフォスファターゼ(ALP)染色による観察を行った。各群間の比較における統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

介入4週後, BV/TVはLIPUS群とMSCL群で有意に高値を示した($P < 0.05$)。Wakitaniの軟骨修復スコアは対照群に比べてLIPUS, MSC, MSCLの3群で有意に低値を示した($P < 0.05$)。組織観察では, ALP染色は各群で軟骨深層の石灰化軟骨領域に発現が見られたが, 対照群ではその発現が乏しいか, 修復組織の大部分で発現してしまうという二極化した結果が見られた。介入8週後では, BV/TVには各群に有意な差は見られなかった。Wakitaniの軟骨修復スコアはMSC群とMSCL群で有意に低値を示した($P < 0.05$)。組織観察ではALP染色は対照群で発現が乏しく, MSC群は軟骨深層の細胞周辺に限局して観察されたのに対し, LIPUS群とMSCL群では軟骨深層の石灰化軟骨領域にて帯状の領域として観察された。

【結論】

LIPUSの照射は軟骨下骨の修復促進と, 軟骨に対しては石灰化軟骨層の形成促進の効果があることが示唆された。介入4週後において, LIPUS群, MSC群, MSCL群では欠損した関節軟骨の修復を促す可能性が示唆されたが, 介入8週後になるとMSC群やMSCL群とは異なり, LIPUS群の軟骨修復スコアは再び悪化しており, LIPUS単独の介入では修復した軟骨の質は長期的には維持されないことが示唆された。本研究結果は, 骨軟骨欠損に対する細胞移植治療において, LIPUSの併用を行うことにより軟骨だけでなく, 軟骨下骨を含めた骨軟骨複合体の修復を促進できる可能性があることを示唆した。

O-KS-19-1**腰痛の有無が多裂筋と脊柱起立筋の筋活動に及ぼす影響
—安静位・軸伸展位による比較—**池澤 剛輔¹⁾, 宮内 博雄¹⁾, 薦田 昭宏²⁾, 窪内 郁恵²⁾, 澤田 純²⁾¹⁾海里マリン病院 リハビリテーション科, ²⁾だいいちリハビリテーション病院 リハビリテーション科**key words** 多裂筋・脊柱起立筋・表面筋電図**【はじめに】**

近年、腰痛患者における運動制御は健常者と異なることが明らかとなり、特に慢性症状を有する者では、多裂筋の筋活動の減弱や遅延が起こると報告されている。これに対し多裂筋を含めた腹腔周囲筋の促通として、McGillらのバードドッグや、体幹を頭尾側へ伸展させる課題(以下 軸伸展位)の有効性が報告されているが、先行研究では健常者を対象としたものが多く、姿勢別に軸伸展位における多裂筋の筋活動量を比較した報告は少ない。そこで今回、腰痛の有無および軸伸展位での運動課題が、各姿勢における多裂筋、脊柱起立筋の筋活動に与える影響について筋電図学的に検討した。

【方法】

対象は、3カ月以上腰痛が持続している腰痛群10名(男性10名、平均年齢 28.1 ± 6.7 歳)と、腰痛を有さない健常群10名(男性10名、平均年齢 27.6 ± 5.9 歳)の2群とした。筋活動の測定は表面筋電計(小沢医科器械製筋電計:EMGマスター)を用い、測定筋は右側の多裂筋(L5-S1棘突起外側)、脊柱起立筋(L3棘突起外側)とした。

測定姿勢は、端座位、四つ這い位、四つ這い位で左上肢と右下肢を挙上した姿勢(以下BD)、BDにて左手関節部に体重の2.5%、右足関節部に5%重錘負荷した姿勢(以下BD+)の4条件とした。各姿勢で安静位、軸伸展位にて2回ずつ測定し、姿勢が安定した5秒間の筋活動量を記録した。データ処理は、波形が安定した3秒間の筋積分値を平均し、最大随意収縮(以下MVC)を100%として正規化して%MVCを求めた。また脊柱起立筋に対する多裂筋の筋活動を多裂筋/脊柱起立筋比(以下M/E比)として表した。

検討項目は、各姿勢での安静位、軸伸展位における多裂筋と脊柱起立筋の各%MVCおよびM/E比の比較とした。統計処理はt検定、二元配置分散分析を用い、有意水準5%未満とした。

【結果】

姿勢別の比較では2群ともに、端座位、四つ這い位、BD、BD+の順に多裂筋、脊柱起立筋で有意に活動量が増加した。2群間における比較では、多裂筋は腰痛群で有意に低値を示し、脊柱起立筋は有意差を認めなかった。安静位・軸伸展位の比較では、多裂筋、脊柱起立筋、M/E比において、軸伸展位で筋活動量増加の傾向は認めしたが有意差は認めなかった。

【結論】

先行研究では、腰痛患者において発症早期より多裂筋の機能不全が起こるとされており、本研究でも腰痛群で多裂筋が有意に低値を示したことから、腰痛群において選択的な多裂筋の機能不全が示唆された。姿勢別の比較では、運動負荷の増加に伴い多裂筋、脊柱起立筋の筋活動量が有意に高値を示した。このことから、特に腰痛患者に対しては、適切な運動負荷量の設定が重要と思われた。また軸伸展位での運動課題において筋活動量増加の傾向を示したことから、軸伸展位が体幹筋に対し量的効果をもたらす可能性が示唆された。今後は、軸伸展位が体幹筋に及ぼす質的効果の検討も必要と考える。

O-KS-19-2**高齢者の前方転倒回避ステップ着地後の安定性に関わる体幹伸展筋活動**越智 亮^{1,2)}, 松下明日香³⁾, 安積亜津子⁴⁾, 建内 宏重²⁾, 市橋 則明²⁾¹⁾星城大学リハビリテーション学部, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻,³⁾諏訪赤十字病院リハビリテーション科, ⁴⁾上飯田リハビリテーション病院リハビリテーション科**key words** 転倒・ステップ・体幹**【はじめに, 目的】**

つまずき等の後, 下肢の前方への踏み出し反応(以下, ステップ)は転倒予防にとって重要であり, 単一ステップを行う者(以下, SS; single stepper)と比べ, 複数ステップを行う者(以下, MS; multiple stepper)は転倒リスクが高いことが報告されている。これまでSSとMSにおける下肢筋力や下肢筋活動様相の違いは明らかにされてきたが, 体幹機能については不明なままである。

本研究の目的は, 高齢者に対しステップを実験的に誘発し, SSとMSの違いを, ステップ着地後の姿勢安定性に関与する体幹・股伸展筋活動量に着目して明らかにすることである。

【方法】

高齢女性24名を対象とした。MMTの方法で徒手筋力計を用い, 体幹・股伸展の最大筋力(Nm/kg)を計測した。ステップ誘発は, 被験者に牽引ケーブルで背部を牽引した(体重の20%の牽引力)状態で身体を前傾させ, 検査者が牽引を解放した後にステップさせる方法とした。ステップの結果, SS群(年齢73.3±2.5歳, 身長150.5±4.2cm, 52.2±6.8kg)とMS群(年齢75.0±3.1歳, 身長152.3±4.8, 体重54.8±7.6kg)はそれぞれ12名ずつであった。筋電図導出筋は, 踏み出し脚と同側のL5レベル脊柱起立筋(以下, iES), 大殿筋(以下, GM), 対側の脊柱起立筋(以下, cES)とした。筋電図波形を平滑化, 各筋の最大等尺性筋力で正規化(%MVC)した。ステップ時に光学式カメラ動作解析装置により踏み出し脚が接地した瞬間の身体前傾角度 θ (床からの垂直軸と, 踏み出し脚と対側の肩峰-腓骨外果を結んだ線のなす角)を記録した。筋電図データ解析区間は踏み出し脚の接地直前0.1秒から接地後に膝屈曲角度が最大に到達するまでとし, 同区間の最大筋活動量を導出した。ステップは3回行わせ, 全てのアウトカムの平均値をSS群とMS群で比較した。

【結果】

体幹伸展筋力はSS群(1.9±0.5Nm/kg)とMS群(1.7±0.4Nm/kg)で有意差を認めなかった。股伸展筋力はSS群(0.9±0.3Nm/kg)よりMS群(0.7±0.2Nm/kg)で有意に小さい値であった($p<0.05$)。 θ はSS群23.4±5.6°に比べMS群28.9±6.0°で有意に大きかった($p<0.05$)。最大筋活動量はcES(SS群160.6±61.2%, MS群101.5±44.9%), GM(SS群112.0±56.7%, MS群71.2±32.9%)において, 有意にSS群よりMS群で小さかった(cES, GMともに $p<0.05$)。

【結論】

SSで転倒回避するためには体幹前傾角度を小さく保つ必要があり, 体幹と股伸展筋力を適切なタイミングで瞬時に強く発揮する能力が必要とされる。また, ステップ着地後の安定性を向上させるために, 股関節伸展の最大筋力を高めることも重要であることが示唆された。

O-KS-19-3**体幹の側方偏位が腹直筋、側腹筋群筋厚および呼吸機能に及ぼす影響**

藤原 務^{1,4)}, 平山 哲郎^{1,4,5)}, 小関 泰一^{1,3,4)}, 多米 一矢^{1,4)}, 川崎 智子^{1,2)}, 稲垣 郁哉^{1,2)},
小関 博久^{1,4)}, 石田 行知²⁾, 柿崎 藤泰²⁾

¹⁾医療法人社団 博聖会 広尾整形外科, ²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科,

³⁾東京医科大学大学院 医学研究科 人体構造学分野, ⁴⁾学校法人小関学院 東都リハビリテーション学院,

⁵⁾昭和大学大学院 医学研究科 生理学講座生体調節機能学部門

key words 体幹偏位・筋厚・呼吸機能

【はじめに、目的】

腹直筋、側腹筋群は、胸郭と骨盤を連結し体幹の安定性に重要な役割を果たす。また恒常的な胸郭可動性の維持や強制呼気に重要な作用を担う。体幹側方偏位の増大は胸郭形状の左右非対称性が助長され胸郭に付着する腹直筋、側腹筋群の長さ、張力関係にも変化を来し体幹機能に影響を及ぼすと考えられる。したがって収縮活動の左右差を可及的に最小限にすることは臨床結果を判定する指標になり得る。本研究の目的は体幹の側方偏位が腹直筋、側腹筋群筋厚および呼吸機能への影響を検討することとした。

【方法】

対象は健康成人男性 15 名であった。測定肢位は安静背臥位とした。体幹偏位の測定はデジタルカメラを用い、得られた画像を画像解析ソフト ImageJ にて体幹偏位量を算出した。この値を元に、他動的にベッドをスライドさせ安静位、正中位、偏位量増大位の 3 条件で検討した。腹直筋および側腹筋群筋厚の測定は超音波診断装置を用いた。課題動作は安静呼気、努力呼気とし、腹直筋の測定は第 3 筋区画の中央点にプローブを位置させ、側腹筋群筋厚の測定は第 10 肋骨下端と骨盤の中央点にプローブを位置させ短軸像を抽出した。それぞれの呼気終末時で得た画像は画像解析ソフト ImageJ を用いて筋間距離を筋厚として算出した。呼吸機能の測定は、呼気ガス分析装置とスパイロメーターを用いて測定した。統計処理は各項目における代表値を対応のある *t* 検定を用いて比較検討した。なお、危険率 5% 未満を有意とした。

【結果】

体幹偏位は有意に左側へ偏位していた ($p < 0.01$)。腹直筋および側腹筋群筋厚は、安静呼気において偏位量増大位で左側が有意に減少した ($p < 0.01$, $p < 0.01$)。また努力呼気でも両筋は偏位量増大位で左側が有意に減少した ($p < 0.05$, $p < 0.05$)。正中位は、安静呼気および努力呼気で両筋に有意な差がみられなかった (n.s.)。呼吸機能は、TV において偏位量増大位で有意に減少した ($p < 0.05$) RR は偏位量増大位で有意に増大した ($p < 0.01$)。MV は有意な差がみられなかった (n.s.)。VC, FVC, PEFR, %VC および V25 においては偏位量増大位で有意に減少した ($p < 0.05$)。FEV1.0 においては有意な差がみられなかった (n.s.)。また、FEV1.0% は偏位量増大位で有意に増加した ($p < 0.05$)。

【結論】

今回の結果から安静背臥位では、骨盤に対して体幹は有意に左側へ偏位し左側方偏位が増大すると左右の腹直筋、側腹筋群筋厚に左右差が生じ呼出機能低下に通ずることが示された。体幹側方偏位の改善は、胸郭のニュートラル化に寄与し付着する左右腹直筋、側腹筋群の均等な張力の再建に結びつき、呼吸運動における左右対称性の胸郭運動や筋活動により呼出機能改善が図れたと考察する。また、強制呼気に関与する協調的な腹直筋、側腹筋群機能の発揮が得られ、効率的な呼出機能が獲得できたと考察する。体幹側方偏位に伴う胸郭機能低下は、呼吸機能低下の一要因に関与し、呼吸器疾患をはじめ多くの臨床応用ができるものと考察する。

O-KS-19-4**起き上がり動作における呼吸運動分析
動作開始時に着目して**坂上 尚穂¹⁾, 大友 篤¹⁾, 中江 秀幸²⁾, 相馬 正之²⁾, 武田 賢二³⁾, 山崎健太郎⁴⁾¹⁾仙台青葉学院短期大学, ²⁾東北福祉大学, ³⁾川崎こころ病院, ⁴⁾国立病院機構宮城病院**key words** 起き上がり動作・動作開始時・呼吸運動**【はじめに, 目的】**

急性期理学療法において、開腹術後症例のリハビリテーションが処方されることが多くなっている現状に伴い、離床時の術創部周囲の疼痛が問題となる場面も散見される。我々は第48・49回日本理学療法学会にて、腹部手術（腎生検と鼠径ヘルニア修復術）後症例に対する起き上がり動作時の術創部疼痛軽減を目的に呼吸運動の指導効果について、呼吸運動を促すことで術創部疼痛が軽減したことを報告した。しかし、術創部の疼痛が軽減した要因を探るにあたり、その指導前の呼吸状態、つまり、日常での起き上がり動作における呼吸状態を考慮する必要性があった。そこで、本研究では健康成人における起き上がり動作時の呼吸状態について動作開始時に着目し調査した。

【方法】

対象者は起き上がり動作に影響する疾患の既往および、動作時に腰痛などの疼痛が無い健康成人112名（男性59名、女性53名、平均23.4±6.5歳）であった。課題動作は背臥位から端座位までの起き上がり動作とし、背臥位にて安静呼吸を3回以上行わせ、その後により任意で起き上がり動作を開始させた。測定中ノーズクリップで鼻孔を閉鎖し、気流が漏れないように呼吸フローセンサーを口にくわえさせた。呼吸フローセンサーの信号をAD変換し、サンプリング周波数1,000Hzでパーソナルコンピュータ（以下、PC）に取り込んだ。そのデータから呼吸曲線を作図し、安静呼気位と安静吸気位から一回換気量を算出した。また、後頭部直下にスイッチを設け、起き上がり動作開始となる頭部挙上時の信号も同期させPCに取り込んだ。対象者には起き上がり動作を2回実施させ、その2回の頭部挙上時の呼吸換気量における一回換気量に対する割合の平均値が50%以上を吸気位、50%未満を呼気位と定義した。頭部挙上時の呼吸換気量がその吸気位と判断された人数と呼気位と判断された人数の割合について、 χ^2 検定を用いて解析した。なお、統計学的有意水準を5%とした。

【結果】

起き上がり動作開始（頭部挙上）時の呼吸換気量から見た呼吸状態は、吸気位が91人（81.2%）、呼気位が21人（18.8%）で、吸気位の割合が呼気位よりも有意に多かった（ $p<0.01$ ）。

【結論】

起き上がり動作開始時の呼吸状態は、一回換気量の50%以上である吸気位であった。吸気位では横隔膜が収縮降下し、腹筋群が伸長されることが考えられる。起き上がり動作は、頭部挙上の次に起こる体幹屈曲運動を要し、その主動筋で、かつ最も活動する筋の1つが腹筋群である。筋長と張力の関係から筋が伸長位の場合、筋の静止張力が多く発生し、活動張力を減少できることが言われている。そのため、腹筋群を伸長位にし、その腹筋群の活動張力を最小限にするため、本研究における起き上がり動作開始時の呼吸状態を吸気位にしていたと考えられる。今後は、起き上がり動作終了までの呼吸状態や高齢者においても同様に調査する必要性が考えられた。

O-KS-19-5**胸腔内陰圧呼吸における骨盤底筋群の変化
呼吸時における横隔膜と骨盤底筋群の関係性に着目して**

瀬戸 景子, 佐藤 生行

医療法人社団永生会南多摩病院

key words ウィメンズヘルス・骨盤底筋群・超音波画像診断装置**【はじめに, 目的】**

骨盤底筋群は横隔膜・多裂筋・腹横筋とともに腹腔を形成し、呼吸時に横隔膜と骨盤底筋群は同一方向の動きが確認される。この関係性を利用して、骨盤底筋群収縮を指導する際に呼吸を用いる事が多い。しかし、呼吸における骨盤底筋群の変化は軽微であり、特に骨盤底筋群収縮不全症例は変化を実感しにくいという難点がある。一方で呼吸法の中に、最大呼気後気道を遮断した状態で吸気を行い、胸腔内を陰圧にする事でより強力に横隔膜を挙上させる方法(以下胸腔内陰圧呼吸)がある。呼吸における横隔膜と骨盤底筋群の関係性を考慮すると、胸腔内陰圧呼吸を用いる事で骨盤底筋群はより顕著な変化が生じると考えられるが、実際に報告はされていない。本研究の目的は、超音波画像診断装置を用いて胸腔内陰圧呼吸時の骨盤底筋群変化を確認する事と、骨盤底筋群最大収縮時と胸腔内陰圧呼吸時の骨盤底筋群変化を比較検討する事とした。

【方法】

対象は呼吸器疾患・泌尿器疾患のない健常男性5名、女性5名(平均年齢 26.6 ± 5.3 歳・平均身長 167.6 ± 7.3 cm・平均体重 57.2 ± 6.1 kg・平均BMI 20.34 ± 1.4)とした。骨盤底筋群測定は超音波画像診断装置(ALOKA社製)を用い、恥骨直上約 60° の角度でコンベックスプローブを固定し、膀胱に尿が充填した状態で膀胱を描出した。骨盤底筋群の変化は、先行研究をもとに骨盤内筋膜と膀胱後面間の距離変化とし、安静呼気時を基準として各課題施行時の膀胱後面挙上割合を算出した。測定肢位は背臥位および端坐位とした。測定課題は骨盤底筋群最大収縮と胸腔内陰圧呼吸とし、各3回施行し平均値を算出した。各課題は測定前に十分な練習を行った。統計学的分析は一元配置分散分析および対応のあるt検定を用い、有意水準5%未満とした。

【結果】

安静呼気時と比較して、背臥位・坐位ともに各課題において膀胱後面は有意に挙上した。臥位における骨盤底筋群最大収縮時の膀胱後面挙上割合は $11.08 \pm 7.36\%$ 、胸腔内陰圧呼吸は $12.20 \pm 11.48\%$ であった。坐位における骨盤底筋群最大収縮時の膀胱後面挙上割合は $8.2 \pm 5.8\%$ 、胸腔内陰圧呼吸は $16.72 \pm 10.6\%$ であった。いずれの姿勢においても骨盤底筋群最大収縮と比較して、胸腔内陰圧呼吸における膀胱後面の挙上割合が大きかった。

【結論】

胸腔内陰圧呼吸を用いてより強力に横隔膜挙上を促すと、より大きな膀胱後面の挙上が確認された。先行研究によると骨盤底筋群収縮能力は生来の個体差が大きく分娩経験のない女性であっても25%は随意収縮不良であるとされ、経産分娩経験者ではその割合がさらに増加する。したがって、骨盤底筋群の正しい収縮を習得できないケースに対して直接骨盤底筋群収縮を促す以外の方法として胸腔内陰圧呼吸による骨盤底筋群変化が利用できる可能性があると考えられる。

O-KS-19-6**産後2か月の褥婦の腹横筋厚と尿失禁について**

間所 祥子, 三秋 泰一

金沢大学医薬保健研究域保健学系

key words 腹横筋・尿失禁・超音波画像診断装置**【はじめに, 目的】**

尿失禁は女性の多くにみられる健康問題である。特に、産後に生じる尿失禁の原因としては、分娩に伴う骨盤底筋群の弛緩、会陰裂傷や会陰切開の創などが影響し、骨盤底筋群を十分に収縮させることができないことが考えられる。骨盤底筋群と腹横筋は連動して働くことが報告されており、腹横筋も産後の女性の尿失禁と関連する可能性があるが、その詳細は明らかではない。そこで、本研究の目的を産後2か月の褥婦の腹横筋厚を測定し、尿失禁との関連を明らかにすることとした。

【方法】

対象は産後2か月の褥婦18名、平均年齢 33.2 ± 3.7 才、BMI 20.7 ± 1.6 、腹囲 72.9 ± 6.1 cmとした。腹横筋厚の測定にはESAOTE社製デジタル超音波診断装置MyLab25を用い、Bモードで7.5MHzリニア式プローブを使用した。画像の撮像および筋厚の計測は同一検者がおこなった。測定は膝関節90°屈曲位の仰臥位にて行い、測定部位は臍の高さで腹横筋腱から2cmの部位の筋厚とした。測定条件は安静時と腹横筋収縮時とし、各3回を行った。腹横筋収縮時の指示は「息をはきながらお腹を凹ませてください」に統一し、骨盤の傾斜がおこらないように、Stabilizer(chattanooga社製)を用いて、圧を一定にして行った。筋厚の計測には、得られた動画から呼気最終域の静止画を抽出したのを用い、同機器の計測機能を利用し0.1mm単位で計測した。尿失禁に関してICIQ-SF日本語版を用いた。ICIQ-SFの結果より対象を尿失禁なし群、あり群の2群に分類し、腹横筋厚について安静時、収縮時、収縮率についてF検定後、対応のないt検定を用いて比較した。統計ソフトはEXCEL2010を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

対象をICIQ-SFのスコアより、尿失禁なし群14名(0点)、尿失禁あり群4名(3点2名、6点2名)に分類した。腹横筋厚測定のICCは安静時、収縮時ともに0.90以上であった。尿失禁あり群、なし群の比較において、安静時の腹横筋厚に有意差はみられなかった。収縮時筋厚、収縮率については2群間に有意差を認め、尿失禁あり群は尿失禁なし群に比較して、収縮時筋厚が薄く、収縮率が低かった。

【結論】

本研究において対象者の22.2%に尿失禁がみられており、これはほぼ先行研究と同様の割合であった。また、収縮時腹横筋厚の測定結果より、産後、尿失禁を有するものは腹横筋も弱化的であることが示唆された。産後の尿失禁に関しては、骨盤底筋の働きの弱化的に関連すると報告されており、骨盤底筋体操が行われているが、腹横筋も含めたインナーユニットの共同収縮を促すことがより効果的である可能性が考えられる。今後はさらに、症例数を増やし検討していく。

O-KS-12-1**均質な関節軟骨領域を求めて
—物理的刺激効果検証に用いる関節軟骨部位の検討—**

伊藤 明良^{1,2)}, 飯島 弘貴^{2,3)}, 太治野純^{—3)}, 長井 桃子⁴⁾, 山口 将希^{2,3)}, 張 頊凱³⁾,
喜屋武 弥³⁾, 青山 朋樹³⁾, 黒木 裕士³⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科感覚運動系外科学講座整形外科学, ²⁾日本学術振興会特別研究員,

³⁾京都大学大学院医学研究科理学療法学会講座,

⁴⁾京都大学大学院医学研究科附属先天異常標本解析センター

key words 関節軟骨・物理的刺激・弾性率

【はじめに, 目的】

物理的刺激は関節軟骨変性の悪化, 予防, 改善すべてに関与し得ることから, 関節軟骨に対する物理的刺激効果の詳細説明が求められている。しかし, ヒトにおける非侵襲的な関節軟骨の評価方法は確立されていない。これまでブタをはじめとした大動物の関節軟骨を摘出して生体外で培養する器官培養モデルが用いられてきたが, 関節軟骨はその存在部位によって弾性率などの機械的特性が異なることが知られている。よって, 種々の物理的刺激効果を検討する実験の再現性と効率性を高めるためには, 均質な性状を持った関節軟骨をより多く採取することが必要となるが, どの部位を用いるのが最適なものは明らかにされていない。本研究の目的は, ブタの大腿骨を用い, 部位ごとにおける関節軟骨の弾性率を調べることで器官培養モデルとして適切な関節軟骨部位を提示すること, さらにこのモデルを用いて圧縮負荷による軟骨細胞生存性に与える影響について検証することとした。

【方法】

食用用に販売されているブタ後肢を5膝購入し, 3膝を弾性率解析に, 2膝を圧縮負荷解析に用いた。3膝の大腿骨関節軟骨における6領域26部位(滑車部内側および外側領域(各5部位), 内側顆部および外側顆部領域(各6部位), 膝蓋骨内側および外側領域(各2部位))から関節軟骨をプラグ状に採取し, 圧縮試験機を用いて1mm/minのストロークで圧縮することで弾性率を算出した。さらに滑車部においては関節軟骨厚を計測した。圧縮負荷解析では, 滑車部外側領域の関節軟骨プラグを採取し, 圧縮試験機を用いて0, 10, 20, 30, 40MPaの圧縮負荷を10分間持続的に負荷した(各3プラグ)。負荷終了から1時間静置後にカルセインAMにより生細胞数を, エチジウムホモダイマーにより死細胞数を計測し, 細胞生存率を算出した。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

弾性率を6領域間で比較すると, 外側顆部領域は滑車部領域および膝蓋骨領域と比較して有意に低値を示した($P < 0.05$)。また, 内側および外側顆部領域の荷重部位と非荷重部位を比較すると, 内側顆部領域の荷重部位において有意に高かった($P < 0.01$)。滑車部領域の部位間での比較では, 弾性率に有意差は認められなかった。しかし, 関節軟骨厚は滑車部内側においては近位部から遠位部に向かって薄くなっていったが, 滑車部外側における変化はわずかであった。圧縮負荷による細胞生存率は, 30MPaから表層より低下しはじめ, 40MPaでは半数を下回った(細胞生存率: 0MPa 85.5% ± 1.76, 10MPa 81.2% ± 3.67, 20MPa 83.9% ± 3.28, 30MPa 74.7% ± 10.77, 40MPa 43.3% ± 15.78)。

【結論】

ブタ関節軟骨器官培養モデルには, 弾性率および関節軟骨厚の部位差が少ない大腿骨滑車部の外側領域を用いることが推奨された。また, この領域を用いた圧縮負荷による細胞生存率の解析では, 10分間の30MPa負荷から細胞死が生じはじめ, 40MPaでは半数以上が細胞死することが明らかとなった。

O-KS-12-2**異常関節運動制動が膝関節軟骨異化反応に及ぼす影響**

鬼塚 勝哉^{1,4)}, 金村 尚彦²⁾, 村田 健児³⁾, 峯岸 雄基²⁾, 清水 大介²⁾, 国分 貴徳²⁾,
森下 佑里¹⁾, 薄 直宏⁴⁾, 高柳 清美²⁾

¹⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科博士前期過程,

²⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科,

³⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科博士後期過程, ⁴⁾東京女子医科大学八千代医療センター

key words 変形性膝関節症・異常関節運動・関節軟骨変性

【はじめに, 目的】

変形性膝関節症は関節軟骨変性を主病変とした退行性疾患であり, 関節不安定性が機械的ストレスとなり関節軟骨の変性が惹起される。変形性膝関節症に対する運動の効果について, 疼痛や ADL 改善に関する報告は多いが, 関節軟骨へ及ぼす影響は明らかにされていない。本研究の目的は, 変形性膝関節症モデルとして確立されている ACL 切離モデルラットを用いて, 異常な関節運動の制動が膝関節軟骨の異化反応に及ぼす影響を明らかにすることとする。

【方法】

6ヶ月齢 Wistar 系雄性ラット 20 匹を対象に, 関節制動群 (CAM 群), ACL 切離群 (ACL-T 群) に分類し, ACL-T 群の対側後肢を Control 群として各群 10 肢に分類した。さらに, 各群 10 肢のうち 5 肢ずつを 2 週, 4 週群にそれぞれ分類した。モデル作成はラットの右後肢を対象とし, CAM 群は外科的に ACL を切離後, 脛骨に骨孔を作成し, 同部と大腿骨顆部部面にナイロン糸を通してループを形成することで脛骨の前方動揺を制動した。ACL-T 群は外科的に ACL を切離後, 徒手的に脛骨の前方引き出しを行い, 断裂の確認を行った。モデル作成後はゲージ内で自由飼育し, 2 週, 4 週経過時点で屠殺し, 脛骨より関節軟骨を採取した。採取した軟骨から total RNA を抽出後, cDNA を合成し, 合成した cDNA を鋳型として膝関節軟骨の異化に作用するタンパク分解酵素である MMP13 とそのインヒビターである TIMP-1 のプライマーを使用し, real time PCR 法にて mRNA の発現量を解析した。発現量の解析は $\Delta\Delta Ct$ 法を用い, Control 群の発現量を 1 とし各群の mRNA 発現量を比較した。統計解析は, 一元配置分散分析を用いて術後 2 週, 4 週時の各群における mRNA 発現量を比較し, post-hoc 検定として Tukey 法を用いて分析した。

【結果】

2 週時の MMP13 は, ACL-T 群 : 333.8 倍, CAM 群 : 1046.5 倍の発現量を示し, TIMP-1 は ACL-T 群, CAM 群ともに 1.4 倍となった。4 週時の MMP13 は, ACL-T 群 : 26.3 倍, CAM 群 : 5.3 倍の発現量を示し, TIMP-1 は ACL-T 群 : 2.1 倍, CAM 群 : 1.9 倍となった。MMP13 の mRNA 発現量に関して, 2 週時では Control 群と比較して CAM 群, ACL-T 群において有意に増加し ($P < 0.001$), 4 週時では Control 群と比較して ACL-T 群において有意に増加した ($P < 0.05$)。

【結論】

2 週時では CAM 群, ACL-T 群, 4 週時では ACL-T 群において MMP13 の mRNA 発現量の有意な増加を示した。この要因として, CAM 群では 2 週時において, 手術による影響が関節内へ及んだ可能性や術後の運動変容などから MMP13 の mRNA 発現量の一時的な増加が認められたが, 4 週時ではそれらの回復と並行して発現量が低下した可能性が考えられる。一方, ACL-T 群では軟骨異化反応が継続的に進行している可能性が考えられる。以上より, 異常な関節運動の制動は膝関節軟骨の異化反応に影響を及ぼす可能性が示唆された。今後は, ACL を切離しない状態で関節制動術を施行した群との比較や運動学的分析を行うことでこれらの仮説を検証する必要がある。

O-KS-12-3**ラット変形性膝関節症モデルに対する強度別の運動刺激が関節軟骨—軟骨下骨複合体に与える影響**

飯島 弘貴^{1,2)}, 青山 朋樹¹⁾, 伊藤 明良^{2,3)}, 山口 将希^{1,2)}, 長井 桃子⁴⁾, 太治野純一¹⁾,
張 頌凱¹⁾, 喜屋武 弥¹⁾, 黒木 裕士¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科理学療法学講座, ²⁾日本学術振興会特別研究員,

³⁾京都大学大学院医学研究科感覚運動系外科学講座整形外科学,

⁴⁾京都大学大学院医学研究科附属先天異常標本解析センター

key words 変形性膝関節症・運動・予防

【はじめに, 目的】変形性膝関節症(膝 OA)の病態に即した理学療法の実現のためには, その病態の理解や力学的負荷に対する生体組織の生物学的な応答を明らかにすることが不可欠である。2015年, 我々はラット膝 OA モデルに対する運動刺激が膝 OA の予防に貢献することを報告した。そこで, 本研究では, 運動刺激の効果をさらに詳細に検討する目的で, 異なる強度の運動刺激が関節軟骨と軟骨下骨に与える影響を, 関節面の領域別に明らかにすることを目的とした。

【方法】本研究は The Animal Research Reporting In Vivo Experiments (ARRIVE) guidelines に準じて計画, 実施された。12週齢の Wistar 系雄性ラット 30 匹の右膝関節に外科的処置(前脛骨半月靭帯切離)を施し, 内側半月板不安定性(DMM)モデルを作成した。その後, 8週間の自然飼育を行う DMM 群(n=10)と, 早期膝 OA の状態となる術後4週時点から1日30分, 週5日間, 4週間のトレッドミル走行を行う moderate 群(12m/分, n=10), intense 群(21m/分, n=10)の3群に分類した。術後8週時に膝関節を摘出し, 脛骨側内側関節面の関節軟骨, 軟骨下骨を組織学的手法, 力学的手法, および micro-CT を用いて領域別(前方および後方)に評価し, 3群間で比較した。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】脛骨内側関節面後方領域を組織学的に観察すると, DMM 群では関節軟骨および軟骨下骨中の死細胞を含む変性像が観察されたが, moderate 群の変性像は DMM 群よりも軽度であり, 軟骨変性重症度の評価である OARSI score は DMM 群の約50%であった(DMM 群, 中央値:10.5, 範囲:9-12; moderate 群, 中央値:5, 範囲:2-9; $P=0.025$)。同領域の micro-CT 所見では, DMM 群では嚢胞状の骨吸収領域が多数観察されたが, moderate 群の骨吸収領域の最大直径は DMM 群の約70であった(DMM 群, 平均値:547.1 μ m, 95%信頼区間[CI]:504.7-589.5; moderate 群, 平均値:375.9 μ m, 95%CI:339.3-412.5; $P<0.001$)。力学的手法を用いて圧縮応力に対する関節軟骨の歪みを評価すると, 後方領域では DMM 群は正常軟骨の215%であったのに対して, moderate 群では160%に抑性された(DMM 群, 平均値:65.7 μ m, 95%CI:60.7-71.3; moderate 群, 平均値:49.1 μ m, 95%CI:39.1-59.1; $P=0.045$)。しかしながら, 前方領域における変性に関しては, DMM 群と moderate 群の間で統計学的有意差はなかった。また, intense 群では, OA 進行予防効果が乏しいだけでなく, micro-CT 所見上での軟骨下骨の骨吸収領域の最大直径は, むしろ DMM 群よりも28%増大した(平均値:700.7 μ m, 95%CI:614.1-787.3; $P<0.001$)。

【結論】本研究は, 運動刺激による膝 OA の進行予防を期待する場合には, 運動強度の調整が必要であることを示した。また, 中等度レベルの運動による OA 進行予防効果が主荷重部に局限して確認されたことから, 運動刺激による膝 OA 進行予防効果は力学的負荷が加わる領域に特異的に生じる可能性がある。

O-KS-12-4**関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンアイソフォームの発現量におよぼす影響**田中なつみ¹⁾, 吉田菜津希²⁾, 本田祐一郎³⁾, 坂本 淳哉¹⁾, 中野 治郎¹⁾, 沖田 実⁴⁾¹⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 保健学専攻 理学・作業療法学講座 理学療法学分野,²⁾長崎大学医学部保健学科 理学療法学専攻, ³⁾長崎大学病院 リハビリテーション部,⁴⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻 リハビリテーション科学講座 運動障害リハビリテーション学分野**key words** 関節不動・前十字靭帯・コラーゲンアイソフォーム**【目的】**

関節不動によって惹起される拘縮の責任病巣としては、皮膚や骨格筋、靭帯、関節包などの関節周囲軟部組織のすべてが関与していると考えられている。しかし、先行研究を概観すると靭帯に関しては一定の見解は示されておらず、中でも報告が多い力学的検索では、関節不動によって靭帯は脆弱化することが明らかとなっており、このことから拘縮に対する靭帯の関与は否定的な見解が多い。しかし、靭帯を構成するコラーゲンそのものの検索はほとんど行われておらず、拘縮に対する靭帯の関与を明らかにする意味でも解決すべき課題と思われる。そこで本研究では、関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンアイソフォームの発現量におよぼす影響を分子生物学的検索を通して検討した。

【方法】

12週齢のWistar系雄性ラット21匹を両側股・膝関節を最大屈曲位にてギプス包帯で2, 4週間不動化する不動群(n=12, 不動2週;n=6, 不動4週;n=6)と、不動群と同週齢まで通常飼育する対照群(n=9, 14週齢;n=5, 16週齢;n=4)に振り分けた。各不動期間終了後は、麻酔下で側臥位としたラットの股関節を90°屈曲位に固定し、下腿遠位端後面に張力計の先端部をあて、0.3Nの張力で膝関節を他動的に伸展させた際の可動域を測定した。次いで、各群のラットから前十字靭帯を採取し、RNA later[®](Ambion)に浸漬後、RNeasy Fibrous Tissue Mini Kit (QIAGEN)を用いてmRNAを抽出し、Quanti Tect Reverse Transcription Kit (QIAGEN)を使用してcDNAを作製した。そして、Brilliant III Ultra-Fast SYBR Green QPCR Master Mix (Agilent)を添加し、Mx3005p QPCR System (Strata gene)を使用したreal time RT-PCR法に供し、靭帯の主要なコラーゲンアイソフォームであるタイプI・IIIコラーゲンならびに内因性コントロールに用いるβ-actinそれぞれのmRNA発現量を検索した。統計処理には対応のないt検定を適用し、有意水準はすべて5%未満とした。

【結果】

膝関節伸展可動域は不動2, 4週後とも不動群は対照群より有意に低値を示し、不動期間で比較すると不動4週は不動2週より有意に低値を示した。一方、タイプI・IIIコラーゲンmRNA発現量は不動2, 4週後とも不動群は対照群より有意に低値を示したが、不動期間による有意差は認められなかった。

【結論】

今回の結果から、関節不動によって膝関節屈曲拘縮が惹起され、不動期間が長いほどその程度は顕著になることが示唆された。一方、タイプI・IIIコラーゲンmRNA発現量は関節不動によって減少することが明らかとなった。靭帯に対する関節不動の影響を検討した先行研究を概観すると、力学的検索では靭帯の脆弱化が示されており、形態学的検索では靭帯の横断面積は減少することが明らかになっている。つまり、本研究の結果はこれらのことを分子生物学的に裏付けていると推察され、前十字靭帯は膝関節屈曲拘縮の責任病巣としてさほど重要な影響をおよぼしていない可能性が示唆された。

O-KS-12-5**中年期ラット ACL 損傷モデルにおける神経栄養因子 NGF・BDNF, 成長関連タンパク質 GAP-43 mRNA の発現動態**

武川 夏奈¹⁾, 金村 尚彦¹⁾, 国分 貴徳¹⁾, 村田 健児²⁾, 森下 佑里²⁾, 宮下 紗季¹⁾, 峯岸 雄基¹⁾,
清水 大介¹⁾, 萩台 保之¹⁾, 中本 幸太¹⁾, 高柳 清美¹⁾

¹⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科, ²⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所

key words 膝前十字靭帯損傷・神経栄養因子・成長関連タンパク質-43

【はじめに, 目的】前十字靭帯(以下 ACL) 損傷後, 急激な方向転換時や減速動作時に膝くずれを起こすなど, 関節不安定性を生じることが多い。靭帯が再建し力学的に制動された状態であってもそのような関節不安定性を呈することがある。その原因として, ACL 損傷時にそこに存在する神経も損傷され, 神経機能が低下している事が予想される。神経栄養因子は, 神経細胞の発生・成長・維持・再生を促進させる物質の総称であり, 神経成長因子(以下 NGF) や脳由来神経栄養因子(以下 BDNF) もそのうちのひとつである。成長関連タンパク質-43(以下 GAP-43) は成長中, 軸索再生中の神経成長円錐において高レベルで発現される。我々はラットにおいて ACL 完全損傷であっても膝関節の異常運動を制動することで自然治癒することを報告してきた。しかし, ACL 損傷後, 治癒した ACL における神経再生については未だ不明である。そこで本研究では治癒した ACL における GAP43, NGF, BDNF の発現について靭帯内で産出されるのかについて明らかにすることを目的とした。

【方法】Wistar 系雄性ラット 6 か月齢 12 匹を対象に, 術後 2・4 週群に分け, さらに各群において ACL 切断群(以下 ACL-T 群) 3 匹, 関節制動群(以下 CAM 群) 3 匹に割り当てた。それらはラットの右後肢を対象として手術を行い, ACL-T 群の左後肢を CTR 群として用いた。CAM 群は ACL 切断後, 脛骨の前方引き出しを制動する手術を行った。術後 2・4 週経過時点で ACL を採取した。採取した ACL から Total RNA を抽出し, その後 cDNA を合成した。GAP43・NGF・BDNF のプライマーを使用して, real time PCR 法(ΔΔCT 法)にて分析を行った。統計は一元配置分散分析と多重比較検定 Scheffe 法を行った。

【結果】GAP43 は術後 2 週では, CTR 群の発現量を 1 とすると ACL-T 群で 12.0 倍, CAM 群 22.5 倍であり, CTR 群と CAM 群との間で有意に高い発現量であった($p < 0.05$)。術後 4 週では CTR 群と比較して ACL-T 群で 45.9 倍, CAM 群 62.8 倍であり, 両者とも有意に高い発現量がみられた($p < 0.01$)。NGF は術後 2 週では, CTR 群と比較すると ACL-T 群で 3.7 倍, CAM 群 2.5 倍であった。術後 4 週では CTR 群と比較すると ACL-T 群で 2.0 倍, CAM 群 1.4 倍であった。術後 2 週, 4 週ともに ACL-T 群と CAM 群において有意な差は認められなかった。BDNF は術後 2 週, 4 週ともに, CTR 群と比較して ACL-T 群は 0.2 倍, CAM 群は 0.1 倍であり, 有意な差は認められなかった。

【結論】本研究では神経再生にかかわる因子 GAP43, NGF, BDNF mRNA の発現量について検討した。ACL-T 群, CAM 群において NGF の発現量が高値を示したことから, ACL 損傷後の神経再生を促進している可能性が示唆された。また, ACL-T 群に比べ CAM 群において GAP43 の発現量が高値を示したことから, 異常な関節運動を制動すると, 靭帯の治癒が促されると共に, ACL に存在する神経も再生する可能性が示唆された。今後は組織学による検討を行い, 神経走行について検証する事が必要である。

O-KS-12-6**中年期ラット ACL 損傷モデルにおける血小板由来増殖因子 PDGF-A, Collagen typeI・III mRNA の発現動態**

峯岸 雄基¹⁾, 金村 尚彦¹⁾, 国分 貴徳¹⁾, 村田 健児²⁾, 森下 佑里²⁾, 武川 夏奈¹⁾, 宮下 紗季¹⁾,
清水 大介¹⁾, 萩台 保之¹⁾, 中本 幸太¹⁾, 高柳 清美¹⁾

¹⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科, ²⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所

key words 膝前十字靭帯損傷・血小板由来増殖因子・Collagen

【はじめに, 目的】

我々は、膝前十字靭帯(以下 ACL)完全損傷後に関節の異常運動を制動することで ACL が自然治癒することを報告してきた。近年の健康志向の高まりにつれ、スポーツ行動者率は中年以降で上昇し、ACL 損傷患者の年齢層も広がっている。ACL 損傷治療は手術療法が標準治療であるが、中年以降の ACL 損傷患者においては様々な理由により保存療法は重要な選択肢となりうる。しかし、現状行われている保存療法の治療満足度は低いとされ、中年期ラットに対する ACL 治癒過程に関してもいまだ未解明である。本研究の目的は、中年期ラット ACL 損傷モデルにおける血小板由来増殖因子 A(以下 PDGF-A), Collagen typeI および typeIII の発現動態を mRNA レベルで明らかにし、中年期ラットの ACL 治癒への影響を検討することである。

【方法】

Wistar 系雄性ラット(24 週齢)20 匹を 10 匹ずつ 2 群に分類した。それぞれ 2, 4 週群とし、さらに ACL 切断群(以下 ACL-T 群)、関節制動群(以下 CAM 群)に 5 匹ずつ振り分けた。ACL-T 群と CAM 群に対し右後肢の ACL を外科的に切断した。続いて CAM 群は、脛骨と大腿骨をナイロン糸で結んで固定し、大腿骨に対する脛骨の前方引き出しを制動した。ACL-T 群の左後肢を対照肢(以下 CTR 群)として使用した。術後 2, 4 週経過時点で ACL を採取し total RNA を抽出した。その後、合成した cDNA をもとに PDGF-A, Collagen typeI・III のプライマーを使用し mRNA 発現量を real time PCR 法(ΔΔCT 法)により解析した。統計手法は一元配置分散分析、多重比較として Tukey 法を用いた。

【結果】

CTR 群を基準として発現量を比較した。PDGF-A mRNA 発現量は、2 週経過時に ACL-T 群で約 2.3 倍、CAM 群で約 3.3 倍であった ($p < 0.05$)。4 週経過時には ACL-T 群で約 1.4 倍、CAM 群で 1.9 倍であった。Collagen typeI mRNA 発現量は、2 週経過時に ACL-T 群で約 9.7 倍 ($p < 0.01$)、CAM 群で約 5.8 倍であった ($p < 0.01$)。4 週経過時には ACL-T 群で約 0.6 倍、CAM 群で約 1.6 倍であった。Collagen typeIII mRNA 発現量は、2 週経過時に ACL-T 群で約 8.6 倍 ($p < 0.01$)、CAM 群で約 7.2 倍であった ($p < 0.01$)。4 週経過時には ACL-T 群で約 2.2 倍、CAM 群で約 3.9 倍であった。

【結論】

中年期ラット ACL 損傷モデルにおける治癒靭帯の turnover に関して、損傷後 2 週から 4 週が mRNA レベルの転換期となることを示唆する。我々の過去の研究で、若年期ラット(10 週齢)では損傷後 5 日から 14 日が転換期となることを報告しており、中年期は若年期に比べ治癒靭帯の turnover が遅延することを示す。また、ACL 切断により 2 週経過時には、CAM 群と ACL-T 群ともに Collagen typeI・III の発現量が増加している。しかし、各期における PDGF-A の発現量は他の 2 群に比べ CAM 群で高く、4 週経過時には Collagen typeI・III の発現量は ACL-T 群に比べ CAM 群で高い。以上のことから、早期からの保護的な関節運動が損傷後 ACL 治癒の長期成績に Positive な変化をもたらすことが示唆された。

O-KS-13-1**シスプラチン誘発性腎症に対する温熱プレコンディショニングによるアポトーシス抑制効果**中村 智明^{1,2)}, 岩下 佳弘⁴⁾, 渡 孝輔^{1,3)}, 林田千夏子^{1,5)}, 飯山 準^{—4)}¹⁾学校法人銀杏会 熊本保健科学大学大学院 保健科学研究科 保健科学専攻 リハビリテーション領域,²⁾医療法人 朝日野会 朝日野総合病院, ³⁾医療法人 桜十字病院,⁴⁾学校法人銀杏会 熊本保健科学大学 保健科学部, ⁵⁾一般社団法人玉名郡市医師会立 玉名地域保健医療センター**key words** 低温サウナ (MTS)・シスプラチン誘発性腎症・アポトーシス**【はじめに, 目的】**

シスプラチン (CDDP) は抗悪性腫瘍薬として広く臨床に用いられているが, 腎障害の副作用のため高用量使用は規制されている。原因は十分に解明されていないが, 酸化ストレスやアポトーシスの関与が示唆されている。我々はこれまで, 深部体温を約 1~2℃ 上昇させるマイルドな全身温熱刺激 (MTS) が CDDP 誘発性腎障害を軽減させることを報告してきた。今回, アポトーシスに対する MTS の効果を検討した。本研究は JSPS 科研費 70623510 の助成を受けて実施された。

【方法】

C3H/He 系統の雄性マウス (20~25kg, 7 週齢) 37 匹を使用した。無作為に vehicle 群 (Veh, n=7), CDDP 投与群 (nRT+Cis, n=10), 生理食塩水を腹腔内投与後に MTS 処置, その後 CDDP 投与した群 (sTS+Cis, n=10), 生理食塩水を腹腔内投与後は室温に置き, その後 CDDP 投与した群 (sRT+Cis, n=10) の 4 群に分けた。MTS は 39℃ で 15 分間加温, その後 35℃ で 20 分保温とした。CDDP (20mg/mL) は MTS から 6 時間後に腹腔内投与した。Veh には同量のリン酸緩衝生理食塩水を投与した。CDDP 投与から 48 時間後に食事量と飲水量, 体重, および腎機能の主要な指標である血清クレアチニン (Cr) と血清尿素窒素 (BUN) を評価した。腎組織は PAS および TUNEL 染色により組織学的, ならびに細胞死の評価を実施した。Bax, Bcl2, caspase3 の蛋白バンドはウエスタンブロット法で検出し, 密度を数値化した。統計解析は ANOVA 検定を, 事後比較に Tukey test を行い $p < 0.05$ を有意とした。

【結果】

CDDP 投与により食餌量 (Veh : $4.2 \pm 0.3g$, nRT+Cis : $1.1 \pm 0.3g$, sTS+Cis : $1.7 \pm 0.2g$, sRT+Cis : $1.5 \pm 0.2g$), 飲水量 (Veh : $6.4 \pm 0.5g$, nRT+Cis : $1.5 \pm 0.5g$, sTS+Cis : $2.2 \pm 0.2g$, sRT+Cis : $2.3 \pm 0.4g$) は有意に減少した。体重 (Veh : $25.3 \pm 0.6g$, nRT+Cis : $22.2 \pm 0.7g$, sTS+Cis : $22.8 \pm 0.6g$, sRT+Cis : $22.7 \pm 0.5g$) においても有意な減少が認められたが, 温熱負荷による体重差は認められなかった。温熱前処置によって腎機能障害は有意に軽減した (Cre, Veh : $0.21 \pm 0.01mg/dl$, nRT+Cis : $0.39 \pm 0.04mg/dl$, sTS+Cis : $0.27 \pm 0.01mg/dl$, sRT+Cis : $0.35 \pm 0.03mg/dl$, BUN, Veh : $25 \pm 2.1mg/dl$, nRT+Cis : $048.1 \pm 6.8mg/dl$, sTS+Cis : $28.4 \pm 2.0mg/dl$, sRT+Cis : $37.9 \pm 4.7mg/dl$)。腎組織学的には CDDP により尿細管構造崩壊, 尿細管円柱状変化, 囊胞性拡大が観察されたが, MTS では軽減した。TUNEL 陽性細胞は CDDP により増加したが, MTS では有意に抑制された (Veh : 0.3 ± 0.7 , nRT+Cis : 31.1 ± 6.5 , sTS+Cis : 8.9 ± 2.1 , sRT+Cis : 23.6 ± 7.2)。Bax/Bcl2 や caspase3 は CDDP により増加したが, MTS によって抑制された。

【結論】

MTS 前処置は細胞死, および, これに関わるタンパク質の発現を軽減させた。CDDP 投与前の温熱前処置は腎障害を抑える可能性が示唆された。本研究により温熱療法の適応を広げることができると信じている。

O-KS-13-2**荷重除去とその後の再荷重によるマウスヒラメ筋の筋線維タイプ移行と NFAT ファミリーの発現**横山 真吾¹⁾, 大野 善隆¹⁾, 後藤 勝正^{1,2)}¹⁾豊橋創造大学 保健医療学部 理学療法学科, ²⁾豊橋創造大学大学院 健康科学研究科**key words** 筋線維タイプ・荷重除去・NFAT

【はじめに, 目的】骨格筋の特性は, それを構成する筋線維タイプによって決定される。荷重除去により抗重力筋における遅筋(タイプI)線維の構成比率が低下, すなわち速筋化が生じることはよく知られている。タイプI線維は主に姿勢維持や持久力に関与するとされているため, タイプI線維構成比率の低下は姿勢制御不良による転倒や歩行能力の低下をもたらす。理学療法士はこのような患者に対することが多く, 運動処方を行う際は筋線維タイプを考慮したアプローチが必要となるため, 荷重除去やその後の再荷重による筋線維タイプ移行メカニズムを明らかにすることはリハビリテーションを遂行する上で有用な基礎資料となる。

筋線維タイプの制御に係る因子としてNFATシグナルが知られている。NFATはc1-4のファミリーから構成され, それらの発現パターンによってミオシン重鎖(MyHC)発現を制御していると考えられている。荷重除去やその後の再荷重によるタイプI線維構成比率の変化にもNFATファミリーが関与していることが示唆されるものの, 詳細は不明である。そこで本研究では, 荷重除去とその後の再荷重による筋線維タイプ移行に伴うNFATファミリー発現の挙動から明らかにすることを目的とした。

【方法】10週齢ICR系雄性マウスに対して, 2週間の後肢懸垂を負荷した。さらに, 懸垂後に通常飼育に戻して2週間の再荷重期間を設定した。後肢懸垂前, 直後および2週間の再荷重後にヒラメ筋を摘出し, 蛍光免疫組織染色を施して筋線維タイプをI, IIaおよびIIbに分類し, 筋線維タイプ構成比率を算出した。また, Western blot法によりNFATc1-4の発現量を評価した。

【結果】筋重量は2週間の後肢懸垂により有意に低下し($p < 0.01$), 懸垂後の2週間の再荷重により懸垂前の水準まで回復した。一方, タイプI線維構成比率は後肢懸垂により有意に低下し($p < 0.01$), 再荷重により回復する傾向が認められたが, 完全には回復しなかった。ヒラメ筋におけるNFATc1発現量は後肢懸垂により約3倍に増加し($p < 0.01$), 再荷重によって減少して後肢懸垂前の水準まで回復した。しかし, NFATc2発現量は後肢懸垂により約70%減少し($p < 0.01$), 再荷重により増加する傾向を認めた。NFATc3およびc4発現量に, 後肢懸垂とその後の再荷重による影響は認められなかった。

【結論】タイプI MyHC発現には, NFATc1-4の全ての関与が示唆されている。本研究の結果から, 荷重除去に伴うタイプI線維構成比率の低下は, NFATc2の発現低下に起因していると考えられた。しかし, 再荷重によるタイプI線維構成比率の増加はNFATファミリーの発現からは説明が難しく, 他の要因の関与が示唆された。

O-KS-13-3**老齢期に脊髄前角細胞が多く残されると筋の収縮能力を維持するのか？**

武本 秀徳¹⁾, 今北 英高²⁾, 金村 尚彦³⁾, 国文 貴徳³⁾, 藤巻康一郎¹⁾, 松本 知也⁴⁾, 森信 繁⁵⁾

¹⁾県立広島大学 保健福祉学部, ²⁾畿央大学 理学療法学科, ³⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部,
⁴⁾広島大学 医学部, ⁵⁾高知大学 医学部

key words 加齢・脊髄前角細胞・筋機能

【はじめに, 目的】

加齢に伴う筋線維の損失と萎縮は、筋機能を低下させ身体活動を制限する。脊髄前角細胞 (VMN) の加齢に伴う減少は、筋線維の細胞死や速筋線維の遅筋化を誘導することでこの筋の退行性変化に関与するとされる。加齢の影響は個体ごとに異なるため、老齢期に残された VMN 数は個体差が大きいと予想される。本研究の目的は、老齢期に VMN が多く残されることが筋の収縮力維持につながるのか検証することである。

【方法】

8-9ヶ月齢の Wisistar 系雄性ラットを 12 または 24 ヶ月齢まで飼育し、それぞれ成獣群 (n=15)、老齢群 (n=14) とした。1日のカロリー摂取量は 70 Kcal とし、無制限な食事による余命短縮を避けた。飲水は制限しなかった。実験終了時に安楽死させ、長指伸筋 (EDL, 速筋・遅筋線維が混在) およびヒラメ筋 (主に遅筋線維で構成) の摘出と張力測定を行った。また、腰髄の横断切片を作成し VMN 数を計測した。この VMN 数の計測結果から、老齢群をさらに老齢 多 VMN 群, 老齢 少 VMN 群の 2 群に分けた (いずれも n=7)。最後に、成獣, 老齢の 2 群間, そして 成獣, 老齢 多 VMN, 老齢 少 VMN の 3 群間で、VMN 数と筋の収縮力を比較した。

【結果】

カロリー制限があっても実験終了時には成獣, 老齢両群の体重は増加していた ($p < 0.01$)。加齢は VMN を減少させたが、老齢群内にはその数に有意差を持つ 2 つの群があった: 成獣群より老齢群は低値をとった ($p < 0.05$)。老齢 少 VMN 群は成獣 ($p < 0.01$)、老齢 多 VMN ($p < 0.05$) の両群より低値を示したが、成獣群と老齢 多 VMN 群の間に差は無かった ($p > 0.05$)。老齢期において、残存する VMN 数と筋の収縮力に関連はなかった: EDL の張力は、老齢群の方が成獣群よりむしろ大きな値を示した ($p < 0.05$)。成獣, 老齢 多 VMN, 老齢 少 VMN の 3 群間に差はなかった ($p > 0.05$)。ヒラメ筋の張力は、成獣群より老齢群の方が低かった ($p < 0.05$)。成獣, 老齢 多 VMN, 老齢 少 VMN の 3 群間では、成獣と老齢 少 VMN 群の間でのみ差があり後者の方が低値だった ($p < 0.05$)。老齢 多 VMN 群の値は他の 2 群とも差がなかったが ($p > 0.05$)、老齢 少 VMN 群の値に近似した。

【結論】

老齢期に VMN が多く残されても筋の収縮力維持には関与しないようだ。この結論は、VMN 数が維持された群ではなく VMN が減少した群の変化から得られた: 筋機能の低下は速筋・遅筋線維の混在筋にはなく、むしろ遅筋線維主体の筋で見られた。この知見は一般的な見解とは対立している。今回の結果は、飼育条件、特にカロリー制限に起因して生じた可能性があり、今後検証する必要がある。

O-KS-13-4**虚血再灌流後の筋収縮力の変化と歩行の関係
—ラットを用いた実験的研究—**

相原 一貴^{1,4)}, 小野 武也^{1,2)}, 石倉 英樹¹⁾, 佐藤 勇太¹⁾, 松本 智博¹⁾, 田坂 厚志³⁾,
積山和加子²⁾, 梅井 凡子²⁾, 沖 貞明²⁾, 松下和太郎⁴⁾

¹⁾県立広島大学大学院 総合学術研究科, ²⁾県立広島大学 保健福祉学部理学療法学科,
³⁾大阪行岡医療大学 医療学部理学療法学科, ⁴⁾医療法人社団正和会 松下クリニック

key words 駆血・筋収縮力・歩行

【はじめに, 目的】

整形外科的手術で出血量抑制のために使用されるターニケットは, 虚血再灌流障害を引き起こし骨格筋の浮腫や炎症, 萎縮を発生させる可能性が報告されている。我々は先の動物実験において, 圧力 300mmHg で 90 分間ターニケットを使用すると, 虚血再灌流後に筋収縮力の低下が生じ, その低下は再灌流後 7 日目においても完全回復に至らないことを明らかにした。しかし, 7 日目以降の筋収縮力の変化に関しては不明である。そこで, 虚血再灌流後の筋収縮力の変化を明らかにする目的で, 虚血再灌流後 14 日目における筋収縮力の測定, および歩行動作との関係について検討した。

【方法】

10 週齢 Wistar 系雄ラット 12 匹 (体重 360.1±14.2g) を 6 匹ずつ正常群 (以下 C 群) と虚血再灌流群 (以下 IR 群) に分けた。IR 群は, まず麻酔下で後肢にターニケットカフを巻き, 圧力 300mmHg で 90 分間の駆血を実施した。そして 14 日後に, 両群の筋収縮力の測定と歩行観察を実施した。歩行観察は傾斜 0° のラット用トレッドミル上を分速 10m/min で歩行させ, その様子をビデオカメラで撮影し, その動画から足指伸展角と踵骨高を測定した。足指伸展角は爪先離地時に踵骨と第 4 中足骨を結ぶ線と床に平行な線がなす角度とし, 値が小さい程伸展していることを示す。また踵骨高は足底接地時の踵骨と床の垂直距離とした。筋収縮力の測定は, ヒラメ筋を摘出し 95% 酸素および 5% 二酸化炭素の混合ガスを常時通気しているリンゲル液で満たしたオーガンバス内へ入れ, 電気刺激を加え測定した。測定後のヒラメ筋は, 凍結させ HE 染色し筋横断面短径を測定した。統計学的解析は, 対応のない t 検定を用い, 危険率 5% 未満をもって有意差を判定した。

【結果】

筋収縮力は C 群 116.5±7.4g, IR 群 69.2±13.3g, 筋横断面短径は C 群 58.6±2.8μm, IR 群 46.3±4.2μm であり, どちらも C 群に比べ IR 群に有意な低下が認められた (P<0.05)。一方, 歩行に関する測定項目である足指伸展角および踵骨高では, 両群間に有意差は認められなかった (P<0.05)。

【結論】

本研究結果にて, 筋収縮力や筋横断面短径は C 群よりも IR 群が有意に低下していたが, 歩行に関する評価項目に有意差は認められなかった。一般的に筋収縮力は, 筋横断面積と比例関係にある。また, 虚血再灌流障害の症状として浮腫や炎症, 筋萎縮が報告されている。そのため, IR 群では虚血再灌流により低下した筋収縮力が完全回復していないことが推測できる。一方で, 歩行に関して差がなかったことについては, 歩行自体は低負荷の運動であるため, 運動から筋機能の状態を評価するには, より負荷の高い運動に対する反応から判断する必要性が示唆されたと推測する。よって, 虚血再灌流後 14 日では, 歩行が正常であっても, 筋機能の回復は完全ではない可能性があることを明らかにした。

O-KS-13-5**脳出血後のスキルトレーニングが大脳皮質および線条体の AMPA 受容体サブユニットに与える影響**玉越 敬悟^{1,2,3)}, 大西 秀明^{1,2)}, 高松 泰行³⁾, 石田 和人³⁾¹⁾新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科, ²⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所,³⁾名古屋大学大学院医学系研究科**key words** 脳出血・スキルトレーニング・AMPA受容体**【目的】**

これまでの研究で脳出血後のスキルトレーニングは、大脳皮質および線条体のシナプス可塑性関連タンパクの発現を増加させることを明らかにした。本研究では、脳出血後のスキルトレーニングが大脳皮質および線条体における AMPA 受容体サブユニットに与える影響について検討した。

【方法】

実験動物には Wistar 系雄性ラット (250~270 g) を用いた。対象を無作為に偽手術群 (SHAM 群: n=6), 脳出血+非運動群 (ICH 群: n=6), 脳出血+スキルトレーニング群 (ICH+AT 群: n=6) の3群に分けた。脳出血モデルは、まず、ラットを深麻酔下にて脳固定装置に装着した後、頭頂部の皮膚切開を行い、頭蓋骨表面のプレグマから左外側 3.0 mm, 前方 0.2 mm の位置に小穴を明け、次に、マイクロインジェクションポンプにつないだカニューレを頭蓋骨表面から 6.0 mm の深さまで挿入し、コラゲナーゼ (200 U/ml, 1.2 ul) を注入して作製した。スキルトレーニング群は、全身の協調運動、運動学習が必要なトレーニングとしてアクロバティック課題を実施した。トレーニング内容は、格子台、縄梯子、綱渡り、平行棒、障壁の5課題で各コース長 1 m を移動させた。介入は、術後 4~28 日まで、1日4回実施した。感覚運動機能評価は modified limb placing と postural instability test を用いて経時的に実施した。脳出血後 29 日目に深麻酔下で灌流脱血を行い、両側の大脳皮質感覚運動野および線条体を採取した。リアルタイム PCR (ABI 7300 PCR system) を用いて、AMPA 受容体サブユニットである GluR1, GluR2, GluR3, GluR4 の mRNA 発現量を解析した。定量方法は $\Delta\Delta Ct$ 法を用いた。

【結果】

運動機能評価から前肢の運動機能障害について ICH+AT 群は、ICH 群より有意な改善を示した。AMPA 受容体サブユニットの mRNA 発現量の解析から、傷害側大脳皮質の全 AMPA 受容体サブユニットにおいて ICH+AT 群は、ICH 群より有意に高値を示した。非傷害側においては、ICH+AT 群と ICH 群に有意な差はなかった。また、線条体においても両側で ICH+AT 群と ICH 群に有意な差はなかった。

【結論】

本研究から脳出血後のスキルトレーニングによる前肢運動機能回復の促進は、傷害側大脳皮質感覚運動野の全 AMPA 受容体サブユニットが関与していることが示された。AMPA 受容体はシナプスの伝達効率を上げる役割を担っていることから、脳出血後のスキルトレーニングは長期増強を誘導し、機能回復を促進させたと考えられる。

O-KS-13-6**頭蓋骨由来ヒト骨髄間葉系幹細胞の培養上清および移植効果の検討**

大倉優之介^{1,2)}, 深澤 賢宏³⁾, 大塚 貴志³⁾, 富安 真弓³⁾, 猪村 剛史³⁾, 大鶴 直史³⁾,
河原 裕美⁴⁾, 籬 拓郎²⁾, 弓削 類^{3,4)}

¹⁾県立広島病院リハビリテーション科, ²⁾県立広島病院脳神経外科,

³⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院, ⁴⁾株式会社スペース・バイオ・ラボラトリーズ

key words 頭蓋骨由来ヒト骨髄間葉系幹細胞・移植効果・脳損傷

【はじめに, 目的】

中枢神経疾患に対する再生医療の中で, 間葉系幹細胞 (Mesenchymal stem cell: 以下, MSC) が注目されている。MSC は様々な組織から採取可能であるが, 採取した組織によってその特性が異なることが報告されている。そこで本研究では, 新たな移植細胞の候補として頭蓋骨由来ヒト骨髄 MSC (CMSC) に着目した。頭蓋骨は発生学的に神経と同じ外胚葉由来であり, 中枢神経障害に対する移植効果が期待されている。そこで, *in vitro* において, CMSC の分泌する液性因子が神経細胞の軸索伸長に与える影響を検討した (実験 1)。さらに, 脳損傷モデルマウスに対して, CMSC を移植し, 機能回復に与える影響およびその作用機序の検討を行った (実験 2)。

【方法】

ヒトの頭蓋骨から脳神経外科手術時に骨髄細胞を採取後, 培養皿に播種し接着細胞を CMSC とした。実験 1 では, 増殖培地で CMSC を 24 時間培養後, 培養上清を採取した。マウス・ラット雑種神経芽細胞腫 (NG-108) を用い, 通常培地を用いる通常群と CMSC の培養上清を用いる上清群の 2 群で培養を行った。1 日間の培養後, 神経細胞のマーカーである NF-H を用いて蛍光免疫染色を行い, 軸索伸長に与える影響を検討した。実験 2 では, マウス脳損傷モデルを作成し, 損傷 24 時間後に CMSC (移植群) と PBS (PBS 群) をそれぞれ局所移植した。運動機能評価には Beam walking test を用いた。組織学的解析として, 損傷面積の評価には H&E 染色, 神経細胞保護効果の評価には DAB 染色, グリア細胞の集積の評価には蛍光免疫染色を行った。また, 遺伝子学的解析として real time RT-PCR 法を用いた。

【結果】

実験 1 において, 上清群は通常群と比較して NG-108 の軸索を有意に伸長した。実験 2 において, 移植群で有意な運動機能の改善が認められた。H&E 染色では, 移植群において有意な損傷面積の減少を示した (移植 35 日後)。さらに, DAB 染色では損傷 35 日後において移植群で神経細胞のマーカーである MAP2 の陰性面積が有意に小さく, 移植群において神経細胞の保護効果があることが示された。real-time RT-PCR 法による細胞死マーカーの遺伝子発現 (*Bax/Bcl2*) においても, 移植群で有意な低下を認めた。また, 損傷 35 日後において, 損傷境界部の GFAP の陽性率が移植群で有意に小さく, PBS 群と比較してグリア細胞の集積が少ないことも示された。移植細胞の同定評価では, 損傷 7 日後において移植細胞が観察されたが, それ以降は観察されなかった。また移植細胞の神経系細胞への分化は観察されなかった。

【結論】

実験 1 では, 上清群で神経突起が有意に伸長し, CMSC が放出する液性因子は軸索伸長作用を有することが示された。実験 2 では, 移植群において有意な機能回復が認められた。しかし, CMSC の損傷部への長期間の生着は認められなかった。これらの結果から, 認められた機能回復は, 移植細胞が放出する液性因子による神経保護および軸索伸長効果もしくはグリア瘢痕の抑制効果によるものであることが示唆された。

O-KS-14-1**臥位エルゴメータ運動における負荷方法の違いによる呼吸循環反応および下肢筋活動への影響**

野口 雅弘, 佐々木賢太郎

金城大学医療健康学部

key words 臥位エルゴメータ・呼気ガス分析・筋活動量**【はじめに, 目的】**

本研究では一般的に透析中運動時にベッド上で使用される臥位エルゴメータを用いて, 運動負荷方法の違いが呼吸循環系および下肢筋活動にどのように影響を及ぼすか明らかにする事を目的に, 健常者に対する基礎研究を行った。

【方法】

対象者は, 健常成人男性 8 人(年齢 21 ± 1 歳, 身長 171.7 ± 6.2 cm, 体重 69.7 ± 5.2 kg, BMI 23.8 ± 2.9)であった。運動介入は, スピードは変えずペダルの重さを漸増する Watt 漸増負荷と重さは変えずにペダルスピードを漸増する Speed 漸増負荷の 2 つの方法とした。Watt 漸増負荷は 30W, 50W, 70W の 3 段階, Speed 漸増負荷は, 60rpm, 80rpm, 100rpm の 3 段階に漸増し, 運動時間は各運動を 5 分ずつの計 15 分とした。実験では, 負荷量可変式エルゴメータでらすエルゴ高負荷タイプ(TE2-70, 昭和電機社製)を使用し, 携帯型呼気ガス分析装置(AT-1100, アニマ社製), 心電計(ECG-1550, 日本光電社製), 運動負荷血圧監視装置 Tango (サンテックメディカル社製)を用いて, 酸素摂取量(VO_2), 二酸化炭素排出量(VCO_2), 換気量(VE), 心拍数, 血圧, Borg Scale を測定した。下肢筋活動は, 表面筋電計(テレマイオ 2400:EM-401, Noraxon 社製)で, 外側広筋, 大腿直筋, 大腿二頭筋, 前脛骨筋, 腓腹筋の筋活動を測定した。筋電図処理は, 各負荷 3~5 分の計 3 分間における平均筋活動量を算出した。

統計解析は, 各運動介入での各負荷間の多重比較は, 呼気ガス分析, 心拍数, 血圧は反復測定分散分析および多重比較法, Borg Scale, 筋電図では Shaffer の方法で有意水準を補正した Wilcoxon の符号付順位和検定による多重比較を用いて検定した。また, 各運動介入間の各負荷間の 2 群比較を対応のある t 検定および Wilcoxon の符号付順位和検定で検定した。有意水準は 5% とした。

【結果】

両運動介入の安静時および各負荷間の 4 群比較では, VO_2 , VCO_2 , VE の全てにおいて有意差が認められた ($p < 0.01$)。筋電図は Speed 漸増負荷では全ての筋の 3 群間で有意差が認められ ($p < 0.05$), Watt 漸増負荷では腓腹筋以外の 4 筋で有意差が認められた ($p < 0.05$)。運動介入別の 2 群間比較では, 70W と 100rpm 間の心拍数で Speed 漸増の方が高値を示し, 有意差が認められた ($p < 0.05$)。

【結論】

Watt 漸増負荷, Speed 漸増負荷の双方で, 運動負荷を漸増することで呼気ガス分析, および心拍数, 血圧は有意に増加しており, ペダルの重さとスピードの漸増が双方とも運動強度の調節に有用であることが示唆された。また, 筋電図解析では, 運動負荷を漸増すると Borg Scale に差はないものの Speed 漸増負荷の方が下肢の 5 筋全てで平均筋活動量が増加しており, 同等の運動強度でもペダルスピードを増加させた方がより筋を動かす効果的な運動となっている可能性がある。70W 負荷に比べ 100 rpm の心拍数が有意に高値を示しており, 強度の高い運動では Speed 漸増負荷の方が心拍数が上昇する可能性が示唆された。

O-KS-14-2**Upright 姿勢と Recumbent 姿勢におけるサイクリング運動の急性効果の違い
動脈ステイフネスと筋血流に着目して**鈴木 龍¹⁾, 西田 裕介²⁾¹⁾公立森町病院 リハビリテーション科,²⁾聖隷クリストファー大学大学院 リハビリテーション科学研究科**key words** 動脈ステイフネス・Upright・Recumbent**【はじめに, 目的】**

近年, 高齢者や内部障害患者数の激増により, 低活動者は増加傾向にある。低活動は, 血管を退行的にリモデリングする。現在, 厚生労働省や高血圧治療学会ガイドラインでは, 高血圧治療として, 有酸素運動を勧めている。中でも, サイクリング運動が血流量を増加させやすく, 動脈ステイフネスに対する有用性が示されている。サイクリング運動には, 姿勢変化として Upright (以下 Up) 姿勢と Recumbent (以下 Re) 姿勢があり, 筋電図や循環系評価により比較検討した報告が増えている。そこで本研究の目的は Up と Re の急性効果の違いを動脈ステイフネス・筋血流量より捉え, 個別性を重視した有酸素運動における選択肢を提言することである。

【方法】

対象は健康成人男性 7 名 (25.6±2.3 歳) とした。対象者は事前に Up と Re にて運動負荷試験を行った。プロトコルは安静臥位 20 分, HR reserve 40% 負荷にてサイクリング運動 30 分, 安静臥位 30 分とした。動脈ステイフネスは, 脈波伝播速度 (以下 baPWV) を用い, 運動前・運動直後・運動後 15 分・運動後 30 分に測定した。筋血流量は, 近赤外線分光装置を用い, プロトコル中測定し, 運動中・後は 5 分毎の Total Hb 変化率を算出した。下肢筋活動量は表面筋電図を用い, 運動中の前脛骨筋・腓腹筋内側頭・外側広筋・大腿二頭筋に対して 1 分間当たりの筋積分値 (以下 iEMG) を用いて解析した。iEMG は対応のある t 検定を使用し, 課題間の比較をした。Total Hb と baPWV は相毎に Tukey の多重比較検定を用いて比較した。有意水準は危険率 5% 未満とした。

【結果】

iEMG は前脛骨筋のみ Up の方が有意に高値を示した ($p<0.05$)。Upright における 5 分毎の Total Hb 変化率は, 安静時と比較して運動時に有意に高値を示した ($p<0.05$)。また, 運動時の後半と比較して運動後 15 分以降に有意に低値を示した ($p<0.05$)。それに対し, Re では有意な差は見られなかった。baPWV は Up において, 安静時 (右 1056.1±119.8cm/s, 左 1074.0±148cm/s) と比較して運動直後に両下肢 (右 997.4±117.5cm/s, 左 994.0±128.9cm/s) とも有意に低値を示した ($p<0.05$)。また, 安静時と比較して運動後 15 分では左下肢が有意に低値 (991.6±121.2cm/s) を示した ($p<0.05$)。Re において, 左下肢は安静時 (1111.6±134.7cm/s) と比較して運動直後, 有意に低値 (1018.1±141.6cm/s) を示した ($p<0.05$)。その他は有意な差を認めなかった。

【結論】

Up の方が Re より前脛骨筋筋活動量が多く, 運動時筋血流量が増加し, baPWV が低下し, 効果が持続する可能性が示唆された。Up の方が静水圧を利用し, 筋ポンプ作用が働きやすい。また, 体幹筋の収縮や腹部内臓静脈の収縮も起こりやすいため, 静脈還流量が増加し, 筋血流量が増加したのではないかと考える。動脈ステイフネスの低下は血流量に依存するとされており, Up の方が動脈ステイフネスを低下させ, 効果が持続したのではないかと考える。よって, 動脈ステイフネス低下を目的とする介入の際は, Up を薦めることができるのではないかと考える。

O-KS-14-3**一過性の上肢の有酸素性運動が血管内皮機能の及ぼす影響**石川みづき^{1,3)}, 三浦 哉²⁾, 田村 靖明³⁾, 橋本 祐司^{1,3)}, 東 亜弥子³⁾¹⁾鴨島病院リハビリテーション部, ²⁾徳島大学大学院 SAS 研究部, ³⁾徳島大学大学院総合科学教育部**key words** 上肢有酸素性運動・血管内皮機能・血流依存性血管拡張反応**【はじめに, 目的】**

運動習慣のある成人は運動習慣のない成人と比較して大動脈脈波伝播速度(PWV)は顕著に遅く、動脈機能が高いことが示されている。また、一過性の持久的運動直後に動脈コンプライアンスの増加および動脈スティフネスの低下が報告されており、全身持久的な運動は Endothelin-1 (ET-1) の産生低下を促し、さらに継続的に運動することで動脈柔軟性の改善に繋がることが明らかにされている。

一般的な持久的運動は下肢中心の運動であるが、下肢中心の持久的運動の実施が困難な者は、上肢を中心とした持久的運動を実施することが一般的である。この一過性の上肢運動では、PWVは増加することが報告されているが、PWVの指標は、収縮期血圧の影響を受けることから、上肢運動によるPWVの増加は本来の動脈機能の低下によるものなのか、血圧に影響を受けたためなのかは明らかになっていない。

そこで本研究では、血管内皮機能の指標となる血流依存性血管拡張反応検査を用いて、上肢の一過性の上肢有酸素性運動が上腕動脈の血管内皮機能に及ぼす影響について検討した。

【方法】

被験者は、喫煙習慣のない健康な成人男性6名(年齢:27.8±3.7歳, 身長:175.2±5.2cm, 体重:70.5±2.8kg, BMI:23.0±1.9 kg・m⁻²)であった。自転車エルゴメーターを用い、上肢クランク運動時の50%VO₂maxの強度で20分間の上肢クランク運動を実施した。全ての被験者は、上腕収縮期・拡張期血圧(SBP・DBP)、心拍数(HR)および上腕動脈の血流依存性血管拡張反応(FMD)を上肢クランク運動前(Pre)、終了直後(Post 0)、30分後(Post 30)および60分後(Post 60)にそれぞれ測定した。

統計解析は、上肢運動前後での各測定項目の比較には一元配置分散分析、事後検定として Tukey 法による多重比較検定を行い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

HR および FMD は Pre と比較して Post 0 より増加し、その後、低下する傾向にあり、HR は Pre (66.7±6.6bpm) と Post 0 (79.8±14.3bpm) の間、FMD は Pre (6.5±0.3%) と Post 0 (8.8±1.6%) および Post 0 と Post 60 (6.4±0.7%) の間に有意な差が認められた (p<0.05)。一方、SBP および DBP に関しては、Pre と Post との間に顕著な変化は認められなかった。

このように一過性の上肢クランク運動により、FMDの増加が生じる原因として、上腕動脈の局所的な血流量の増加に伴う shear stress の増加から、血管内皮細胞由来の血流依存性血管拡張物質である一酸化窒素(NO)の増加、血管収縮物質である ET-1 の産生抑制の影響が考えられる。一方、下肢中心の自転車こぎ運動などと比較して、本研究で実施した上肢中心の運動は活動筋群が少ないために、上腕の血管内皮機能の変化が少ない可能性が考えられる。

【結論】

一過性の上肢クランク運動は、上腕の FMD の増加を引き起こすことが明らかになった。したがって、習慣的な上肢クランク運動は血管内皮機能の維持、また、心血管リスクの軽減に繋がる可能性が示唆された。

O-KS-14-4**ウォーミングアップが自転車エルゴメーター駆動中の前頭前野脳血流に及ぼす影響**

朝井 健人¹⁾, 椿 淳裕^{1,2)}, 竹原 奈那³⁾, 佐竹 咲希¹⁾, 坂本 淳輔¹⁾, 板垣 健介¹⁾,
大津 友樹¹⁾, 小柳 圭一⁴⁾, 大西 秀明^{1,2)}

¹⁾新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科, ²⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所,

³⁾新潟医療福祉大学大学院, ⁴⁾神戸市立医療センター中央市民病院

key words ウォーミングアップ・前頭前野脳血流・中強度運動

【はじめに, 目的】近年, 中強度運動によって前頭前野の認知機能が向上することが数多く報告されている。なかでも, 中強度自転車エルゴメーター駆動において前頭前野脳血流が増加し, 運動後の認知課題の成績が向上するとの報告がある。一方, 運動開始直後には前頭前野の脳血流が減少することも報告されている。これに対して, 運動直前に低強度でのウォーミングアップを実施することで, 運動開始直後の前頭前野脳血流の減少を抑制でき, 運動開始後の脳血流の増加をもたらすことができると仮説を立てた。本研究の目的は, 低強度の W-up が中強度運動中の頭部酸素化ヘモグロビン (O₂Hb) 変動に及ぼす影響について明らかにすることである。

【方法】健康成人 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名) を対象とし, 自転車エルゴメーター (75XL-II コンビ) による下肢ペダリング運動を課題とした。主運動は最高酸素摂取量の 50% の負荷量で 20 分間行い, 直前に最高酸素摂取量の 30% の負荷量でのウォーミングアップを 5 分間実施する W-up 条件と, ウォーミングアップを実施せず 5 分間安静を保持する non W-up 条件の 2 条件を実施した。この間の O₂Hb は, 粗大運動時のモニタリングに最適とされる近赤外分光法 (NIRS) により, 脳酸素モニタ (OMM-3000, 島津製作所) を使用して計測した。国際 10-20 法による Cz を基準として 30mm 間隔で送光プローブと受光プローブを配置し, 全 24 チャンネルで測定した。関心領域は, 前頭前野背外側部 (DLPFC) とした。計測値は, 安静時平均値に対する変化量を算出した後, 1 分毎の平均値を求めた。O₂Hb の経時変化と条件間での差を検討するため, 時間要因および条件要因の二元配置分散分析法を行った。事後検定として, 時間要因には Tukey-Kramer 法, 条件要因には対応のある t 検定を用いて比較した。

【結果】W-up 条件では, DLPFC の O₂Hb は主運動 6 分以降で有意な増加を認めた (p<0.05)。non W-up 条件では, DLPFC の O₂Hb は主運動 9 分以降で有意な増加を認めた (p<0.05)。DLPFC の O₂Hb の条件間の比較では, non W-up 条件に比べ W-up 条件で, 主運動 2~8 分, 10~15 分, 17 分, 18 分で有意に高かった (p<0.05)。課題中の DLPFC の O₂Hb のピーク値は, W-up 条件で 0.111±0.049mM・cm, non W-up 条件で 0.087±0.026mM・cm であった。

【結論】中強度運動直前に, 低強度でのウォーミングアップを実施することで, non W-up 条件に比べ中強度運動開始後の DLPFC の O₂Hb は早期に有意な増加を示すことが明らかとなった。また, 課題中の DLPFC の O₂Hb の値も, non W-up 条件に比べ有意に高い値となった。ウォーミングアップは怪我の予防などを目的として行われるが, 運動中の DLPFC の血流増加にも影響することが示された。

O-KS-14-5**カシスアントシアニン摂取が運動後の酸化ストレスに及ぼす影響**

藤田 俊文¹⁾, 富澤登志子¹⁾, 北島麻衣子¹⁾, 高間木静香¹⁾, 七島 直樹¹⁾, 前多 隼人²⁾, 加藤 陽治³⁾,
岩田 学⁴⁾

¹⁾弘前大学大学院保健学研究科, ²⁾弘前大学農学生命科学部, ³⁾弘前大学教育学部,

⁴⁾弘前脳卒中・リハビリテーションセンター

key words カシスアントシアニン・酸化ストレス・抗酸化能

【はじめに, 目的】

激しい運動後の生体組織の損傷の原因としては, 生体内における活性酸素の生成, いわゆる酸化ストレスが影響していると考えられている。近年, 抗酸化作用がある食品摂取が運動時の酸化ストレスを軽減させるとの報告がみられており, 植物界において広く存在する色素であるアントシアニンが抗酸化物質として注目されている。本研究では, カシスという果実の色素であるカシスアントシアニンに注目し, この食品粉末摂取が激運動後の酸化ストレスに及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人 20 名 (男女 10 名ずつ) とした。研究デザインはプラセボ対照二重盲検試験にて実施した。群分けは無作為にカシス抽出物粉末カプセル摂取群 (以下, カシス摂取群) と乳糖粉末カプセル摂取群 (プラセボ群) とした。各群とも 4 カプセル 0.8g を摂取した。運動負荷は全身振動刺激装置 G-Flex にて振動周波数 30Hz, 膝関節軽度屈曲位にて 6 秒間に 1 回のスクワットを実施した。自覚的運動強度 Borg スケールで【かなりきつい (17)】に到達した時点で運動終了とした。研究プロトコルは, 安静 10 分, カプセル摂取後安静 60 分, 運動負荷, 運動終了後安静 60 分とした。測定項目は, 酸化ストレス度 (d-ROMs), 抗酸化能 (BAP), 潜在的抗酸化能 (BAP/d-ROMs 比) とした。カプセル摂取後安静 60 分 (運動前), 運動負荷直後 (運動直後), 運動終了後安静 60 分 (終了後 60 分) の時点の d-ROMs, BAP を測定した。解析は, 分割プロットデザインによる分散分析を実施し, 交互作用を確認の上, 各要因の群間もしくは変数間での差の検定を実施した。

【結果】

各群内の変数間の差の検定において, d-ROMs はカシス摂取群で運動前と運動直後, プラセボ群で運動前と運動直後, 運動直後と終了後 60 分で有意な差がみられた。BAP はカシス摂取群で運動前と運動直後, 運動直後と終了後 60 分, プラセボ群ですべての変数間で有意な差がみられた。潜在的抗酸化能はカシス摂取群で運動前と運動直後, 運動直後と終了後 60 分, プラセボ群で終了後 60 分と運動前, 運動直後それぞれで有意な差がみられた。

【結論】

一般的に激しい運動直後に酸化ストレスは上昇し, それを制御するために生体内では抗酸化物質 (アルブミン, 尿酸など) が生成され, 生体内の酸化ストレスと抗酸化能のバランスが維持される仕組みになっている。しかし, プラセボ群では終了後 60 分で安静時よりも BAP が有意に低下し, 激しい運動により生体内の抗酸化物質が不足している状態であり, 逆にカシス摂取群では BAP の急激な減少を抑制できていることが示唆された。これは潜在的抗酸化能の結果でもカシス摂取群では運動終了後は運動前の状態と同程度で, プラセボ群では安静時よりも運動終了後は有意に減少していることから推測できる。以上よりカシス摂取は運動後の酸化ストレス, 抗酸化能のバランスを調整する効果があることが示唆された。

O-KS-14-6**持続的他動運動がラット膝関節炎発症後早期の炎症や痛みにおよぼす影響**

近藤 康隆^{1,2)}, 坂本 淳哉²⁾, 寺中 香^{2,3)}, 片岡 英樹^{2,3)}, 濱上 陽平^{2,4)}, 佐々部 陵^{2,5)},
佐々木 遼²⁾, 中野 治郎²⁾, 沖田 実²⁾

¹⁾日本赤十字社長崎原爆諫早病院 リハビリテーション科,

²⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 運動障害リハビリテーション学研究室, ³⁾社会医療法人 長崎記念病院 リハビリテーション部,

⁴⁾社会福祉法人十善会 十善会病院 リハビリテーション科, ⁵⁾長崎大学病院 リハビリテーション部

key words 関節炎・持続的他動運動・痛み

【はじめに, 目的】

これまでわれわれは、ラット膝関節炎の発症後早期から持続的他動運動(CPM)を実施すると患部のみならず、遠隔部の痛みが早期に改善すること、すなわち CPM には炎症から波及する二次性痛覚過敏を抑制する効果があることを報告してきた。そして、そのメカニズムには CPM による患部の炎症の早期軽減効果が関与していると仮説しているが、この点については検討課題となっていた。そこで本研究では、CPM 介入早期の行動学的評価および膝関節の炎症の組織学的評価を行ない、上記仮説を検討した。

【方法】

実験動物には 8 週齢の Wistar 系雄性ラット 15 匹を用い、1) 起炎剤である 3% カラゲニン・カオリン混合液を右側膝関節に注入し、関節炎を惹起させる関節炎群 (n=5)、2) 同様に右側膝関節に関節炎を惹起させた後、CPM を実施する CPM 群 (n=5)、3) 疑似処置として生理食塩水を右側膝関節に注入する対照群 (n=5) に振り分けた。そして、CPM 群に対しては起炎剤投与 4 日目から 6 日目まで麻酔下で角速度 10°/秒の膝関節屈曲伸張運動を 60 分間実施した。次に、各群に対しては起炎剤もしくは生理食塩水投与前日ならびに 1・7 日目に右側膝関節の腫脹と圧痛閾値ならびに遠隔部である足背の痛覚閾値を評価した。具体的には、膝関節の横径をノギスで測定することで腫脹を評価し、プッシュプルゲージにて膝関節外側裂隙部に圧刺激を加え、後肢の逃避反応が出現する荷重量を測定することで圧痛閾値を評価した。また、足背の痛覚閾値は 4・15g の von Frey filament (VFF) を用いてそれぞれ 10 回刺激し、その際の痛み関連行動の出現回数を測定することで評価した。さらに、起炎剤投与 7 日目に右側膝関節を採取し、マクロファージのマーカーである CD68 に対する免疫組織化学的染色に供し、滑膜における CD68 陽性細胞数をカウントした。統計処理としては、一元配置分散分析を適用し、事後検定には Scheffe 法を用いて各群間の有意差を判定した。

【結果】

患部の腫脹は、実験期間を通して関節炎群と CPM 群の 2 群間に有意差は認められなかった。また、膝関節の圧痛閾値および足背の痛覚閾値は CPM 群、関節炎群ともに起炎剤投与後 1 日目では対照群より有意に低下しており、この 2 群間に有意差は認められなかったが、起炎剤投与後 7 日目においては CPM 群は関節炎群より有意に上昇していた。そして、起炎剤投与 7 日目における滑膜の CD68 陽性細胞数は、関節炎群と CPM 群は対照群より有意に高値を示し、この 2 群を比較すると CPM 群が有意に低値を示した。

【結論】

今回の結果から、関節炎発症早期から CPM を実施すると、組織学的にも患部の炎症が早期に軽減することが示唆され、これが患部の痛みの早期改善と二次性痛覚過敏の予防につながったと推察される。

O-KS-20-1**牽引角度の違いが体重免荷歩行における下肢筋電図に及ぼす影響**北尾 浩和¹⁾, 中本 隆幸¹⁾, 西島 吉典²⁾¹⁾京都きづ川病院, ²⁾大阪教育大学**key words** 体重免荷歩行・筋電図・牽引角度**【はじめに, 目的】**

歩行能力が低下した患者に対する歩行練習の一つとして体重免荷装置を用いたトレッドミル歩行 (Body Weight Supported treadmill walking: 以下 BWS 歩行) が用いられる。BWS 歩行に関する基礎的な研究報告ではいずれにおいてもハーネスの牽引角度は垂直で設定されているが、臨床において牽引角度は垂直だけでなく前方や後方へ牽引されていることも少なくない。そこで、本研究の目的は BWS 歩行におけるハーネスの牽引角度の違いが下肢筋活動に及ぼす影響について筋電図解析法を用いてその特性を明らかにすることである。

【方法】

対象は健常成人男性 10 名 (平均年齢 24.5 ± 1.6 歳, 身長 171 ± 5.2 cm, 体重 62.9 ± 6.0 kg) とし, 前脛骨筋 (TA), 腓腹筋内側頭 (GC), 内側広筋 (VM), 大腿直筋 (RF), 大腿二頭筋長頭 (BF), 中殿筋 (GM) の右脚側を被験筋とした。筋活動量の指標値を得るための動作として各被験筋を主動筋とする徒手筋力検査法の Fair の判定動作 (以下 MMT-F) を 30 往復/分となるように 10 回以上行い筋電図を記録した後, BWS 歩行を行った。歩行速度は整地での自然歩行速度 (4.2 ± 0.5 km/h) およびケイデンス (114.2 ± 8.7 歩/分) を基準として牽引角度は前方 5° , 前方 2.5° , 垂直, 後方 2.5° , 後方 5° , 後方 10° の 6 条件, 体重免荷量は 10%, 20%, 30% 体重免荷の 3 条件を組み合わせる歩行し, このときの筋電図を記録した。活動電位はブリアンブ (フルサワラボ・アプライアンス社製 VSM/MES02), 8 ch アナログ入カユニット (同社製 VSM 01) を介して 1KHz で A/D 変換し, テレメーター法 (同社製 VSM-03L) でコンピュータに記録した。得られたデータは, 全波整流した後, 3 Hz の包絡線とした。MMT-F の筋電図は, 歩行時の筋電図振幅を標準化する指標値とした。筋電図データは 1 歩行サイクル分のデータの時間軸を標準化 (100% ストライド) し, 10 歩行サイクル分を平均化し, それを基に全被験者の平均筋電図波形を求めた。各被験者の平均波形の 100% ストライド分について単位時間当たりの放電量を求め, 全被験者の平均放電量を算出した。平均放電量の差の検定には統計ソフト SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 21.0) を用いて, 一元配置分散分析を行い, 主効果を認めた場合は Tukey の方法による多重比較を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

平均筋電図波形の比較において, 後方 10° 牽引条件の BWS 歩行は, いずれの体重免荷条件においても, その他の牽引角度で得られた平均筋電図波形と著しく異なった波形パターンを示し, 平均筋放電量の比較においては, VM, RF はいずれの体重免荷条件においても, 後方 10° 牽引条件が他の 5 条件に比べ有意に筋放電量が高かった。

【結論】

BWS 歩行は体重免荷量の他に牽引角度も下肢の筋活動に有意な影響を与える。このことを踏まえ, 個人々人への適用は当該筋を賦活させることが望ましいのか, 軽減することが望ましいのかによって体重免荷量および牽引角度の設定が異なると言える。

O-KS-20-2**異なるスピードの歩行が運動協調性に及ぼす影響**阿南 雅也^{1,2)}, 武田 拓也³⁾, 徳田 一貫³⁾, 谷本 研二³⁾, 緒方 悠太³⁾, 木藤 伸宏⁴⁾, 新小田幸一^{1,2)}¹⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院応用生命科学部門,²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター,³⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科保健学専攻, ⁴⁾広島国際大学総合リハビリテーション学部**key words** 歩行・スピード・運動協調性**【はじめに, 目的】**

歩行はストライド長やストライド時間を巧みに調節して一定のスピードを保ち、さらに単下肢支持、遊脚下肢の前進を達成させるために、受動的制御である重力を利用した姿勢の動的バランスを保ちながら行われている。また変形性膝関節症患者は歩行スピードが健常者と比較して低下するとされており、歩行スピードを低下させることは歩行時の外部膝関節内転モーメントを減少させる有効な戦略である。しかし、歩行スピードの低下は立脚時間の延長をもたらすために、適切な受動的制御が行われず運動協調性に影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究は、運動協調性の定量化法である Uncontrolled Manifold (以下、UCM) 解析を用いて、異なるスピードの歩行が運動協調性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は整形外科的既往歴および現病歴を有さない健常若年者 10 人 (年齢: 22.5 ± 1.37 [yr]) であった。課題動作には被験者が快適と感じるスピード (以下、条件 N)、条件 N の 80% のスピード (以下、条件 S)、120% のスピード (以下、条件 F) の 3 条件での平地歩行を採用し、それぞれ 10 回試行した。計測には、3次元動作解析装置 Vicon MX (Vicon 社製) を使用して運動学データを取得した。また、UCM 解析は数値解析ソフトウェア MatLab R2014a (MathWorks 社製) を用いて、タスク変数を進行方向身体重心と歩行スピードとし、進行方向身体重心座標に対する要素変数であるセグメント角度の影響、歩行スピードに対する要素変数であるストライド長およびストライド時間の影響をそれぞれ評価するために行われた。タスク達成に影響を及ぼさない良い変動 (以下、 V_{UCM}) と影響を及ぼす悪い変動 (以下、 V_{ORT}) を算出した。統計学的解析には統計ソフトウェア SPSS Ver. 23.0 (IBM 社製) を用い、3 条件間の比較には二元配置分散分析を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

歩行スピードに対する V_{ORT} は、条件 S が条件 F と比較して有意に高値を示した (条件 S: 0.26 ± 0.11 [$m^2/s^2 \times 10^{-3}$], 条件 F: 0.09 ± 0.05 [$m^2/s^2 \times 10^{-3}$]; $p < 0.01$)。身体重心座標に対する V_{UCM} は、遊脚中期にて条件 S が条件 N と比較して有意に低値 (条件 S: 0.59 ± 0.18 [$rad^2 \times 10^{-3}$], 条件 N: 0.84 ± 0.37 [$rad^2 \times 10^{-3}$]; $p < 0.05$)、 V_{ORT} は、遊脚後期にて条件 S が条件 N と比較して有意に高値 (条件 S: 0.66 ± 0.28 [$rad^2 \times 10^{-3}$], 条件 N: 0.40 ± 0.16 [$rad^2 \times 10^{-3}$]; $p < 0.05$) を示した。

【結論】

本研究の結果から、条件 S では遊脚中期から後期にかけて、身体重心を安定化させる各セグメントの運動協調性が低下していることが明らかとなった。つまりより遅いスピードの歩行では、受動的安定化である重力を利用した姿勢の動的バランスを保持した歩行が困難となり、その結果、歩行スピードを不安定化させる変動の幅が増大していることが示唆された。

O-KS-20-3**GS を装着した坂道歩行における 1st peak と 2nd peak の性別差による検討**

渡部 那木, 牧野 均

北海道文教大学人間科学部理学療法学科

key words Gait Judge system・歩行・男女差**【はじめに, 目的】**

近年, 従来の残存機能の活用・代償利用による動作獲得を中心とした理学療法から, 脳の可塑性や片麻痺機能回復を視野に入れた Gait Solution (以下: GS) を使用した歩行再建を目的とする理学療法が行われている。だが, 応用歩行である坂道歩行を GS 装着で行っている研究は見られない。

また歩行分析において, 健康や活動に影響を与える性別を考慮した分析が必要である。しかし, 性別差による歩行の違いを検討した研究は少ない。

そこで, GS を用い坂道歩行を行い油圧制動(以下: 油圧)の変化によってみられる足関節底屈モーメントの 1st peak, 2nd peak の性別差に着目し, 筋活動・最大底屈角度・最大背屈角度の性別差を交えながら検討した。

【方法】

対象は本学に在籍する健常大学生男性 16 名, 女性 16 名, 利き足はすべて右とした。

測定には GJS を用い, GSD は右側に装着し観測肢とした。両下肢の前脛骨筋・腓腹筋外側にワイヤレス筋電センサーを貼付した。

坂道歩行中の底屈モーメント, 足関節角度, 両側の前脛骨筋・腓腹筋外側の筋電図を計測し, 実験用坂として傾斜角度 15°, 長さ 3m60cm, 幅 1m の坂を用意した。上り下り動作は GSD の油圧 1, 3.5 の 2 条件に設定し行った。2 条件の測定順は被験者ごとにそれぞれランダムに行った。

【結果】

油圧 1 の 1st peak, 2nd peak, 油圧 3.5 の 2nd peak は女性で有意に大きかった。油圧 3.5 の 1st peak は有意差ないが女性で大きい値を示した。1st peak, 2nd peak と身長, 体重に相関はなかった。

各油圧において最大底屈角度は男性で有意に大きく, 最大背屈角度は女性で有意に大きかった。筋活動量の比較では油圧 1 の左右前脛骨筋は男性で有意に大きかった。

【結論】

ヒールロッカー機能は立脚側下肢全体の前進を容易にし, 足部落下速度を前脛骨筋が制限する。前脛骨筋の活動量が女性で低値を示したことから LR 時のヒールロッカー機能による底屈モーメントが女性で大きい値を示したと考える。また背屈角度が女性で有意に大きくなった原因として, 背屈角度には伸長される筋群の伸長抵抗性が影響を及ぼし, これには筋量や筋腱複合体の力学的性質が影響する。つまり伸長される筋量が多いほど関節可動域が低下することが示唆される。また同年代では男性より女性の下肢筋量が低い値を示す。これらから女性は男性よりも背屈角度が大きくなったと考える。

またヒール靴を日常的に履く人はそうでない人に比べ, 歩行中に前方に荷重する傾向が高い。そのためヒール靴を履くことがない男性より女性のほうが前方に荷重する傾向があり, 足部の落下速度が増加したと考える。

本研究から, 歩行には足関節の柔軟性や筋量, 更には日常的な履物が関係していることが示唆されたため, そのことを踏まえて応用歩行練習を行う必要があると考える。

O-KS-20-4**歩行の停止時における下肢関節トルクの性差に関する検討**

山崎 航, 谷埜予士次, 鈴木 俊明

関西医療大学大学院保健医療学研究科

key words 関節トルク・性差・骨盤**【はじめに, 目的】**

歩行練習の実施には疾患や症例の個体要因, 生活背景などを考慮する。個体要因の性差として骨格に着目すると骨盤幅の差が挙げられる。これが歩行時の関節トルクの発揮に影響するのではないかと考えるが, その影響は検討されていない。また歩行は歩き始めや停止という局面が含まれるが, 停止時に関する運動力学的検討は少ない。そこで本研究では, 骨盤幅を指標に歩行の停止時における関節トルクの性差について検討した。

【方法】

対象は健常男性10名, 女性10名(平均年齢 21.7 ± 0.9 歳)とした。対象者には自然な速度での歩行と以下に記す歩行からの停止動作を3回ずつ行わせ, 埋設した圧力盤(BP400600 AMTI社製)を用いて左下肢の地面反力を記録した。停止動作は3歩で停止する運動課題とし, まず歩行と同様に左足で圧力盤を踏ませて, 次に右足を接地させ, その後左足を右足の側方に揃えて停止させた。両動作を2つの赤外線カメラを搭載した三次元動作解析装置UM-CAT(ユニメック社製)を2台用いて撮影し, その際, 赤外線反射マーカを両腸骨稜, 大転子, 膝関節外側裂隙, 外果, 第5中足骨頭の計10点に貼付した。地面反力と動作データは180Hzでサンプリングし, 解析ソフトCAT Analysis MFC(ユニメック社製)を用いて関節トルクを算出した。その際, 圧力盤に接地する直前の合成重心速度の差が秒速10cm未満となる歩行と停止動作の各1試技を用いた。立脚期の股関節屈曲・伸展, 外転, 内旋・外旋, 膝関節屈曲・伸展, 足関節背屈・底屈のピークトルクを分析対象とし, 各対象者の身体質量で正規化した。また対象者の骨盤幅(腸骨稜頂点間)を肩幅(肩峰外側端間)で除した値も求めた。そして歩行と停止時の各ピークトルクの比較には対応のあるt検定を, 男女の停止時の各ピークトルク, 骨盤/肩幅比の比較には対応のないt検定を用いて検討した。また, 性差を認めたピークトルクについてはピアソンの積率相関係数を用いて骨盤/肩幅比との関係を検討した。なお有意水準は5%とした。

【結果】

歩行と比較して停止時において股関節伸展・外旋, 膝関節伸展, 足関節底屈トルクが有意に増加した。そして, 男性と比較して女性の停止時では股関節外旋トルク(女性: 0.39 ± 0.13 Nm/kg, 男性: 0.29 ± 0.07 Nm/kg)が有意に高値を示し, 足関節底屈トルク(女性: 1.03 ± 0.10 Nm/kg, 男性: 1.13 ± 0.09 Nm/kg)は有意に低値を示した。また骨盤/肩幅比(男性: 0.68 ± 0.04 , 女性: 0.75 ± 0.03)は女性において有意に高値を示し, 股関節外旋トルクと有意な正の中等度相関($r=0.58$)を認めた。

【結論】

停止時に女性では股関節外旋トルクの発揮がより重要であった。これは骨盤幅が広く股関節外旋のレバーアームが長くなるため, 慣性による股関節内旋に対しての制動力を要したためと考えた。したがって, 女性に多い変形性股関節症の症例においては, 歩行の実用性向上のために股関節外旋に着目して筋力強化練習を行う重要性が示唆された。

O-KS-20-5**地域高齢者における歩行の滑らかさと関連因子の検討
— 躍度最小評価関数を用いて —**榎 勇人¹⁾, 室伏 祐介²⁾, 芥川 知彰²⁾, 細田 里南²⁾¹⁾徳島文理大学保健福祉学部理学療法学科, ²⁾高知大学医学部附属病院リハビリテーション部**key words** 高齢者・歩行・滑らかさ

【はじめに, 目的】Flash と Hogan は, 身体運動の滑らかさの評価尺度として躍度最小評価関数(以下 Cj)を報告し上肢の巧緻性を評価した。Cj は, 動作の加速度の微分値(躍度: jerk)の実効値によって定量化され, 滑らかなほど数値は小さくなる。我々はこれまで, Cj を用いて健常若年者の歩行時の重心 Cj を評価し, 歩行時の下肢トルク変化や酸素摂取量との関連性を報告してきた。

今回高齢者の歩行の基礎研究として, Cj を用いて地域高齢者の歩行の滑らかさを評価し, 立位脊柱傾斜角度や可動性, 下肢筋力や転倒との関連性を検討した。

【方法】対象は平成 26 年度の K 県 M 市の特定健診に参加し, 歩行補助具を使用せず歩行をしている 65 歳以上の高齢者 121 名(平均年齢 70 ± 4 歳 (65-87))。

歩行の Cj の評価は, マイクロストーン社製小型無線モーションレコーダを用いて, 3 軸加速度センサを第 3 腰椎高位に固定し, 快適自由歩行の加速度をサンプリング周波数 200Hz で計測した。歩行中の安定した 1 歩行周期の加速度波形を 100% に正規化後, 微分して jerk を求め, Cj ($Cj = \int (\text{jerk})^2 dt$) を算出した。

立位脊柱の評価は, Index 社製 Spinal mouse[®]によって, 立位での直立姿勢およびできる限りの前屈・後屈姿勢における脊柱が矢状面にて垂線となす角度(垂線より前方は+, 後方は-で表記)を計測した。その他, 1 年間の転倒歴の聴取, および利き脚膝伸筋筋力をアニマ社製 $\mu\text{Tas F-1}$ で計測し体重比(%)を求めた。さらに timed up & go test (以下 TUG), Functional Reach Test (以下 FRT) も計測した。

統計は, Cj と各評価との関連性の検討は, Spearman の相関係数を行い, 相関性の認められたものを独立変数として重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。転倒歴の有無による各評価の比較は Mann-Whitney の U 検定で行った。

【結果】歩行時の Cj (単位: m^2/sec^5) の中央値(四分位数)は, 前後成分(以下 Cj-y) $20.0 (11.6-33.6) \times 10^5$, 左右成分(以下 Cj-x) $13.0 (7.9-24.3) \times 10^5$, 上下成分(以下 Cj-z) $17.2 (10.9-30.8) \times 10^5$ であった。各評価との関連性では, 全成分共に TUG と脊椎直立・後屈角度と有意な負の相関性を示し($p < 0.05$), さらに重回帰分析の結果, Cj-x, Cj-z において後屈角度が選択された。また転倒の有無における Cj の比較では, 全てに有意差は認められなかった。

【結論】高齢者の歩行 Cj と他の運動機能評価や転倒歴との関連性を検討した結果, 脊柱後屈角度と負の相関性を示し, 後屈角度が保たれている人ほど歩行が滑らかではなく, 転倒歴では差がないという予想と反する結果となった。我々の先行研究では, 脊柱後屈角度と歩行時の Cj は, 共に歩行速度と相関性を示しており, 後屈角度が保たれている人は, 歩行速度が速く Cj が高値を示したと考えられ, この影響で転倒歴にも差が出なかったと思われた。今後は歩行速度を一定にした評価や Cj を時間と距離で補正した Jerk Index での評価が必要と考えられた。

O-KS-20-6**高齢者と若年者の歩行開始動における股関節・距腿関節・足部・足趾の関節パワーの検討**佐藤 義尚^{1,2)}, 山田 拓実²⁾, 大見 武弘^{2,3)}, 島村 亮太^{1,2)}¹⁾東京都リハビリテーション病院, ²⁾首都大学東京大学院, ³⁾東京医科歯科大学**key words** 三次元動作解析・足部・高齢者**【はじめに, 目的】**

高齢者の歩行は、若年者と比較し、速度の低下、歩幅の減少、股関節伸展角度や距腿関節底屈角度の減少などが報告され、関節パワーに関しては、蹴り出し時の距腿関節生産パワーの減少、振り出し時の股関節生産パワーの増加などが報告されている。我々は足部を3segmentに分割したMulti-segment Foot Model(以下MFM)を用いた歩行開始時の動作解析を行い、高齢者は蹴り出し時に距腿関節だけでなく、足部や足趾の底屈モーメントの減少、生産パワーの減少や、距腿関節に対する足部や足趾の底屈モーメントの比率の減少を認めることを報告した。

蹴り出し時の距腿関節生産パワーは、振り出し時の股関節生産パワーとともに振り出し運動に重要であると考えられ、距腿関節生産パワーの増加は、股関節生産パワーの減少に影響することなどが報告されている。しかし、それらの研究は、Single-segment Foot Modelによって解析された報告であり、足部に存在する関節の影響は考慮されていない。そのため、本研究では、MFMを使用し、高齢者と若年者の歩行開始動作時の振り出し運動を比較、検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常高齢者12名(73.3±3.9歳)、若年者12名(23.3±2.4歳)とした。計測は三次元動作解析装置VICON NEXUS、床反力計を使用した。解析はSoftware for Interactive Musculoskeletal Modeling上にて足部を分割したMFMを使用し行った。計測動作は歩行開始動作とした。統計解析は、高齢者と若年者の歩行速度、歩幅、股関節・距腿関節・足部・足趾の関節角度・パワーおよび、パワーの比率(股/距腿、股/足部、股/足趾)に対し、対応のないt検定を実施した。統計処理にはIBM SPSS statistics Ver.22を使用し、有意水準は5%とした。

【結果】

歩行速度：高齢者0.60±0.15m/sec、若年者0.80±0.08m/sec、歩幅：高齢者58.6±11.2%、若年者74.9±8.1%であり、若年者に比べ、高齢者は有意に低値を示した。パワーでは、股吸収：高齢者12.5±9.2W/kg、若年者28.4±14.5W/kg、距腿生産：高齢者1.0±0.4W/kg、若年者2.1±0.6W/kg、足部生産：高齢者0.5±0.2W/kg、若年者0.9±0.2W/kg、足趾吸収：高齢者0.3±0.1W/kg、若年者0.4±0.1W/kgであり、それぞれ高齢者は有意に低値を示した。パワーの比率では、股生産/距腿生産：高齢者55.8±43.2%、若年者22.3±27.6%であり、高齢者は有意に高値を示し、股吸収/足部吸収：高齢者91.4±84.9%、若年者228.6±143.1%であり、高齢者は有意に低値を示した。

【結論】

高齢者と若年者の歩行開始時の運動力学解析を行い、振り出し時の関節角度・パワー、および、パワーの比率を検討した。高齢者は、歩行速度・歩幅は小さく、股関節、足趾の吸収パワーや、距腿関節、足部の生産パワーは小さかった。また、関節パワーの比率は、距腿関節に対する股関節生産パワーの比率は大きく、足部に対する股関節吸収パワーの比率は小さかった。

O-KS-22-1**センサを用いた歩行時の体幹・骨盤動揺の評価**江原 裕作^{1,2)}, 佐々木雄太³⁾, 柊 幸伸⁴⁾

¹⁾野田病院リハビリテーションセンター, ²⁾国際医療福祉大学大学院, ³⁾上尾二ツ宮クリニック,
⁴⁾了徳寺大学健康科学部理学療法学科

key words 加速度センサ・運動の変化指標・運動の量的指標**【はじめに, 目的】**

臨床における歩行分析や歩行の自立度判定は, 評価者の経験を主軸とした主観的な評価に依存している。バランス機能を評価する指標として Functional Reach Test や Timed Up and Go test などがあるが, その多くは随意的な姿勢制御における動的バランス指標に位置付けられ, オートマチックな姿勢制御における動的バランスを求められる歩行を評価する指標は少ない。そこで本研究では歩行を客観的に評価する指標を検討する目的で3次元加速度センサを使用し Zero Cross Point (以下 ZCP) と加速度波形の積分値を「運動の変化指標」「運動の量的指標」とし, 歩行不安定性の指標になり得るか検討した。

【方法】

対象は若年健常者 31 名(23.0 歳 \pm 2.2 歳), 65 歳以上健常高齢者 10 名(70.6 歳 \pm 3.6 歳)。計測課題は歩行動作とした。計測肢は, 事前に評価した閉眼片脚立位保持テストで保持時間の短い側の下肢とした。計測には3次元加速度センサを2セット使用し, 胸部(胸骨柄)および骨盤部(両側の下後腸骨棘を結ぶ線の中点)に, センサの計測軸の Y 軸が垂直になるように貼付した。歩行周期の同定のため, 足底に圧力スイッチを貼付した。それぞれのセンサを 8ch 無線モーションレコーダーに接続し, Bluetooth 機能で PC に無線接続した。サンプリング周波数は 500Hz とした。歩行速度は被験者の快適歩行速度とし, 歩行開始後 3 歩目以降の 4 歩行周期を対象とした。運動の変化指標として ZCP を用い, 4 歩行周期中の正側と負側に振れる交流波形が基線と交差するポイント数を算出した。運動の量的指標には加速度波形の積分値を採用した。統計には一元配置分散分析を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

歩行時の ZCP は, 若年群, 高齢群ともに胸部・骨盤部の間に相関は認められなかった。高齢群では, 胸部・骨盤部の左右, 上下, 前後の各軸で ZCP は高値を示した。また, 若年群, 高齢群ともに, 骨盤部の上下方向の ZCP が高値となった。歩行時の加速度の積分値は, 若年群 50.7 \pm 4.9, 高齢群 36.2 \pm 7.3 であり, 若年群と高齢群の間には有意な差を認めたが積分値と ZCP の間に相関は認めなかった。胸部と骨盤部では骨盤部の値が大きく, 軸別では各群共通して X 軸(左右) > Z 軸(前後) > Y 軸(上下)となった。

【結論】

今回, 3次元加速度センサから得られる ZCP と積分値の2つのパラメータが, 歩行の不安定性指標となり得るか検討した。運動の変化指標として ZCP を求め, 「運動の滑らかさ」の指標とした。結果より, 胸部・骨盤部の各軸方向間の相関性を見出すことはできなかった。このことは2群間の歩行速度の違いの影響があったと考えた。運動の量的指標として求めた積分値では, 加齢に伴い重心の移動範囲は狭まり, 特に股関節での左右移動量が減少する傾向となった。股関節の内外転運動はステップングや方向転換時に重要な機能になり, この要素の評価は転倒予防の指標となり得る可能性があること示唆された。

O-KS-22-2**中高齢者における後方・前方歩行速度と後方・前方2ステップの関連**藤巻 晶¹⁾, 兎澤 良輔^{1,2)}, 工藤 総司¹⁾, 遠藤 元宏^{1,2)}, 積田 尚子¹⁾, 渡邊 有音¹⁾, 加藤 宗規²⁾¹⁾葛西整形外科内科リハビリテーション科, ²⁾了徳寺大学健康科学部理学療法学科**key words** 2ステップテスト・歩行速度・中高齢者**【はじめに, 目的】**

高齢者の転倒は骨折や寝たきりの原因となるため、転倒予防は健康寿命を延伸するためにも重要であるとされている。Fritzらは、後方歩行は前方歩行よりも転倒に対する感度が高いと報告しており、前方だけではなく、後方への移動・バランス評価が注目されている。しかし、後方歩行は不慣れな動作であることや評価の難易度が高いといった欠点がある。兎澤らは、若年健常成人を対象に後方・前方歩行速度と後方・前方2ステップテストの関連を検討したが、後方、前方ともに相関関係は中等度に留まり、若年健常成人の歩行能力を2ステップテストで推定することは困難であったとしている。そこで、本研究では中高齢者を対象に、後方・前方歩行速度と後方・前方2ステップテストとの関連について検討した。

【方法】

研究に協力の得られた中高齢者のボランティア 30名(男性7人, 女性23人)を対象とした。対象者の年齢は43-84歳, 身長, 体重(平均値±標準偏差)は155.2±8.1cm, 56.3±14.0kgであった。対象者には前方10m歩行, 後方10m歩行, 前方2ステップテスト, 後方2ステップテストの4つの評価を実施した。10m歩行は歩行時間から最大歩行速度(m/s)を算出し, 2ステップテストは最大努力で2歩前進もしくは後進させた際の最大2歩幅(cm)を計測し, それを身長(cm)で除した数値を2ステップ値として算出した。2ステップテストは2回連続で実施し, 1回目は練習として除外し, 2回目の結果を代表値として採用した。これらの結果から, 後方歩行速度と後方2ステップ値, 前方歩行速度と前方2ステップ値の関連について Pearson の積率相関係数を算出した。統計処理はすべて R2.8.1 を使用し, 有意水準は5%とした。

【結果】

後方・前方歩行速度(平均値±標準偏差)は0.89±0.36m/s, 1.75±0.31m/sであった。後方・前方2ステップ値(平均値±標準偏差)は0.99±0.19, 1.31±0.18であった。後方歩行速度と後方2ステップ値の間の相関係数は $r=0.78$ ($p<0.01$), 前方歩行速度と2ステップ値の間の相関係数は $r=0.76$ ($p<0.01$)となった。

【結論】

後方・前方歩行速度と後方・前方2ステップ値の間に有意な高い相関が認められた。この結果から, 中高齢者では後方・前方歩行能力の推定として2ステップテストが使用できる可能性が示唆された。後方2ステップテストで歩行能力の推定が可能となることで, 測定中のリスクが軽減され, 歩行路のない在宅などでの測定も可能となる。本研究では各歩行速度と各2ステップ値の関連性の検討に留まり, 転倒との関連までは検討できなかった。今後は対象者数を増やし, 転倒との関連や後方2ステップテストと身体機能低下の関連についても検討していく。

O-KS-22-3**歩行非対称性の新たな評価方法としての円歩行テストの有用性
～高齢者における円歩行時間の左右差は直線歩行の左右非対称性を反映する～**佐藤 駿介¹⁾, 池添 冬芽²⁾, 佐藤 郁弥²⁾, 市橋 則明²⁾¹⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法専攻, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻**key words** 円歩行・歩行非対称性・加齢変化**【はじめに, 目的】**

歩行時の左右非対称性は転倒リスクと関連するとされている。一般的に歩行時の歩幅や立脚時間の左右非対称性の評価は三軸加速度計や床反力計などを用いなければならないが、臨床において特別な機器を用いずに簡便に歩行非対称性を評価する方法はないのが現状である。

一方、脳卒中後片麻痺者において円歩行トレーニングにより直線歩行の左右非対称性が改善されることが報告されている。そこで本研究では円歩行時間の左右差、つまり円周を右周りおよび左周りで歩行したときの時間の左右差が直線歩行時の左右非対称性と関連しているのではないかと仮説をたてて、歩行非対称性を特別な機器を用いずに簡便にスクリーニングできるテストとして円歩行テストを考案した。

本研究の目的は歩行非対称性の加齢変化および直線歩行時の非対称性と円歩行時間の左右差との関連性について明らかにし、歩行非対称性を簡便に評価する指標としての円歩行テストの有用性について検討することである。

【方法】

対象は健常高齢者 25 名（女性 19 名，男性 6 名，年齢 84.8 ± 7.4 歳）および健常若年者 20 名（女性 16 名，男性 4 名，年齢 21.5 ± 0.9 歳）とした。

直線歩行については多機能三軸加速度計（BTS 社製）を用いて 10m の直線歩行路を快適速度で歩行した際の左右の歩幅および立脚時間を測定した。左右の歩幅、立脚時間より左右差（左－右）および左右非対称率（左右差の絶対値/左右の平均×100）を算出した。

円歩行についてはストップウォッチを用いて直径 1m の円を快適速度で 2 周したときの歩行時間を測定した。左周り、右周りそれぞれランダムに 2 回ずつ行い、2 回の平均値をデータとして用い、左右差および非対称率を算出した。

統計学的検定について、若年者と高齢者の比較には Mann-Whitney の U 検定を用いた。また、若年者、高齢者それぞれにおいて円歩行と直線歩行の左右差の関連について Spearman の順位相関係数を用いて検討した。

【結果】

直線歩行の歩幅の左右非対称率および立脚時間の左右非対称率はいずれも若年者と高齢者の間で有意差はみられなかった。一方、円歩行時間の左右非対称率は若年者 $3.6 \pm 2.2\%$ 、高齢者 $9.1 \pm 6.9\%$ で高齢者の方が有意に大きかった。円歩行と直線歩行の左右非対称性の関連について、若年者では直線歩行の歩幅および立脚時間の左右差はいずれも円歩行時間の左右差と有意な相関はみられなかった。一方、高齢者においては直線歩行の歩幅の左右差と円歩行時間の左右差との間に有意な相関がみられた ($r=0.40$)。

【結論】

本研究の結果、円歩行時間における左右差は直線歩行時の歩幅や立脚時間ではとらえきれない加齢に伴う歩行非対称性増加を評価できる可能性が示唆された。また、高齢者において直線歩行時の歩幅の左右差と円歩行時間の左右差とは関連していることが明らかとなり、高齢者の歩行時の左右非対称性のスクリーニングとして円歩行時間の左右差を利用できる可能性が示唆された。

O-KS-22-4**脳卒中後の重度片麻痺者の歩行速度には麻痺側下肢伸展筋力が関係する**宮本 沙季¹⁾, 山口 智史²⁾, 松永 玄¹⁾, 井上 靖悟¹⁾, 近藤 国嗣¹⁾, 大高 洋平^{1,2)}¹⁾東京湾岸リハビリテーション病院, ²⁾慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室**key words** 運動麻痺・歩行能力・評価**【はじめに, 目的】**

脳卒中者の歩行速度と麻痺側および非麻痺側膝伸展筋力には関連があることが、多数報告されている (Bohannon, et al., 1992, 菅原ら 1993)。一方、これらの知見では、測定方法の問題から運動麻痺が軽度から中等度である者が対象であることが多く、膝関節の分離運動が困難な重度片麻痺者においては検討されていない。この測定方法の問題に対して、座位でのペダル駆動による筋力測定であれば重度片麻痺者においても、下肢伸展筋力(以下、下肢筋力)が計測できる可能性がある。そこで、本研究では重度片麻痺者を対象として、ペダル駆動による下肢筋力を計測し、歩行速度との関係を検討した。

【方法】

対象は、2007年5月から2014年7月の間に、当院併設のデイケアを利用した脳卒中者29名(女性17名)とした。平均年齢は、 64 ± 12 歳(平均 \pm 標準偏差)であり、発症後日数は183日(中央値、最小107日-最大2633日)であった。選択基準は、Stroke Impairment Assessment Set(以下、SIAS)にてKnee-Extension Testが2以下、初発片側病変の脳梗塞もしくは出血、歩行能力が監視以上、指示理解が良好な者とした。除外基準は、下肢に整形外科疾患の既往がある者とした。

評価項目は、下肢筋力および歩行速度とした。下肢筋力は、多機能エルゴメーター(三菱電機エンジニアリング社製)を用い、筋力測定モード(50rpm)にて、麻痺側、非麻痺側の下肢最大伸展トルクを5回転分測定し、体重で除した値(Nm/kg)を用いた。歩行速度は、10m歩行を快適速度にて2回測定し、歩行速度(m/s)の平均値を算出した。

統計解析は、麻痺側下肢筋力と歩行速度、非麻痺側下肢筋力と歩行速度、麻痺側と非麻痺側の下肢筋力の関係を明らかにするために、Spearmanの順位相関係数を用いた。また、それぞれの下肢筋力が交絡になる可能性を考慮し、Spearmanの偏順位相関係数にて解析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

対象者のSIASのKnee-Extension Testは、0が4名、1が1名、2が24名であった。下肢筋力は麻痺側が 0.23 ± 0.18 Nm/kg、非麻痺側が 0.52 ± 0.33 Nm/kgであった。歩行速度は、 0.38 ± 0.22 m/sであった。

順位相関係数は、麻痺側下肢筋力と歩行速度で $r=0.70$ 、非麻痺側下肢筋力と歩行速度では $r=0.51$ であり、有意な正の相関を認めた($p<0.01$)。麻痺側および非麻痺側の筋力においては、相関係数が $r=0.77$ で有意な正の相関を認めた($p<0.01$)。

偏順位相関係数では、麻痺側下肢筋力と歩行速度において、非麻痺側下肢筋力を制御変数とした場合には、有意な正の相関を認めた($r=0.55$, $p<0.05$)。一方で、非麻痺側下肢筋力と歩行速度について、麻痺側下肢筋力を制御変数とした場合には、有意な相関を認めなかった($r=-0.06$, $p=0.78$)。

【結論】

本研究により、重度片麻痺者の歩行能力において、麻痺側下肢伸展筋力が関連することが初めて明らかとなった。今後、麻痺側下肢伸展筋力と歩行速度の改善の関係を検討していく予定である。

O-KS-22-5**回復期リハビリテーション病棟における歩行自立範囲と関連因子の検討**

遠藤 洋平, 櫻井 瑞紀, 可児 利明

竹川病院

key words 回復期・歩行自立・注意障害**【はじめに, 目的】**

近年, 回復期リハビリテーション病棟(回復期リハ病棟)での歩行自立判定における評価項目の妥当性についての報告が散見されている。歩行自立にはBBSやTUGと関連性があり(北地, 2011), 認知・高次脳機能障害とも関連性がある(鬼頭, 2011)。歩行自立判定は, 主観的で定性的であるのが現状(高橋, 2012)だが, 長田は歩行自立判定評価表を作成し, 客観的評価に加え主観的評価を交え判定し, 有用性を報告している。高齢者はデュアルタスク条件下にてバランス戦略を優先し(Teasdale, 1993), また, 対象者のバランス能力に関わらず, 注意障害に伴い歩行自立度が低下するとされ(松谷, 2004), 病棟内は居室内と比べ環境や歩行距離が変化する。当院では居室にトイレがあるため, より自宅での生活に類似した環境で細かな自立範囲設定が必要である。病棟内自立に対する報告は数多くあるが, 回復期リハ病棟における歩行自立判定において居室内に着目した報告が少ないのが現状である。その為本研究では, 歩行自立範囲とバランス能力や注意障害などの項目との関連性を明らかにし, 今後の判定の一助とすることを目的とした。

【方法】

A 病院回復期リハ病棟入院中, 平成 26 年 9 月~平成 27 年 9 月の間に歩行自立に至った患者 72 名(73.6±15.7 歳)を対象とした。歩行補助具の条件は設けなかった。測定項目は長田式歩行自立判定評価表を参考に, FBS・TUG・6MD・主観的評価(ふらつき・連合反応・注意障害の有無)・MMSEとした。測定条件は, 歩行自立後 1 週間以内に各項目を担当が測定し, 方法は理学療法検査・測定ガイドを参考に統一した。対象者を自立範囲別(居室内自立群 26 名・棟内自立群 63 名)2 群に分類し, Shapiro-wilk の正規性検定・Levene 検定後, マンホイットニーの U 検定, χ^2 検定, 対応のない t 検定を実施した。統計解析には R2.8.1 を使用し有意水準は 5% とした。

【結果】

歩行自立範囲別で有意差が認められた項目は注意障害の有無であった。注意障害有の内訳は, 居室内自立群 42%, 棟内自立群 19%であった。TUG は有意差が認められず ($p=0.17$), 平均値±標準偏差は居室内自立群 19.84±16.04 秒, 棟内自立群 16.74±8.58 秒であった。FBS も有意差が認められず, 中央値(最小値-最大値)は居室内自立群 44 (25-55) 点, 棟内自立群 45 (25-54) 点であった。その他項目も有意差が認められなかった。

【結論】

歩行自立範囲別で注意障害の有無のみ差が認められ, 棟内自立群の方が居室内自立群に比べ注意障害を有していなかった。このことから, 歩行自立範囲の拡大には注意障害が影響していることが示唆された。今後, 歩行補助具の条件を統一した対象での比較, 注意障害の客観的な評価指標の更なる検討の必要性が示唆された。

O-KS-22-6**回復期リハビリテーション病棟に入院中の脳卒中者における施設内生活空間での身体活動評価と日常生活動作の自立度との関連**橋立 博幸¹⁾, 及川 真人²⁾, 清水 夏生²⁾, 太田 智裕²⁾¹⁾杏林大学保健学部理学療法学科, ²⁾初台リハビリテーション病院**key words** 脳卒中・生活空間・移動**【はじめに, 目的】**

医療機関に入院している脳卒中者の生活機能障害を加速的に改善するためには、施設内における活動の機会を確保することが重要であると考えられている。施設内生活空間での活動向上を図る際、介入の計画立案や効果判定のための評価が必要であり、施設内生活空間の身体活動に特化した簡便な質問紙評価が求められる。本研究では、医療機関における施設内生活空間での身体活動の評価指標として facility-based life-space assessment (Fb-LSA) を開発し、医療機関に入院中の脳卒中者における Fb-LSA の評価の信頼性ととも、Fb-LSA と日常生活動作 (ADL) の自立度との関連を検証し、施設内生活空間での身体活動に重要な ADL の着眼点を明らかにすることを目的とした。

【方法】

回復期リハビリテーション病棟入院中の脳卒中 78 人 (平均年齢 69.7 歳) を対象に、Fb-LSA および functional independence measure (FIM) を調査した。Fb-LSA における施設内生活空間は、基点を居室のベッドとして規定し、施設内生活空間をレベル 1: ベッド上, レベル 2: 居室内, レベル 3: 病棟内, レベル 4: 施設敷地内, レベル 5: 施設敷地外の 5 段階に設定した。実際の調査では、過去 1 か月間における各生活空間レベルにおける移動の有無、頻度 (1: 1 回未満/週, 2: 1~3 回/週, 3: 4~6 回/週, 4: 毎日), 自立度 (1: 動作介助が必要, 1.5: 補助具の使用または介助者の見守りが必要, 2: 補助具の使用および人的介助が不要) を調べ、各生活空間レベルにおける移動の有無、頻度、自立度の得点を積算し、各生活空間レベルの積算値の合計を Fb-LSA の代表値とした (得点範囲 0-120 点)。

【結果】

Fb-LSA の合計点は 55.5 ± 19.6 点であり、Fb-LSA の検査-再検査信頼性を示す級内相関係数 (ICC) は、 $ICC(1, 1) = 0.935$, $ICC(1, 2) = 0.966$, $ICC(2, 1) = 0.877$, $ICC(2, 2) = 0.934$ であった。また、Fb-LSA と FIM との Pearson 相関係数を算出した結果、Fb-LSA は、FIM ($r=0.709$), FIM 運動 13 項目 ($r=0.785$), FIM 認知 5 項目 ($r=0.329$), FIM セルフケア 6 項目 ($r=0.748$), FIM 排泄 2 項目 ($r=0.622$), FIM 移乗 3 項目 ($r=0.793$), FIM 移動 2 項目 ($r=0.726$) との間に中等度以上の有意な正の相関を認めた。Fb-LSA を従属変数、FIM 運動 13 項目を独立変数とした重回帰分析 (ステップワイズ法) を、年齢と脳卒中発症からの期間で調整して実施した結果、FIM の移動およびトイレ動作が有意な関連項目として抽出された (標準偏回帰係数: 移動 0.562, トイレ 0.315)。

【結論】

Fb-LSA は入院中の脳卒中者において施設内生活空間の身体活動を高い再現性をもって評価することが可能であった。施設内生活空間での身体活動に対して、施設内生活空間での ADL の実行状況が反映され、とくに移動およびトイレ動作の自立度が密接に関連したことから、施設内生活空間での身体活動の確保と増加のためには、実際の移動と施設内の日常生活において主要な移動目的となるトイレでの動作の自立度が高いことが重要であると考えられた。

O-KS-21-1**運動イメージ戦略の違いによる脊髄運動神経の興奮性変化—筋収縮イメージと感覚イメージを用いた比較—**

文野 住文, 鬼形周恵子, 東藤真理奈, 福本 悠樹, 鈴木 俊明

関西医療大学保健医療学部 臨床理学療法学教室

key words 運動イメージ・F波・運動イメージ戦略**【はじめに, 目的】**

ピンチメータのセンサーを母指と示指による対立運動で最大ピンチ力を測定し、50%収縮強度の母指対立運動をディスプレイに表示される実測値をみながら学習した後、50%収縮強度母指対立運動イメージを行うと脊髄運動神経の興奮性が増加した(Suzukiら, 2013)。しかし、運動イメージによる脊髄運動神経の興奮性変化は個人差が大きく、その要因として運動イメージ戦略の違いが考えられた。先行研究のようなイメージ課題の場合、その戦略として、50%収縮強度の筋収縮(筋収縮イメージ)、センサー把持時の感覚(感覚イメージ)、ディスプレイに表示される数値(数字イメージ)の3つに分類され、その組み合わせによりイメージを行っていた。そのうち数字イメージと筋収縮イメージの両方を用いていたものを対象に、運動イメージ時の脊髄運動神経の興奮性変化を比較すると、主観的評価と一致する運動イメージ戦略を用いた方が脊髄運動神経の興奮性を高めやすかった(東藤ら, 2015)。

本研究では、先行研究で多かった組み合わせである筋収縮と感覚イメージを用い、筋収縮と感覚の複合イメージと各単独イメージ時の脊髄運動神経の興奮性変化を比較し、運動イメージ戦略の違いによる運動イメージ効果を神経生理学的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常者14名、平均年齢23.4歳であった。被験者を背臥位とし、左正中神経刺激により左母指球筋からF波を導出した。F波分析項目は、F波出現頻度、振幅F/M比、立ち上がり潜時とした。まず安静状態でのF波を測定した(安静試行)。次に50%収縮強度の母指対立運動学習後、筋収縮単独イメージ、感覚単独イメージ、筋収縮と感覚の複合イメージの3つの運動イメージ試行をランダムに行い、各イメージ中のF波を測定した。終了後、アンケートにて各イメージ鮮明度を5段階(1:全くイメージできなかった, 2:あまりイメージできなかった, 3:ふつう, 4:少し鮮明にイメージできた, 5:鮮明にイメージできた)で評価した。F波について安静試行と3つのイメージ試行の4群間、イメージ評価について3つのイメージ試行の3群間でScheffe検定を用いて比較した。

【結果】

筋収縮と感覚の単独イメージ、および複合イメージ時のF波出現頻度が、安静時と比較して有意に増加した($p<0.01$)。筋収縮単独イメージ時の振幅F/M比が、安静時と比較して有意に増加した($p<0.05$)。また複合イメージの鮮明度が、筋収縮単独イメージより有意に低かった($p<0.05$)。

【結論】

筋収縮と感覚の単独イメージ、複合イメージ全て脊髄運動神経の興奮性を増加させた。特に筋収縮単独イメージ時にF波出現頻度と振幅F/M比が有意に増加したことから、筋収縮イメージは脊髄運動神経の興奮性を高めやすいことが示唆された。複合イメージについてはイメージ鮮明度が低く、イメージ想起が困難であったことが脊髄運動神経の興奮性を高めにくかった要因と考えた。

O-KS-21-2**複雑性の異なる手指対立運動の運動イメージが上肢脊髄神経機能の興奮性に及ぼす影響—イメージ明瞭性の違いによる検討—**野村 真^{1,2)}, 前田 剛伸¹⁾, 嘉戸 直樹³⁾, 鈴木 俊明²⁾¹⁾田辺中央病院リハビリテーション科, ²⁾関西医療大学大学院保健医療学研究科,³⁾神戸リハビリテーション福祉専門学校理学療法学科**key words** 運動イメージ・F波・脊髄神経機能**【はじめに, 目的】**

運動イメージは、随意運動が困難な患者に対して身体的な負荷を増加することなく中枢レベルでの運動を反復できる有効な手段の一つとして考えられている。しかしながら、運動イメージの想起能力には個人差があり、これが運動イメージの効果に影響する可能性がある。そこで、本研究の目的は、運動イメージ想起能力の1つであるイメージ明瞭性の個人差が、複雑性の異なる課題における上肢脊髄神経機能の興奮性の違いにどのように影響を及ぼすのかについて、F波を用いて検討することとした。

【方法】

対象は健常者30名(平均年齢24.1±3.6歳)とした。イメージ明瞭性の評価はVividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ)を用い、得点の中央値からイメージ明瞭性の高い群、低い群に各15名ずつ振り分けた。VMIQは24の行動項目に対して三人称および一人称イメージの明瞭性を測定する質問紙である。評価は5段階で、合計点が低いほどイメージ明瞭性が高いことを示している。F波はViking Quest (Nicolet)を用いて測定した。検査姿勢は背臥位とし、運動イメージ試行中は身体を動かさないように指示した。F波導出の刺激条件は強度を最大上刺激、頻度を0.5Hz、持続時間を0.2msとして、右手関節部正中神経を連続30回刺激した。記録条件として探查電極は右母指球筋の筋腹上、基準電極は右母指基節骨上に配置した。F波の分析項目は振幅F/M比、出現頻度とした。運動イメージ課題は複雑性の異なる3種類の右手指の対立運動とし、メトロノームを利用して聴覚音を手がかりに1Hzの頻度で実施した。課題1では右母指と示指の対立運動の運動イメージを実施した。課題2では右母指と他指との対立運動の運動イメージを示指、中指、環指、小指の順で実施した。課題3では右母指と他指との対立運動の運動イメージを示指、環指、中指、小指の順で実施した。検討項目は各群における安静試行と各課題の振幅F/M比、出現頻度の変化をFriedman検定とBonferroni補正したWilcoxonの符号付順位検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

振幅F/M比はイメージ明瞭性の低い群において安静試行と比較して各課題で有意に増加した($p < 0.05$)。出現頻度は各群ともに安静試行と比較して有意差を認めなかった。

【結論】

F波は運動神経軸索の末梢部での刺激による α 運動ニューロンの逆行性興奮に由来すると考えられており、振幅F/M比は α 運動ニューロンの興奮性の一つといわれている。結果より、今回の運動イメージ課題では、イメージ明瞭性の低い群において各課題とも安静試行と比較して上肢脊髄神経機能の興奮性が増大した。本研究により、運動イメージを臨床応用する際には、対象者のイメージ想起能力を考慮した上で課題を設定する必要があることが示唆された。

O-KS-21-3**運動イメージ時の脳波周波数パターンは両側同期性に出現する
—脳波周波数パターンセンシングシステムを用いた BCI の創出を目指して—**

兒玉 隆之¹⁾, 中野 英樹²⁾, 大杉 紘徳¹⁾, 村田 伸¹⁾, 高間 良介³⁾

¹⁾京都橘大学 健康科学部, ²⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター, ³⁾新門電子株式会社

key words 運動イメージ・脳波周波数パターン・両側同期性

【はじめに】運動イメージ時の脳波活動を利用した運動出力型ブレイン・コンピューター・インターフェイス (BCI) において、そのセンシングの生理的指標には、脳内運動感覚領域の神経活動性を反映する脳波周波数成分 SMR (8~12Hz) の脱同期を用いることが多い。しかし、運動イメージ時の周波数特性は複数の帯域における協調的变化 (Weibo Y, et al., 2014) を示すため、単独帯域のみでなく各帯域の神経活動を一つの運動イメージ関連周波数パターンとして捉えることが重要と考える。さらに、そのパターンは環境や脳機能状態などの要因による影響を受け個体差を有するため、脳卒中患者への介入を想定した場合、個体内での非障害半球を基本センシングパターンとして障害半球へ適応させる BCI システムが有用であると考えられる。しかし、同じ運動イメージ課題でも、左右個別に別々のタイミングで実施した際、個体内の半球間のパターンが同様かつ両側同期性かどうかに関する検討はなされていない。本研究では、健常者における左右の運動イメージ時の脳活動領域で出現する周波数パターンの様相について検討した。

【方法】対象は右利きの健常者 18 名 (男性 10 名, 女性 8 名) とした。運動課題として、ボタン押し課題を設定した。被験者は一側からボタン押しを被験者自身の意志で 10 回行い、終了後十分な休息を取った後に反対側にて同様に行った。それら各側の課題中の脳活動を検証するため脳波を計測 (1024Hz) した。運動イメージに関連する電位は、運動準備電位 (motor potential: MP) (Vaughan, et al., 1965) を分析した。運動イメージ時の脳領域として左右の SMC, PMC および M1 を関心領域として設定し、MP 出現時における本領域の神経活動性および神経相関について脳機能イメージング法 sLORETA 解析を用いて検証した。さらに本領域の各脳波周波数帯域 (θ , α および β 波帯域) における電極部位 C3, C4 の振幅スペクトル (μV) を、イメージ側と部位の二要因について統計的に解析 (二元配置分散分析) した。有意水準は 5% とした。

【結果】右指ボタン押し課題では前 1068msec, 左指では前 1015msec に陰性緩電位を認めたため、本時間域の出現電位をそれぞれ MP とした。MP では左右関心領域の神経活動性を認め、各課題時における運動指令側の周波数パターンは半球間に神経相関を認めた。各周波数帯域における振幅スペクトルは要因に有意な主効果および交互作用を認めなかった。

【結論】sLORETA 解析および振幅スペクトル解析の結果、運動イメージ時の周波数パターンは両側同期性を認めた。さらに、左右一側ずつの手指運動イメージを行っても同様の周波数パターンを呈することが明らかとなった。本結果を踏まえ、周波数パターンセンシングシステム (特許申請中) を基盤とした BCI システムを創出し応用していくことは、脳機能障害患者などに対する神経機能再編成には重要であると考えられる。

O-KS-21-4**運動遂行と運動イメージ想起がもたらす皮質脊髄路への抑制性入力の変化**青山 敏之¹⁾, 金子 文成²⁾, 大橋ゆかり¹⁾¹⁾茨城県立医療大学 保健医療学部 理学療法学科,²⁾札幌医科大学 保健医療学部 理学療法第一講座**key words** 経頭蓋磁気刺激・運動イメージ想起・周辺抑制

【はじめに, 目的】運動イメージ想起とは実際の運動遂行なしに内的に運動を再現する過程である。運動イメージ想起により、想起された運動の主動筋に対応する皮質脊髄路興奮性が上昇することが多くの先行研究により明らかにされている。一方で、非主動筋に対する影響は十分に検証されていない。運動イメージ想起による皮質脊髄路興奮性変化の空間的な選択性、特に非主動筋に対する抑制性影響の有無は、運動イメージ想起がもたらす臨床効果の理論的背景として、あるいはどの程度忠実に運動を再現しているかという神経科学的観点からも重要な知見である。よって、本研究では運動遂行と運動イメージ想起による非主動筋の皮質脊髄路興奮性変化の相違のメカニズムを調査することで、運動イメージ想起の臨床応用に関わる知見を得ることを目的とした。

【方法】右利きの健常成人13名を対象とした。被験者は前方のモニタに提示された右示指外転・内転運動の動画(静止相6秒、外転・内転相2秒ずつ)に合わせて同じ運動または運動イメージ想起をする課題を行った。経頭蓋磁気刺激には8字コイルを用いて第一背側骨間筋(FDI)と小指外転筋に貼付した表面筋電図より運動誘発電位(MEP)を導出した。磁気刺激はプログラミングソフトを用いて動画の静止時(静止5秒後)、示指外転・内転中間相(それぞれ運動開始1秒後)の3つのタイミングでランダムな順序に与えた。統計学的処理はMEPと背景筋電図平均振幅値(bEMG)の変化について、課題(運動遂行、運動イメージ想起)と刺激タイミング(安静時、外転時、内転時)を要因とした二元配置分散分析を行った。

【結果】運動遂行時におけるFDIのbEMGは示指外転時、内転時ともに安静時より有意に増大し、MEPは示指外転時のみ有意に増大した。運動イメージ想起時にはFDIのbEMGに有意差はなかったが、MEPは安静時と比較して外転時に有意に上昇し、内転時には有意に低下した。

【結論】結果より、FDIの作用方向とは反対方向の運動(拮抗運動)である示指内転運動イメージ想起時、FDIのMEPは減少した。一方で、このような抑制作用は随意運動時には認められなかった。つまり、拮抗運動による皮質脊髄路興奮性の抑制作用は、随意運動時にはない運動イメージ想起時に特異的な現象である可能性がある。また、両者の相違は筋収縮の有無とそれに伴う感覚入力の相違の影響を受ける可能性があり、今後の検証を要す。本研究は、運動イメージ想起による抑制作用を示した我々の知る限り初めての報告であり、抑制性の神経機能の低下により目的とする随意運動が困難な症例(痙縮、フォーカルハンドジストニア等)に対して運動イメージ想起を適用する上で有用な理論的根拠になり得ると考える。

O-KS-21-5**腱振動刺激による運動錯覚を橈骨遠位端骨折術後翌日に惹起させた時の脳活動—脳波を用いて—**今井 亮太^{1,2)}, 大住 倫弘³⁾, 信迫 悟志³⁾, 森岡 周^{1,3)}¹⁾畿央大学大学院健康科学研究科神経リハビリテーション学研究室,²⁾河内総合病院リハビリテーション部, ³⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター**key words** 腱振動刺激・運動錯覚・脳波

【はじめに, 目的】 橈骨遠位端骨折術後翌日より, 腱振動刺激による運動錯覚を惹起させることで, 痛みを伴わない患部の運動の仮想体験をすることができ, 痛みやそれに伴う不安・破局的思考, 関節可動域制限が改善することが明らかされている (Imai, 2015)。運動関連脳領域の活性化は疼痛抑制をもたらすことから, 運動錯覚による運動関連脳領域の活性化が術後の痛みを軽減させたことが想定される。しかしながら, 橈骨遠位端骨折術患者が運動錯覚を惹起している時, 実際に運動錯覚に関連する脳領域が活性化しているのかは検証されていない。そこで本研究では, 橈骨遠位端骨折術後翌日での腱振動刺激による運動錯覚によって, 運動関連脳領域を活性化させることができるのかを脳波を用いて検討することとした。

【方法】 対象者は右橈骨遠位端骨折後, 当院で手術を施行した2名であった。振動刺激にはコードレスハンドマッサー (YCM-20, 70Hz) を用いた。運動錯覚は Imai らの手法を用い, 閉眼, 安静座位姿勢で両手掌を合わせ, 非罹患肢の手関節総指伸筋腱の手関節部に振動刺激を行い, 手術側の運動錯覚を想起させた。プロトコルは, 安静 10 秒—課題 30 秒とし, 3 回連続で実施した。運動錯覚を経験した際の錯覚強度を Verbal Rating Scale を用いて 6 段階評価した。錯覚角度は非術側で再現し, 画像解析ソフト image j で測定した。また, 振動刺激の前後に Visual Analogue Scale を用いて安静時痛と運動時痛の評価を行った。脳波測定は高機能デジタル脳波計 Active tow system (Biosemi 社製) を用い, 電極配置は国際 10-20 法に準拠した 32ch にて, sampling 周波数 1024Hz で行った。解析には EMSE Suite (Source Signal Imaging 社) を用い, 安静時と振動刺激時のパワースペクトル解析 (High- α 波帯域: 10-12Hz) を行った。Band pass filter は 1-70Hz とし, 独立成分分析を用いて瞬目によるアーチファクトを除去した。

【結果】 2 名の対象者は運動錯覚を惹起し, 症例 A は運動錯覚角度 12.6, 錯覚強度 4 であった。また安静時痛は 67mm から 50mm, 運動時痛は 64mm から 46mm と低下した。症例 B は運動錯覚角度 22.4, 錯覚強度 4 であった。また安静時痛は 31mm から 12mm, 運動時痛は 61mm から 50mm と低下した。また, 2 症例とも, 安静時に比べ, 振動刺激時に C3 または C4 チャネルを中心とした左右感覚運動領域において High- α の減衰を認めた。

【結論】 橈骨遠位端骨折術後患者の運動錯覚中において, 運動実行・運動錯覚に関連のある α 波の減衰が両側感覚運動領域に認められた。この結果から, 術後翌日で痛みが強く, また運動が困難な患者においても腱振動刺激による運動錯覚を用いることで感覚運動関連領域の活動が得られることが明らかにされた。痛みの慢性化の要因とされる術後の痛み強度, 不動や固定は神経の可塑性を引き起こすが, 腱振動刺激による運動錯覚の惹起により大脳皮質の不適切な可塑的变化を防ぐことができると考えられる。

O-KS-21-6**視覚誘導性自己運動錯覚が異種感覚入力の統合によって誘導される運動感覚に及ぼす影響**柴田恵理子^{1,2)}, 金子 文成^{1,2)}, 高橋 良輔^{1,3)}, 板口 典弘^{1,2)}¹⁾札幌医科大学 保健医療学部 未来医療ニューロリハビリテーション研究開発部門,²⁾札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第一講座,³⁾医療法人社団進和会 旭川リハビリテーション病院**key words** 運動感覚・視覚・筋紡錘**【はじめに, 目的】**

運動感覚が生成される過程では, 様々な感覚受容器から生じる入力の統合, および感覚入力と中枢からの運動指令に伴う活動の統合が生じる。我々はこれまで筋紡錘からの入力や視覚入力といった感覚入力によって, 受動的に運動をしている感覚を知覚させる方法(運動錯覚)を利用し, 運動感覚の生成機構を探索してきた。近年では筋腱に対する振動刺激と身体運動の動画をを用いた視覚刺激を組み合わせることで知覚する運動の角速度を指標とし, 異種感覚入力の統合が運動感覚に及ぼす影響を検証している。本研究では視覚刺激による運動錯覚の有無が, 筋紡錘からの入力と視覚入力の統合によって誘導される運動感覚に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康な右利きの成人12名, 刺激側は右手関節とした。実験課題として, モニタに手関節運動の映像を提示した状態で背屈筋に振動刺激を行った。刺激周波数を増加させると知覚する運動の角速度も増大するため, 40, 60, 80Hzと多段階の周波数を設定することで知覚する運動の角速度を段階付けた。視覚刺激には, 背屈筋を60Hzで振動刺激した際に知覚した掌屈運動を同側で再現させ, 手の直上から撮影した映像を用いた。これにより視覚刺激と60Hzの振動刺激を組み合わせた場合には各刺激によって知覚する運動の角速度が一致し, 40, 80Hzの場合は不一致となる。映像を提示するモニタは, 被験者の視点から映像の手と現実の手が空間的に一致するような位置(錯覚位置)と被験者の正面(非錯覚位置)のいずれかに設置した。実験条件は各周波数につき, 振動刺激単独(V条件), 振動刺激に錯覚位置(V+IL条件)と非錯覚位置(V+nIL条件)での視覚刺激を組み合わせた条件とした。知覚強度の指標には, 刺激中に知覚した運動を反対側で再現させた際の角速度を用いた。各5試技ずつ実施し, 最大値と最小値を除外した3試技の平均値を採用した。さらに振動刺激単独に対して, 視覚刺激との組み合わせによって変化する知覚の程度を評価するため, V+IL条件とV+nIL条件では各周波数でV条件に対する角速度の変化率を算出した。

【結果】

全条件で刺激周波数の増加に伴い, 知覚する運動の角速度が有意に増大した。V+IL条件の変化率は刺激周波数によって差があったのに対し, V+nIL条件では刺激周波数に関わらず変化しなかった。

【結論】

刺激の組み合わせに関わらず, 刺激周波数が増加すると知覚する運動の角速度が増大したことから, 筋紡錘からの入力と視覚入力の統合で誘導される運動感覚は筋紡錘からの入力量に依存して変化することが示された。さらにその変化の仕方は, 同じ視覚刺激を用いたとしても, 視覚刺激によって運動錯覚が誘導されている場合とされていない場合とは異なることが示唆された。

O-KS-23-1**日本列島諸集団における下腿部長骨骨幹部の形態学的検討**萩原 康雄¹⁾, 奈良 貴史²⁾¹⁾新潟医療福祉大学 大学院医療福祉学研究科, ²⁾新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科**key words** 形質人類学・腓骨・時代差**【はじめに, 目的】**

四肢長骨骨幹部の形態は運動負荷により機能適応的に変化することが指摘されており, 人類学分野では, 主に古人骨を対象とした検討により, 狩猟採集から農耕・工業という生業活動の変化に伴い四肢長骨が華奢になり, このような傾向は男性でより顕著であることが報告されている (Ruff & Larsen, 2014)。一方で腓骨は, 出土人骨では遺存しにくいこと, 下腿部への全荷重のうち腓骨が担う荷重量が6-19%と少ないこと (Funk, et al., 2007) などにより, 形態学的検討の対象となることは稀である。しかしながら, 同じ下腿部に属しながら荷重支持機能が異なる脛骨と腓骨では, 生業や時代の異なる集団間でどのような形態的な差を認めるのかは興味深い。そのため, 本研究では, 生業や時代の異なる集団間で脛骨と腓骨の骨幹中央断面積を比較・検討した。

【方法】

対象は縄文, 弥生, 中世, 近世, 現代人資料 679 体(男性 379 体/女性 300 体)である。縄文時代資料は考古学的報告に基づき, 中期 (3000-2000BC) と後晩期 (2000-300BC) に分類した。脛骨と腓骨の断面積 (tibial area : TA, fibular area : FA) は, 歯科用弾性印象材を用いて各々の骨幹中央部で輪郭を投影, 描画し, 画像処理ソフト Image J で計測した。比較にあたり, TA と FA は Ruff, et al. (2000) に準拠し, 大腿骨頭径から求めた推定体重 (Ruff, et al., 2012) で標準化し, TA_{STD} , FA_{STD} とした。比較には TA_{STD} , FA_{STD} , FA と TA の相対値 (FA/TA) を用いた。統計処理には Games Howells 法による多重比較検定を用いた。有意水準は 5%, 統計解析には SPSS ver.23.0 を用いた。

【結果】

男性: TA_{STD} は縄文後晩期で最大であり, 中世以降の集団より有意に大きい。他の集団間には有意差を認めない。 FA_{STD} は縄文後晩期がいずれの集団よりも有意に大きく, 弥生~現代にかけて経時的に小さくなる傾向を認める。縄文中期は後晩期よりも有意に小さく, 現代を除く他集団とは有意差を認めない。FA/TA は, 縄文後晩期で最大であり, 弥生時代以降は経時的に小さくなる傾向を示す。縄文中期は後晩期よりも有意に小さい。

女性: TA_{STD} は縄文中期と後晩期で大きく, 後晩期は中世以降の集団と有意差を認める。 FA_{STD} は縄文後晩期と弥生で大きく, 男性のように縄文後晩期が突出した傾向は示さない。FA/TA は弥生が最大であり, 縄文集団と他集団間に有意差は認めない。

【結論】

縄文時代と弥生時代以降では遺伝的に差があるため両者を分けて比較をして考えても, 特に男性で, 弥生時代以降の FA_{STD} の減少幅が TA_{STD} よりも大きく, FA/TA が経時的に減少する傾向は, 農耕, 工業技術の発展にともなう下肢への負荷の減少の影響および, その影響が脛骨と腓骨では異なった可能性を示唆する。縄文後晩期男性で FA_{STD} と FA/TA が顕著に大きいという傾向は, 同じ狩猟採集民である縄文時代中期と後晩期の男性間, 後晩期の男女間で, 腓骨に負荷をかけるような活動習慣に違いがあった可能性を示唆する。

O-KS-23-2**筋収縮に伴う大腿直筋・筋内腱の動態と筋力の関係
若年女性を対象とした超音波による観察**

高橋 裕介¹⁾, 岡田 恭司²⁾, 松永 俊樹¹⁾, 齊藤 明²⁾, 若狭 正彦²⁾, 佐藤 大道²⁾, 柴田 和幸²⁾,
大沢真志郎²⁾, 江森 怜央²⁾, 島田 洋一³⁾

¹⁾秋田大学医学部附属病院リハビリテーション部, ²⁾秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻,

³⁾秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開医学系整形外科講義

key words 超音波・筋力・筋内腱

【はじめに, 目的】

羽状筋は中央を走行する筋内腱から筋線維が起始し周囲の腱膜に停止するという形態的特徴を有している。その筋線維と筋内腱の角度である羽状角と筋力には関連があるといわれているが、筋収縮に伴う筋内腱の動的な変化の程度と筋力の関連は明らかにされていない。本研究の目的はヒトの大腿直筋を対象に筋収縮に伴う筋内腱の動態を明らかにし、筋力との関係を検討することである。

【方法】

若年女性 27 名(年齢 21 ± 1 歳, 身長 159.0 ± 4.7 cm, 体重 53.1 ± 5.9 kg)の右下肢を対象とした。大腿直筋の観察は超音波画像診断装置(日立, HI VISION AVIUS: 14MHz, リニアプローブ, B モード)を用い、3 年以上の経験のある検者 1 名が実施した。観察部位は下前腸骨棘と膝蓋骨を結ぶ線の中点、観察肢位は股関節・膝関節 90° 屈曲位の椅子座位とし、骨盤・大腿遠位部をベルトで固定した。プローブは皮膚面に垂直に当て、短軸像を撮影した。この方法で筋内腱は comma shaped hyperechoic band として描出できる。筋内腱の同定ではプローブを上下方向に動かし、連続性を確認して行った。超音波による観察は筋力測定(Musculator GT30, OG 技研)に同期させ、安静時と等尺性膝伸展最大筋力発揮中の動画を記録した。最大等尺性収縮は 3 回行い、最大値を最大筋力とし、その際の超音波画像を解析に用いた。筋内腱は“comma”のような弧形のため、形態を測定するために筋内腱前方端と後方端の距離 (A) に対する筋内腱のカーブの頂点から A に降ろした垂線の距離 (B) の比 B/A (アーチ率: %) を算出した。アーチ率は値が低いほど直線的であることを意味する。

統計学的検討では、安静時と収縮時のアーチ率を比較するために対応のある t 検定を行った。また、安静時のアーチ率と最大筋力、安静時と収縮時のアーチ率の差と最大筋力の関連を検討するため Pearson の相関係数を求めた。解析ソフトは SPSS 22 を用い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

アーチ率は安静時よりも収縮時の方が有意に低値を示した ($14.4 \pm 9.5\%$ vs $4.5 \pm 5.9\%$, $p < 0.001$)。安静時と収縮時のアーチ率の差と最大筋力には有意な正の相関を認めた ($r = 0.498$, $p = 0.008$)。一方、安静時のアーチ率と筋力には有意な相関を認めなかった ($p = 0.088$)。

【結論】

大腿直筋の筋内腱は筋収縮に伴い直線化し、直線化の程度と最大筋力には中等度の相関を認めた。羽状筋は筋全体が生成する筋力のうち筋内腱に平行に作用する力成分の和が筋力として反映される。筋収縮は腱を介して伝達されるため、腱の動態は腱に作用する筋力を反映すると考えられる。さらに、力学的負荷による腱組織リモデリングも報告されており、過緊張や筋萎縮などの病的条件下では腱の形態や性状が変化することが推察される。このことが筋力に影響を与える可能性が示唆され、今後の検討が必要である。本研究は筋収縮中の筋内腱の動態を初めて報告したものであり、基礎データとして意義がある。

O-KS-23-3**Magnetic Resonance Imaging (MRI) を用いた単一運動課題における内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋活動動態の検討**木下 一雄¹⁾, 平野 和宏¹⁾, 中山 恭秀¹⁾, 佐藤 信一¹⁾, 妹尾 淳史²⁾, 渡辺 賢³⁾, 河合 良訓⁴⁾¹⁾東京慈恵会医科大学リハビリテーション科, ²⁾首都大学東京健康福祉学部人間健康科学研究科放射線科学領域,
³⁾首都大学東京健康福祉学部人間健康科学研究科フロンティアサイエンス学域, ⁴⁾東京慈恵会医科大学解剖学講座**key words** 股関節・深層筋・MRI**【目的】**我々はMRI装置を用いて股関節の内閉鎖筋、外閉鎖筋に対する腹臥位、膝屈曲90°からの股関節外旋運動を実施し、内閉鎖筋と比較して外閉鎖筋の筋活動が有意に増加したことを報告した。そこで、本研究の目的は内閉鎖筋に対する効果的な運動課題を明らかにすることである。**【方法】**被検者は定期的な運動習慣のない健常者7名(男性4名、女性3名、平均年齢32.0±5.9歳、平均身長169.9±7.9cm、平均体重59.8±11.1kg)とした。被検筋は左側内閉鎖筋、外閉鎖筋、大殿筋、内転筋群とした。運動課題は右側臥位で、左股関節屈曲90°、両踵をつけた状態にて、股関節の自動外転運動(開排運動)を代償運動に注意し最大限可能な範囲で実施した。運動中はメトロノームを使用し4秒に1回の速度で1分間施行し、運動の戻しはできる限り自重の重さを利用するよう練習した。測定プロトコルは30分間の安静後、安静時の股関節T2強調画像を撮像し、その後運動課題を実施した直後に再度MRIを撮像した。MRIの使用機器は診断用MRI装置(3.0T Acieva Philips社製)を使用し、multishotのGra-SE法にて撮像した。撮像条件は撮像視野350×350mm、512×512matrix、繰り返し時間3900ms、エコー時間20ms、スライス厚5mmのシーケンスで施行した。撮像位置は位置決め画像より左小転子上端を確認し、T2強調画像を撮像した後、被検筋に関心領域を設定した。画像解析ソフトMRICroを用いて関心領域の信号強度(T2値)を測定した。統計処理は各筋の運動前後のT2値をWilcoxonの符号付順位検定にて比較し、有意差が認められた筋に対して運動前後のT2値の変化率をKruskal-Wallis検定にて比較し、Games-Howell法にて多重比較検定を実施した。**【結果】**MRIの撮像時間は5分28秒であった。運動前後の各筋のT2値(安静時/運動後ms)は内閉鎖筋(34.7±1.1/38.9±2.8)、外閉鎖筋(35.3±1.5/36.1±1.1)、大殿筋(36.6±1.1/37.1±1.6)、内転筋群(46.3±9.4/48.5±5.0)で、全被験者、各筋とも増加した。運動前後の比較にて内閉鎖筋、外閉鎖筋、大殿筋に有意差が認められた。それらの筋の変化率による分散分析の結果、内閉鎖筋と外閉鎖筋、内閉鎖筋と大殿筋に有意差が認められ、内閉鎖筋の変化率が他の筋よりも有意に増加していた。**【結論】**本研究の運動課題は股関節の外転、外旋を伴う運動であり、筋の作用から内閉鎖筋、外閉鎖筋、大殿筋の筋活動が認められた。さらに、本研究の運動課題は内閉鎖筋の解剖学的な筋の走行から考案した運動課題であり、代償運動に注意して実施することで、内閉鎖筋の選択的な運動となり得ることが判明した。

O-KS-23-4**膝屈筋群の同時収縮が膝伸筋の筋出力に及ぼす影響**石井 禎基¹⁾, 山中 悠紀¹⁾, 水野 智仁¹⁾, 笹井 宣昌³⁾, 井戸 佑輔¹⁾, 土屋 禎三²⁾¹⁾姫路獨協大学 医療保健学部 理学療法学科, ²⁾神戸大学 理学部 生物学科,³⁾鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部 理学療法学科**key words** 膝伸筋・同時収縮・短縮速度

【はじめに, 目的】膝伸筋に隣接する骨格筋の膝伸筋筋出力への関与について生理学的な力学的実験 (*in vivo*) を行い, その結果を第 50 回の本大会において報告した。本研究では拮抗筋である膝屈筋群の同時収縮に着目し, それが膝伸筋の筋出力にどのような影響を及ぼしているのかについて実験を行った。

【方法】実験には 15 匹のウシガエル (*Rana catesbeiana*) (体長: 132 ± 7 mm) の膝伸筋である大腿三頭筋 (ヒトの大腿四頭筋にあたり前大腿直筋および内・外側広筋の 3 筋からなる) および膝屈筋群を実験に用いた。ウレタンを腹腔内投与して麻酔した後, カエルを実験バスに固定した。腸骨部分から露出させた坐骨神経に十分な強度の電気刺激 (60 Hz, 0.5 s) を与えた際の大腿三頭筋腱に取り付けたフックにかかる張力を測定した。各条件で膝伸筋の筋長を適宜変えて等尺性強縮張力測定後, 最大張力を示した筋長を静止長とした。その静止長において荷重を様々に変えて等張性収縮時の短縮速度を測定した。実験は, (1) 膝伸筋および膝屈筋群を同時収縮させた条件 (同時収縮条件) (N=5), (2) 膝伸筋のみ収縮させた条件 (伸筋条件) (N=5), (3) 膝屈筋群のみを収縮させた条件 (屈筋条件) (N=5) の 3 条件で行った。実験データより荷重-速度関係を作成した後, 短縮速度および外へ働きかける作用 (短縮速度と荷重の積で算出した仕事率) を比較し検討した。荷重データは各条件の等尺性強縮張力で, そして筋の長さ変化データは大腿骨長 (大腿骨頭-膝関節面) (BL) でそれぞれ除して正規化した。実験は SpO_2 を確認しながら 20 ± 0.5 °C の温度条件下で行った。なお, 統計処理は一元配置分散分析を行い, *post hoc* 検定は *scheffé* 法を用いた。

【結果】「同時収縮条件」の最大短縮速度 4.0 ± 0.5 BL/s は, 「伸筋条件」の 2.7 ± 0.4 BL/s と比較して有意に速く ($p < 0.01$), 短縮速度は全荷重域に渡って速く, 荷重 0.90 で約 2 倍の短縮速度であった。いずれの条件も荷重 0.9 まで急速に短縮しはじめ, 重たい荷重域 (0.5-0.9) の短縮速度は徐々に増加し, 軽い荷重域 (0.1-0.5) でその増加率が增大する傾向があった。「同時収縮条件」の仕事率は, 全荷重域で「伸筋条件」より約 2 倍大きく, 最大仕事率は荷重 0.86 で最大の 1.73 になり, 荷重が軽くなるに従い直線的に減少した。「伸筋条件」の最大仕事率は荷重 0.79 で最大 0.88 であった。「屈筋条件」のフックにかかった張力は「同時収縮条件」の約 10% であったが, 短縮速度は全荷重域において 0 であったため, 屈筋群は「同時収縮条件」の短縮速度に直接関与していなかった。

【結論】膝伸展運動の拮抗筋である膝屈筋の同時収縮が, 膝伸筋の筋出力メカニズムに関与していることが明らかとなった。この結果は, 膝伸筋の筋出力には拮抗筋が重要な役割を担っていることを示唆している。

O-KS-23-5**背臥位で行える腰部多裂筋エクササイズの新考案
腰背筋活動様態の筋電図学的解析**奥 智佳子¹⁾, 池田真起子¹⁾, 井上 晃一¹⁾, 村尾 昌信²⁾, 中嶋 正明¹⁾¹⁾吉備国際大学保健医療福祉部理学療法学科, ²⁾吉備国際大学保健科学研究所**key words** 背臥位・多裂筋・腰痛**【はじめに, 目的】**

近年慢性腰痛患者において腰部多裂筋(以下 LM)が、椎間関節由来の Reflex Inhibition(以下 RI)により選択的な萎縮を来すことが多数報告される。腰背部の Global 筋と Local 筋である LM の活動バランスが崩れた状態となっている。この LM の活動が低下した腰部筋の活動バランスを是正するエクササイズとしてバードドッグ(以下 BD-ex)が推奨されている。しかし実際に臨床で BD-ex を適用する際、BD-ex が四つ這い位を基本肢位とするため人工膝関節置換術を施行している者や高齢者では疼痛や転倒リスクの問題により実施困難であることを経験する。そこで我々は背臥位で安全に行える LM の選択的強化をコンセプトに新たなエクササイズ(heel-push ex: HP-ex)を考案した。本研究の目的は、HP-ex における LM の活動度および腰背筋の活動特性を BD-ex を対照に筋電図学的に評価し、その有効性を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康人 18 名(男性 10 名, 女性 8 名: 平均年齢 20.0 ± 1.1 歳, 平均 BMI 21.3 ± 2.0)とした。表面筋電計は Nicolet VikingIV (Nicolet 社)を用いた。筋電図導出筋は Local 筋である LM と Global 筋である胸腸肋筋(以下 ICLT)とし左側の筋に統一した。背臥位にて足部を肩幅に開き、左膝関節屈曲 30° で左足踵部の下に体重計を置き、それぞれ体重の 5%, 10%, 15% の力で押しつけるよう指示した。BD-ex は四つ這いにて右上肢を肩関節屈曲 180° , 左下肢を股関節伸展 0° に保持させた。HP-ex 5%, 10%, 15%, BD-ex の実施時におけるそれぞれの筋電図積分値(IEMG)を得た。得られた IEMG を、これに先立ち測定した最大随意収縮時筋電図積分値(MVIC)を用いて%MVIC を求め 4 群間で比較した。ICLT の活動に対する LM の活動比(L/G ratio)を求め 4 群間で比較した。統計処理には、いずれも一元配置分散分析を用いた。有意差が認められた場合には Post hoc 検定として Bonferroni/Dunn 法による多重比較を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。統計解析ソフトには Stat View Version 5.0 software を用いた。

【結果】

LM の%MVIC は 5% 群が $17.4 \pm 6.1\%$, 10% 群が $19.9 \pm 6.3\%$, 15% 群が $23.6 \pm 6.9\%$, BD-ex 群が $23.2 \pm 5.7\%$ であった。L/G ratio は 5% 群が $2.8 \pm 1.1\%$, 10% 群が $2.0 \pm 0.6\%$, 15% 群が $1.5 \pm 0.6\%$, BD-ex 群が $1.8 \pm 0.5\%$ であった。5% 群, 10% 群の L/G ratio は BD-ex 群に対して有意差が認められた。

【結論】

LM の活動低下を是正して腰背部筋の Global 筋と Local 筋である LM の活動バランスを正常化するためには L/G ratio が高かつ LM の%MVIC が高いという条件が必要になる。この 2 点を考慮すると 10% HP-ex が LM の活動を賦活し腰背部の Global 筋と Local 筋である LM の活動特性を正常化する至適条件と考えられる。そして 10% HP-ex は BD-ex と同等の LM の%MVIC と L/G ratio を示した。10% HP-ex は BD-ex と同等の LM の%MVIC と L/G ratio を有し背臥位でより安全に行える腰痛エクササイズであると考えられる。今後、慢性腰痛患者を対象に HP-ex の効果を検証する介入研究が必要である。

O-KS-23-6**肩凝り有訴者の姿勢特性およびストレス応答
—forward head posture と自律神経活動の解析より—**

鈴木 亨¹⁾, 中田 健太¹⁾, 藤井 裕也¹⁾, 山口 修平¹⁾, 山本亜沙美¹⁾, 下 和弘²⁾, 城 由起子³⁾,
松原 貴子¹⁾

¹⁾日本福祉大学健康科学部, ²⁾愛知医科大学運動療育センター,

³⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部

key words 慢性疼痛・姿勢・自律神経

【はじめに, 目的】肩凝り等の作業関連性疼痛は, visual display terminal (VDT) 作業による forward head posture の様な姿勢アライメント不良が誘因になるとされている (Falla 2007) のみならず, ストレス応答の関与も指摘されている (篠崎 2007)。一方, 線維筋痛症等の慢性痛患者では自律神経系の変調が指摘されており, 我々は肩凝り有訴者においても運動中の自律神経系の変調を報告した (Shiro 2012)。しかし, 肩凝り有訴者における VDT 作業中の姿勢アライメントとストレス応答および自律神経応答の関係を調べた報告は見受けられない。そこで本研究は, VDT 作業による肩凝り有訴者の姿勢アライメントとストレス応答ならびに自律神経応答を同期して調べ, 健常者と比較した。

【方法】対象は健常者 9 名 (20.3±1.2 歳: 健常群) と肩凝り有訴者 10 名 (21.1±0.6 歳: 肩凝り群) とした。VDT 作業は, 椅座位にてパソコンでの英文入力 20 分間とし, 作業前後 15 分間を安静とした。評価項目は肩凝り強度 (VAS), 姿勢アライメント, 唾液 α アミラーゼ (sAA) 活性, 心拍変動 (HRV) とした。VAS と sAA 活性は作業前後と終了 15 分後に測定した。姿勢アライメントと HRV は実験中連続記録し, 作業中および作業前後安静 5 分毎の値を解析に供じた。姿勢アライメントは, 上位頸椎の指標として外後頭隆起-C7 間距離 (O-CD), 下位頸椎の指標として craniovertebral angle (CVA), 上位胸椎の指標として C7-Th7 垂線間距離 (C-ThD), 体幹の指標として C7-大転子/水平線角度 (C-GA) を計測した。HRV は心電図 R-R 間隔の周波数解析から低周波数成分 (LF), 高周波数成分 (HF, 副交感神経活動指標) のパワー値と LF/HF 比 (LF/HF, 交感神経活動を反映) を算出し, 各時点の 1 分間の平均値を測定値とした。統計学的解析は, Friedman 検定および Tukey-type の多重比較検定, Mann-Whitney の U 検定を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】VAS は作業後に肩凝り群のみ増強し, 作業 15 分後まで増強は持続した ($p < 0.001$)。作業中の姿勢アライメントは両群で CVA, C-GA が減少, C-ThD が増大し, 肩凝り群のみ O-CD が減少し, 作業 15 分後にも低下が持続していた ($p < 0.05$)。また O-CD は作業 15 分後で健常群と比べ肩凝り群で低値を示した ($p < 0.05$)。sAA 活性は肩凝り群のみ作業前に比べ作業後に高値を示した ($p < 0.01$)。HRV は作業中に HF が両群で減衰し, LF/HF は健常群のみ増大した ($p < 0.05$)。

【結論】VDT 作業により肩凝り有訴者は forward head posture を呈し, 肩凝りが増悪するのみならず, これらの変化は作業終了 15 分後まで持続した。さらに肩凝り有訴者は健常者に比べ作業負荷に対する交感神経応答が減弱していた一方, sAA 活性の上昇を示したことから, 顕著なストレス応答を認めた。以上より, VDT 作業による肩凝り増悪には作業中の不良姿勢に加え, 作業負荷に適した自律神経応答の減弱と過度なストレス応答が関与する可能性が示唆された。

P-KS-01-1**呼吸困難感と呼吸数および呼吸休止時間の関連性について
— 健常若年者の息止め課題に伴う換気応答からの検討 —**久保 洋平¹⁾, 辻内 名央¹⁾, 光吉 俊之¹⁾, 菊地 萌¹⁾, 堀 竜次²⁾¹⁾星ヶ丘医療センター リハビリテーション部, ²⁾大阪行岡医療大学 医療学部 理学療法学科**key words** 呼吸困難感・休止時間・呼吸数**【はじめに, 目的】**

慢性呼吸不全患者における呼吸困難感は日常生活動作を制限するとされているが, 洗顔や食事動作などの異なる呼吸パターンをとる場合にも呼吸困難感が起こりやすいと言われている(Schenkel, 1996)。成人における正常呼吸パターンは吸息時間, ポーズ時間, 呼息時間, 休止時間の4相に分けられている(尾崎, 2014)が, そのうちの休止時間と呼吸困難感との関連についてはまだ明らかにされていない。

今回, 健常若年者に対し息止め課題を行わせ, 課題終了直後の分時呼吸数(Respiratory Rate: 以下 RR)と休止時間を測定し, 呼吸困難感との関係性について検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人11名(男性5名, 女性6名, 平均年齢 25.4 ± 2.8 歳)とした。息止め課題は, 背臥位にて息止めと安静呼吸の順に行うことを1サイクルとし, これを連続して3サイクル行わせた。息止めの時間は40秒間と30秒間の2条件に分け, 課題中の安静呼吸の時間は全て40秒間とした。この課題における最後の安静呼吸40秒間を含む60秒間を課題後の呼吸状態として, RRと平均休止時間を測定した。同時に修正Borg Scaleを用いて呼吸困難感を評価した。

呼吸周期は, 鼻カニューレからの流速圧信号をポリグラフシステムRMT-1000(日本光電社製)を用いパーソナルコンピュータに記録, 解析した。波形解析はLab Chart 8 Readerを用い, 休止時間は0.1秒毎の流速圧の変化の値から分析し, 時間を抽出した。

統計処理は, Spearmanの順位相関係数を用い, 息止め課題後の修正Borg ScaleとRR, 平均休止時間との関連をそれぞれ2条件に分けて検討した。統計ソフトはEZRを用い, 有意水準を5%とした。

【結果】

修正Borg Scale(40秒: 4 ± 2 , 30秒: 3 ± 1.3)とRR(40秒: 14.2 ± 2.8 回, 30秒: 13.7 ± 2.2 回)には2条件ともに統計学的に相関(40秒: $p=0.14$, 30秒: $p=0.87$)を認めなかった。修正Borg scaleと平均休止時間(40秒: 0.61 ± 0.32 秒, 30秒: 0.87 ± 0.46 秒)においては, 40秒条件で統計学的に相関($\rho=-0.58$, $p=0.06$)を認めなかったが, 30秒条件で負の相関($\rho=-0.65$, $p=0.03$)を認めた。

【結論】

今回, 2条件の息止め課題後の修正Borg ScaleとRR, 平均休止時間の関連を検討した結果, 修正Borg Scaleと30秒条件の平均休止時間において負の相関を認めた。また40秒条件の平均休止時間の結果も統計学的な相関は認められなかったものの, 課題後の平均休止時間の減少は呼吸困難感の増加と一致する傾向にあった。休止時間はRRの変化よりも呼吸困難感を評価するための指標になる可能性がある。

本研究は呼吸困難感を評価する際に, 休止時間などの呼吸パターンに着目することの重要性を示唆している。慢性呼吸不全患者の呼吸困難感の原因は, 現在特定されておらず, 今後は休止時間との関連について解明していく必要があると考える。呼吸困難感の解明により慢性呼吸不全患者の活動制限およびQOLの改善の糸口となることが期待される。

P-KS-01-2**一段階運動負荷試験における酸素摂取量の時定数測定の類似性について
測定の信頼性向上を目的としたケーススタディ**

藤田 大輔

健康科学大学 理学療法学科

key words 一段階運動負荷試験・酸素摂取量の時定数・類似性**【はじめに, 目的】**

一段階運動負荷試験によって得られる酸素摂取動態は3相に分けられている。特に、第2相における酸素摂取量の立ち上がりの速さは時定数によって表され、酸素摂取量の時定数と呼ばれている。酸素摂取量の時定数は、一定の負荷に対するエネルギー産生機構の応答速度を示し、運動負荷にどのくらい耐えられるのかという運動耐容能とは異なる指標として理学療法評価に応用できる可能性がある。しかし、酸素摂取量の時定数は1回の測定では信頼性は低く、先行研究では2-4回の測定を要することが多いが、信頼性を低下させる要因については明らかではない。そこで、本研究の目的は測定の信頼性を向上させるために、2回の一段階運動負荷試験で時定数が類似した値を示した被験者と大きく解離した被験者の一段階運動負荷試験中の呼気ガスパラメータの類似性を比較し、酸素摂取量の時定数が解離する要因を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健常成人男性2名とし、酸素摂取量の時定数が2回の測定で類似した秒数が算出されている被験者A(1回目:42.3秒, 2回目:44.0秒)と大きく異なる被験者B(1回目:35.6秒, 2回目:88.4秒)に分けた。測定は安静座位5分後に、一段階運動負荷試験として時速4.5km/hに設定したトレッドミル歩行を6分間実施し、15分以上の間隔を置いて2回測定した。それぞれの被験者の1回目と2回目の呼気ガスパラメータ(酸素摂取量, 呼吸数, 分時換気量, 1回換気量, 呼吸商)に対してPearsonの積率相関分析を用いて、類似性を検討した。解析に用いたデータは5秒平均値とし、解析区間は運動開始から3分間とした。加えて、1回目と2回目のそれぞれの運動開始から3分までの二酸化炭素換気当量に対してもPearsonの積率相関分析を行った。統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】

呼吸数と1回換気量は被験者A・B共に1回目と2回目の測定において有意な相関関係は認められなかった。酸素摂取量と分時換気量は、1回目と2回目が類似した被験者Aにおいて有意な相関(それぞれ $r=0.81$, 0.61)が認められたが、1回目と2回目が大きく解離した被験者Bにおいて相関関係(それぞれ $r=0.33$, 0.23)が認められなかった。二酸化炭素換気当量は、被験者Aの1回目と2回目の二酸化炭素換気当量は運動開始から有意な負の相関を示した(それぞれ $r=0.59$, $r=0.64$)が、被験者Bでは相関関係が認められなかった(それぞれ $r=0.33$, 0.05)。

【結論】

本研究の結果、酸素摂取量の時定数測定が大きく解離する要因は、分時換気量と酸素摂取量の変化が1回目と2回目の測定で類似しないことであることが示唆された。さらに、被験者Bでは二酸化炭素換気当量が運動開始から減少せず、運動開始時に換気血流不均衡が生じている可能性がある。そのため、肺への血液還流の増加が不十分であることが分時換気量と酸素摂取量の変化が類似しない要因であることが示唆された。

P-KS-01-3**無呼吸時の脳組織酸素飽和度と経皮的動脈血酸素飽和度の比較検討
— 健常若年者息止め課題での負荷時間による影響 —**光吉 俊之¹⁾, 辻内 名央¹⁾, 菊地 萌¹⁾, 久保 洋平¹⁾, 堀 竜次²⁾¹⁾星ヶ丘医療センター, ²⁾大阪行岡医療大学**key words** 無呼吸・脳組織酸素飽和度・経皮的動脈血酸素飽和度**【はじめに, 目的】**

急性期の脳卒中患者において、動脈血酸素飽和度の継続的なモニタリングが重要であることが報告されている (Sulter, 2000)。重症脳血管損傷患者では呼吸中枢の障害や、舌根沈下等による上気道閉塞により無呼吸を呈する症例が多く、モニタリングの重要性が大きい。無呼吸の時間が延長するほど脳組織は低酸素状態となり、離床に影響を与えることが推測される。現在、臨床現場ではパルスオキシメータを用いた経皮的動脈血酸素飽和度 (以下 SpO₂) を指標として離床が進められている。しかし、循環動態が不安定な症例では末梢循環不全により SpO₂ による測定が不安定で、実際の脳組織酸素飽和度を SpO₂ から評価することが出来るかは不明瞭である。よって、本研究では健常若年者において無呼吸を想定した息止め課題を実施し、息止めの負荷時間が脳組織酸素飽和度と SpO₂ に与える影響を比較検討した。

【方法】

対象は健常若年者 9 名 (男性 6 名, 女性 3 名, 平均年齢 ± 標準偏差: 25.4 ± 2.8)。測定は背臥位にて実施した。5 分間の安静後、課題として 40 秒間の息止め時間と 40 秒間の呼吸時間を交互に 3 回繰り返す条件 (40 秒条件) と、30 秒間の息止め時間と 40 秒間の呼吸時間を交互に 3 回繰り返す条件 (30 秒条件) を行った。脳組織酸素飽和度の測定には赤外線酸素モニタ装置 (NIRO-200NX, 浜松ホトニクス社製) を使用した。2 本のプローブの配置は国際 10-20 法より F_{p1}, F_{p2} に貼付し、測定項目として組織酸素飽和度 (Tissue oxygenation index, 以下 TOI: %) を測定した。同時にパルスオキシメータにより SpO₂ の測定も行った。データはサンプリング周波数 0.5Hz で取り込んだ。データ解析は 40 秒条件と 30 秒条件の SpO₂ と TOI の変化量 (= 最大値 - 最小値) を算出し、Pearson の積算相関係数を用いて相関を検定した。有意水準は 5% とした。

【結果】

40 秒条件において、SpO₂ と TOI の変化量は ΔSpO₂: 5.78 ± 4.29%, ΔTOI: 5.57 ± 2.09% であった。40 秒条件では SpO₂ と TOI の変化量の間には強い相関が認められた (r=0.92, p<0.05)。一方、30 秒条件において、SpO₂ と TOI の変化量は ΔSpO₂: 4.00 ± 2.00%, ΔTOI: 4.46 ± 1.51% であった。30 秒条件では SpO₂ と TOI の変化量の間には相関は認められなかった (r=0.066, p>0.05)。

【結論】

Zweifel(2010)らによると、NIRO は皮膚血流、頭蓋骨や髄液の影響を排除して脳組織酸素飽和度が測定できると報告している。40 秒条件では SpO₂ と TOI の変化量に相関が認められたことから、パルスオキシメータにより脳組織酸素飽和度の変化を捉えることが可能と考える。一方、30 秒条件では SpO₂ と TOI の変化量に相関が認められなかった。これは同じ息止め課題でも負荷時間が短いとパルスオキシメータでは NIRO で測定し得るわずかな変化を捉えることが出来ない為と考えられる。よって、無呼吸を伴う重症脳卒中患者の離床時にはリスク管理上、パルスオキシメータよりも敏感に変化を捉えることのできる NIRO が有効であると思われる。

P-KS-01-4**明所における健常者の視覚的垂直認知と指標背景の関係について**

松本 紗耶, 西村 由香

北海道文教大学人間科学部理学療法学科

key words 自覚的視性垂直位・視覚情報・重心動揺**【はじめに, 目的】**

垂直認知に関する指標に SVV (Subjective Visual Vertical: 自覚的視性垂直位) と SPV (Subjective Postural Vertical: 自覚的身体垂直認知) がある。Karnath らは、Pusher 症候群の患者の SVV 偏位は小さいが SPV 偏位は大きいことから、治療アプローチとして視覚的垂直指標を提示する方法を提案した。SVV 検査は通常暗所で実施するが理学療法場面は明所である。また、SVV は指標を囲むフレームの影響を受けることが知られており、傾斜したフレームは被験者の身体が傾いている様な錯覚を生むという報告もある。よって本研究では、明所において指標背景を傾斜させた際の垂直認知と重心動揺を測定することで視覚的垂直認知と姿勢が指標背景から受ける影響について調査することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人 20 名(男性 8 名, 女性 12 名, 平均年齢 21.5 歳)とした。視覚的垂直認知の検査は、立位で、スクリーンに投影した指標 (100×0.2cm の直線) が垂直であるか否かを「はい」「いいえ」で回答することとした。指標は時計回りを (+) とし、±0~5 度の 10 角度に垂直の 0 度を 2 回加え計 12 回をランダムに提示した。指標の背景は白無地、室内風景 (0 度)、同室内風景を時計回りへ 5 度および 30 度傾斜したもの (右 5 度, 右 30 度) の 4 条件とした。各 12 回の施行結果から、視覚的垂直認知の①正答数 (正確に垂直か否か判断した回数)、②平均値 (垂直と判断した角度の平均値)、③絶対値 (垂直と判断した角度の絶対値の平均)、④偏位幅 (垂直と判断した最大角度と最小角度の差) を算出した。重心動揺の測定は軌跡面積と総軌跡長の 2 項目とし、4 条件の検査中に加え、背景観察中の安静立位の計 8 回の測定を行った。視覚的垂直認知の各背景による違いはフリードマン検定、Wilcoxon 符号順位和検定 (Bonferroni の補正) を用いて、検査中の重心動揺と、背景観察中の重心動揺はそれぞれ繰り返しのない二元配置分散分析、Tukey-Kramer 法を用いて比較した。有意水準は 5% とした。

【結果】

視覚的垂直認知の正答数は、右 5 度 (9.4)、右 30 度 (9.2) は無地 (10.9) と 0 度 (10.7) とそれぞれ有意差があった。平均値 (度) は、右 5 度 (0.56)、右 30 度 (0.63) は 0 度 (-0.17)、0 度は無地 (0.23) と有意差があった。絶対値 (度) では右 5 度 (0.85) は無地 (0.34) と、右 30 度 (1.08) は無地および 0 度 (0.34) と、偏位幅 (度) では右 5 度 (2.05) と 30 度 (3.05) は無地 (0.85)、0 度 (0.95) とそれぞれ有意差があった。4 条件検査中の重心動揺結果に差はなく、右 5 度背景観察時の軌跡面積 (69.5mm²) は無地 (40.8) より大きく有意差があった。

【結論】

視覚指標の背景の傾斜は、重心動揺には影響せず、視覚的垂直認知を低下させた。よって、明所における健常者の視覚的垂直認知は、立位での固有感覚情報よりも視覚情報の影響を受けたことが示唆された。

P-KS-01-5**感音性難聴評価システム導入の検討 (第1報)**

中川 慧¹⁾, 大鶴 直史¹⁾, 猪村 剛史¹⁾, 橋詰 顕²⁾, 栗栖 薫²⁾, 中石真一路³⁾, 河原 裕美⁴⁾,
弓削 類^{1,4)}

¹⁾広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 生体環境適応科学,

²⁾広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 脳神経外科, ³⁾ユニバーサル・サウンドデザイン株式会社,

⁴⁾株式会社 スペース・バイオ・ラボラトリーズ

key words 感音性難聴・ミスマッチ反応・脳磁図

【はじめに, 目的】臨床現場においても, 難聴者とのコミュニケーションに難渋することが多い。高齢による難聴の多くは感音性難聴といわれており, 内耳から脳への伝達経路での障害が原因と考えられている。一般的に感音性難聴を評価する際には, 音の聞き分けができるかどうかの主観的評価が用いられているが, 加えて大脳皮質応答を客観的に評価することも重要と考えられる。そこで本研究では, 聞き取りやすさの条件を変更することで音の聞き分けに対する大脳皮質応答が変化するかを検討し, 感音性難聴を客観的に評価するシステムを確立することを目的とした。

【方法】実験に先立ち, 難聴者9名を対象に57-S語表(日本聴覚医学会)を用いた50音の聞き取り検査を行い, 聞き取りの難しい音・簡単な音を調査した。結果, 聞き取りの正答率が最も高い音は『ル』, 最も誤答が多かった組み合わせは『ミ』と『ニ』であったため, これらの音を用いて課題を作成した。課題は, 約20%の確率で逸脱音を呈示するoddball課題とし, 難課題(標準音『ニ』, 逸脱音『ミ』)と易課題(標準音『ル』, 逸脱音『ミ』)の2課題を設定した。計測は, 健聴者10名を対象に, シールドルーム内にて, 被験者前方3mの位置のスピーカーから700ms間隔で呈示される音(70dB)を聴いた際の聴覚誘発脳磁界を記録した。スピーカーには, 音の指向性および高音域の音圧を高め, 聞き手が聞き取りやすくなる構造を持つ『COMUOON[®]』(ユニバーサル・サウンドデザイン株式会社)および同一の素材で作られた標準的なスピーカーを使用した。なお計測中, 被験者には音に注意を向けないように指示した。各条件500回程度加算し, 逸脱音と標準音の差分波形(ミスマッチ反応:mismatch field)をもとに, 等価電流双極子推定法を用いて左右聴覚領域それぞれの活動源を推定し, 各条件での電流モーメントを比較した。

【結果】音の呈示に伴い, 刺激後100msをピークとする活動源が両側上側頭回付近に推定された。逸脱音から標準音の応答の差を求めると, 易課題では, スピーカーの種類に関わらず100ms(N1m)と220ms付近(P2m)にピークを持つ波形が記録された。一方, 難課題ではN1mの振幅が小さく, P2mの潜時が平均288msと遅かったが, 『COMUOON[®]』を用いることでP2mの潜時が平均259msと短縮した。

【結論】感音性難聴の客観的評価システムの導入を目的に聞き分けの難しい言語音を用いた課題を作成し, 聴覚誘発脳磁界を指標としてその有用性を検証した。その結果, 話し手側から聞き取りやすい音を伝える高精度のスピーカーを用いると, 音の認識に関与すると考えられるP2mの出現潜時が短縮した。これは本手法が感音性難聴の客観的評価に対する一つとして有用である可能性を示している。今後は, 難聴者を対象に計測を行い, 評価システムの確立を目指したい。

P-KS-02-1**ハムストリングス短縮の評価法の検討
骨盤の動きに着目して**中泉 大¹⁾, 浅井 仁²⁾¹⁾金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻リハビリテーション科学領域理学療法科学講座,²⁾金沢大学医薬保健研究域保健学系リハビリテーション科学領域理学療法科学講座**key words** ハムストリングス・骨盤・評価**【はじめに, 目的】**

ハムストリングスの短縮の評価には下肢伸展挙上(以下, SLR)テスト, 膝伸展テストなどが用いられる。SLRテスト時には骨盤が後傾するため, 見かけ上のSLR角度ではハムストリングス短縮の評価法として妥当性が低い可能性がある。膝伸展テストでは膝伸展運動の様式や股関節屈曲保持方法などの条件を変えたときの骨盤の傾斜角度については明らかになっていない。本研究は健康成人を対象として, SLRテストと膝伸展テストにおける運動様式を変えたときの骨盤後傾角度の違いを明らかにすることを目的とした。研究仮説: 自動運動での膝伸展テスト時, 骨盤の後傾が少ない。

【方法】

被験者は健康な学生20名とし, 右下肢を対象に背臥位でのSLRテストと膝伸展テストが行われた。皮膚上から骨盤(左右上後腸骨棘の高さで正中仙骨稜上)に傾斜角度計が取り付けられた。傾斜角度計はSLRテスト時には右下肢の大腿前面に, 膝伸展テスト時には右下肢の脛骨前面にそれぞれ取り付けられた。全ての実験は測定用ベッド上で行われた。

1) SLRテスト

背臥位を開始肢位とし, この肢位での骨盤傾斜角度が記録された。テスト最終域でのSLR角度と骨盤傾斜角度が記録された。測定は5回行われた。測定条件は運動様式の違い(自動, 他動)と骨盤・対側下肢の固定の有無の合計4条件とした。

2) 膝伸展テスト

背臥位で股関節及び膝関節90°屈曲位を開始肢位とし, この肢位での骨盤傾斜角度が記録された。テスト最終域での膝伸展角度と骨盤傾斜角度が記録された。測定は5回行われた。測定条件は股関節屈曲保持方法の違い(自動, 他動), 運動様式の違い(自動, 他動), 骨盤・対側下肢の固定の有無の合計8条件とした。

両テストともに骨盤の傾斜角度はテスト開始肢位から最終域までの角度変化量とした。

統計処理: SLRテストでは2元配置, 膝伸展テストでは3元配置の分散分析を行い, その後多重比較検定を行った。同条件でのテスト間の比較は対応のあるt検定を用いた。有意水準はそれぞれ0.05未満とした。

【結果】

SLRテスト, 膝伸展テストともに運動様式(自動, 他動)と骨盤・対側下肢の固定の有無について交互作用が認められず, それぞれに主効果が認められた。股関節屈曲保持方法の違い(自動, 他動)については主効果が認められなかった。SLRテスト, 膝伸展テストのそれぞれで, 骨盤角度変化量が最も小さかったのは, いずれも自動運動, 骨盤・対側下肢の固定あり条件であり(SLR $4.2 \pm 2.7^\circ$, 膝伸展 $0.6 \pm 2.1^\circ$), 他動運動条件での値(SLR $11.0 \pm 3.8^\circ$, 膝伸展 $3.4 \pm 1.6^\circ$)よりも有意に小さかった。自動運動, 骨盤・対側下肢の固定あり条件でのSLRテストと膝伸展テストにおける骨盤角度変化量は膝伸展テストでの値が有意に小さかった。

【結論】

本研究の結果より, 自動運動での膝伸展テストが, 臨床で多く用いられている他動でのSLRテストよりもハムストリングスの短縮の評価法として妥当性が高いことが明らかとなった。

P-KS-02-2**筋出力の相違から見た表面筋電図学的指標の感受性の検討**古川 公宣¹⁾, 下野 俊哉²⁾¹⁾星城大学リハビリテーション学部, ²⁾ポシブル医科学株式会社**key words** 表面筋電図・筋活動電位・経時的变化**【はじめに, 目的】**

筋活動電位は筋電図波形によって可視化でき、骨格筋の収縮様態によって様々な変化を示す。これを表現する指標は数多く存在し、筋出力や収縮持続時間の相違によって、その感受性が異なることが報告されてきた。しかし、統一的な見解はなかったため、これまでの我々の研究結果を統合し、その感受性を明らかにすることを目的とした。

【方法】

利き手側の上腕二頭筋を被験筋とし、健康成人を対象に肘関節 90° 屈曲位において最大随意収縮 (Maximum Voluntary Contraction: MVC) 時の出力に対する 25, 50, 75% で持続的等尺性収縮課題を行った。課題遂行は各出力が維持できなくなるまでとし、出力の ±5% の変動を許可した。各課題遂行時間を 10 等分する時点から 3 秒間の筋活動電位を抽出し (開始時, 10~90% 区間及び終了時の計 11 区間)、各区間の平均振幅値 (MA)、中間周波数値 (MDF)、Turn Amplitude (単位時間あたりに波形の極性が変化する点の数: TA)、Zero Crossing (単位時間あたりに波形が基線と交差する数: ZC) 及び MVC 発揮時の筋活動電位の最大振幅値を基準として振幅確率密度関数 (Amplitude Probability Distribution Function: APDF) を用いた各出力帯の出現確率を算出し (Dunnett 法)、開始時に対する各時間帯の有意性及び各指標間の関連性 (Spearman の相関分析) を有意水準を 5% に設定して検討した。

【結果】

各出力における課題の平均持続時間は 25%MVC で 653.7 ± 184.5 秒, 50%MVC では 119.7 ± 36.4 秒, 75%MVC は 48.9 ± 11.9 秒であった。各指標とも開始時と比較して終了時には有意な変化を示した。25%MVC の APDF では 5-10% 振幅帯が開始から 10% 時以降、有意な増加を示したが、その他の指標は早くとも 50% 時以降であった。これに対して 50%MVC では、TA、ZC が開始 20% 時以降、MDF が 30% 以降に有意な低下を示したが、その他の指標は早くとも 50% 時以降であった。75%MVC では TA が 10% 時以降、ZC および MDF がこれに続いて 20% 時以降と早期に有意な低下を示し、その他はやはり 50% 時以降という結果となった。また、各時期における指標間の関連性は、出力の相違や経時的に異なっていた。

【結論】

持続的筋収縮中の筋活動電位は、これは動員される運動単位の数、活動筋線維の交代頻度、検出領域と活動部位の位置関係など様々な要因によって発生する。本研究結果では、低出力時 (25%MVC) では 5-10% 振幅帯の増減、中から高出力 (50-75%MVC) では ZC や TA の感受性が高かった事に加え、各指標間の関連性が経時的に異なったことは、低出力での運動単位数主体の制御から、出力が高まるほど交代頻度による制御に移行し、持続時間の延長に伴い両者が混在するためであると考えられ、運動課題に適用する指標は、筋出力状況によって選択肢を変更することで、有用な分析が行えることが示唆された。

P-KS-02-3**表面筋電図周波数解析を用いた筋力低下後の回復過程と周波数特性の経時的関係性について**

亀山麻夏斗¹⁾, 豊田 慎一²⁾, 嶋 祥理¹⁾, 鈴木 雄也³⁾, 尾藤 伸哉³⁾, 柳瀬 準⁴⁾, 内川 智貴⁴⁾, 下野 俊哉⁵⁾

¹⁾秋田病院, ²⁾星城大学リハビリテーション学院, ³⁾さくら総合病院, ⁴⁾前原外科 整形外科,

⁵⁾日本リハビリテーション技術教育機構

key words 表面筋電図・周波数解析・筋力低下

【目的】

理学療法において筋力低下に対しては積極的な筋力トレーニングが行われている。しかし、筋力の回復過程の多くは筋力を指標としており、筋活動、特に周波数で経時的な解析をした報告は殆どされていない。表面筋電図の周波数解析では、筋疲労や筋線維 Type の変化を見極めるために用いられている。

そこで本研究では筋力低下を認めた入院患者を対象に、筋力の回復過程を周波数解析による筋線維 Type 別の活動性に着目し、経時的な関係を明らかにすることである。

【方法】

筋力低下を認められ、筋力トレーニングを開始した、入院患者 19 名（男性 8 名、女性 11 名、年齢 69.3 ± 19.5 、身長 157.1 ± 12 cm、体重 51.8 ± 11.8 kg、BMI 20.7 ± 2.5 ）を対象とし、週 1 回の計測を最大で 5 週まで計測した。

動作課題は端座位、膝関節屈曲 90° における膝関節伸展とし、ロードセル及び HDD を使用して 4 秒間の等尺性最大随意収縮を計測した。

表面筋電図の計測には表面筋電計 NORAXON 社製 Telemetry2400T、解析ソフト MyoResearch XP を用い、被験筋は患側下肢の大腿直筋 (RF)、外側広筋 (VL)、内側広筋斜頭 (VMO) とした。開始後 3 秒間を排除し得られた 1 秒間の筋電波形より高速フーリエ変換による周波数解析を行い、中間周波数及び 20Hz 毎に区分された周波数帯域を算出した。最大筋力、中間周波数の評価項目においては、初回施行時を 100% として正規化し検討した。

統計学的解析には一元配置分散分析、Post hoc test に Tukey-Kramer 法を用いて有意水準 5% 未満とした。

【結果】

最大筋力は経過に伴い増加する傾向を示し初回施行時から 3 週目で有意な差を認めた。中間周波数では RF、VL、VMO すべてにおいて経時的な変化による有意な差は認めなかった。そこで、初回施行時より筋力が 1 週目で 10% 以上増加した群を回復群、10% 未満だった群を回復遅延群の 2 群に分けた結果、中間周波数では回復群において VMO が 2 週目に高周波帯へ推移する傾向があった。回復遅延群では RF が 4 週目に高周波帯へ、VL が 4 週目に低周波帯へ推移する傾向があった。周波数帯域では回復群において VMO は高周波帯域に推移し、VL は低周波帯域に推移する傾向があった。

【結論】

今回の結果より最大筋力は初回施行時から 3 週目で有意な増加が認められ、筋力トレーニングによる効果が得られたことが考えられる。一方で中間周波数は経時的な変化は認められなかったが筋力の回復群において回復遅延群よりも VMO は Type II 線維が、VL は Type I 線維が優位に活動する傾向が認められた。このことより低下した筋力の回復過程では、各筋の特性によって筋線維の回復傾向が異なることが示唆された。

P-KS-02-4**超音波ジェルの温度差は組織温に影響を与えるのか？
ラットによる実験的研究**

中田歩美香, 浦野 由佳, 積山和加子, 梅井 凡子, 小野 武也, 沖 貞明

県立広島大学保健福祉学部理学療法学科

key words 超音波療法・温熱・ラット**【はじめに, 目的】**

超音波照射開始後にジェルの冷却効果と気化熱により組織温の温度低下が生じたとの報告があり, ジェルが温熱効果に影響しているのであれば, これを考慮して治療を行う必要がある。しかし, ジェルの温度を変化させることが温熱効果に影響するかは明らかになっていない。そこで直接法による超音波療法を行うにあたり, ジェルの温度の違いによって温熱効果に影響を与えるのかを明らかにすることを目的として動物実験を実施した。

【方法】

成熟 Wistar 系雌ラットを対象とし, 室温(約 26℃)のジェルを用いる室温ジェル群(6匹)と約 40℃ に温めたジェルを用いる 40℃ ジェル群(6匹)の2群にランダムに分けた。麻酔下にて, ラットの左後肢を除毛し, 針型温度計をヒラメ筋の中央部と皮下の2か所に設置して筋内温度と皮下温度を測定した。温度測定は超音波照射前1分から開始し, 超音波照射後10分まで1分毎に記録を行った。超音波照射条件は, 周波数 3MHz, 照射時間率 100%, 出力 1.5W/cm²とし, 導子の有効照射面積の2倍の大きさをくり抜いた厚さ 3mm のゴム製マットを用いて実施した。ジェルは超音波照射の直前に照射部に付け, ジェルの温度変化を可能な限り防いだ。照射はストローク法で行い, メトロノームを使用することで速度の一定化を図った。また, 実施者の視覚を遮断した状態でジェルを選定し, どちらのジェルを使用しているか把握できないよう配慮した。統計処理として, 対応のある二元配置分散分析を行った後, Dunnett の多重比較を行い, 有意差の有無は危険率 5% 未満をもって判定した。

【結果】

皮下温度では, 交互作用は認められず, 40℃ ジェル群と室温ジェル群の両群間に有意差は見られなかった。室温ジェル群では開始直後にわずかだが温度低下が生じ, 40℃ ジェル群よりも遅れて温度は上昇した。筋内温度でも交互作用は認められず, 40℃ ジェル群と室温ジェル群の両群間に有意差は見られなかった。両群ともにほぼ同じ経過で温度上昇が生じた。

【結論】

皮下温度に関して, 40℃ ジェル群では開始直後の温度低下は生じず, 室温ジェル群より早期に温度上昇が見られた。これはジェルを温めたことでジェルの冷却効果がなかったためだと考えられる。また, 筋内温度では両群ともにほぼ同じ経過で温度上昇が認められた。筋内は皮下に比べ深部であるため, ジェル温の影響を受けにくいことが原因だと考えられた。本研究により, 直接法による超音波療法を行う際のジェルの温度は, 皮下温度のみに影響を与え, 筋内温度には大きな影響を与えないということが明らかとなった。治療を行う際にジェルを温めることで患者の不快感を軽減することが可能であるが, 超音波の本来の目的である深部組織に対する温熱効果を考えると, 必ずしもジェルを温める必要はないと言える。

P-KS-02-5**筋触診技術教育のための皮膚皮下組織筋模型の製作**磯貝 香^{1,2)}, 岡本 正吾²⁾, 山田 陽滋²⁾, 綾部 諒一³⁾, 大多和光介¹⁾¹⁾常葉大学, ²⁾名古屋大学, ³⁾静岡厚生病院**key words** 筋触診・教育・模型**【はじめに, 目的】**

我々は、筋触診技術教育を目的とした練習用模型を開発している。本研究の目的は、この模型の開発に必要なヒトの皮膚皮下組織及び筋の機械的特性と、ウレタンを用いた簡単な構造でヒトの機械的特性を模擬するための方法を明らかにすることである。

【方法】

1. 皮膚皮下組織及び筋の機械的特性の計測

対象は、筋疾患を持たない21歳の男子学生2人とした。測定部位は殿部とした。引張圧縮試験機にエコー装置のプロープを取り付け、圧迫力に応じた皮膚皮下組織と筋それぞれの厚さの変化を観測した。その結果をもとに、皮膚皮下組織と筋それぞれの応力-ひずみ曲線を求めた。

2. ヒト臀部を模擬した模型の製作とその応力-ひずみ曲線の計測

模型の製作に使用した材料はウレタン、綿生地、ニット生地である。ウレタンの中に平面状に挿入する綿生地の位置と枚数、また使用するウレタン硬化剤の混合比を変化させることで、機械的特性の異なる8種類の模型(モデル1~8)を製作した。すべての模型の最上面にはニット生地を貼り付けた。皮膚皮下組織層と筋層との境界が確認できた6種類の模型について、上記と同じ機器を用いて応力-ひずみ曲線を求めた。

3. 8種類の模型とヒト臀部組織との類似性の評価

評価者は、体表解剖学教育及び徒手理学療法に従事する臨床家10人であった(平均経験年数:19.3±9.4年)。上記8種類の模型を触診してもらい、その触感が似ている順位を決めてもらった。全評価者が割り当てたそれぞれのモデルの模型の順位にSteel-Dwass法を適用し、モデル間に順位の違いがあるかどうか調査した。有意水準は10%とした。

【結果】

1. 皮膚皮下組織及び筋の機械的特性の計測

皮膚皮下組織の応力-ひずみ曲線は強い非線形性を示し、非線形性は応力が10kPaに達する以前から強く現れた。2人の被験者の皮膚皮下組織のひずみは、87kPa負荷時に48%と52%に達した。筋の応力-ひずみ曲線の非線形性は皮膚皮下組織のそれよりも弱く、非線形性は応力が20kPaに達する付近で強く現れた。2人の被験者の筋のひずみは、87kPa負荷時に67%と45%に達した。

2. ヒト臀部を模擬した模型の製作とその応力-ひずみ曲線の計測

8種類の模型はそれぞれ異なる応力-ひずみ曲線を示した。その中で、皮膚皮下組織層に2枚、筋層に2枚の綿生地を挿入した模型(モデル7)が最もヒト臀部組織に似た応力-ひずみ曲線を示した。

3. 8種類の模型とヒト臀部組織との触察感の類似性の評価

他のモデルよりヒト臀部に似ていると統計的に判断されたモデルが4種類、似ていないと判断されたモデルが3種類抽出された。評価者の印象評価を加えた結果、最もヒト臀部組織に似ていると評価された模型はモデル7であった。

【結論】

ヒト殿部の皮膚皮下組織及び筋の機械的特性を明らかにした。模型の機械的特性をヒト殿部のそれに似せるためのウレタンと綿生地の組み合わせ構造の例を決定した。

P-KS-03-1**ラットの開放創に対する機械的伸張刺激による表皮被覆率と VEGF および α -SMA の変化**

森 雅幸¹⁾, 村田 健児²⁾, 国分 貴徳³⁾, 林 弘之⁴⁾, 亀田 光宏^{1,5)}, 森下 佑里¹⁾,
高柳 清美³⁾, 金村 尚彦³⁾

¹⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科 保健医療福祉学専攻 博士前期課程,

²⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科 保健医療福祉学専攻 博士後期課程,

³⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科, ⁴⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部, ⁵⁾春日部中央総合病院

key words 機械的伸張刺激・創傷治癒・mRNA

【はじめに, 目的】機械的刺激は, 組織のリモデリングを目的とした理学療法の実施において, 運動による荷重刺激や徒手的な伸張刺激などに応用されている。一方, 皮膚組織に対する機械的刺激は, シグナル伝達に影響を与え血管新生・細胞増殖を促すと考えられている。しかし, 開放創の機械的伸張刺激による影響は, 培養細胞やラットの生体外組織における検討が多く, 生体内における影響は十分に検討されていない。本研究の目的は, ラットの開放創に機械的伸張刺激を与え, 開放創の表皮被覆率の推移の観察とともに, 血管内皮細胞増殖因子 (Vascular Endothelial Growth Factor; VEGF) mRNA および平滑筋 α アクチン (α -smooth muscle actin; α -SMA) の発現について比較検討することである。

【方法】18匹のWistar系雄性ラットの背部に2か所の開放創を作成し, 左側を伸張側, 右側を非伸張側とした。開放創の吻側を固定し, 尾側方向に滑車と重錘を用いて50g重で伸張した。伸張刺激は創傷作成3日目より毎日行い, 伸張時間は2分伸張・1分休止×5セットとした。表皮被覆率は開放創の画像を用いImage Jにて計測した。mRNAの発現量は, 創傷作成3日後(Day 3), 5日後(Day 5), 9日後(Day 9)に開放創を含む皮膚組織を採取しリアルタイムPCR法による分析を行った。Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenaseを内部標準とし, $\Delta\Delta Ct$ 法を用いてVEGF α と α -SMAの遺伝子型であるActa2の相対値を算出した。統計処理はSPSSを用い, 伸張側・非伸張側の表皮被覆率に對し対応のあるT検定を行い, リアルタイムPCRの結果に對し二元配置分散分析と多重比較検定を行った。

【結果】表皮被覆率はすべての期間の非伸張側・伸張側において有意差を認めなかった。VEGF α の発現量は, 非伸張側との比較において伸張側Day 3は約4.0倍, 伸張側Day 5は約13.2倍, 伸張側Day 9は約0.6倍の値を示したがいずれも有意差を認めなかった。伸張期間の比較では, Day 3と比しDay 9は有意に低い値であった。Acta2の発現量は, 非伸張側との比較において伸張側Day 3は約1.0倍, 伸張側Day 5は約0.9倍, 伸張側Day 9は約0.8倍の値を示したがいずれも有意差を認めなかった。

【結論】伸張による開放創の肉眼的な明らかな変化はなかった。またVEGF α はDay 3からDay 5までは増加傾向, Acta2はDay 5からDay 9までわずかに減少傾向であることが示された。皮膚組織に対する伸張刺激は, 細胞増殖因子を増加させ, 血管新生・神経成長・表皮細胞増殖・真皮細胞増殖といった皮膚成長に加え再生を促進する反応が示されている。本研究の結果から, 強度や頻度を考慮した適切な伸張刺激は, 創治癒を阻害することなく, 創傷治癒を促進するVEGFを増加させ, 肥厚性瘢痕の原因となる α -SMAの増加を抑制する治療的戦略の一助となることが示唆される。

P-KS-03-2**ラット膝関節不動モデルに対する機械的刺激が膝蓋下脂肪体に及ぼす影響**竹田 圭佑^{1,2)}, 小島 聖³⁾, 渡邊 晶規⁴⁾, 松崎 太郎²⁾, 細 正博²⁾¹⁾金沢西病院, ²⁾金沢大学大学院医薬保健学総合研究科, ³⁾金城大学医療健康学部,⁴⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部**key words** 拘縮・膝蓋下脂肪体・振動刺激**【はじめに, 目的】**

関節拘縮は臨床で頻りに遭遇し, 日常生活活動の障害因子となり, また生活の質の低下につながる。関節拘縮の予防, 治療は理学療法士の責務であるといっても過言ではない。関節拘縮における病理組織学的観察を行った先行研究では, 脂肪体の萎縮, 線維増生, うっ血を認めている。関節における脂肪体の役割として関節周辺組織の保護, また脂肪体の柔軟性により関節運動を担保しているとされている。関節拘縮予防や治療の目的で, 脂肪体に対しマッサージやストレッチといったように機械的刺激を加える手技が散見されるが, その変化について組織学的検討を行ったものはない。そこで今回, 外固定中の膝蓋下脂肪体に機械的刺激として振動刺激を加え, 関節拘縮の予防効果を組織学的に観察, 検討を行うことを目的とした。

【方法】

対象は9週齢のWistar系雄ラット14匹(225~247g)を用い, それらを実験的に正常コントロール群(以下, 正常群)(n=5), 拘縮作成のみ行う群(以下, C群)(n=5), 拘縮期間中に振動刺激を行う振動刺激群(以下, V群)(n=4), に分けた。正常群はケージ内で1匹ずつ個別に飼育し, 2週間通常飼育を行った。C群は右後肢をギプスによる擦傷予防するため, 予め膝関節中心に後肢全体をガーゼで覆い, 股関節最大伸展位, 膝関節最大屈曲位, 足関節最大底屈位の状態で骨盤帯から足関節遠位部までギプスで固定した。固定肢の足関節遠位部から足趾までは浮腫の有無を確認するために露出させた。V群はC群と同様に2週間のギプス固定を行い, 振動刺激を加える膝蓋腱部分を露出させた。固定期間中に1日1回(7回/週)振動刺激を加えた。振動刺激は電動歯ブラシを用いた自家製装置を作成し, ギプス固定中の右後肢膝蓋腱へ刺激を加えた。振動刺激時間は1回につき15分間で施行した。実験期間終了後, 実験動物を吸入麻酔の過剰投与により安楽死させ, 右後肢膝関節を一塊として採取した。採取した膝関節を通常手技にてHE染色標本作製した。標本は光学顕微鏡下で観察し, 病理組織学的検討を行った。観察部位は膝関節を正中断にし, 関節前方の膝蓋下脂肪体を観察した。

【結果】

正常群では関節前方の膝蓋靭帯下で膝蓋下脂肪体が観察された。C群では膝蓋下脂肪体における脂肪細胞の大小不同, 線維増生が認められた。V群では脂肪細胞の大小不同, 線維増生が認められたが, C群に比してそれらの変化は軽微であった。

【結論】

ギプス固定による2週間の関節不動によって膝蓋下脂肪体には脂肪細胞の大小不同, 線維増生が認められ, 先行研究と同様の変化が観察された。関節固定中に振動刺激を加えることによって膝蓋下脂肪体の変化を軽減させることが示唆された。

P-KS-03-3**ラット膝関節拘縮モデルにおける坐骨神経周囲組織の病理組織学的変化
抗 IV 型コラーゲン抗体を用いた免疫組織化学的検討**吉田 信也^{1,2)}, 松崎 太郎³⁾, 細 正博³⁾¹⁾金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻, ²⁾金沢大学附属病院リハビリテーション部,³⁾金沢大学医薬保健研究域保健学系**key words** 拘縮・神経周膜・免疫組織化学**【はじめに, 目的】**

関節可動域制限の原因の一つとして神経系の可動性や柔軟性の低下が関与していることが考えられており, 我々は先行研究(吉田ら, 2009)においてラット膝関節拘縮モデルの坐骨神経における神経周膜の肥厚および神経束と神経周膜の密着(神経周囲腔の消失)を報告し, これが神経の滑走を妨げている可能性を示した。さらに前回大会で同部位に対し抗ラミニン抗体を用いた免疫染色を行い, 関節の不動や関節可動域運動(ROM-ex)により神経周膜に分子レベルで変化が生じていることを報告した。しかし細胞接着にはラミニン以外の因子の関与も考えられるがまだ明らかにはなっていない。本研究の目的は抗 IV 型コラーゲン抗体を用いて拘縮時の坐骨神経周囲組織の変化および ROM-ex がそれを与える影響について免疫組織化学的に検討することである。

【方法】

対象には 9 週齢の Wistar 系雄ラットを用い, それを無作為にコントロール群, 拘縮群, 運動群の 3 群に分けた。拘縮群および運動群は麻酔後, 右膝関節をキルシュナー鋼線と長ねじを使用した創外固定を用いて膝関節屈曲 120° にて不動化した。この際, 股関節, 足関節に影響が及ばないように留意し, ラットはケージ内を自由に移動, 水, 餌は自由に摂取可能とした。拘縮群は不動化を 2 週間継続した。運動群は不動化処置の翌日よりインフルランを用いた吸入麻酔による麻酔下で膝関節に対し 2 週間 ROM-ex を行い, ROM-ex 時以外の期間は不動化を維持した。ROM-ex は膝関節屈曲位を 5 秒間保持し, 次にバネばかりを使用して右後肢を坐骨神経に伸張ストレスが加わるように体幹より 120° 腹頭側方向へ約 1N で牽引し 5 秒間保持する運動を 3 分間繰り返した。ROM-ex は 1 日 1 回, 週 6 回, 2 週間施行した。コントロール群は 2 週間の自由飼育とした。全群ともに実験期間終了後にジエチルエーテルにて安楽死させ, 右後肢を股関節より離断した。採取した下肢を組織固定, 脱灰を行った後に大腿骨の長軸方向に平行な面で切断し, 中和後にパラフィン包埋して組織標本作製した。作製したパラフィンブロックを約 3μm にて薄切し, 一般染色としてヘマトキシリン・エオジン染色を行い, それに加えて免疫染色も行った。免疫染色では一次抗体には抗 IV 型コラーゲン抗体を用い, 観察部位は坐骨神経周囲組織の長軸方向に平行な断面とし, 光学顕微鏡下に病理組織学的に観察した。

【結果】

免疫組織化学的所見では, 全群全例で神経周膜と神経束の接着部位において IV 型コラーゲン陽性であり, その染色態度は群間で明らかな差はなかった。

【結論】

IV 型コラーゲンはラミニンと同様に基底膜構成成分の一つであるが, その染色態度は以前に報告したラミニンのものとは異なっていた。関節の不動や ROM-ex は神経周膜の IV 型コラーゲンには影響を及ぼさない可能性が示唆された。

P-KS-03-4**終末糖化産物 (AGEs) は固定に誘導される関節拘縮を悪化させる**小澤 淳也¹⁾, 金口 瑛典²⁾, 木藤 伸宏¹⁾, 田中 亮¹⁾, 森山 英樹³⁾¹⁾広島国際大学総合リハビリテーション学部, ²⁾医療法人あずさ会森整形外科リハビリテーション科,
³⁾神戸大学大学院保健学研究科**key words 終末糖化産物・関節拘縮・固定**

【目的】終末糖化産物 (AGEs) は、糖尿病や加齢により増加し、種々の病態発生に関与するほか、コラーゲン架橋を形成して物理的性質を変化させる。コラーゲン架橋は関節拘縮形成に重要な役割を果たすと考えられ、ラット関節固定後の関節包で、AGEs の一つであるペントシジンが増加する (Lee, et al., 2010)。しかし、関節組織での AGEs 蓄積が、拘縮の発症・進行に関与するかを実際に検証した報告は無い。本研究は、糖化が生じたラット膝関節を固定することで、AGEs が関節拘縮の発症・進行に果たす役割について検討することを目的とした。

【方法】8週齢雄性ラットを合計16匹を使用した。ラットの膝関節に糖化を誘導する目的で、100 µl の 2.0 M D(-)-Ribose (リボース群: 8匹) を、対照として同量の生理食塩水 (生食群: 8匹) を両膝関節内に2回/週投与した。8週間 (16回投与) 後、6匹 (各群3匹) のラットの両膝から後方関節包を採取し、高速液体クロマトグラフによるペントシジン量の測定を行った。10匹 (各群5匹) のラットには、右膝関節を 140° 屈曲位で3週間創外固定した。その後、膝関節伸展方向に 14.6 N/mm のモーメントを加えた状態で、膝関節可動域 (ROM) を測定した。筋性拘縮と関節性拘縮を区別するため、測定は膝屈筋群切断前後で行った。その後、関節組織を 4% パラフォルムアルデヒドで固定、脱灰し、矢状断パラフィン切片を作製した。HE 染色及びアルデヒドフクシンマッソンゴールドナー染色を行い、後方関節包を組織学的・形態定量的に解析した。さらに、切片から後方関節包を採取し、total RNA を抽出、逆転写反応により cDNA を作製し、線維化関連遺伝子であるトランスフォーミング増殖因子 (TGF-β1), I 型コラーゲン (COL1A1), III 型コラーゲン (COL3A1) の mRNA をリアルタイム PCR にて測定した。

【結果】ペントシジンは、リボース群で生食群の 9.2 倍に増加した ($P < 0.05$)。筋切断前 ROM (筋性要因と関節性要因を含む) は、非固定側及び固定側ともにリボース群と生食群の間に差がみられなかった。一方、筋切断後 ROM (関節性要因) は、非固定側では両群間に差がみられなかったのに対し、固定側ではリボース群で生食群よりも ROM が有意に減少した。二元配置分散分析では、関節固定とリボース投与に交互作用 (相乗効果) が認められた。後方関節包は、固定側で非固定側よりも滑膜長の短縮および関節包の肥厚が認められたが、リボース群と生食群の間に差はみられなかった。TGF-β1 mRNA 発現は、リボース投与や固定により変化しなかった。COL1A1 mRNA および COL3A1 mRNA は、リボース群の固定側で非固定側よりも有意に増加 (それぞれ 1.9 倍, 1.7 倍) した。固定側同士の比較では、COL3A1 mRNA で生食群よりリボース群で有意に増加 (1.5 倍) した。

【結論】関節組織の AGEs 蓄積は、関節拘縮を発症させなかったが、関節不動により、コラーゲン遺伝子発現促進を介して拘縮を増悪させる可能性が示された。

P-KS-03-5**理学療法介入効果検証に向けたラット変形性膝関節症モデルの検討**渡邊 晶規¹⁾, 小島 聖²⁾, 浅田 啓嗣³⁾, 細 正博⁴⁾¹⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部, ²⁾金城大学医療健康学部,³⁾鈴鹿医療科学大学保健衛生学部, ⁴⁾金沢大学医薬保健学域**key words** 変形性関節症・ラット・病理組織学**【はじめに, 目的】**

変形性関節症(以下, OA)の検証には様々な動物種ならびに介入モデルが報告されている。OAの誘発方法により, 関節構成体の損傷程度や痛み行動は様々であることから, 検証する内容により応じて選択されている。これらのモデルを用いた治療効果の検証は遺伝的操作または薬剤投与によるものが多く, 理学療法介入を検証した報告は乏しいのが現状である。OAに対する理学療法の重要な役割の1つとして, 早期からの介入による進行の予防があげられる。今後こうした理学療法介入においても, 基礎医学的な側面から検証を積み上げることは必須であるといえるが, この課題に先立ち, 種々のOAモデルの中から理学療法効果の検証に適したモデルを検討することが必要である。そこで本研究では, いくつかのOAモデルを作成して, 関節構成体の変化を組織学的に比較検討することを目的とした。

【方法】

対象には12週齢~15週齢のWistar系雄ラットを用いた。化学的発症モデルの作成には4週齢のラット2匹を使用し, 両側の膝関節内にモノヨド酢酸60mg/mlを50 μ l投与(以下MIAモデル)した。外科的発症モデルの作成には15週齢のラット6匹を用い, 2匹ずつ内側側副靭帯のみを切断するモデル(以下MCLモデル), これに加えて内側半月板を切除するモデル(以下, MMモデル), さらに加えて前十字靭帯を切断するモデル(以下, ACLモデル)を作成した。また, 12週齢のラット2匹を用いて内側半月板靭帯を切除するモデル(以下, DMMモデル)を作成した。最後に強制運動負荷モデルとして15週齢のラット3匹を用いて, 飼育期間中トレッドミル走行負荷を加えた。運動負荷は最初の1週間で速度と時間に順応させ, 続く3週間の間, 5%傾斜面を1日60分間で1km走行させた。いずれのモデルも介入開始から4週間で飼育期間とし, 期間終了後安楽死させ両膝関節を採取し, 組織標本を作成した。HE染色ならびにサフラニンO染色を行い光学顕微鏡下にて観察を行った。

【結果】

強制運動負荷モデル, MCLモデルにおいては関節構成体にOA様の変化を認めなかった。MIAモデルでは軟骨基質の染色性は広範囲で低下し, 一部の軟骨表面でfibrillationを認め, また関節遊離体も観察された。MMモデル, ACLモデルでは同じく部分的なfibrillationや関節遊離体を認め, 加えてeburnationも観察された。これらの変化は大腿骨側で顕著であり, また内側面に限局した変化であった。DMMモデルにおいては他のモデルと比較してもっとも限局した範囲でのみfibrillationを認め, その他著明な変化は観察されなかった。

【結論】

理学療法介入の効果検証を, ラットを使用して行う場合, 関節構成体の損傷が軽度であるDMMモデルが適していることが示唆された。

P-KS-04-1**踵腓靭帯の走行角度のバリエーションに関する肉眼解剖学的研究**吉塚 久記^{1,2)}, 柴田健太郎³⁾, 岩城 彰⁴⁾, 浅見 豊子⁵⁾, 倉岡 晃夫³⁾¹⁾専門学校 柳川リハビリテーション学院, ²⁾佐賀大学大学院 医学系研究科,³⁾佐賀大学医学部 解剖学・人類学分野, ⁴⁾けいめい記念病院 整形外科,⁵⁾佐賀大学医学部附属病院 リハビリテーション科**key words** 肉眼解剖学・踵腓靭帯・足部**【はじめに, 目的】**

足関節内反捻挫に伴う外側靭帯損傷は最も一般的なスポーツ損傷であり, 再発率は73% (Yeung, et al., 1994), 受傷後の慢性的な不安定性残存は72.6% (Braun, 1999) とされる。足部外側靭帯の中で, 踵腓靭帯 (CFL) は一般的に背屈で緊張し, 底屈で弛緩するとされるが, この逆のパターンや緊張状態の変化がみられないケースも存在する (Sarrafiian, et al., 2011)。このように, CFLの緊張をもたらす肢位に違いがあることは, 形態的な個体差が存在する可能性を示唆する。しかし, CFLの長さや幅・角度の平均値に関しては複数の報告があるものの, 走行角度のバリエーション分類は1961年にRuthが報告して以降みられず, その報告も75肢中45肢が術中所見である。また, 左右差や性差に関する検討はほとんど成されていない。

そこで, 本研究では解剖体を対象としてCFLの走行角度を分析し, その解剖学的バリエーション及び性差と左右差を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は, 解剖実習体26体52肢の足部とした。下腿筋膜・アキレス腱・上伸筋支帯・下伸筋支帯・上腓骨筋支帯・下腓骨筋支帯を順次切離した後, 外果後方に位置する長腓骨筋腱と短腓骨筋腱を切離し, 注意深くCFLを同定した。CFLの全体を剖出した後, 距腿関節0度かつ距骨下関節0度の肢位で, Goniometerを用いて腓骨長軸とCFLの成す角度を計測した。結果はRuthの報告を参考に, 0°, 5°, 10~45°, 50~70°, 80~90°のクラスに分類した。左右差と性差の検討は, Shapiro-Wilk検定とLevene検定にて各群の正規性と等分散性を確認後, 左右差には2標本t検定, 性差にはMann-Whitneyの検定を用い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】

全52サンプルの平均角度は $26.7 \pm 13.5^\circ$ であった。クラス別の結果は, 0°:1例(1.9%), 5°:2例(3.8%), 10~45°:46例(88.5%), 50~70°:3例(5.8%) 80~90°:0例(0%)となった。また, 左右差・性差に関しては, 右側: $25.6 \pm 13.6^\circ$, 左側: $27.9 \pm 13.6^\circ$, 男性: $27.5 \pm 14.0^\circ$, 女性: $26.0 \pm 13.3^\circ$ であり, いずれも有意差を認めなかった。さらに同一個体における左右のCFLの走行角度の一致率(左右の角度差が $\pm 10\%$ の範囲内)は38.5%であった。

【結論】

本研究では, CFLの走行角度に関する解剖学的なバリエーションを検証した。Ruthの報告と同様に, 10~45°の走行角度を有するCFLが多数を占めたが, この範囲から外れたケースも少なからず存在することが明らかとなった。統計学的に有意な左右差や性差は認めなかったが, 左右一致率は38.5%であり, 同一個体内の左右差についての新たな知見も得られた。これらの結果は, 足部外側靭帯損傷の更なる理解に有用と考えられる。

P-KS-04-2**股関節疾患患者にみられる関連痛の発生機序解明にむけた関節枝の分布状況に関する肉眼解剖学的検討**坂本 淳哉¹⁾, 真鍋 義孝²⁾, 弦本 敏行³⁾, 本田祐一郎⁴⁾, 片岡 英樹⁵⁾, 中野 治郎¹⁾, 沖田 実¹⁾¹⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科運動障害リハビリテーション学研究室,²⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科顎顔面解剖学分野, ³⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科内眼解剖学分野,⁴⁾長崎大学病院リハビリテーション部, ⁵⁾社会医療法人長崎記念病院リハビリテーション部**key words** 肉眼解剖学・関連痛・関節枝

【はじめに, 目的】股関節疾患患者では患部を起源とした関連痛が膝関節前面にみられることが多く, その発生機序の仮説の一つとして二分軸索感覚ニューロンの関与が考えられているが, この点に関する解剖学的な根拠はこれまでに十分に示されていない。一般に, 股関節および膝関節前面の知覚は大腿神経ならびに閉鎖神経から分岐する関節枝が支配するとされているが, これらの関節枝の分布状況を同時に検討した報告はこれまでになく, 前述したような関連痛の発生機序を明らかにするためには股関節枝と膝関節枝の分布状況を同時に検討する必要がある。そこで, 本研究では日本人遺体における大腿神経ならびに閉鎖神経から分岐する股関節枝および膝関節枝の分布状況について検討した。

【方法】対象は平成24年度ならびに平成26年度に所属大学の歯学部人体解剖学実習に供された日本人遺体9体9肢(男性5体, 女性4体, 右側1肢, 左側8肢)で, 各遺体における大腿神経および閉鎖神経から分岐する股関節枝と膝関節枝を剖出・観察した。なお, 観察は所属大学内の定められた解剖学実習室でのみ行い, 実習室の管理者の管理・指導のもと, 礼意を失わないように実施した。

【結果】大腿神経から分岐する股関節枝には①恥骨筋枝から分岐して前内側に達する枝(4肢, 44.4%), ②腸骨筋枝から分岐して前外側に達する枝(3肢, 33.3%)が認められ, 閉鎖神経から分岐する股関節枝には①前枝から分岐して股関節前内側に達する枝(3肢, 33.3%), ②後枝から分岐して股関節前内側に達する枝(2肢, 22.2%)が認められた。一方, 大腿神経から分岐する膝関節枝には①内転筋管内を下行した後に膝蓋骨内側に達する枝(2肢, 22.2%), ②内側広筋枝から分岐して膝蓋骨内側に達する枝(5肢, 55.6%), ③膝関節筋枝から分岐して膝蓋骨上に達する枝(6肢, 66.7%), ④外側広筋枝から分岐して膝蓋骨外側に達する枝(1肢, 11.1%)が認められた。また, 閉鎖神経から分岐する膝関節枝は前枝から分岐して伏在神経と併走して膝蓋骨下内方に達する枝(1肢, 11.1%)が認められた。加えて, 各遺体における分布状況を検討したところ, 大腿神経の恥骨筋枝から分岐して股関節前内側に達する枝と内側広筋を貫通して膝関節前内側に達する枝を同時にみつ所見が3体で認められた。

【結論】以上の結果から, 股関節および膝関節の前面は主に大腿神経から分岐する関節枝により支配されることが明らかになった。そして, 先行研究を参考にすると, 股関節および膝関節の前内側を大腿神経が同時に支配している所見は両関節を支配する二分軸索感覚ニューロンの存在を示す肉眼解剖学的所見とも考えられ, 股関節を起源とした膝関節の痛みの発生に関与している可能性が推察される。

P-KS-04-3**上殿神経が大殿筋を支配する例における詳細な神経の走行について**

荒川 高光

神戸大学大学院 保健学研究科

key words 遺体・解剖学・歩行**【はじめに、目的】**

上殿神経は通常第4と第5腰神経、第1仙骨神経から起こる仙骨神経叢の一枝で、上殿動静脈とともに大坐骨孔の梨状筋上孔から出て、中殿筋と小殿筋の間を走行しながら両筋へと筋枝を与え、さらに前方へと回って大腿筋膜張筋を支配する神経である。このような走行のために髄内釘の手術の際に上殿神経が傷つけられる危険性が指摘されている(Ozsoy, et al., 2007; Lowe, et al., 2012)。また上殿神経には殿部の皮膚や殿筋膜への知覚枝が存在することも報告されている(Akita, et al., 1992)。上殿神経の詳細な解剖学的情報は股関節リハビリテーションにおいても重要である。今回、梨状筋上孔を出た上殿神経が大殿筋への筋枝を持つ例に遭遇したため、詳細に観察することとした。

【方法】

所属大学医学部の解剖学実習用遺体1体(女性)を用いた。殿部や骨盤内に外傷や手術の既往はなかった。皮膚剥離後、大殿筋を反転する際に、梨状筋上孔から大殿筋に至る筋枝に気付き、全て糸でマークして、動静脈とともに切断して大殿筋を反転した。続いて中殿筋を反転し、小殿筋との間の上殿神経を剖出し、大腿筋膜張筋までその走行を確認した。所見をスケッチとデジタル画像にて記録した。

【結果】

梨状筋上孔からは上殿神経の他に、後大腿皮神経から分かれた下殿皮神経と会陰枝、総腓骨神経が出ていた。上殿神経は梨状筋上孔を出た後に、中殿筋の深層へと走行する手前で大殿筋に至る筋枝を3本出していることが確認できた。大殿筋の最も頭側の筋束(腸骨稜起始)へと筋枝を送り、仙骨から起始する筋束にも筋枝を出した。本筋枝が大殿筋内を通り抜けて後方へ出て知覚枝になる様子は現在のところ発見できていない。上殿神経は大殿筋へ筋枝を出した後、中殿筋と小殿筋の間を走行しながら両筋に筋枝を出し、大腿筋膜張筋へ達した。大腿筋膜張筋への筋枝が一部本筋を貫いて筋膜へと出ていた。梨状筋下孔からは脛骨神経と下殿神経が出ていた。下殿神経は大殿筋の下方の筋束へと筋枝を出していた。後大腿皮神経の残りの枝と陰部神経は未確認である。

【結論】

上殿神経が大殿筋を支配する例の報告は現在のところ存在せず、本例は臨床的にも非常に貴重な例である。すなわち、上殿神経を傷つけるリスクのある手術を行った際には、ごく稀ではあるが、大殿筋の支配神経を傷つけている可能性も否定できないのである。さらには、上殿神経が傷つけられると、大転子付近の筋膜や皮膚への知覚が障害される可能性もある。術後のフォローアップの際に理学療法士が知っておかねばならない詳細な解剖学的情報の1つと位置づけられる。今後本例の上殿神経などの起始分節を確かめるとともに詳細に解析を加えていきたい。

P-KS-04-4**健常成人における脚長差と補高が歩行に及ぼす影響
利き脚と非利き脚での検討**

木村 和樹^{1,2)}, 木村 健作³⁾, 伊藤 晃洋⁴⁾, 飯島 進乃⁴⁾, 伊藤 将円⁴⁾, 島野 祐輔^{2,4)},
遠藤 佳章^{1,2)}, 三浦 寛貴^{1,2)}, 鈴木 悠^{1,2)}, 柴原 京⁴⁾

¹⁾国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室, ²⁾国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻,
³⁾筑波大学大学院 体育学専攻, ⁴⁾国際医療福祉大学病院 リハビリテーション室

key words 脚長差・利き脚・歩行

【はじめに, 目的】

一般的に正常歩行とは左右対称的な動作の繰り返しとされ、臨床においても左右差に注目して歩行観察に重点がおかれている。そのため、脚長差の評価は重要である。しかし脚長差 1.0cm 未満では姿勢アライメントや歩行に影響がないと報告されている。利き手や利き脚の定義があるように人間の動作において優位に用いる四肢があるのが現状である。脚長差についても利き脚の影響について検討する必要がある。そこで本研究では、1.0cm の足底補高を行ない利き脚と非利き脚で歩行への影響を検討した。

【方法】

対象者は健常成人男性 23 名とした。年齢は 21.3 ± 2.7 歳、身長は 173.7 ± 7.4 cm、体重は 65.9 ± 10.6 kg、BMI は 21.7 ± 2.2 kg/m²であった。すべての対象者はボールを蹴る脚は右脚であり、右利き脚であった。

脚長差の測定として背臥位にて左右の棘果長をメジャーにて測定した。3 回測定してその中央値を代表値とした。歩行の条件は補高なし、右脚に 1.0cm の補高、左脚に 1.0 cm の補高の 3 条件とし、条件はランダムにて実施した。快適歩行速度にて 10m 歩行の計測として 16m を歩行し、そのうち開始と終了 3m を除いた 10m を計測した。開始と終了ラインを超えて踵が接地した場所にマーキングし、歩行距離と時間を計測して歩行速度 (cm/sec) を算出した。歩行距離と歩数から歩幅 (cm) を算出した。

統計処理として、脚長差については対応のある t 検定を行った。歩行については 3 条件を水準とした一元配置分散分析後、下位検定としてボンフェローニ法を用いた。なお有意水準は 5% とした。統計ソフトは SPSS21.0J (IBM Japan Inc) を使用した。

【結果】

棘果長について右脚 89.0 ± 4.3 cm、左脚 89.0 ± 4.4 cm であり、有意な脚長差は認められなかった。歩行について補高なしでは速度 149.7 ± 13.5 cm/sec、歩幅 71.4 ± 6.3 cm であった。右脚 1.0cm 補高では速度 140.3 ± 17.7 cm/sec、歩幅 70.0 ± 6.5 cm であった。左脚 1.0cm 補高では速度 139.4 ± 17.0 cm/sec、歩幅 69.5 ± 6.4 cm であった。速度と歩幅において有意な差が認められなかった。

棘果長において脚長差は認められなかった。利き脚やなどの定義があるように、日常生活において左右脚の使用頻度が異なる。木村らによると健常成人でさえ歩行周期に左右差があると報告している。そのため、脚長差において利き脚の影響も検討する必要がある。本研究において、1.0cm の人為的な脚長差は歩行速度と歩幅に影響は無く、利き脚による差も認められなかった。健常成人であれば利き脚に関係なく、人為的脚長において歩幅を十分に確保でき歩行速度を保つことができたと考えられる。左右の下肢の役割は異なり、さらに棘果長の対称性を失うことで、左右の下肢へ非対称的にメカニカルストレスが加わっていくと考えられる。今後の課題として、歩行時の足底にかかる剪断力を計測し脚長差の影響を検討していく。

P-KS-04-5**Modified Navicular Drop と Dynamic Navicular Drop の関係—走行動作に着目して—**

熊澤 義弘, 松本 美帆, 城下 貴司

群馬パーズ大学

key words 内側縦アーチ・走行・舟状骨

【はじめに, 目的】 Brody (1982) は Navicular drop test (以下 ND) を提唱した。ND は, 端坐位と立位において, 床から舟状骨結節の高さを計測しその差を算出する方法である。城下 (2013) は Modified Navicular Drop Test (以下 Modified ND) を提唱した。Modified ND は坐位時 20% 荷重での ND の計測を推奨するものである。また, Rasmus (2009) は Dynamic Navicular Drop (以下 DND) を提唱した。DND は歩行時の立脚相の内, 踵接地時の舟状骨結節の高さと, 最も舟状骨結節が低下した時の高さとの差を算出する方法である。Michael (2012) らは ND と DND を計測し, 相関係数を算出した結果, ND と歩行での DND には有意な相関性があったと報告した ($r=0.357$, $p<0.001$)。以上から, ND と走行時の DND の関係性についての報告が少ないため, 本研究で明確化することを目的とした。

【方法】本研究の対象は 6 ヶ月以内に著明な整形外科疾患の既往のない健康成人 15 名とした。静的な足内側縦アーチは, デジタルノギス, 体重計 2 台, 昇降式ベッドを使用して Modified ND の計測を行った。DND の計測で使用する機材は三次元動作解析装置, 赤外線カメラ 9 台, 床反力計 1 枚とした。被験者に全身に 38 個の反射マーカ―を貼付した。走行の計測は定常走行とし, 床反力計の 1 枚目に踵接地させた。解析は Modified ND を小群 (5mm 未満群) と大群 (5mm 以上群) に分類した。統計は単回帰分析と Mann-Whitney の検定を用いた (有意水準 5% 未満)。

【結果】 Modified ND と走行の DND は, 相関が見られなかった ($R=0.207$, $R^2=0.047$, $p=0.496$) Modified ND 大群・小群で分けた DND は大群: 7.8 ± 1.0 mm, 小群: 7.8 ± 0.7 mm であり, 有意差は見られなかった ($p=0.738$) 舟状骨が最も低下した時の走行周期と足関節内の底屈モーメント (以下 AM) 最大値の走行周期は, 相関が見られた ($R=0.706$, $R^2=0.499$, $p=0.00694$)。舟状骨が最も低下した時の走行周期と動的足関節背屈角度 (以下 AA) の最大値の走行周期は相関が見られた ($R=0.676$, $R^2=0.457$, $p=0.00111$)。AM の最大値の走行周期と AA の最大値の走行周期は相関が見られた ($R=0.766$, $R^2=0.587$, $p=0.00224$)。AM の最大値と AA の最大値は負の相関が見られた ($R=0.622$, $R^2=0.387$, $p=0.00231$)。

【結論】 Modified ND と走行の DND は相関が見られず, 分類された Modified ND と DND においても有意差は見られなかった。Michael らは ND と歩行の DND は有意な相関を報告した。しながら, 本研究では, 内側縦アーチを変動させる要因は走行には見られず, 走行よりも歩行に関連性があることが示唆された。舟状骨が最も低下した時とモーメント最大値, 足関節背屈角度最大値の 3 つの走行周期は同期し, モーメントと足関節背屈角度は負の相関が示唆されたことは, 興味深い結果だった。

P-KS-05-1**高強度パルス照射型直線偏光近赤外線が局所循環動態に与える影響
健常者の無作為化比較対象試験による基礎的研究**竹内 伸行^{1,2)}, 臼田 滋³⁾¹⁾高崎健康福祉大学 保健医療学部 理学療法学科, ²⁾本庄総合病院 リハビリテーション科,³⁾群馬大学大学院 保健学研究科**key words** 直線偏光近赤外線・循環動態・健常者

【はじめに、目的】直線偏光近赤外線 (Linear polarized near-infrared rays ; LPNR) 治療器は広く使われており、より深達性を高めた高強度パルス照射型 LPNR (High intensity pulse irradiation with LPNR ; Hi-LPNR) 治療器も臨床応用されている。LPNR は創傷治療にも用いられており、その機序に循環動態の変化がある。Hi-LPNR も同様の効果が期待できるが報告は見当たらない。本研究は Hi-LPNR 照射が局所循環動態に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健常成人 20 人 (23.8±4.7 歳, 男 13 人, 女 7 人) の一側下肢で、照射群と対照群 (各 10 人) に無作為に割り付けた。照射群は腓腹筋筋腱移行部起始側に Hi-LPNR を照射 (Superlizer PX t1 [東京医研], 8W, 5 分間, 3m 秒 on-7m 秒 off のパルス照射, 口径 20mm) した。介入前後に酸化 Hb 量 (O-Hb), 還元 Hb 量 (D-Hb), 全 Hb 量 (T-Hb), 組織酸素飽和度 (StO₂) を近赤外分光法により測定した (BOM-LITRW, OMEGAWAVE 社を使用)。送光用プローブと受光用ディテクター間を 1.5cm, 3.0cm とし、皮膚表層から深部 1.5cm まで (浅層) と 3.0cm まで (全層) の循環動態を測定した。浅層は実測値で解析し、全層値から浅層値を引いた値を深層として解析した。全て介入前後の変化量を求めて群間比較を行った (独立 2 群 t 検定, 有意水準 5%)。

【結果】各指標の変化量を照射群/対照群で示した。浅層 O-Hb は 0.02±0.64/0.33±0.91 [ml/min/100g], 浅層 D-Hb は -0.25±0.27/-0.12±0.25 [ml/min/100g], 浅層 T-Hb は -0.16±0.90/0.06±0.75 [ml/min/100g], 浅層 StO₂ は 0.49±0.93/0.68±0.47 [%] であった。深層 O-Hb は -0.13±1.44/-0.01±0.55 [ml/min/100g], 深層 D-Hb は -0.47±0.70/0.27±0.35 [ml/min/100g], 深層 T-Hb は -0.59±2.09/0.26±0.83 [ml/min/100g], 深層 StO₂ は 1.71±1.72/-0.91±0.83 で、照射群の深層 D-Hb が有意な低値 (p=0.008), 照射群の深層 StO₂ が有意な高値 (p=0.0004) を示した。

【結論】LPNR の先行研究では組織温や血流上昇、血管拡張等が示唆され (木下ら 2004, 高城ら 2004), Hi-LPNR も同様の作用が期待できる。全 Hb 量は血流量の変化を反映し、先行研究でも血流量増加が報告されている。しかし本研究では浅層、深層共に T-Hb は変化せず、血流量に変化はなかった。また局所加温による代謝亢進で D-Hb 増加を認めた報告 (北澤ら 1999) があるが、本研究では照射群の深層 D-Hb は減少し、浅層は変化しなかった。継続加温は防御反応として皮膚温や血流量の低下を生じる (北澤 1999)。今回の照射時間は 5 分だが、Hi-LPNR の高い温熱作用で局所の防御反応が生じ代謝が低下、D-Hb が減少した可能性が考えられ、さらに Hi-LPNR の高深達性が深層の循環動態に影響を与えたと示唆された。しかし対象者属性、使用機器、照射条件などが先行研究と本研究とは相違しており一概に結果を比較することは難しい。これらは先行研究と異なる結果を示した一因と示唆された。条件を統一した効果判定は今後の課題である。

P-KS-05-2**温熱刺激と寒冷刺激が末梢神経再生に及ぼす影響**鈴木あゆみ^{1,2)}, 堂野 牧人³⁾, 荒川 高光²⁾, 三木 明徳²⁾¹⁾有馬温泉病院 総合リハビリテーション室, ²⁾神戸大学大学院保健学研究科,³⁾神戸赤十字病院 リハビリテーション科部**key words 温熱刺激・寒冷刺激・末梢神経再生**

【はじめに, 目的】これまで我々の研究室では, 骨格筋損傷直後に与えた温熱刺激や寒冷刺激が筋の再生に及ぼす影響を検討してきた。損傷直後の寒冷刺激は二次変性やマクロファージの遊走を遅らせ, 筋の再生も遅延した (Takagi, et al., 2011)。一方, 損傷直後の温熱刺激は筋の再生を促進した (Takeuchi, et al., 2014; Hatade, et al., 2014)。筋が損傷されると, 同時に支配神経も損傷される場合が多いと言われており, 筋の機能回復は筋の再生だけでなく, 支配神経の再生も重要である。しかし, 損傷直後に与えた温熱刺激や寒冷刺激が末梢神経の再生に及ぼす影響はまだ十分に調べられてはいない。よって, 本研究ではその影響を組織学的に観察した。

【方法】10週齢の雄性 ddy マウスを対照群, 温熱群, 寒冷群の3群に分類した。これらの動物を麻酔下で左後肢外側に皮膚切開を加えて坐骨神経を露出し, 大腿中央部より少し近位で坐骨神経を切断した。皮膚縫合後, 温熱群と寒冷群に坐骨神経切断5分後から20分間, 42℃のホットパックあるいはアイスパックを神経切断周囲部の皮膚に当てた。損傷後6・12時間及び1・2・3・5・7日に断端より近位約1cmの坐骨神経を麻酔下で摘出し, トルイジンブルー染色を用いて形態学的に観察した。またNFH, S100, ED1を用いてそれぞれニューロフィラメント, シュワン細胞, マクロファージの動態を免疫組織化学的に観察した。3群間の比較には二元配置分散分析を用いた。

【結果】対照群では切断6時間後に, 断端付近に髄鞘内が空洞化した有髄線維を認め, 切断1日後に髄鞘の外側に再生神経を確認した。そして, 切断7日後には断端付近に小さな神経腫を形成した。温熱群は切断12時間後で再生神経を認め, 切断5日後で神経腫を観察した。一方, 寒冷群は切断2日後でようやく再生神経を認め, 切断7日後でも神経腫は観察されなかった。ED1陽性のマクロファージは, 切断1日後まで3群間で有意差はなかったが, 温熱群では髄鞘変性を明瞭に認めるようになった切断2日後において, 対照群や寒冷群に比べ有意に多く観察され, その後3群とも増加傾向を示した。しかし, 切断7日後でも温熱群は他の2群に比べ有意に高値を示した。なお対照群と寒冷群の2群間に有意差は認めなかった。髄鞘変性は対照群で切断3日後, 寒冷群で5日後に認め, S100陽性のシュワン細胞は温熱群で他の2群に比べ早期に出現する傾向を示した。

【結論】今回, 温熱群で二次変性やマクロファージの遊走, 再生神経が対照群より早くから観察され, 寒冷群で遅延していた。シュワン細胞はマクロファージなどの炎症性細胞を誘導し, 神経再生に必要な種々の成長因子を分泌すると言われており, 温熱刺激は髄鞘変性を促進することで末梢神経の再生を促進する可能性が示唆された。しかし, 温熱療法を臨床適用するにあたっては, その他の様々な影響をさらに詳細に検討する必要がある。

P-KS-05-3**高周波温熱療法 Capacitive and Resistive Electric Transfer が筋組織内循環動態、筋温及び軟部組織柔軟性に与える影響**

横田 有紀¹⁾, 西口 周^{2,3)}, 福谷 直人²⁾, 田代 雄斗²⁾, 城岡 秀彦²⁾, 野崎 佑馬²⁾,
平田日向子²⁾, 山口 萌²⁾, 田坂精志朗²⁾, 松原 慶昌²⁾, 長谷川 聡²⁾, 青山 朋樹²⁾

¹⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法専攻, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻,

³⁾日本学術振興会特別研究員

key words 高周波温熱・近赤外線分光法・筋組織内血流

【はじめに、目的】

近年、筋を始めとした軟部組織の柔軟性を改善させる手段の一つとして高周波温熱療法 Capacitive and Resistive Electric Transfer (以下 CRet) が注目されており、疼痛緩和や組織修復の促進などの効果に関する報告がなされている。これらの効果には酸素供給を含めた血液循環動態の促進が重要であるが、CRet が筋組織内循環動態や筋温に及ぼす影響については報告されていない。これを検討することで、スポーツ選手に好発し、筋の柔軟性低下が発生の一要因となる大腿二頭筋肉離れ予防及び治療や筋疲労の回復促進などへの活用が期待できる。よって本研究の目的は CRet が筋組織内循環動態、筋温及び軟部組織柔軟性に及ぼす影響について詳細に検討することとした。

【方法】

対象は健康成人 10 名とし、同一被験者に対し 3 条件の介入実験を行った。測定及び介入部位は右大腿二頭筋とした。介入方法は CRet 条件、ホットパック (以下 HP) 条件、sham (高周波照射なし) 条件とし比較検討した。CRet 条件は INDIBA[®] active ProRecovery を使用し、HP 条件は湿熱法で各々 15 分間大腿後面に施行した。sham 条件は機器の電源を入れずに、その他の条件は CRet 条件と同様の方法で行った。測定項目は、近赤外線分光法 (NIRS) にて総ヘモグロビン (Total-Hb)、酸化ヘモグロビン量 (Oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン量 (Deoxy-Hb) を測定した。また皮下 10mm の深部温 (DT-10mm)、表面温 (surface temperature : ST) 及び Straight Leg Raise (SLR) を測定した。Total-Hb、Oxy-Hb、Deoxy-Hb、DT-10mm 及び ST は介入 5 分前と介入直後から 30 分後まで 5 分毎に測定し、SLR は介入 5 分前、介入直後、15 分後、30 分後の計 4 回測定した。統計解析は介入方法と測定時間を 2 要因とする反復測定による二元配置分散分析を行った後に多重比較 (sidak 法) を実施した。

【結果】

Total-Hb、Oxy-Hb、DT-10mm、ST 及び SLR において交互作用を認めた ($P < 0.05$)。多重比較の結果では CRet 条件と HP 条件が sham 条件と比較し DT-10mm、ST 及び Oxy-Hb が介入直後から 30 分後まで有意に高値を示した ($P < 0.05$)。さらに、CRet 条件のみが SLR に関して介入直後から 30 分後まで sham 条件よりも有意に高値を示した ($P < 0.05$)。また、CRet 条件と HP 条件を比較した場合、各測定項目に有意な差は認められなかったが、Total-Hb、Oxy-Hb、DT-10mm、ST 及び SLR は介入直後から 30 分後まで CRet 条件の変化量の方が高い傾向であった。

【結論】

本研究の結果、HP と同様に CRet は持続的に筋組織内の循環動態及び酸素供給を促進する効果が示され、疼痛緩和や組織修復の促進に作用する可能性が示唆された。また CRet は持続的に筋組織の柔軟性を改善させる効果が示唆された。CRet と HP の比較では有意な差は認められなかったが、CRet の方が酸素供給や循環動態促進効果が高い傾向にあり、有効な治療手段となりうる可能性が伺えた。

P-KS-05-4**筋疲労に対する渦流浴の回復効果に関する検討**永井 杏亮¹⁾, 坂野 裕洋¹⁾, 豊田 慎一²⁾, 渡辺 将弘³⁾, 柳瀬 準⁴⁾, 内川 智貴⁵⁾¹⁾日本福祉大学 健康科学部, ²⁾星城大学リハビリテーション学院,³⁾東海記念病院リハビリテーション科, ⁴⁾前原外科・整形外科 小児科 リハビリテーション科,⁵⁾前原整形外科リハビリテーションクリニック リハビリテーション科**key words** 渦流浴・筋疲労・回復効果

【はじめに, 目的】骨格筋は, スポーツ等の激しい身体活動によって疲労し, 最大発揮筋力や筋力発揮時間などの筋パフォーマンスが低下する。一方, 温浴や冷浴, 炭酸泉浴などの渦流浴は, 筋疲労の回復を目的に身体活動後にしばしば用いられる物理療法のひとつである。しかしながら, これらの渦流浴が骨格筋の疲労回復に与える効果について比較検討している報告は少ない。そこで, 本研究では前脛骨筋を対象に, 筋疲労に対する温浴や冷浴, 炭酸泉浴の回復効果について比較し, 筋疲労回復に最も適した渦流浴の方法について検討した。

【方法】対象筋は, 健常大学生 40 名の右前脛骨筋とし, 渦流浴を行わない 8 名 (対照群), 不感温度で渦流浴を行う 8 名 (不感温度群), 不感温度で炭酸泉浴を行う 8 名 (炭酸群), 42℃ で渦流浴を行う 8 名 (温熱群), 10℃ で渦流浴を行う 8 名 (寒冷群) の 5 群に無作為に振り分けた。実験は安静 5 分, 運動課題, 介入 20 分, 運動課題の順に実施した。運動課題は, 等尺性最大筋力の 50% で右足関節を持続的に背屈させ, 筋力を維持出来なくなるまで行わせた。筋疲労の評価は, 各運動課題の持続時間 (秒) を計測し, 1 回目の値を 100% とした変化率を算出して比較した。また, 表面筋電図を用いて運動課題中における前脛骨筋の活動電位を記録し, 各運動課題開始直後と終了直前の 1 秒間の平均振幅, 中間周波数, 極性変化を求め, 1 回目の運動課題開始直後の値を 100% とした変化率を算出して比較した。統計学的解析は, 群内比較に Friedman 検定と Wilcoxon の符号付順位和検定を用い, 群間比較に Kruskal-Wallis 検定と Mann-Whitney 検定を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】運動課題の持続時間では, 炭酸群と寒冷群において他群と比較して有意な回復効果を認めた。平均振幅では, 炭酸群で有意な回復効果を, 寒冷群で有意な回復の遅延を認めた。中間周波数では, 温熱群と炭酸群で有意な回復効果を, 寒冷群で有意な回復の遅延を認めた。極性変化では, 対照群と温熱群, および炭酸群で有意な回復効果を, 寒冷群で有意な回復の遅延を認めた。

【結論】本研究結果から, 炭酸浴が筋疲労回復に最も適した渦流浴の方法である可能性が示唆された。これは, 炭酸泉に含まれる二酸化炭素がもたらすボーア作用や血管拡張作用によって, 有酸素系代謝が賦活され, ATP 産出量の増加や, 疲労物質の流出が促進されるためと推察される。一方, 冷浴では筋力発揮時間の回復は期待できるが, 筋活動様式をみると平均振幅の増加, 中間周波数の徐波化, 極性変化におけるターン数の低下といった, 疲労時と同様の結果となり回復の遅延が生じていると考えられるため, 筋疲労の回復を目的に冷浴を用いる場合には, 筋パフォーマンスの持続時間だけでなく筋活動様式を含めた配慮が必要であると考えられる。

P-KS-05-5**筋収縮様式の違いによるメカニカルストレスの変化が Enthesis (腱附着部) に及ぼす影響**黒尾 元基¹⁾, 国分 貴徳²⁾, 村田 健児³⁾, 金村 尚彦²⁾

¹⁾医療法人名圭会白岡整形外科リハビリテーション科, ²⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科,
³⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科後期課程

key words Enthesis・メカニカルストレス・附着部症**【はじめに, 目的】**

理学療法領域において, Enthesis の附着部症は非常に高頻度で認められる。また, Enthesis は神経・血管に乏しく修復能力は極めて低いとされ, 治癒に難渋することも多い。これに加え, 附着部症の発症メカニズムは未だ解明されておらず, 治療方針が一貫していないのが現状である。そこで本研究においては, 先行研究に基づき, ラットにおける抗重力筋である肩関節棘上筋に対し, 異なる筋収縮様式の運動負荷を優先的に与えるモデルを作成し, メカニカルストレスの変化が Enthesis に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

Wistar 系白色雄性ラット 18 匹 (3 週齢) を対象とした。先行研究に基づき, トレッドミル傾斜角度が 0 度の Level 群 (求心性, 遠心性収縮を同程度に負荷), +16 度の Up 群 (求心性収縮を優位に負荷), -16 度の Down 群 (遠心性収縮を優位に負荷) の 3 群にランダムに分類し, 分速 18m で 60 分間, 週 5 日で 4 週間の走行運動を実施した。介入終了直後, 麻酔下にて右肩関節を採取し, 固定, 脱灰処理後, 凍結包埋した。クリオスタットを使用し, 棘上筋の Enthesis が観察可能となるように前額面上で厚さ 14 μ m の切片を作成し, Hematoxylin-Eosin 染色, Toluidine Blue (以下, TB) 染色を実施した。各群 6 サンプルずつから検鏡により TB 染色後の画像を採取し, 画像解析ソフト WinROOF を用いて棘上筋の Enthesis における線維軟骨層 (以下, FC) と石灰化線維軟骨層 (以下, CFC) の面積を測定し, FC における CFC の割合を算出した。層の境界線は, 先行研究に基づき細胞形状から断定した。統計解析は一元配置分散分析を実施し, 後検定は Tukey 法を採用した (有意水準 5% 未満)。

【結果】

各群 6 サンプルにおいて, FC における CFC の割合の平均値 \pm 標準偏差は, Level 群 40.73 \pm 6.57%, Up 群 34.17 \pm 8.84%, Down 群 41.75 \pm 6.20% であった。Up 群, Level 群, Down 群の順に FC における CFC の割合が増加する傾向がみられたが, 各群において統計学的な有意差はみられなかった ($p>0.05$)。

【結論】

統計学的な有意差はみられなかったものの, FC における CFC の割合の増加傾向は, 棘上筋腱の附着部に対する負荷量の増加を示す可能性が高い。各群に負荷した運動の特性から, 遠心性収縮の割合が増加することが Enthesis に対するメカニカルストレスを増加させた可能性が示唆されたが, 今後更なる検証が必要である。本研究は小動物モデルではあるが, 臨床上非常に一般的な疾患である筋腱附着部症の発症メカニズムの解明に繋がる可能性があり, 今後更なる解明を進めることで, 本疾患に対する理学療法介入のエビデンスを確立することに繋がる基礎データを提示できる。

P-KS-07-1**視覚誘導性自己運動錯覚と運動イメージ想起の併用による皮質脊髄路興奮性変化の検討**奥山 航平¹⁾, 金子 文成^{2,3)}, 柴田恵理子^{2,3)}, 板口 典弘^{2,3)}¹⁾札幌医科大学大学院 保健医療学研究科 理学療法学・作業療法学専攻,²⁾札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第一講座,³⁾札幌医科大学 保健医療学部 未来医療ニューロリハビリテーション研究開発部門**key words** 自己運動錯覚・運動イメージ想起・運動誘発電位**【はじめに, 目的】**

運動イメージ想起とは、実際の運動出力を伴わずに作業記憶内で運動を内的に再現する過程である。様々な脳機能イメージング研究より、運動イメージ想起中には運動の発現に寄与する多くの脳領域が活動することが示されており、脳卒中片麻痺患者に対する治療手段として応用されている。しかし、運動イメージ想起の鮮明性や運動イメージ想起中の皮質脊髄路興奮性は、実際の運動経験に基づき並列的に変化すると報告されており、高齢者や脳卒中片麻痺患者では鮮明なイメージが困難となる。したがって、本研究では運動イメージ想起のトレーニング方法として視覚誘導性自己運動錯覚に着目し、皮質脊髄路興奮性の変化から、その有用性を検討することを目的とした。

【方法】

被験者は、健康な右利き成人とした。実験条件は、安静条件、運動イメージ想起(MI)条件、視覚誘導性自己運動錯覚と運動イメージ想起の併用(ILMI)条件の3条件とした。課題は、健康成人に対する運動イメージ想起の難易度を高めるため、手指の巧緻動作が求められるボール回転課題とした。被験者には、事前に右手でのボール回転課題を十分に行わせた後、左手でのボール回転課題をイメージさせた。ILMI条件では、被験者の前腕上に設置したモニタに右手でのボール回転課題の実施映像を左右反転提示し、映像に合わせてイメージさせた。自己運動錯覚強度の指標には、7リッカートスケールを用いた。皮質脊髄路興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激(TMS)を実施した際に、左第一背側骨幹筋(FDI)から記録される運動誘発電位(MEP)を用いた。TMSの刺激部位は左FDIのHot Spotとし、刺激強度は安静時に約1mVのMEP振幅が誘発される強度とした。本研究では、運動イメージ想起のトレーニング方法としてILMIの有用性を評価するため、ILMIを30秒間10セット行なった前後で、運動イメージ想起中のMEP測定を行った。統計学的解析として、MEP振幅は条件(安静、MI、ILMI)を要因として、反復測定一元配置分散分析を実施した。有意な主効果があった場合、Bonferroniによる多重比較検定を実施した。また、トレーニング前後の運動イメージ想起中MEP振幅に対して、対応のあるt検定を実施した($p < 0.05$)。

【結果】

安静条件、MI条件と比較して、ILMI条件におけるMEP振幅が有意に増大した。ILMIトレーニング後の運動イメージ想起中MEPは、トレーニング前と比較して有意に増大した。

【結論】

視覚誘導性自己運動錯覚と運動イメージ想起を併用することで、運動イメージ想起を単独で実施するよりも皮質脊髄路興奮性が増大することが示された。さらに、運動イメージ想起のトレーニングとして視覚誘導性自己運動錯覚と運動イメージ想起の併用を行うことで、運動イメージ想起中の皮質脊髄路興奮性が増大することが示された。本研究は、運動イメージ想起を臨床応用する上での基礎的な知見となり得ると考える。

P-KS-07-2**右頭頂葉に対する経頭蓋直流電流刺激 (tDCS) が視運動性眼振および姿勢制御へ及ぼす影響**岡 真一郎^{1,2)}, 池田 拓郎¹⁾, 近藤 遥奈¹⁾, 吉田 誠也¹⁾, 後藤 和彦³⁾, 光武 翼⁴⁾, 後藤 純信^{1,2)}¹⁾国際医療福祉大学 福岡保健医療学部, ²⁾国際医療福祉大学大学院, ³⁾博多メディカル専門学校,
⁴⁾白石共立病院**key words** transcranial direct current stimulation・姿勢制御・右頭頂葉

【はじめに, 目的】前庭機能障害は, ADL 低下や骨折による認知機能低下の媒介因子と報告されており (Semenov, et al., 2015), 前庭機能と姿勢制御の関係を検討することは認知症予防として重要である。右頭頂葉は, 感覚統合機能を有し (近澤ら, 2012), 前庭情報および視空間情報処理に関与するといわれている。tDCS は, 陽極刺激では脳機能を一過性に賦活, 陰極刺激では抑制することが可能であり (Nitsche, et al., 2003), 脳研究で活用されている。頭頂葉への経頭蓋直流電流刺激 (transcranial Direct Current Stimulation: tDCS) が前庭眼反射に及ぼす影響から, 右頭頂葉は前庭情報を統合すると示唆されている (Arshad, et al., 2014)。また, 前庭機能障害の評価である視運動性眼振 (Optokinetic nystagmus: OKN) は, 右半球優位性があり頭頂葉後部および頭頂島前庭皮質を賦活すると報告されている (Dietrich, et al., 1998)。このように, 大脳皮質前庭中枢における研究は, 脳画像研究および前庭眼反射など静的な状態での報告に限られており, 姿勢制御との関係についての報告はない。本研究の目的は, tDCS 陰極刺激によって右頭頂葉の機能を一過性に抑制し, OKN における電気眼振図 (Electrooculogram: EOG) および重心動揺計を用いて検討することとした。

【方法】対象は, 健康成人 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名, 21.8 ± 0.5 歳, 全例右利き) とした。tDCS は, DCstimulator (Neuroconn) を使用し, 国際 10/20 法に準じ P4 に陰極電極, 前頭部に陽極電極を設置し 1.5mA で 15 分刺激した。重心動揺検査は, Twin-gravicode6100 (ANIMA) を用い閉脚立位, 開閉眼での 60 秒間と, 閉脚立位, 開閉眼で頭部回旋 35° を 2Hz で回旋中の 10 秒間を測定した。OKN は, 白黒スリット刺激を CRT ディスプレイで 30 秒間提示し誘発した。白黒スリット刺激は, visualstudio2014 (Microsoft) を使用して作成した。EOG は, 筋電図・誘発電位検査装置 neuropack MEB-2200 (日本光電) を使用し, 対象者の左右外眼角に探查電極, 前額中央部に基準電極を接地し測定した。各測定は, tDCS 前後に測定し, 重心動揺検査と EOG の測定間隔は 3 日以上開けた。統計学的分析は, SPSS statistics 22.0 (IBM) を使用し, tDCS 前後の比較を対応のある t 検定, tDCS 前後差における重心動揺検査と EOG の関係は Spearman 順位相関分析を用い, 有意水準 5% とした。

【結果】tDCS 前後における EOG の変化値は, $12.3 \pm 7.8 \mu\text{V}$ と有意に増加した ($p < 0.01$)。tDCS 前後差における閉眼頭部回旋時の実効値面積と EOG の関係は, 有意な負の相関 ($r = -0.47$) を認めた。tDCS 前後の開眼時総軌跡長は, tDCS 前が 76.3 ± 21.1 cm から tDCS 後 90.3 ± 32.7 cm と有意に延長した ($p < 0.05$)。

【結論】右頭頂葉に対する tDCS 陰極刺激は, 大脳皮質前庭関連領野の機能を抑制したと考えられる。右頭頂葉は, 視覚および前庭覚が入力される開眼時の姿勢制御に寄与している可能性が示唆された。

P-KS-07-3**電気刺激付与からの筋弛緩動作における大脳皮質運動野の興奮性変化**菅原 憲一¹⁾, 田辺 茂雄²⁾, 鈴木 智高¹⁾, 米津 亮³⁾¹⁾神奈川県立保健福祉大学, ²⁾藤田保健衛生大学, ³⁾大阪府立大学**key words** 随意的筋弛緩・経頭蓋磁気刺激・運動誘発電位

【はじめに, 目的】筋弛緩制御は筋収縮と同様に時間的および出力の精密な調整が要求され, この制御の不調は日常的な活動に大きな影響を及ぼすものである。しかしながら, この筋収縮からの弛緩制御に関わる多様な脳活動を解析する知見は少ない。本研究は, 筋弛緩制御を明らかにする目的で随意筋収縮の間に当該筋に電気刺激を付与し筋弛緩の開始を制御する皮質運動野に生じる興奮性動態を経頭蓋磁気刺激法 (TMS) を用いた運動誘発電位 (MEP) を指標として検討した。

【方法】対象は健常成人 15 名 (男性 7 名, 平均年齢 21.4 ± 0.91 歳) であった。運動課題は座位にて自作の張力測定装置による手関節背屈運動を行った。電気刺激 (ES) は日本光電社製 isolator によって行った。刺激電極は, デイズボ電極を用い, 主動筋である右橈側手根伸筋 (ECR) に貼付し行った。刺激パラメータは, 周波数 100Hz, パルス幅 $100\mu\text{s}$ とした。刺激強度は, 感覚閾値 (ST) および運動閾値 (MT) の各 1.2 倍として付与した 2 群 (ST 群; $N=7$, MT 群; $N=8$) を構成した。被験者は手関節背屈を 20% 最大随意収縮 (MVC) で保持している状態から反応音により随意的弛緩を行う課題とした。その際, 刺激筋である ECR とその拮抗筋である橈側手根屈筋 (FCR) の 2 筋から TMS による MEP を同時記録した。TMS のタイミングは反応音後, 30, 60, 90ms の 3 つの区間で行い, 時間的な相違による興奮性変化をそれぞれ検討した。なお, control MEP は 20%MVC 保持時の MEP とし, 課題時 MEP をその比 (MEP 比) で示した。TMS は Magstim200 (Magstim 社製) を使用し, 刺激コイルは 8 字コイルを用いた。MEP 計測は誘発筋電計 (日本光電社製) を使用した。サンプリング周波数は 4kHz, 帯域幅は 5-2000 Hz とした。さらに, 反応音から一定随意収縮による筋張力が 50% 減衰するまでの時間を計測し弛緩に関わる反応時間の指標とした。データ解析は, ST 群と MT 群のそれぞれに ECR と FCR の MEP 比における ES 要因 (ES あり・なし) と反応音からの時間要因 (30, 60, 90ms) による 2 元配置分散分析を行った。有意水準は, 5% 未満とした。

【結果】高い強度の ES を与えた場合, 弛緩直前の ECR と FCR を支配する皮質運動野の興奮性は有意に増大を示した。またこの条件における弛緩に関わる反応時間が有意に短縮を示した。さらに, 反応音後 30ms と 60ms の間に有意差を認めた。

【結論】今回の結果から, 随意的筋収縮からの弛緩制御を行う期間において, 一過性の皮質運動野の興奮性上昇が認められ, またこの現象は弛緩を生じるためのトリガーとなっている可能性が示唆された。さらに, 主動筋への高強度の ES 付与によりこの一過性の興奮性上昇を賦活し弛緩を生じやすくすることが示唆された。

P-KS-07-4**自己運動錯覚を誘導する視覚刺激と末梢神経電気刺激の連合刺激により皮質脊髄路興奮性は持続的に増大する**金子 文成^{1,2)}, 高橋 良輔^{2,3)}, 柴田恵理子^{1,2)}, 板口 典弘^{1,2)}¹⁾札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第一講座,²⁾札幌医科大学 保健医療学部 未来医療ニューロリハビリテーション研究開発部門,³⁾医療法人社団進和会 旭川リハビリテーション病院**key words** 自己運動錯覚・連合刺激・経頭蓋磁気刺激**【はじめに, 目的】**

異なる経路から同期して入力する刺激は, associative stimulation (連合刺激) と呼ばれ, ヒトにおいても長期増強あるいは長期抑制様の Hebbian 可塑性を誘導することが知られている。Stefan ら(2000)は, 求心性感覚神経刺激と大脳皮質刺激を連合性ペア刺激として実施することにより, 運動誘発電位 (MEP) が30分以上増大することを報告した。我々が研究を続けてきた視覚誘導性自己運動錯覚 (KiNVIS) は, 主に連合線維系経路による入力の結果として皮質脊髄路興奮性が増大するものである。本研究の目的は, KiNVIS と投射線維系経路での入力とを連合させることで, 持続的な皮質脊髄路興奮性の変化を誘起することの可否について探索することを目的とした。

【方法】

被験者は, 健康な右利きの成人10名とした。連合刺激として, KiNVIS 中に末梢神経電気刺激を行った。KiNVIS のための視覚刺激には示指の屈曲伸展運動 (1周期6秒) の動画を用いた。動画提示用モニタの位置を調整し, 被験者が自覚的に自己運動錯覚を知覚することを確認した。末梢神経電気刺激は尺骨神経 (前腕遠位部) に行い, 刺激強度は感覚閾値の3倍とした。動画の示指が最大屈曲位となるタイミングで刺激した。KiNVIS と末梢神経電気刺激の連合刺激は15分間 (5分×3セット) 行なった。皮質脊髄路興奮性および短潜時皮質内抑制 (SICI) の評価として, 単発経頭蓋磁気刺激 (TMS) および二連発 TMS を実施し, MEP を記録した。TMS の実施部位は右第一背側骨間筋 (FDI) の最適部位とし, FDI からの MEP, および同時に記録可能であった小指外転筋 (ADM) からの MEP を解析した。単発および二連発 TMS の試験刺激強度は安静時に FDI から約1mV の MEP 振幅が誘発される強度とし, 二連発 TMS の条件刺激強度は運動時閾値の80%とした。二連発 TMS の刺激間隔は2ms と3ms を用いた。MEP は, 連合刺激前に2回, および直後, 20, 40, 60, 80分後に記録した。MEP の振幅と SICI は, 連合刺激前を基準として変化率を算出した。単発 TMS による MEP 振幅は反復測定一元配置分散分析, 二連発 TMS による SICI は測定時期と刺激間隔を要因として二元配置分散分析を実施した ($P < 0.05$)。

【結果】

単発 TMS による MEP 振幅は, 連合刺激後60分まで有意に増大していた。また, SICI は測定時期と刺激間隔に有意な交互作用があった。しかし, 両刺激間隔ともに, SICI の変化は有意でなかった。

【結論】

我々の用いた連合刺激で, 皮質脊髄路興奮性を持続的に増大させられることが示された。この変化が皮質内で生じているかどうかに関する明確な結果は示されていないものの, 今後の臨床応用に向けて, さらに研究を継続する価値が示されたと考える。

P-KS-07-5**両側下肢一次運動野に対する経頭蓋直流電気刺激は下肢交互運動の学習を促進するか？**

立本 将士¹⁾, 山口 智史^{1,2)}, 前田 和平¹⁾, 荒井 一樹¹⁾, 馬場 保人¹⁾, 田辺 茂雄³⁾,
近藤 国嗣¹⁾, 大高 洋平^{1,2)}

¹⁾東京湾岸リハビリテーション病院, ²⁾慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室,

³⁾藤田保健衛生大学医療科学部 リハビリテーション学科

key words 非侵襲的脳刺激法・運動学習・ペダリング運動

【はじめに, 目的】

下肢一次運動野に対する経頭蓋直流電気刺激(以下, tDCS)は, 片側足関節における運動学習を促進することが報告されている(Sriraman, et al., 2014)。一方で, 下肢運動は歩行をはじめとする両下肢の交互運動が主要であり, 中枢神経損傷後には下肢交互運動の再獲得が重要となる。そこで本研究では, 両側下肢一次運動野に対して tDCS を適用し, 下肢交互運動の学習に及ぼす効果を明らかにすること目的とした。

【方法】

対象は, 健康成人 24 名(平均年齢 24 ± 2 歳, 女性 11 名)とし, 中枢神経疾患および整形外科疾患の既往がない者とした。研究は, randomized, double-masked, sham-controlled design とした。課題条件は, 両側一次運動野への陽極 tDCS 刺激(両側 M1 刺激), 片側一次運動野への陽極 tDCS 刺激(片側 M1 刺激), 両側一次運動野への偽 tDCS 刺激(sham 刺激)の 3 条件とし, 被験者を各 8 名ずつに振り分けた。電極は, 両側 M1 刺激と sham 刺激では, 陽極電極(5×10 cm)を両側下肢一次運動野上に貼付した。片側 M1 刺激では, 陽極電極(5×5 cm)を右側下肢一次運動野の直上に貼付した。陰極電極(5×7 cm)は, すべての条件で前額中央部に貼付した。刺激強度は 2mA とし, 学習課題前に 15 分間実施した。sham 刺激は, 30 秒間のみ刺激を行った。学習課題は, 下肢ペダリング運動によるトラッキング課題とした。ペダリング運動には, StrengthErgo240(三菱電機エンジニアリング社製)を使用した。トラッキング課題は, ディスプレイ上の上下曲線に, ペダル回転速度を変動させることで上下に移動するマーカーを追従させる課題とした。学習課題は 1 施行 10 分間とし, 課題条件前に 1 回(PRE), その後 3 回(POST 1, 2, 3)実施した。学習の評価として, トラッキング曲線とマーカー追跡線との誤差面積(以下, RMS 値)を算出した。また, 介入後の RMS 値について, PRE の RMS 値で除し, 学習の変化率を算出した。統計解析は, 各条件での RMS 値について, 一元配置分散分析および介入前を基準とした Dunnett 法を用いた。また, 学習の変化率について, 各条件間の比較には, 一元配置分散分析および Bonferroni 法で補正した対応のない t 検定を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

各条件における RMS 値は, 全ての条件で有意な主効果を認めた(すべて $p < 0.001$)。多重比較検定の結果, すべての課題条件において, PRE と比較して, POST1, 2, 3 のすべてで有意差を認め, 運動の学習を認めた(すべて $p < 0.001$)。学習の変化率について, POST2 において, 有意な主効果を認めた($p < 0.05$)。その際の変化率は, 両側 M1 刺激が 66.7%, 片側 M1 刺激で 73.2%, 偽刺激は 79.5% であり, 両側 M1 刺激と偽刺激との間に有意差を認めた($p < 0.05$)。POST1 と 3 においては, 条件間に有意差を認めなかった。

【結論】

両側下肢一次運動野に対する tDCS は, 偽刺激条件と比較して, 下肢交互運動の運動学習を促進させることが明らかになった。

P-KS-07-6**末梢神経への電気刺激と経頭蓋磁気刺激の組み合わせが皮質脊髄路の興奮性変化に及ぼす影響**齊藤 慧^{1,2)}, 犬飼 康人^{1,2)}, 佐々木亮樹^{2,3)}, 中川 昌樹^{2,3)}, 大西 秀明^{1,2)}¹⁾新潟医療福祉大学医療技術学部, ²⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所,³⁾新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科**key words** 末梢電気刺激・経頭蓋磁気刺激・刺激間隔**【目的】**

脳卒中に対するリハビリテーション手法のひとつに paired associative stimulation (PAS) があり, それは末梢神経への電気刺激と対側の経頭蓋磁気刺激(TMS)のペア刺激を一定の間隔で繰り返し行う手法である。その効果として, 脳卒中により失われた運動機能を再建する効果が報告されており (Shin, et al, 2008), その効果には皮質脊髄路の興奮性増大が関与していると考えられている (Castel-Lacanal, et al, 2009)。しかし, この電気刺激と TMS のペア刺激がもたらす効果やその持続性が解明されていないため, 至適な PAS の周波数は未だ明らかになっていない。そこで, 本研究では, 末梢電気刺激と TMS のペア刺激が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響とその効果の持続性を検証した。

【方法】

対象は健常成人 11 名 (男性 8 名, 女性 3 名, 平均年齢 22.0 ± 0.6 歳) であった。ペア刺激は右正中神経への電気刺激と対側への経頭蓋磁気刺激の組み合わせとした。末梢神経への電気刺激は電気刺激装置 SEN-8203 (日本光電社製) を使用し, パルス幅を $200\mu\text{s}$, 刺激強度を運動閾値の 0.8 倍とした。運動閾値は短母指外転筋 (APB) の M 波が誘発される強度とした。TMS は磁気刺激装置 Magstim200 (マグスティム社製) と 8 字コイルを使用し, 刺激部位を右 APB の hotspot, 刺激強度を右 APB から 1mV の MEP が誘発される強度とした。ペア刺激による刺激条件は①末梢電気刺激と TMS の刺激間隔 (ISI) が 25ms , ②ISI が 100ms の 2 条件とし, 各条件は 1 週間以上の間隔を空けてランダムに実施した。これらの各刺激条件について, ペア刺激前後, 刺激後 5 秒, 10 秒, 20 秒で右の APB と小指外転筋 (ADM) の運動誘発電位 (MEP) の測定を行った。そのときの刺激強度は右 APB から 1mV の MEP が誘発される強度とした。統計解析は刺激条件と測定時間を要因とした 2 要因の反復測定分散分析を行い, post-hoc 比較に Tukey 検定を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

APB について, 2 要因の反復測定分散分析の結果, 測定時間に主効果を認め, 刺激条件と測定時間の間に交互作用を認めた (ともに $p < 0.05$)。ISI= 25ms について, ペア刺激前が $0.82 \pm 0.15\text{mV}$, ペア刺激中が $0.53 \pm 0.21\text{mV}$, ペア刺激後 5 秒が $0.60 \pm 0.28\text{mV}$, ペア刺激後 10 秒が $0.67 \pm 0.21\text{mV}$, ペア刺激後 20 秒が $0.56 \pm 0.12\text{mV}$ であった。ペア刺激中 ($p < 0.01$) および刺激後 5 秒 ($p < 0.05$), 刺激後 20 秒 ($p < 0.01$) では刺激前と比較して, 有意に MEP が低下した。一方, ISI= 100ms について, MEP に有意な変化は認めなかった。

ADM について, 2 要因の反復測定分散分析の結果, 刺激条件および測定時間の主効果とこれら 2 つの要因の間の交互作用はともに認められなかった。

【結論】

ISI= 25ms のペア刺激は MEP を低下させ, その効果が持続することが明らかとなった。

P-KS-09-1**ノルディックウォーキング時の運動力学的解析①
～床反力とポールへの荷重量による検討～**小野 晃路¹⁾, 吉村 洋輔²⁾, 伊勢 眞樹³⁾¹⁾しげい病院リハビリテーション部, ²⁾川崎医療福祉大学医療技術学部リハビリテーション学科,³⁾倉敷中央病院リハビリテーション科**key words** ノルディックウォーキング・床反力・ポールへの荷重量**【はじめに, 目的】**

近年, ノルディックウォーキング(以下, NW)が種々の疾患に対する歩行練習として活用されている。しかし, NW時の下肢への負担に関して一定の見解が得られていない。ポールへの荷重量はNW時の下肢への負担などの運動力学的指標に影響を与えるとされているが, ポールへの荷重量に関する報告は非常に少なく, 垂直・前後・左右成分におけるポールへの荷重量を計測した研究は見当たらない。3成分のポールへの荷重量を計測することで, ポールが歩行時の床反力に与える影響を詳細に検討できると考えた。そこで, NW時のポールの使用が歩行時の床反力に与える影響について検討することを目的に, 本研究を実施した。

【方法】

対象は健常成人男性10名とした。課題動作は通常歩行(以下, OW)とNWとし, 歩調を110歩/分とした。NWはポールを地面に垂直に突く様式とした。各課題動作にて4歩目の左立脚期に作用する床反力を計測し, 床反力の波形特性値を課題動作間で比較した。波形特性値の比較はWilcoxonの符号付き順位検定で検討した。なお, 有意水準は5%未満とした。波形特性値については, 垂直成分では立脚初期のピーク値(以下, F1), 立脚中期の谷部のピーク値(以下, F2), 立脚後期のピーク値(以下, F3), 前後成分では立脚初期のピーク値(以下, F4), 立脚後期のピーク値(以下, F5), 左右成分では踵接地直後のピーク値(以下, F6), 立脚初期のピーク値(以下, F7), 立脚後期のピーク値(以下, F8)をそれぞれの体重で正規化した。NW時には, ポールにトランスデューサーPL6(ベルテックジャパン社製)を装着することで, 4歩目の左立脚期に接地する右側のポールへの荷重量も計測した。ポールへの荷重量は, 各成分において床反力の波形特性値と同時期の値を算出し, それぞれの体重で正規化した。

【結果】

F2とF7はOWに比べてNWで有意に低値を示した。一方, F3とF5はOWに比べてNWで有意に高値を示した。ポールへの荷重量(%体重)は, F1からF8と同時期に算出した値を順に示す。垂直成分(2.01 ± 1.70 , 3.59 ± 2.26 , 1.42 ± 1.51), 前後成分(-0.19 ± 0.17 , 0.07 ± 0.06), 左右成分(-0.05 ± 0.03 , -0.05 ± 0.06 , -0.03 ± 0.04)であった。

【結論】

NWではポールの垂直成分に荷重が分散したため, F2がNWで有意に低値を示したと考える。また, NWではポールを突くことで, 左右への重心偏移量が減少し, OWより円滑な左右への重心移動につながったためF7がNWで有意に低値を示したと考える。一方, ポールを突くことで歩幅が増加し, F3とF5がNWで有意に高値を示したと考える。また, ポールへの荷重量の結果から, 主に垂直成分が床反力に影響を与え, ポールを突くタイミングによりその影響は変化することが示唆された。

本研究によりNW時のポールが, 立脚中期に下肢への負担を軽減させる働きと立脚初期に重心の側方への動揺を抑える働きを有する可能性が示唆された。

P-KS-09-2**ノルディックウォーキングの運動力学的解析②
～筋活動と体幹加速度による検討～第2報**吉村 洋輔¹⁾, 小野 晃路²⁾, 伊藤 智崇¹⁾, 伊勢 眞樹³⁾¹⁾川崎医療福祉大学リハビリテーション学科, ²⁾しげい病院リハビリテーション部,
³⁾倉敷中央病院リハビリテーション科**key words** 歩行・筋活動・加速度**【はじめに, 目的】**

近年では理学療法の分野においてもノルディックウォーキング(以下, NW)が注目され活用されはじめているが, 下肢筋活動についての一定の見解は得られていない。また体幹加速度を用いた歩行動揺性の評価も行われていない。そこで, 我々はNWの有用性を確認するために, 通常歩行時とNW時の下肢の筋活動と加速度計を用いた体幹の動揺性の測定を行い比較検討した。

【方法】

対象は健常成人男性10名(平均年齢 20.5 ± 0.5 歳, 体重 57.1 ± 7.7 kg)とした。課題動作は通常歩行とNWとし, 歩調を110歩/分に統一した。各課題動作にて10m歩行を実施し, その際の体幹加速度と下肢筋活動を3試行ずつ計測した。筋活動の測定では, 表面筋電計(キッセイコム社製MQ8)にて, サンプリング周波数1kHzにて5歩目の右立脚期における筋活動を測定した。被験筋は大腿直筋, 大内転筋, 大腿筋膜張筋, 大腿二頭筋, 前脛骨筋, 腓腹筋外側頭とした。得られた筋電波形を20Hz~500Hzのバンドパスフィルターにて処理した後, 全波整流積分値を求めた。計測終了後に各筋の最大随意収縮(以下, MVC)の平均値を各筋の100%MVCとした。歩行時の各筋の全波整流積分値を100%MVCで正規化し(%MVC), 筋活動量の指標とした。体幹の加速度の測定では3軸加速度計AS-5TG(共和電業社製)を用い, サンプリング周波数1kHzにて定常状態における1歩行周期の加速度波形を測定した。身体への加速度計の装着は第3腰椎棘突起の高さに貼付した。得られた加速度波形からRoot Mean Square(以下, RMS)を算出した。RMSは加速度波形の振幅の程度を表し, 動揺性の指標とされ, 本研究においては重心の移動と近似した値としている。%MVCとRMSの3試行の平均値を求め, 通常歩行とNWで比較した。

【結果】

各測定筋における筋活動量(%MVC)を通常歩行, NWの順で示す。大腿直筋(9.7 ± 6.4 , 11.5 ± 8.2), 大内転筋(19.7 ± 19.6 , 20.6 ± 22.9), 大腿筋膜張筋(16.8 ± 14.1 , 12.3 ± 10.5), 大腿二頭筋(10.3 ± 8.0 , 9.7 ± 11.1), 前脛骨筋(14.2 ± 6.1 , 10.8 ± 3.6), 腓腹筋(21.1 ± 8.6 , 18.9 ± 9.0)であった。次に, 加速度計によるRMSの値を通常歩行, NWの順で示す。垂直成分(2.4 ± 0.3 , 2.8 ± 0.5), 左右成分(2.0 ± 0.4 , 2.1 ± 0.4), 前後成分(1.6 ± 0.2 , 1.8 ± 0.4)であった。

【結論】

NWでは大腿直筋と大内転筋がより強く活動していることが確認できた。これは両上肢で床面にポールを突くことによる重心の左右への移動が影響しており, 両側に突くポールにて制限された床面の範囲内での重心の円滑な移動を股関節内転筋と膝関節伸筋で支えていることを示唆していると推測できる。また, これはRMSの左右成分がNWで増加している結果と一致している。大腿筋膜張筋や前脛骨筋, 腓腹筋外側頭の筋活動はNWで低下しており, 足部や膝部の負荷量の軽減を図る上で有意義な結果が得られた。

P-KS-09-3**歩幅に関与する下肢筋力の左右差
～Loading-Response に活動する筋群の関与～**

門脇 純一

IMS (イムス) グループ 新葛飾病院

key words 下肢筋力・歩幅・左右差**【はじめに】**

私は、第34回関東甲信越ブロック理学療法士学会において、大腿四頭筋力と母趾屈筋力の左右差は負の相関関係にあることを報告した。歩行中の筋活動は周期に応じて位相依存的に制御される(河島2009)ことから、歩行周期中同時である Loading-Response (以下、LR) に働く大腿四頭筋と、Pre-Swing に働く母趾屈筋間に負の相関関係が示されたと考えた。そこで、本研究では、筋力の左右差が歩行に与える影響を明らかにすることを目的に、下肢筋力の左右差と歩幅の左右差の関係性について検証した。

【方法】

対象は、整形外科的疾患の既往がない健常成人20名(男性9名・女性11名、年齢:23.4±2.0歳、身長:166.6±8.1cm、体重:58.9±8.2kg)とし、下肢の筋力および歩幅を測定した。

筋力測定は Hand-Held-Dynamometer ミュータス F-100 (アニマ製) を使用し、アニマ社が提示している方法に準じて実施した。測定対象は、股関節屈曲筋・伸展筋・外転筋・内転筋、膝関節伸展筋・屈曲筋、足関節背屈筋・底屈筋とし、ランダムな順で測定した。歩幅の測定は目盛をつけた歩行路を用い、ビデオカメラにて歩行を撮影し判定した。なお、筋力は3回の平均値、歩幅は5回の平均値を採用し、各々体重比(%BW)と身長比(%BH)およびその左右差(右-左)を算出した。

統計学的分析は、各筋力の左右差および歩幅の左右差の関係を Pearson の積率相関係数を用いて検討した。なお、有意水準は危険率5%($p<0.05$)で判定した。

【結果】

歩幅の左右差と各筋力の左右差の関係は、股関節屈曲($r=0.25$)・伸展($r=0.43$)・外転($r=0.82$ ・ $P<0.01$)・内転($r=0.32$)、膝関節伸展($r=0.80$ ・ $P<0.01$)・屈曲($r=0.24$)、足関節背屈($r=0.68$ ・ $P<0.01$)・底屈($r=0.28$)であった。

各筋力間における左右差の関係は、股関節外転と膝関節伸展($r=0.85$)および足関節背屈($r=0.66$)さらに、膝関節伸展と足関節背屈($r=0.68$)に有意な相関を認めた($P<0.05$)。

【結論】

本研究より、歩幅が大きい側は対側と比較して、股関節外転、膝関節伸展、足関節背屈筋の筋力が大きいことが分かった。加えて、これらの筋力の左右差には正の相関が存在することが分かった。上記した筋は、LR に活動する。歩行の制御機構を考慮すると同周期に活動する筋群間には、協働関係が存在することが推察される。上記筋の相関関係は、この協働関係の存在を支持するものだと考える。また、上記筋は立脚初期における衝撃吸収に関与する。下肢を大きく振りだす為には、この衝撃吸収が優れている必要があるといえる。このことから、歩幅と上記筋との相関関係には、衝撃吸収の優劣が関与したと考える。

本研究の限界は、筋力測定の方法が歩行中の筋活動様式や関節肢位を十分に再現できていない点である。今後、これらを加味して測定することで、下肢筋力と歩行の関係についてより深く検討できると思われる。

P-KS-09-4**正常歩行における立脚相膝関節屈曲運動の体重心前方移動への寄与**佐藤洋一郎¹⁾, 山田 憲政²⁾¹⁾北海道科学大学保健医療学部理学療法学科, ²⁾中京大学スポーツ科学部スポーツ教育学科**key words** 歩行・膝関節屈曲運動・前方推進**【はじめに, 目的】**

立脚相の膝関節屈曲は, 正常歩行において観察される定型的な関節運動の1つである。この膝関節の屈曲は体重心の振幅の大きさを減少し, 歩行中のエネルギー効率を高めているとされている。一方で, この膝関節の運動は下腿を前方へ回転させるため体重心の前方推進へも寄与している可能性が考えられる。しかし, 立脚相膝関節屈曲と体重心前方推進との関係について検討した報告はない。そこで, 本研究は, 健康人による正常歩行の測定とモデルでのシミュレーションとを比較して, 正常歩行における膝関節屈曲の体重心前方推進への寄与を検討することを目的とした。

【方法】

対象は, 健康人11名とした。平均年齢は25.6歳, 平均身長と体重はそれぞれ1.74mと71.2kgであった。被験者に5mの歩行路を好みの速度で歩くよう指示し, 各被験者最低3回試行した。8つの反射マーカーを, 右肩峰, 右大転子, 右大腿骨外側上顆, 右外果, 右第5中足骨, 左大腿骨内側上顆, 左内果, そして左第1中足骨頭に貼り付けた。各マーカーの運動は, 進行方向の右側に設置されたハイスピードカメラ(NR3-S2, Motion X, IDT Japan)1台を用いて毎秒100フレームで記録された。各被験者の床反力が歩行路中央に埋め込まれた2枚の床反力計(OR6-5, AMTI; FP4060, Bertec)を用いて1000Hzにて記録された。カメラと床反力計の記録はトリガー装置(IDT Japan)を用いて同期された。動作解析ソフト(Dipp-Motion Pro, Ditect Co. Ltd.)を用いて各マーカーの位置が矢状面上の二次元座標として変換された。マーカー位置から1ストライド中の右膝関節の関節運動が算出され, 床反力各成分の2回積分から体重心の各座標(前後方向と垂直方向)が算出された。また, 1ストライド中の体重心と右足関節との距離が計算された。振り子の棒部分の長さを変化する, 可変長の逆振り子モデルを利用して, 振り子の棒部分の長さを変化したときの質点の前方への速度を算出した。

【結果】

全被験者において, 右立脚相で右膝関節が屈曲する時に, 体重心と右足関節の距離は縮まり, 床反力の前後成分は20N程度の瞬間的な正(推進)の力を示した。さらに同じ局面において, 体重心の速度は前方への推進を示した。可変長の逆振り子モデルは, 振り子の棒部分の長さが短くなる時に振り子の角速度が上昇し, 質点の前方への速度が $0.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 増加した。

【考察と結論】

膝関節が屈曲するタイミングで体重心速度が前方推進を示したことから, 膝関節屈曲が前方への推進力を発生させていることが示唆された。この推進力は, 振り子の棒部分が短くなること(体重心と足関節の距離が短くなること)によるパラメーター励振現象(ブランコの加速技術などでみられる現象)によって質点にコリオリの力が発生したためだと考えられた。これらのことから, 本研究は, 立脚相の膝関節屈曲が体重心の前方推進へ寄与していることを示唆した。

P-KS-09-5**健常者における歩行中の方向転換時の運動戦略に利き足が及ぼす影響**階上 弘樹¹⁾, 平山 麻子¹⁾, 風張 詩乃¹⁾, 橋場 龍進¹⁾, 松村雄一郎¹⁾, 田中 尚文²⁾¹⁾メディカルコート八戸西病院, ²⁾東北大学大学院肢体不自由学分野**key words** 利き足・歩行・方向転換**【はじめに, 目的】**

高齢者や歩行障害者は歩行中の方向転換時にバランスを崩して転倒することが多いことが知られている。方向転換動作はスピントーンとステップターンに大きく分けられる。我々は過去の本学会にて、健常者において歩行中に方向転換する方向が予め決まっていればスピントーン、直前に方向が指示される場合にはステップターンを選択する傾向があることを報告した。方向転換時の支持脚では減速だけでなく、支持脚を軸とした回転が要求され、支持脚の支持性や操作性が高ければスピントーンを選択しやすいと考えられる。本研究の目的は歩行中の方向転換時の運動戦略の選択に利き足が及ぼす影響を検討することである。

【方法】

対象は健常成人 20 名(年齢 27±5 歳, 男女各 10 名)である。利き足の評価には支持性と操作性の側性をスコア化する Waterloo Footedness Questionnaire(以下 WFQ)を用いた。方向転換課題では右または左下肢を踏み切り時の支持脚として方向転換する方向を右または左へ 90 度とした。方向転換する方向を音声合図にて歩行中踏み切りの 1 歩前の踵接地時に与えた。音声合図は「右」, 「左」, 「前」, 音声なしの 4 つ用意し, ランダムに 2 回ずつ選択した。方向転換の運動戦略は, 撮影した動画を観察し, スピントーンとステップターンに分類した。さらに三次元動作解析装置を用いて, 方向転換時の支持脚の方向転換前後の立脚期, 遊脚期, および両脚支持期を計測し, WFQ スコアとの関連を検討した。今回の分析対象は, 右下肢を支持脚とした際の右への方向転換(以下右への方向転換)と左下肢を支持脚とした際の左への方向転換(以下左への方向転換)とした。

【結果】

右への方向転換時に 2 回ともスピントーンを行った者は 7 名, 2 回ともステップターンを行った者は 6 名, いずれかを 1 回ずつ行った者は 7 名であった。左への方向転換時に 2 回ともスピントーンを行った者は 3 名, 2 回ともステップターンを行った者は 11 名, いずれかを 1 回ずつ行った者は 6 名であった。WFQ の支持性と操作性の合計による利き足は右 19 名, 左 1 名であった。支持性では右 15 名, 左 5 名, 操作性では右 19 名, 左 1 名であった。利き足を支持脚とした方向転換と非利き足を支持脚とした方向転換で行われたターンの種類に明らかな違いを認めなかった。方向転換時の支持脚の立脚期はスピントーン時にステップターン時よりも長くなる傾向を認めたが, WFQ スコアとの間に有意な関連を認めなかった。

【結論】

右および左への方向転換における運動戦略の選択に対する利き足の明らかな影響は認めなかった。ただし, 利き足の側にかかわらず, 右への方向転換時に, 左への方向転換時よりもスピントーンを行った者が多かった。方向転換時の運動戦略の選択には, WFQ により評価された利き足の側性以外の運動機能や他の要因, 例えば歩行速度の影響や方向転換の直前に与えた音声合図への反応が影響することが考えられた。

P-KS-09-6**荷重応答期の下肢関節への力学的負荷を軽減する歩行様式の検討**田島 稔己¹⁾, 建内 宏重²⁾, 小山優美子²⁾, 池添 冬芽²⁾, 市橋 則明²⁾¹⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法専攻, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻**key words** 歩行・動作解析・床反力**【はじめに, 目的】**

歩行時の床反力や関節モーメントなどの力学的負荷を軽減することは下肢関節や関節周囲筋の負担軽減につながると考えられる。力学的負荷の大きさは歩行速度や歩幅に比例するとされているが、歩行様式の変化によって力学的負荷を減少させることができるかを検討した研究はない。本研究の目的は、歩行速度や歩幅を維持したままで下肢関節の力学的負荷を軽減するために必要な動作戦略を明らかにすることである。

【方法】

対象は若年健康者 14 名 (男性 6 名, 女性 8 名) とした。測定課題は通常歩行と衝撃軽減歩行で、測定には中央に 2 枚の床反力計を埋め込んだ 6m の歩行路を用いた。歩行時は床反力計の 2 枚目に左足が乗るように開始位置を調整し、ケイデンスは両条件とも 110 歩/分に統一した。通常歩行は快適な歩幅で歩行し、3 試行を記録した。また、通常歩行時の両側の踵接地位置をテープでマーキングした。被験者には、歩幅を変えずに両下肢の接地時に加わる衝撃を軽減するように歩行することだけを指示した。2 峰性を示す床反力垂直分力のうち、荷重応答期の衝撃を表す第 1 ピーク (Fz1) は立脚後期の第 2 ピーク (Fz2) よりも荷重率が大きく、関節への力学的負荷により大きく影響すると考えられるため、左下肢の Fz1 を分析対象とし、この値をスクリーンに投影し試行毎にフィードバックした。数回の練習の後、左下肢の Fz1 を大きく減少させることができた 3 試行を記録した。

動作解析には三次元動作解析装置および床反力計を使用し、全身 27 箇所に反射マーカを貼付した。記録したデータから、歩行速度、歩幅、ケイデンス、左下肢の Fz1 と矢状面、前額面における左股・膝・足関節の接地時の角度、立脚期前半の関節角度及び外的関節モーメントのピーク値を算出した。さらに右下肢では Fz2 と股・膝・足関節の立脚後期における矢状面、前額面での関節角度及び外的関節モーメントのピーク値を算出した。各変数につき課題間での比較を対応のある t 検定を用いて行い、有意水準は 5% とした。

【結果】

通常歩行と衝撃軽減歩行において歩行速度や歩幅に変化は見られなかったが、左下肢の Fz1 は有意に減少した。衝撃軽減歩行では、接地時の股屈曲角度、足背屈角度が有意に減少、股外転角度、膝屈曲角度が有意に増加した。また、立脚期前半における股屈曲、内転並びに膝屈曲、内反の各モーメントのピーク値が有意に減少した。右下肢では、Fz2、立脚後期の股伸展角度ピーク値、足背屈モーメントピーク値が有意に増加した。

【結論】

本研究の結果、接地時の股関節屈曲、足関節背屈角度を減少、股関節外転、膝関節屈曲角度を増加させ、加えて対側では股関節伸展角度を増加して足関節底屈筋による体重支持量を増加させることで、歩行速度や歩幅を変えることなく下肢関節への力学的負荷を軽減できることが示された。本研究結果は股・膝関節に障害を有する患者の歩行指導に応用できる可能性がある。

P-KS-10-1**頸長筋の頭頸部安定作用**羽崎 完¹⁾, 小串 直也²⁾, 宮田 信彦³⁾, 中川 佳久⁴⁾¹⁾大阪電気通信大学 医療福祉工学部 理学療法学科, ²⁾大阪電気通信大学 大学院,
³⁾長吉総合病院 リハビリテーション科, ⁴⁾耳原総合病院 リハビリテーション室**key words** 超音波画像・筋厚・胸鎖乳突筋

【目的】頸長筋(以下LC)は、頸椎椎体前外側面を走行し、一般に頭頸部を安定させると考えられている。頸長筋については、Deborahらの頭頸部屈曲テストの報告や、Javanshirらの慢性頸部痛における活動障害についての報告があるが、頭頸部安定作用についての報告はない。本研究の目的は、頭部に外力を加えたときのLC筋厚を明確にすることで、LCの安定作用を胸鎖乳突筋(以下SCM)の作用とともに検討することである。

【方法】対象は、頸部に既往のない健康成人男性20名(平均年齢20.3±0.9歳)とした。測定肢位は、股・膝関節が90°屈曲位となるよう座面の高さを調節した背もたれのない椅子に、自然に着座させた姿勢とした。外力は、両前頭結節中央から矢状後方、左右の前頭結節から20°内後方の3方向へ水平に加え、大きさは負荷なしと1kgw、2kgw、3kgwとし、負荷は徒手筋力計(アニマ社製ミュータスF-1)を用いて加えた。外力に負けないよう頭頸部を保持させたときの右側筋厚を超音波画像診断装置(日立メディコ社製MyLab25)を用いて測定した。プローブ(10MHz、リニア型)は、甲状軟骨より2cm外下方で頸椎長軸に平行にあて、正中矢状面に対し20°内側に傾け撮像した。得られた画像から、画像解析ソフトImageJを用いてLC筋厚とSCM筋厚を測定した。解析には、外力方向と大きさを要因とした反復測定二元配置分散分析とScheffeの多重比較を用いた。

【結果】LC筋厚は、負荷なしでは8.0±1.9mmであった。また、1kgwから3kgwの順に矢状後方では9.0±2.0mm、10.0±2.2mm、11.0±2.2mm、右内後方では9.3±2.1mm、10.4±2.1mm、11.3±2.2mm、左内後方では9.0±1.6mm、10.0±1.8mm、11.1±1.9mmであった。分散分析の結果、交互作用はみられず外力の大きさにのみ有意差を認め(p<0.01)、多重比較の結果、負荷なしにくらべ2kgw、3kgwは有意に増加し(p<0.01)、1kgwにくらべ3kgwは有意に増加していた(p<0.01)。SCM筋厚は、負荷なしでは5.3±1.7mmであった。また、順に矢状後方では7.0±2.3mm、8.2±2.4mm、9.6±2.6mm、右内後方では6.6±2.4mm、7.7±2.7mm、9.4±2.9mm、左内後方では6.9±2.3mm、8.0±2.3mm、9.6±2.6mmであった。LC筋厚と同様に外力の大きさにのみ有意差を認め(p<0.01)、負荷なしにくらべ1kgw、2kgw、3kgwは有意に増加し(p<0.01)、1kgwにくらべ2kgw、3kgwは有意に増加し(p<0.01)、2kgwにくらべ3kgwは有意に増加していた(p<0.01)。

【結論】LC筋厚が外力の増加にともなって段階的に厚くなることから、LCには頭頸部の安定作用があることが明確となった。しかし、SCMも増加にともなって段階的に筋厚を厚くすることから、LCとSCMには3kgw程度の外力では一般に考えられている安定筋と推進筋の関係はなく、共同筋として頭頸部の安定に作用することが示唆された。また、外力方向に有意差はないため、LCとSCMはともに両側を働かせて頭頸部を安定させる可能性がある。

P-KS-10-2**背臥位における 15mm の頭部並進運動が頸椎・上位胸椎動態に及ぼす影響
MRI を用いた二次元解析**

山崎 博喜

医療法人 恵光会 原病院

key words 頭部並進運動・胸椎・MRI**【はじめに、目的】**

頸椎は高い可動性を持ち、逆に胸椎の可動性は比較的制限されているため、頸椎の屈曲・伸展の動きにおいて胸椎は関与していないと認識されている。よって頸椎の屈曲伸展時の骨動態解析の先行研究では第7頸椎を固定したモデルが多い。驚見らは健常人の頸椎運動を検討し、骨動態には上位胸椎の関与を示唆している。ただし運動課題は頸椎の屈曲伸展運動のみであり、並進運動については言及していない。頸部痛を有する者は作業課題中に頭部前方姿勢となる特徴が報告されており、理学療法士は可動域測定や動作分析において頸椎や胸椎並進運動の評価は重要である。そのため、健常若年者を対象とし、頭部並進運動前後における頸椎と上位胸椎屈曲角度と並進運動距離の基礎的資料を得る目的で骨動態解析を行った。

【方法】

健常人女性10名(24±3.1歳)、包含基準は頸肩腕の痛みで過去3ヶ月以内に受診をしていない者とした。東芝MRI Vantage Elan MRT-2020を使用。背臥位にて頭部水平位置を定める為に、鼻尖と外耳孔を結ぶ線がベッドと垂直になる様に規定し撮像した。その後、発砲スチロール製の枕で15mm頭部を並進運動させ、再度撮像した。20mm以上の並進運動では、鼻尖と外耳孔を結ぶ線を保持することが困難となることから15mmと決定した。撮影条件はSE法におけるT1強調画像をTR:550msec, TE:15.0msec, FA:90°により撮像し、スライス厚3mm, FOV:40×25cm, MS:352×352とした。画像データをFUJIボリュームアナライザーSYNAPSE VINCENTで2枚の画像をフュージョンし解析した。椎体測定は第3頸椎から第5胸椎までの各椎体の並進運動距離とした。原画像からフュージョン画像を3枚作成し、平均値を求めた。

【結果】

椎体並進運動距離は頸椎から胸椎の順序で小さくなる傾向にあり、第5胸椎まで僅かではあるが運動が確認された。頭部並進運動において頸椎椎体のみならず第5胸椎椎体まで腹側へ運動を起す群と、頸椎もしくは第5胸椎までのいずれかの椎体レベルで背側に移動する運動群がみられた。

【結論】

上位胸椎は頸椎と、下位胸椎は腰椎と骨形態が類似していくことから上位胸椎は頸椎と連動して椎体運動がおこると推察される。着目すべきは、胸椎運動方向にある。頸椎は前弯、胸椎は後弯しており、反対方向への弯曲が存在する。つまり頸椎と胸椎の間には前弯から後弯に移行する変曲点が存在すると考えられ、一般的には頭部前方姿勢により、胸椎は後弯するものと考えられている。しかし、今回の結果から、頭部前方姿勢には上位胸椎の前弯(平坦)での姿勢制御パターンも確認された。本結果は脊椎疾患の理学療法の姿勢・動作分析における一助に成り得ると考える。

P-KS-10-3**踵骨部パッドが胸郭形状に与える影響
足底を壁に接地した背臥位での呼吸運動に着目して**遠藤 辰弥¹⁾¹⁾医療法人社団 嘉徳会 かんリウマチ・整形外科クリニック リハビリテーション科,²⁾医療法人 大樹会 ふれあい鎌倉ホスピタル リハビリテーション科**key words** 胸郭・踵骨部パッド・左右差**【はじめに、目的】**

胸郭には体幹に関わる多くの筋群が付着し、その形状は体幹機能に関わると考える。臨床では足部への介入が胸郭形状の非対称性の改善につながることもあり、足部と胸郭の関係は重要であると感じる。今回、足底を壁に接地した背臥位で踵骨部パッドの有無が胸郭形状に与える影響を、努力呼吸時の胸郭形状を画像解析することで検証した。

【方法】

対象は、健常男性 11 名 (平均年齢 27.5±3.9 歳) とした。測定肢位は、足底を壁に接地させた背臥位とした。踵骨部パッドは、片側踵骨底面に 2mm 板 (以下 Heel pad) を挿入した。Heel pad の挿入は、足部、膝の位置変化が生じないように十分注意した。胸郭の定義は、上位胸郭を第 3 肋骨、下位胸郭を第 10 肋骨とした。マーキングは、第 3 肋骨と乳頭を通る垂線の交点、第 10 肋骨前端、腸骨稜に行った。条件は、安静背臥位、左 Heel pad、右 Heel pad の 3 条件とした。胸郭形状の変化は、各条件で努力呼吸時の胸郭を左右からデジタルカメラ (FUJIFILM 社製 F770EXR) にて撮影した。デジタルカメラの設置は、ベッド端頭方から 50cm 尾方、乳頭を通る垂線から左右等距離とした。努力呼吸は、各条件で 3 回行い、測定間隔は安静呼吸 3 回とした。画像解析は、各条件で努力呼吸時のマーカの位置変化を画像解析ソフト Image J を用いて計測した。マーカの移動距離は、体側に 10cm 定規を置き距離を補正した。データ解析は、平均値を代表値とし、安静背臥位での各マーカの座標を基準として各条件と比較検討した。骨盤の位置変化は、各条件で腸骨稜の座標を比較検討した。統計学的判断は、一元配置分散分析反復測定で主効果を確認後、安静背臥位を基準とした Dunnett 検定を用いて検討した。解析には、統計ソフトウェア JSTAT を使用し、有意水準はそれぞれ 5% 未満とした。

【結果】

安静背臥位の胸郭形状は、第 3 肋骨、第 10 肋骨ともに右側に比べ左側が有意に頭方に位置していた ($p<0.01$)。胸郭形状の変化は、安静背臥位と比べ右 Heel pad で右第 3 肋骨、右第 10 肋骨が有意に頭方へ位置し ($p<0.01$)、左 Heel pad で右第 3 肋骨、左第 3 肋骨が有意に頭方へ位置した ($p<0.05$)。胸郭形状の左右差は、右 Heel pad で第 3 肋骨、第 10 肋骨ともに頭尾方向の左右差が有意に減少した ($p<0.05$)。骨盤の位置変化に有意差はなかった (n.s)。

【結論】

踵骨部パッドの有無で胸郭形状は有意に変化し、その変化には左右差がみられた。胸郭形状の変化の左右差は、安静背臥位の肋骨位置から胸郭は右傾斜位であり、右 Heel pad では右傾斜位の助長に対し、胸郭の左傾斜が生じたと考える。左 Heel pad では、下位胸郭形状の変化が少ないため下位胸郭の右傾斜位が助長し、それに対し上位胸郭の左傾斜が生じたと考える。今回、踵骨部パッドは胸郭形状の変化に影響を与えることが示唆された。足部への理学療法介入では胸郭に与える影響を考慮し、その影響を知ることは評価の一助になり得る。

P-KS-10-4**頭部前方位姿勢が座位における骨盤傾斜角と胸椎角度変化に与える影響**

蓮田 聡峰, 宗像 克, 塩島 直路

医療法人社団 一成会 たちばな台病院

key words 頭位・胸椎・骨盤傾斜角**【はじめに、目的】**

頭部前方位姿勢は加齢に伴う退行変性や、近年のパソコンやスマートフォンの普及により、若年者においても多くみられる姿勢である。頭部前方位に伴う胸腰椎後彎、骨盤後傾姿勢は上半身重心が後方へ移動し、特に高齢者などの立ち上がり動作が困難になることは临床上よくみられる。一般的には後傾位から骨盤を前傾することにより脊柱の伸展や、重心の前方移動が起こり、スムーズな立ち上がりが可能となるが、高齢者のような頭部前方位姿勢の症例では困難なことが多い。そこで本研究では、頭位の違いが座位での骨盤傾斜角と胸椎角度変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象者は健康成人男性 8 名(平均年齢 28.4 ± 4.6 歳)とした。測定前に被験者の Th1, Th4, Th7, Th9, Th12 棘突起, 上前腸骨棘(以下 ASIS), 上後腸骨棘(以下 PSIS), にマーカーを添付した。測定肢位は足底全面接地にて、骨盤傾斜角 0° , 膝関節屈曲 90° , 股関節内外旋中間位の座位とした。また両上肢は胸部前方で組むように指示した。頭部自然位姿勢は耳垂のやや後方からの垂線が肩峰を通り軽く顎を引いた姿勢とし、頭部前方位姿勢は頸部が伸展、屈曲しないように前方へ突出させ、最大頭部前方位姿勢となった状態と定義した。動作課題は測定肢位より、頭部自然位と頭部前方位という条件下にて骨盤前傾、胸椎伸展運動を 2 回ずつ行うように指示を与えた。測定中、目の高さに設置した前方の指標を注視させた。各肢位は被験者の側方からデジタルカメラで撮影した。その後、画像解析ソフト(Scion image)を用いて Th1, Th4, Th7 のなす角度(上位胸椎角度), Th7, Th9, Th12 のなす角度(下位胸椎角度), Th1, Th7, Th12 のなす角度(胸椎角度), ASIS と PSIS を結ぶ延長線と床面との仮想水平線とが成す角度(骨盤傾斜角)を写真上で測定した。動作課題 2 回の角度平均値を各被験者で算出し、得られた値より、変化量を求めた。各姿勢の角度変化の比較は、Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

骨盤前傾、胸椎伸展に伴う角度変化は頭部自然位姿勢では、上位胸椎 ($4.8 \pm 2.4^\circ$), 下位胸椎 ($4.1 \pm 2.6^\circ$), 胸椎 ($7.0 \pm 2.9^\circ$), 骨盤前傾 ($18.5 \pm 3.8^\circ$) であった。頭部前方位姿勢では、上位胸椎 ($2.1 \pm 1.7^\circ$), 下位胸椎 ($0.1 \pm 3.3^\circ$), 胸椎 ($2.8 \pm 2.3^\circ$), 骨盤前傾 ($16.3 \pm 4.5^\circ$) であった。胸椎角度変化と下位胸椎角度変化は、頭部自然位姿勢と頭部前方位姿勢の間に有意差 ($p < 0.01$) が認められ、上位胸椎角度変化と骨盤前傾角度変化は有意差が認められなかった ($p > 0.05$)。

【結論】

本研究の結果から頭部前方位姿勢の方が頭部自然位姿勢に比べ、下位胸椎伸展角度変化と胸椎伸展角度変化が小さく、頭位が脊柱運動に影響をおよぼす可能性が示唆された。座位における骨盤前傾に伴う胸椎伸展誘導を行う場合、頭部位置を考慮して評価・アプローチを行うことが重要であると考えられる。

P-KS-10-5**頸部回旋可動域と股関節可動域の関係 第三報
一歩行への影響はあるか**原 歌芳里¹⁾, 加藤 太郎^{1,2)}¹⁾IMS (イムス) グループ 高島平中央総合病院, ²⁾文京学院大学**key words** 頸部回旋可動域・股関節可動域・歩行**【はじめに、目的】**

我々は先行研究にて、頸部回旋可動域と股関節可動域の関係について報告した。頸部回旋可動域が大きい側(以下優位側)と頸部回旋可動域が小さい側(以下非優位側)の股関節可動域との関係は、優位側股関節は屈曲・外転・外旋の可動域は大きく、非優位側股関節は伸展・内転・内旋の可動域は大きくなることを報告した。我々は仮説として、この関係から歩行において、優位側下肢は立脚期前半相が優位に、非優位側下肢は立脚期後半相が優位になると考えた。今回我々は、頸部回旋可動域と股関節可動域の関係が歩行にどのような影響を及ぼすかについて、臨床現場で汎用される評価指標から検討することを目的とした。

【方法】

対象は、健常成人男性4名、女性2名(年齢 23.7 ± 1.5 歳、身長 166.8 ± 8.2 cm、体重 60.0 ± 4.9 kg)の計6名であった。測定項目は、客観的指標として他動的頸部回旋可動域と至適歩行における歩幅とした。歩幅は、前側下肢の踵と後側下肢の足尖との距離とした。また、上前腸骨棘と下前腸骨棘を結んだ線の中点より床面におろした垂線と前側下肢の踵との距離を前足歩幅、後側下肢の足尖との距離を後足歩幅とした。計17点の骨指標点にマーカーを貼付して、デジタルビデオカメラを使用し至適歩行の動画と頸部回旋可動域の静止画を撮影し、各測定項目をフリーソフト image-J を用い算出した。算出した各歩幅の優位側と非優位側の相違について、Wilcoxon の符号付順位検定を用いて比較検討した。有意水準は5%とし、統計処理には SPSS ver.21.0J for Windows を使用した。

【結果】

頸部回旋可動域は、右優位2名、左優位6名であった。歩幅について、優位側下肢接地初期(以下 IC)時の歩幅は 37.8 ± 5.0 cm、前足歩幅(優位側)は 23.3 ± 2.7 cm、後足歩幅(非優位側)は 14.4 ± 4.5 cmであった。非優位側下肢 IC 時の歩幅は 33.9 ± 6.1 cm、前足歩幅(非優位側)は 24.1 ± 1.8 cm、後足歩幅(優位側)は 15.4 ± 6.5 cmであった。それぞれ、有意差は認めなかった。

【結論】

本結果は仮説と異なり、頸部回旋可動域と股関節可動域の関係が歩幅に反映しないことが明らかとなった。我々が継続研究している頸部回旋可動域と股関節可動域の関係は、脊柱、骨盤帯の回旋変位による影響が大きいと考えられる。したがって、これらの関係と動作の関連性を検討していくためには、臨床現場で動作時の水平面上の動きをどのような客観的指標で測定していくか、その方法を考慮していく必要があると考える。

P-KS-10-6**頸椎の肢位変化が胸郭形状に及ぼす影響
矢状面における検討**

小関 泰一^{1,2,3)}, 平山 哲郎^{1,2)}, 石塚 達也⁴⁾, 西田 直弥³⁾, 藤原 務^{1,2)}, 小関 博久^{1,2)},
石田 行知⁵⁾, 柿崎 藤泰⁵⁾

¹⁾医療法人社団 博聖会 広尾整形外科, ²⁾東都リハビリテーション学院,

³⁾東京医科大学大学院 医学研究科 人体構造学分野,

⁴⁾東京医科大学大学院 医学研究科 細胞生理学分野, ⁵⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科

key words 頸椎・胸郭・3次元画像解析装置

【はじめに, 目的】

胸郭の配列に関する我々の研究により, その配列に共通点を見出すことができた。その定型的ともいえる胸郭形状が隣接する分節の肢位や運動に与える影響についても明らかになってきている。臨床上, 胸郭形状と頸椎の関係においても法則性のある肢位や運動が観察され, 安定した頸椎運動を再建するにあたり, その中枢である胸郭形状を指標とし, 治療展開することで良好な結果を引き出すことに成功している。本研究では, 頸椎と胸郭間の運動学的知見を得るために矢状面上における上・下位頸椎肢位が水平面上の胸郭形状に及ぼす影響について3次元画像解析装置を用いて検討することを目的とした。

【方法】

対象は成人男性12名とした。課題肢位は, 上位頸椎伸展位+下位頸椎伸展位, 上位頸椎屈曲位+下位頸椎屈曲位, 上位頸椎伸展位+下位頸椎屈曲位, 上位頸椎屈曲位+下位頸椎伸展位の4肢位とし, 3次元画像解析装置3Dイメージャー QM-3000(トプコンテクノハウス社)を用いて各々の胸郭形状を再現した。各課題肢位における上位胸郭および下位胸郭の左右形状を定量化するため, 左右の上位胸郭および下位胸郭の水平断面積を算出した。なお, 個人間における体形差の影響を考慮するために, 左右断面積の総和を100%とし左右各々の割合を断面積の値として算出した。統計処理は, 安静位における上位胸郭および下位胸郭の左右形状を比較するために, 左右の胸郭断面積値を対応のあるt検定を用いて検討した。また, 上・下位頸椎の肢位変化が胸郭形状に与える影響について分析するために, 上位, 下位胸郭における水平断面積値の左右差を算出し2元配置分散分析を用いて検討した。なお, 有意確率は5%未満とした。

【結果】

安静位における上位胸郭および下位胸郭の断面積の左右比較では, 上位胸郭にて左側が有意に大きかった。下位胸郭では, 右側が有意に大きかった。二元配置分散分析の結果, 上位および下位胸郭において下位頸椎の主効果は有意であり, 上位頸椎の主効果および上位頸椎と下位頸椎の交互作用について有意差はなかった。

【結論】

本研究により, 矢状面上の頸椎肢位変化における胸郭形状変化は下位頸椎肢位に依存し, 下位頸椎伸展位で胸郭形状が対称化し, 下位頸椎屈曲位で胸郭形状が非対称化することが示された。下位頸椎肢位の相違により胸郭形状が変化した理由は, 椎間関節の適合性および胸郭に付着する背部筋群活動の影響が考えられる。椎間関節の適合性の増減は, 胸椎回旋偏位の増減に関与し, 間接的に胸郭形状に反映される。背部筋活動の左右差は肋骨への牽引力として直接的に非対称な胸郭形状に関与する。よって, 下位頸椎伸展位では椎間関節の適合性増大および頭部質量後方化に伴う背部筋活動減少により胸郭形状の対称化が生じ, 下位頸椎屈曲位では椎間関節の適合性減少および頭部質量前方化に伴う背部筋活動増大により胸郭形状の非対称化が助長したと考えられる。

P-KS-11-1**スマートフォンの使用が頸部筋活動開始時間及び頭部前方位に与える影響**

一瀬 裕介, 梶 登士次, 池田 晃司, 岡田 浩史, 鈴木 浩太, 猪熊 千広, 太田 瑞樹

社会医療法人博愛会 菅間記念病院 リハビリテーション科

key words スマートフォン・筋活動開始時間・頭蓋脊椎角**【はじめに, 目的】**

総務省が発表した平成 26 年の情報通信メディアの利用状況によると、スマートフォンの利用率は全年代を合わせて 62.3% であり、40 代以下の若年層では大多数を占める結果となっている。また、インターネットやソーシャルメディアの利用時間も、スマートフォンの普及率増加に伴い上昇している。これらを背景にスマートフォンの使用により、特に矢状面における頸部姿勢アライメントの異常と、それに伴う肩こり等の障害について各メディアで取り上げられているが、学術的な記事は少ないのが現状である。そこで、スマートフォンの連続使用が頸部の筋活動および姿勢制御にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】

対象は頸部に障害や疼痛のない健常成人男性 10 名 (26.3 ± 3.7 歳) とした。筋電図解析には、三軸加速度内臓表面筋電図 DELSYS Trigno (DELSYS 社製) を使用し、サンプリング周波数は 2000Hz とした。対象筋は、両側の胸鎖乳突筋、僧帽筋上部繊維とした。スマートフォン使用前後において、頭部前方位を評価するために頭蓋脊椎角 (craniovertebral angle: 以下 CV 角) を測定し、筋電図より最大屈曲位を開始肢位とした各 1 秒間の最大伸展-最大屈曲運動時の筋活動開始時間を算出した。三軸加速度計を前額部に貼付し、3 秒間の静止時における矢状面の平均加速度 ± 3 標準偏差以上上回る最初の点を運動開始時間とした。筋活動開始時間は全波整流後、運動課題開始前 500msec 間における最大振幅の 2 倍を超える振幅を記録した時点とし、左右早い方の筋を採択した。運動開始時間を 0msec とし、筋活動開始時間を算出した。スマートフォン課題は、椅子座位における 30 分間の自由課題とした。CV 角、筋活動開始時間の課題前後における差をみるために Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。

【結果】

CV 角は課題前 ($40.93 \pm 4.66^\circ$)、課題後 ($43.98 \pm 6.54^\circ$) であり、有意差を認めなかった。筋活動開始時間は、屈曲運動時の僧帽筋 (課題前: 823.0 ± 263.6 msec, 課題後: 254.9 ± 447.4 msec) において有意に早くなった。

【結論】

頸部屈曲時の僧帽筋活動は、直立位を超えた際に遠心性に働くが、本研究における課題後では、直立位に達する以前の早い段階から筋活動が開始された。これはスマートフォン課題により、頸椎の運動制御になんらかの変化が起こっていることが示唆され、僧帽筋の作用により頭部伸展を制御できない屈曲運動となる可能性があり、今日の情報社会における障害予防に向けて、さらなる解明が必要と思われる。また CV 角は課題前後における個人差が大きく、今後の検討課題としたい。

P-KS-11-2**健常成人における椅子からの起立動作時の筋シナジー
運動学的・運動力学的協調性との関係**

埜 大樹¹⁾, 久保田圭祐^{2,3)}, 国分 貴徳²⁾, 丸毛 達也⁴⁾, 村田 佳太⁵⁾, 星 文彦²⁾

¹⁾東埼玉総合病院, ²⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科, ³⁾石井クリニック,
⁴⁾上尾中央総合病院, ⁵⁾リハビリテーション天草病院

key words 筋シナジー・起立動作・生体力学

【はじめに, 目的】

椅子から起立出来ないと生活が制限される。生活の基盤としての2足歩行が、2足での立位を前提としているためである。この点が起立動作における力学的課題であり、狭い足部の上へと重心を移動し制止しなければならない。これを達成するためには、体幹の屈曲から始まり全身が伸展して終わると言った運動学的協調性が必要である。運動学的協調性は観察による評価として簡便だが、理学療法が直接対象とするのはこの基礎にある筋活動の協調性であろう。健常成人が椅子から起立した際の筋間活動比やタイミングの定常成分(筋シナジー)を我々は前年度本大会で報告したが、一部の被験者では筋シナジーの構成が他と大きく異なっていた。本研究では、このような筋シナジーの個人差を反映する運動学的協調性や力学的特徴を検証し、健常成人がどのように起立動作の力学的課題を達成しているかの一端を示すことで、理学療法の発展に貢献することを目的とした。

【方法】

対象は健常男性7名とし、快適速度で起立動作を複数回実施、各被験者7試行を解析に含めた。多用途生体アンプを用いて下肢8筋(前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋、外側広筋、大腿直筋、半腱様筋、内転筋群、大殿筋)の表面筋電図波形を採集、非負値行列因子分解によって筋シナジーを抽出した。三次元動作解析装置も同期計測し、以下のパラメータを算出した。1) 下肢各体節の仰角の位相差、2) 床反力角度の最大前後変化量 θ_{grfa-p} 、3) 離殿時の踵-身体質量中心間角度 $\theta_{heel-com}$ 、4) 離殿時の床反力角度 θ_{grfo}

【結果】

各被験者の起立動作から抽出された筋シナジーは2つであり、一方は離殿相、他方は伸展相に活動のピークを持った。離殿相に働く筋シナジーについて、多くの被験者で前脛骨筋の活動比がヒラメ筋よりも大きかったが、一部の被験者では前脛骨筋とヒラメ筋の活動比が近似していた。前者では骨盤前傾が下腿前傾よりも大きく遅れてピークを迎えた(平均 $13.65 \pm 10.95\%$ 時間)のに対し、後者ではほとんど同時だった(平均 $-0.50 \pm 3.10\%$ 時間)。また、前者の θ_{grfa-p} が平均 $8.23 \pm 2.52^\circ$ であるのに対し、後者では平均 $12.36 \pm 3.02^\circ$ と大きかった。これに対し、全被験者で $\theta_{heel-com}$ は正であり(平均 $4.63 \pm 1.80^\circ$)、離殿時すでに重心は支持基底面上に移動していたのに加え、 θ_{grfo} も被験者間で有意差は見られなかった(平均 $-2.75 \pm 1.39^\circ$)。

【結論】

骨盤と下腿傾斜の転換時点が類似しており床反力の前後変化量も大きかった被験者では、前方への運動量を早期に上方へ転換しなかったことが考えられ、前脛骨筋とヒラメ筋の共活動による足関節剛性の担保が示唆された。また、立位外乱などにおける筋シナジーは一時点での床反力角度に依存するとの報告が多いが、起立動作では離殿時の床反力角度や身体質量中心位置に影響されなかったため、前後の文脈も含めた体節間ダイナミクスに筋シナジーが貢献している可能性がある。

P-KS-11-3**歩行速度の変化に伴う筋シナジーパターンの特徴的な因子の分析**久保田圭祐¹⁾, 園尾 萌香²⁾, 埜 大樹³⁾, 国分 貴徳⁴⁾, 平田 恵介⁵⁾, 金村 尚彦⁴⁾¹⁾石井クリニック, ²⁾白岡整形外科, ³⁾東埼玉総合病院, ⁴⁾埼玉県立大学 理学療法学科,
⁵⁾埼玉県立大学大学院**key words** 筋シナジー・筋電図・歩行**【はじめに, 目的】**

歩行を含むあらゆるタスクにおいて、タスク達成に関与する筋の組み合わせは無数に存在する。それらの筋活動の組み合わせを単純化する機構として、作用の類似した筋群をグループ化した筋モジュールが協調的に働く筋シナジーという考え方が注目されている。近年の研究において、健常者の歩行に関する筋シナジーパターンは4つから5つ存在すると報告した。今回我々は、本研究にて抽出された筋シナジーについて、歩行速度の変化に伴った特徴的な因子について分析を行い、歩行に対する理学療法介入の一助とすることを目的とした。

【方法】

対象は健常男性5名(23±1歳)とした。床反力計付きスプリットトレッドミル(BERTEC社, 1000Hz)、筋電図(Delsys社, 1000Hz)を用いて床反力、表面筋電図波形を測定した。対象筋は両側の脊柱起立筋、左側の大腿直筋、内側広筋、外側広筋、大腿筋膜張筋、股関節内転筋群、大殿筋、中殿筋、半腱様筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭、ヒラメ筋とした。被験者は安静立位からトレッドミル(0.5, 1, 2, 3, 5km/h)の開始とともに約10周期の歩行を行い、4~9周期目までのデータを使用した。歩行周期は、左下肢の1回目の踵接地から2回目の踵接地までの時間を床反力のZ方向成分を用いて定義した。表面筋電図波形は、各歩行周期で時間正規化と加算平均を行い、非負値行列因数分解を用いて筋シナジーを抽出した。各シナジーの活動のピークポイントを算出し、各速度間にてピアソンの積率相関係数を求めた。また今回は、全被験者に共通した特徴が認められた下腿後面筋群のシナジーに関して詳細に分析を行うこととし、同シナジーの最大値と、最大値+20%の範囲での積分値を算出した。解析及び統計にはMatlab2015bを用いた。

【結果】

5名の被験者の歩行から4つから5つの筋シナジーが抽出された。各速度間の相関係数の平均は、被験者1で0.98、被験者2で0.93、被験者3で0.98、被験者4で0.97、被験者5で0.99といずれも高い相関を認めた。下腿後面筋群の関与するシナジーの各速度間での積分値の平均は、0.5km/hで20.49、1km/hで17.43、2km/hで18.05、3km/hで15.51、5km/hで14.72であった。

【結論】

今回の結果から、速度の変化、遊脚期への移行のタイミングに関わらず各シナジーの活動ピークは不変であることが示された。しかし、歩行速度が低下するほど各シナジーの波形が遷延化し、特に下腿後面筋群の関与するシナジーの活動の長期化が認められた。このことから、低速歩行では立脚中期以降に下腿後面筋群の筋活動を遷延化させる何らかのキネマティクスが存在することが示唆され、低速歩行を呈する患者に対するこれらの筋活動の持続時間の短縮は、キネマティクスの改善の一つの指標となり得る可能性が示された。今後は、各シナジーとキネマティクスデータとの関連性についてより詳細な解析を進めていきたい。

P-KS-11-4**knee-in における下肢筋活動の表面筋電図による検証**古田 幸一¹⁾, 江口 淳子¹⁾, 中山 彰一²⁾¹⁾福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科, ²⁾福岡リハビリテーション専門学校**key words** 筋電図・筋活動量・片脚立位**【はじめに, 目的】**

下肢疾患とマルアライメントの関係に対しては多くの報告があるが、特に膝が外反する knee-in はスポーツ疾患から退行変性まで見られる症状である。そこで我々は、片脚立位と藤井らの考案した動的トレンデレンブルグテスト(以下動的 T テスト)の筋活動を表面筋電図を用いて比較し、knee-in が下肢筋活動に及ぼす影響を検証した。

【方法】

下肢に既往のない健常な成人男性 13 名 26 肢(年齢 21.0 ± 1.0 歳)を対象とし、片脚立位と動的 T テストの表面筋電図計測を行った。動的 T テストは片脚立位の状態から検査側の膝を 30° 屈曲させ立位が安定した状態で計測した。動的 T テストにて前額面上で上前腸骨棘と第 2 中足骨頭を結ぶ線を基線とし、基線に対して膝蓋骨中央が内側に位置するものを knee-in, 外側に位置するものを knee-out と分類した。表面筋電図の記録は KISSEI COMTEC 社製 Vital RecorderII にて大殿筋・中殿筋・前脛骨筋・腓骨筋・ヒラメ筋を計測した。双極誘導で導出しサンプリング周波数は 1000Hz にて収集し Bimtus video を用いて解析を行った。計測は 10 秒間施行し 3 秒から 6 秒までの 3 秒間の積分値を抽出し、片脚立位の値を 100% として動的 T テストの割合を算出し、knee-in と knee-out での各筋の値を比較した。統計処理は PASW Statistics 17.0 を用い Mann-whitney 検定を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

knee-in は 17 肢, knee-out は 9 肢となった。各筋活動量は大殿筋(knee-in $92.8 \pm 33.3\%$, knee-out $75.0 \pm 21.1\%$), 中殿筋(knee-in $95.0 \pm 33.3\%$, knee-out $76.0 \pm 29.5\%$), 前脛骨筋(knee-in $238.3 \pm 180.9\%$, knee-out $142.8 \pm 92.6\%$), 腓骨筋(knee-in $116.4 \pm 39.7\%$, knee-out $83.1 \pm 41.7\%$), ヒラメ筋(knee-in $186.3 \pm 56.3\%$, knee-out $128.2 \pm 26.3\%$)となった。大殿筋と中殿筋は有意差はないものの knee-in が大きい傾向にあった。前脛骨筋, 腓骨筋, ヒラメ筋においては有意に knee-in が大きい値を示した ($p < 0.05$)。

【結論】

本研究の結果から、knee-in が下肢筋活動に影響を及ぼす事が示唆された。knee-in では下肢の運動連鎖により股関節と足関節の構造的変化が起これ、膝関節が下肢荷重線から逸脱し関節での安定性が低下する。そのため制御は関節での安定性ではなく足関節戦略や股関節戦略が中心となるが、本研究では足関節周囲筋の活動が有意に大きかった事から、足関節戦略が強く働いたことが示唆された。今回は健常な成人男性を対象としたため足関節戦略が中心となったと考えられるが、今後は高齢者や上半身重心などを考慮した研究を進めていきたい。

P-KS-11-5**腸腰筋における表面筋電図法の股関節角度適用範囲の検討**治郎丸卓三¹⁾, 藤谷 亮¹⁾, 小嶋 高広²⁾, 和智 道生²⁾, 金沢 伸彦^{2,3)}¹⁾滋賀医療技術専門学校, ²⁾金沢整形外科クリニック, ³⁾藍野大学**key words** 腸腰筋・表面筋電図・MRI**【はじめに, 目的】**

我々は、困難であるとされた腸腰筋における表面筋電図の記録法の実現可能性を検証し、腸腰筋の皮下表出領域を確認するとともに、隣接筋である縫工筋からの筋電図信号の混入(crosstalk)の影響を評価して、腸腰筋からの表面筋電図信号が記録可能であることを確認した(Jiroumaru, et al., 2014)。しかし、股関節屈曲角度が変化した際の影響については検討していない。そこで本研究では、股関節屈曲角度が変化した際の腸腰筋の皮下表出領域を確認するとともに、隣接筋からのcrosstalkの影響なく腸腰筋の表面筋電図を記録できるかを検討し、どの股関節屈曲可動範囲まで腸腰筋の表面筋電図を記録することが可能かを確認した。

【方法】

対象は10名の健常成人男性が研究に参加した。そのうちの6名はMRI測定を行った。異なる4つの股関節屈曲角度(-10°, 0°, 30°, 60°)での最大随意等尺性股関節屈曲運動中の股関節屈筋群(腸腰筋, 縫工筋, 大腿直筋, 大腿筋膜張筋)の表面筋電図を記録し、腸腰筋の表面筋電図にcrosstalkの影響が無いかを確認するために、各筋の筋電図信号内における相互相関解析を行った。その後、MRIを用いて、異なる4つの股関節屈曲角度での腸腰筋の皮下表出領域が表面筋電図を記録できる程度に十分に大きいかを検討した。相互相関解析は、各筋からのcrosstalkの相関に基づく指標として算出した。Winter, et al., (1994)は、共通の筋電図信号がない相互相関の値は約0.2であることを報告しており、その0.2の値を基準とした。また、腸腰筋の皮下表出領域、腸腰筋の皮下表出領域面積、皮膚表面から腸腰筋までの深さは、一元配置分散分析(股関節屈曲角度)を用いて比較した。股関節屈曲角度間の有意な主効果が得られた場合、事後検定としてDunnett testを用いて、股関節角度60°と各股関節屈曲角度の値をそれぞれ比較し、有意水準は5%とした。

【結果】

腸腰筋、縫工筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋間の-10°から60°の範囲における相互相関値は、全ての値において0.3未満であった。腸腰筋電極位置での腸腰筋の皮下表出領域は、全ての股関節屈曲角度の場合で10mm以上であった。60°と比べて他の股関節屈曲角度で腸腰筋の皮下表出領域の有意差を認められた(全て; $p < 0.05$)。さらに、腸腰筋の皮下表出領域面積は60°と比べて他の股関節屈曲角度で有意差を認められた(全て; $p < 0.05$)。皮膚表面から腸腰筋までの深さは、-10°~0°では10mm以下であり、30°では 11.4 ± 4.5 mmであったが、背臥位の0°の値は、側臥位の0°の値よりも約3mm小さかった。60°と比べて他の股関節屈曲角度で、皮膚表面から腸腰筋までの深さに有意差が認められた(全て, $p < 0.05$)。

【結論】

腸腰筋の表面筋電図において、股関節屈曲角度-10°から30°の範囲において、隣接筋である他の股関節屈曲筋群からのcrosstalkの影響を無視できる程度であることを確認した。

P-KS-11-6**運動強度の違いによる股関節外旋筋筋活動の変化 第2報
—筋電図学的分析—**富澤 義志^{1,2)}, 川上 真吾^{1,3)}, 鈴木 博人³⁾, 藤澤 宏幸¹⁾¹⁾東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科, ²⁾社会医療法人将道会総合南東北病院,³⁾東北文化学園大学医療福祉学部**key words** 股関節・筋電図・運動強度**【目的】**

我々は第33回東北理学療法学会にて、股関節外旋運動時の運動強度の変化に伴い、運動強度に依存した大腿二頭筋の筋活動量の変化が認められたことを報告した。この大腿二頭筋の筋活動は、膝関節の固定筋として作用していると推測されたものの、それ以上言及できない結果であった。そこで本研究では、被験者数を増やし、股関節屈曲角度を0度と45度の2条件として、運動強度の違いによる股関節外旋筋筋活動の変化が屈曲角度に影響するかを検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常男性20名(年齢 22.1 ± 2.9 歳, 身長 172.6 ± 6.2 cm, 体重 66.2 ± 7.8 kg)。測定肢を利き足とし、測定肢位は股関節屈曲0度または45度、股関節内外転および内外旋0度、膝関節屈曲90度とした。はじめに徒手筋力計を固定した測定装置にて最大等尺性股関節外旋筋力を3回計測し、その平均値を最大股関節外旋筋力とした。続いて、計測した最大股関節外旋筋力の3種類(20%, 40%, 60%)の運動強度で筋活動を測定した。測定時間はすべて3秒間とした。なお、測定順は股関節屈曲角度、運動強度ともにランダムにて実施した。また、筋活動の指標として表面筋電図を双極誘導にて導出し、サンプリング周波数1000Hzでパーソナルコンピュータに取り込んだ。被験筋は中殿筋、大殿筋上部線維・下部線維、大腿二頭筋の3筋4部位とした。各筋の最大随意収縮(MVC)時の筋電図を、Danielsらの徒手筋力検査法 normalの手技で最大抵抗を加えて計測し、各条件での筋電図データをMVCの値で基準化した。筋電図のデータ解析は、10Hzのハイパスフィルターをかけた後に全波整流し、中間2秒間の積分筋電値を算出した。統計解析は、従属変数を各筋の筋活動量、独立変数を股関節屈曲角度(2水準)、運動強度(4水準)として二元配置分散分析を行い、事後検定としてHolm法を適応した。すべての統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】

中殿筋では運動強度に主効果が認められ、運動強度に応じた筋活動量の有意な増加がみられた。大殿筋上部・下部線維ではそれぞれ相互作用が認められ、運動強度60%と100%において屈曲45度よりも0度で有意に増加し、屈曲0度、45度ともに運動強度20%よりも60%、100%で有意に増加していた。大腿二頭筋においては相互作用が認められ、運動強度40%、60%、100%において屈曲0度よりも45度で有意に増加した。また、屈曲0度の運動強度20%と40%以外のすべてにおいて、運動強度に応じた筋活動量の有意な増加がみられた。

【結論】

結果より、大腿二頭筋は股関節外旋筋力に応じて膝関節を固定し安定化を図るために作用している可能性が改めて示唆された。中殿筋においては股関節の固定に作用している可能性がある。また、大殿筋上部・下部線維は、角度が変化しても運動強度に依存した筋活動の変化がみられなかったため、外旋トルク産生への寄与は小さいと考えられた。

P-KS-06-1**メジャーを用いた距離測定と頸部関節可動域との関連
～頸部屈曲・伸展・回旋・側屈での検討～**山口 和希¹⁾, 田村翔太郎¹⁾, 世古 俊明²⁾, 小俣 純一³⁾, 伊藤 俊一²⁾¹⁾イムス札幌内科リハビリテーション病院, ²⁾北海道千歳リハビリテーション学院,³⁾福島県立医科大学会津医療センター**key words** ROM測定・頸部・メジャー**【はじめに、目的】**

関節可動域(以下, ROM)測定は, 理学療法評価において臨床で最も実施される重要な評価法の一つである。一般的に測定にはゴニオメーターが用いられるが, 代償運動や軸の投影など影響も指摘され, 測定の妥当性も問題視されている。なかでも頸部ROM測定に関しては, メジャーを用いた頸部ROM測定(以下, メジャー法)が1950年代より紹介されているが, 測定の妥当性や信頼性に関する検討は行われていない。本研究の目的は, メジャー法での再現性を検証し, 臨床でのメジャー法の有用性を検討することである。

【方法】

対象は健康成人10名(男性5名, 女性5名), 平均年齢は21.8歳とした。測定課題は他動頸部屈曲, 伸展, 側屈, 回旋運動とし, 測定条件はメジャー法, 従来からのゴニオメーターでの頸部ROM測定(以下, ゴニオ法), 三次元動作解析装置NORAXON社製myomotion EM-M13による計測法(以下, 三次元法)の3条件とした。測定の順番は無作為として, 各々5回ずつ実施した。測定肢位はプラットホーム上端座位とし, 体幹の代償を防ぐため正中位で保持するよう指示した。また, 上肢の重みの影響を除外するため, 上肢は大腿の上に置かせた。ゴニオ法は東大式ゴニオメーターを使用し, 日本整形外科学会の基準を用い測定した。なお, 数値は1°単位で読み取り使用した。三次元法は三次元動作解析装置(NORAXON社製myomotion EM-13)を用い, モーションセンサーを後頭隆起, 第7頸椎部, 仙骨に貼付して, メジャー法, ゴニオ法の測定時に同時に計測した。メジャー法は, 先行研究に準じて屈曲では第7頸椎と後頭隆起間, 伸展では胸骨切痕とオトガイ隆起間, 側屈では耳垂と肩峰間, 回旋ではオトガイ隆起と肩峰間とし, 数値は1mm単位で読み取り使用した。統計解析は, 検者内信頼性をICC(1.1)にて解析した。

【結果】

メジャー法の検者内信頼性は, 頸部屈曲ICC(1.1)=0.98(95%CI:0.964-0.955), 頸部伸展ICC(1.1)=0.99(95%CI:0.99-0.998), 頸部側屈ICC(1.1)=0.93(95%CI:0.85-0.98), 頸部回旋ICC(1.1)=0.97(95%CI:0.94-0.99)と高い再現性が示された。三次元法の検者内信頼性は, 頸部屈曲ICC(1.1)=0.96(95%CI:0.91-0.99), 頸部伸展ICC(1.1)=0.94(95%CI:0.87-0.98), 頸部側屈ICC(1.1)=0.93(95%CI:0.84-0.98), 頸部回旋ICC(1.1)=0.86(95%CI:0.72-0.95)と高い再現性が認められた。

【結論】

メジャー法, 三次元法ともに頸部関節可動域測定は高い再現性が得られた。ただし, 三次元法で頸部回旋のみ低い傾向を示し, この結果には頸部屈曲, 側屈の代償の影響している可能性があると考えられた。したがって, 測定時には視線を一定にする, 顎を引いた状態で実施するなどの注意を払うことにより, より高い再現性が得られる可能性があると考えられる。今後は頸部回旋の測定方法の再検証, 検者間信頼性, 有疾患者を対象とした検討が必要であるが, メジャー法は臨床において簡便に行える有用な方法となり得る。

P-KS-06-2**KINECT カメラにより構築される三次元体表モデルにおける脊柱, 胸郭アライメント定量化法の信頼性**伊藤 博志¹⁾, 星 賢治¹⁾, 坊 淳志²⁾, 蒲田 和芳¹⁾¹⁾広島国際大学 医療・福祉科学研究科 医療工学専攻, ²⁾医療法人齊和會 広島クリニック**key words** 脊柱, 胸郭アライメント・定量化法・KINECT for windows**【はじめに, 目的】**

脊柱, 胸郭のアライメントの体幹機能に与える影響が注目されている。側弯症のように脊柱の左右非対称性が起こると体幹の可動性制限が起こる。また, 胸椎の伸展角度と体幹の伸展角度は正の相関を持つとされている。したがって, 胸椎, 胸郭のアライメントや可動性は体幹機能において重要であると思われる。先行研究において, 胸椎, 胸郭アライメントを定量化する方法はいくつか挙げられている。それにはメジャー測定, 容積変動システム, CT, MRI などがある。しかし, これらの方法は, 皮膚移動の誤差や, 高コスト, 侵襲性, 測定姿勢が限定されることなど問題点がある。したがって, 胸椎, 胸郭アライメントを定量化する方法は確立されていないといえる。

本研究では, KINECT for windows (Microsoft 社) とリアルタイム 3D スキャンが可能な Reconstruct me を用いて三次元体表モデルを用いた分析をおこなった。本方法は非侵襲的で簡易的かつ, 様々な測定姿勢での撮影が可能であり信頼性が確立されれば有用な測定方法となり得る。したがって, 本研究の目的は KINECT カメラを用いて作成した三次元体表モデルにおける脊柱, 胸郭アライメント定量化法の信頼性を明らかにすることとした。仮説は, 本測定方法は信頼性が高く, 有用であるとした。

【方法】

20 名の健常男性で測定を行った。対象者は痩せ形の男性 (BMI<22.5) で腰部疾患のないものとした。ランドマークを両上前腸骨棘, 上後腸骨棘, 剣状突起, 剣状突起上方 6cm の部位に貼付した。対象者には最大後屈位から 10° 戻した位置を 45 秒程度保持してもらい, 測定した。

分析には Geomagic 用いた。矢状面アウトカムとして, 骨盤の傾斜角度と胸骨上の 2 点のランドマークを結ぶ直線(胸骨伸展角度), 頸胸椎移行部への接線(胸腰椎伸展角度), 胸腰椎移行部への接線(腰椎伸展角度)を算出した。水平面アウトカムは 3 レベル(剣状突起レベル, 剣状突起-上前腸骨棘間上 1/3, 下 1/3)における断面図の前後, 横径とした。

【結果】

すべてのアウトカムに関して, 検者内, 外信頼性は excellent であった (ICC>0.9)。

【結論】

本測定方法は信頼性が高く, 脊柱, 胸郭アライメントの定量化が可能であった。今後は CT データなどと照合していくことでデータの妥当性を検証していく必要がある。

P-KS-06-3**4 種類の立ち上がりテストの妥当性の検討**

篠崎 典恵^{1,2)}, 臼田 滋²⁾, 諸田 顕¹⁾, 石井 亮¹⁾, 石坂真梨子¹⁾, 金子 睦実¹⁾,
七五三木拓史¹⁾

¹⁾利根中央病院, ²⁾群馬大学大学院保健学研究科

key words 立ち上がりテスト・妥当性・高齢者

【はじめに, 目的】30秒椅子立ち上がりテスト(30 seconds chair stand test: CS-30), 10秒立ち上がりテスト(10 seconds chair stand test: CS-10), 5回立ち上がりテスト(5 times sit to stand test: SS-5), 10回立ち上がりテスト(10 times sit to stand test: SS-10)が下肢筋力の簡便な評価指標として開発されてきた。このほか, 呼吸器疾患患者の予測最大酸素摂取量との相関が認められるなど, 筋力以外との関連性も認められている。本研究は多様な疾患を有する高齢者を対象に, 立ち上がりテストの妥当性を検討することである。

【方法】対象は, 本研究について説明し, 同意を得られた65歳以上の通所利用者または入院中の高齢者57名(平均年齢80.1±6.7歳, 男18名, 女性39名)であり, 10m以上の歩行が可能で, 立ち上がり動作が自立しており, 動作に影響するような強い疼痛は認めなかった。疾患名は, 大腿骨頸部骨折, 胸腰椎圧迫骨折, 間質性肺炎, 狭心症等であった。測定項目は立ち上がりテスト(CS-30, CS-10, SS-5, SS-10), Mini-Mental State Examination (MMSE), 下肢筋力(膝伸展筋力), 6分間歩行試験(6MWT), Berg Balance Scale (BBS), 10m歩行試験とした。統計処理にはSPSS Statistics22を使用し, 各項目のSpearmanの順位相関係数を算出した。有意水準は5%とした。

【結果】各測定項目の平均±標準偏差はそれぞれ, CS-30が12.3±4.8回, CS-10が4.6±1.6回, SS-5が14.8±9.2秒, SS-10が31.4±19.9秒, 筋力は16.8±7.8kg重, 6MWTは220.7±107.8m, 10m歩行試験は12.5±4.9秒, BBSは51.3±5.2点であった。それぞれの相関係数はCS-30とCS-10で0.988, SS-5とSS-10で0.996となり, 高い相関が得られた。一方で, CS-30とSS-5, SS-10ではそれぞれ0.614, 0.613, CS-10とSS-5, SS-10ではそれぞれ0.623, 0.624となり, 相関は得られたがCS-30とCS-10, SS-5とSS-10との相関と比較すると低かった。さらに, 筋力とCS-30, CS-10, SS-5, SS-10ではそれぞれ0.878, 0.861, 0.733, 0.733, 10m歩行試験とCS-30, CS-10, SS-5, SS-10ではそれぞれ0.666, 0.673, 0.943, 0.945であった。それぞれ高い相関関係であったが, 筋力はCS-30, CS-10の方が, 10m歩行試験はSS-5, SS-10の方で, 比較的高い相関関係が得られた。また, 6MWTと各立ち上がりテストでは, 0.451~0.481, BBSと各立ち上がりテストでは, 0.651~0.675となり, 中等度の相関関係が認められ, 各立ち上がりテストとも同程度であった。

【結論】多様な疾患を有する高齢者を対象としたとき, CS-30とCS-10, SS-5とSS-10では同様の特性を持つ可能性が示唆された。また, CS-30とCS-10は筋力の指標となる可能性があり, SS-10とSS-5では歩行やADLの指標となる可能性が示された。今後, 疾患別に検討を行い, 立ち上がりテストの疾患別の特性を検討していきたい。

P-KS-06-4**付加的課題を課した立ち上がり動作時の関節角度の協調性**

井原 拓哉^{1,2)}, 中野 達也¹⁾, 羽田 清貴^{1,3)}, 高橋 真^{4,5)}, 阿南 雅也^{4,5)}, 新小田幸一^{4,5)},
川島 真之¹⁾, 川島 真人¹⁾

¹⁾川島整形外科病院, ²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程後期,

³⁾九州看護福祉大学大学院 看護福祉学研究科 健康支援科学専攻, ⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 応用生命科学部門,

⁵⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター

key words 二重課題・立ち上がり動作・UCM解析

【はじめに, 目的】

椅子からの立ち上がり動作は頻繁に行われる動作の1つであり、転倒発生の機転となることも少なくない。近年、転倒の要因の中でも二重課題への対応能力の低下が、高齢者の転倒発生に関連しているとの報告が散見される。非制御多様体解析法(Uncontrolled Manifold 解析: 以下、UCM 解析)は、課題に対する「部分」の変動が課題達成のために「課題特異的」に協調している要素であるかを判定でき、身体の協調性という観点から二重課題への対応能力を定量化できる。そこで本研究は、健康成人を対象に、立ち上がり動作における二重課題負荷による身体協調性の変化を調査することで、二重課題に直面した高齢者に発生する転倒原因の解明のための一助とすることを目的に実施した。

【方法】

対象は健康成人女性16人(平均年齢 30.9 ± 8.3 歳)であった。課題動作は片手でコップを把持した状態での椅子からの立ち上がり動作を採用した。水で一杯に満たされた蓋のないコップをもつ蓋無し条件と、同じ質量となるよう水を入れ蓋をした蓋有り条件の2条件で行った。条件の順序は無作為とし、各条件とも5回試行した。動作中の身体各標点座標を取得し、数値解析ソフトウェア MATLAB 2014a (MathWorks 社製)を用いて UCM 解析を実施した。UCM 解析では、要素変数として身体各関節と足部の角度変化を、タスク変数として身体重心(Center of Mass: 以下、COM)座標と第3中手骨頭座標および手関節角度の変化を用いた。そして課題達成に影響を及ぼさない良い変動(以下、 V_{UCM})と影響を及ぼす悪い変動(以下、 V_{ORT})を算出した。体幹セグメントの角速度の変化を基に動作の開始と終了を定義し、100%に時間正規化した後、10%毎の平均値を算出した。2条件の V_{UCM} 、 V_{ORT} の比較には、二元配置分散分析を実施した。統計学的解析には Dr. SPSS II for Windows 11.0.1 J (エス・ピー・エス・エス社製)を用い、有意水準は5%未満とした。なお本研究は公益財団法人総合健康推進財団の助成を得て行った。

【結果】

V_{UCM} と V_{ORT} の比較では、両条件で全てのタスク変数に対し V_{UCM} が高値を示した。両条件間の比較では、全てのタスク変数に対する V_{UCM} が動作の0~20%で蓋有り条件が有意に高値を示した。 V_{ORT} は、COM座標の鉛直方向の20~40%、および第3中手骨頭座標の前後方向の0~20%と鉛直方向の20~40%と80~90%、手関節角度の10~40%と90~100%で蓋有り条件が有意に高値を示した。

【結論】

水をこぼさないという課題が注意資源を分散させるため、各タスクに対する良い変動が減少したが、課題達成のために悪い変動も同時に減少させながら課題を達成していることが示された。特に手関節角度に対する悪い変動が動作中は低値を示しており、コップの角度に対する注意が増していると考えられた。高齢者のように身体機能が低下した場合、注意の分散に伴う身体の協調性の低下が転倒を引き起こす可能性があるかと推察された。

P-KS-06-5**起立動作による持久力の評価方法について**阪本 良太¹⁾, 嶋田 尚徳²⁾¹⁾社会医療法人 寿楽会 大野記念病院, ²⁾尼崎医療生協病院**key words** 持久力・6分間歩行・起立動作

【目的】持久力を評価する方法として、6分間歩行距離(6MD)がよく用いられる。ただその測定には30mの歩行路など広いスペースが必要になり、クリニックやデイケアなど限られたスペースしかない場合、測定に難渋することも少なくない。また痛みや麻痺などで歩行が困難な場合には測定が困難になる。そこで、省スペースで障害の度合いに出来るだけ左右されない持久力を測定する方法が必要と考え、膝関節が60°屈曲位になるように座面高を高くした状態での3分間起立テスト(3MS)を考案した。この研究の目的は、6MDと、30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30)、および3MSとの関係性を確認し、3MSの持久力の評価方法としての妥当性を検討することである。

【方法】対象は、当院でリハビリテーションを受けた患者46名である。平均年齢は75.0歳±9.8歳、男性16名、女性30名であった。対象者に対し、6MDは6分間の歩行距離、3MSは3分間の起立回数、CS-30は30秒間の起立回数を計測した。またそれぞれの計測後のBorg指数、脈拍を計測した。脈拍については、カルボーネン法の計算式から運動強度の推定値を算出しデータとして採用した。比較検討として、6MD、3MS、CS-30で得られた値について、Pearsonの相関係数を用いてそれぞれの間の関係性の分析を行った。また6MD、3MS、CS-30におけるBorg指数、運動強度の推定値について、分散分析およびBonferroniの多重比較検定にて比較を行った。有意水準は5%とした。

【結果】対象者の6MD、3MS、CS-30のそれぞれの平均値の値は、252.8±112.2m、64.1±24.8回、7.9±4.5回であった。6MDと3MSとの間の相関係数は0.822であり、強い相関が認められた。6MDとCS-30との間の相関係数は0.673であり、中等度の相関が認められた。3MSとCS-30の間の相関係数は0.732であり、強い相関が認められた。6MD、3MS、CS-30におけるBorg指数については、13.0±2.1、13.1±2.0、12.1±2.0であり、6MDおよび3MSに比べてCS-30が有意(p<0.01)に低かった。運動強度の推定値については、39.5±18.7%、39.4±17.5%、23.3±13.3%であり、6MDおよび3MSに比べてCS-30が有意(p<0.01)に低かった。

【結論】今回の結果から、6MDと3MSとの間の相関は非常に高く、自覚的運動強度、脈拍から算出した運動強度の推定値にも差がみられなかったことから、3MSの持久力評価法としての妥当性が示唆された。起立動作を利用した作業成績を評価する方法としてCS-30があり、持久力の指標として用いた報告もみられるが、今回の結果からは3MSに比べて6MDとの相関は低く、自覚的運動強度、脈拍から算出した運動強度の推定値も低かったことから、その持久力評価法としての妥当性は低いと考えられた。以上から、今回考案した膝関節が60°屈曲位になるように座面高を高くした状態での3分間起立テストは、限られた環境の中で簡便に実施できる持久力評価法として有用な方法だと考えた。

P-KS-08-1**機械的擦刺激による介入が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響**

小島 翔¹⁾, 大西 秀明¹⁾, 宮口 翔太¹⁾, 小丹 晋一¹⁾, 佐々木亮樹¹⁾, 中川 昌樹¹⁾, 桐本 光¹⁾,
田巻 弘之¹⁾, 大高 洋平^{2,3)}

¹⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所, ²⁾東京湾岸リハビリテーション病院,

³⁾慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室

key words 経頭蓋磁気刺激・触覚刺激・皮質脊髄路興奮性

【はじめに, 目的】

中枢神経疾患患者を対象としたリハビリテーションにおいて, 末梢からの感覚入力, 運動療法の効果を促通することが報告されている。感覚入力方法のひとつである機械的触覚刺激による介入は, 二点識別覚の改善や感覚入力時の一次体性感覚野の活動を増大することが報告されている (Pleger, et al., 2003)。一方, 機械的触覚刺激介入が, 運動遂行に関与する皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響についての報告は少ない。そこで本研究は, 点字様のピンが示指の指腹を左右に移動する機械的擦刺激による介入が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常成人9名(23.8±2.2歳)であった。運動誘発電位(MEP)の計測には磁気刺激装置Magstim 200(8の字コイル)を使用した。刺激部位は左大脳皮質一次運動野手指領域とし, MEPの導出筋は右第一背側骨間筋とした。機械的擦刺激介入は, ピエゾ式機械的触圧刺激装置を用い, 20分間実施した。機械的擦刺激は, 縦6本の点字様ピンが右示指の指腹を左右に移動するように設定し(1秒間に2往復), on/off時間を1秒/5秒とした。MEPの記録は, 介入前(Pre), 介入直後(immediately), 介入5分後(Post-5 min), 10分後(Post-10 min), 15分後(Post-15 min), 20分後(Post-20 min)とし, 各記録時間において15波形を計測した。MEP振幅値は, 計測された最大および最小の波形を除いた13波形を加算平均し, その波形の最大最小の差として算出した。統計処理には, 反復測定による一元配置分散分析(時間要因)を行った後, Fisher's LSD法を用いた。なお, 有意水準は5%とした。

【結果】

統計処理の結果, 時間要因に主効果を認め(F(5, 48)=4.23, P=0.003), 計測されたMEP振幅値(平均値±標準誤差)は, 1.00±0.02 mV (Pre), 1.15±0.05 mV (immediately), 1.21±0.07 mV (Post-5 min), 1.24±0.07 mV (Post-10 min), 0.96±0.06 mV (Post-15 min), 0.99±0.06 mV (Post-20 min)となり, Preに比べPost-5 minおよびPost-10 minにおいて有意な増大が認められた(Post-5 min; p<0.05, Post-10 min; p<0.01)。また増大したMEP振幅値は, Post-15 minおよびPost-20 minにおいて有意に低下し, Preとの間に有意な差は認められなかった。

【結論】

本研究により, 機械的擦刺激による介入は, 皮質脊髄路興奮性を増大させることが明らかとなった。Terumitsu, et al., (2009)は, 空間的な要素を含む触覚刺激により, 一次体性感覚野だけでなく一次運動野の活動も認められることを報告している。本研究で用いた機械的擦刺激も同様に, 刺激部位が示指の指腹を左右に移動することから, 空間的な要素を含む触覚刺激であったと考えられ, 介入中に一次運動野が活動したことによって, 皮質脊髄路興奮性の増大が引き起こされた可能性が考えられる。よって, 機械的擦刺激介入は, 運動療法を促通する手法として応用できる可能性が示唆された。

P-KS-08-2**経頭蓋直流電気刺激の刺激極性が膝関節最大伸展筋力および筋出力制御能力に与える影響**渡部 雄大¹⁾, 久保田雅史¹⁾, 松尾 英明¹⁾, 安竹 千秋¹⁾, 嶋田誠一郎¹⁾, 小久保安朗²⁾¹⁾福井大学医学部附属病院リハビリテーション部, ²⁾福井大学医学部器官制御医学講座整形外科学領域**key words** 経頭蓋直流電気刺激・刺激極性・筋機能**【はじめに, 目的】**

経頭蓋直流電気刺激 (transcranial direct current stimulation: 以下 tDCS) は頭皮上に設置した電極から微弱な直流電流を一定時間流すことで, 非侵襲的に皮質活動の興奮性を強化または減弱することが可能とされている。一次運動野 (以下 M1) 直上へ陽極電極を設置する Anodal tDCS では筋力, 巧緻性, 運動学習の向上などが報告されている。一方, 同部位に陰極電極を設置した Cathodal tDCS に関しては報告が少なく, 未だ一致した見解が得られていない。そこで, 本研究の目的は M1 への Anodal tDCS, Cathodal tDCS が最大等速性膝伸展筋力 (以下 最大筋力) および膝関節筋出力制御能力 (以下 筋制御能力) に与える即時的な影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は整形外科疾患の既往のない健常男性 5 名 (平均年齢 22.4 ± 2.0 歳) とした。刺激条件は Anodal tDCS, Cathodal tDCS, Sham tDCS の 3 条件を無作為化し 3 日間に分け, 二重盲検法で実施した。tDCS は NeuroConn 社製 DC Stimulator Plus を用い左 M1 直上と右眼窩上へ条件に合わせ電極 (35cm^2) を設置した。刺激強度は 1mA とし, Anodal tDCS, Cathodal tDCS 時には 20 分間刺激を継続し, Sham tDCS 時には刺激開始 30 秒後に自動的に電流を停止させた。各試行間での学習効果の影響を避けるため 1 週間以上の間隔をあけた。tDCS の実施前, 実施直後に BIODEX 社製バイオデックスシステム 4 を用い右膝関節の最大筋力と筋制御能力を評価した。最大筋力は角速度 60deg/s での等速性筋力を 3 回 2 セット実施し, 最大トルクを算出した。筋制御能力は設定された目標筋出力値に近い筋出力を制御する能力とし, 角速度 60deg/s での等速性求心収縮にて 20Nm を目標筋力値とした。測定前に 5 分間の練習を行い, 方法の確認後 5 回連続で測定を実施した。また, 筋制御の評価として先行研究 (Hortobagyi T, et al., 2001) を参考に目標値と実測値との差の絶対値を算出し, 角速度 60deg/sec での屈曲 90° から最終伸展位までの範囲の平均値を Force accuracy として算出した。

解析は最大筋力, 筋制御能力ともに tDCS 刺激前後比を求め, 3 条件間での比較を行った。統計処理として最大筋力を一元配置分散分析後 post hoc test として Bonferroni test を実施し, 筋制御能力を Friedman 検定にて統計処理を行い, ともに有意水準を 5% 以下とした。

【結果】

最大筋力は 3 条件間に統計学的有意差はみられなかった。また, 筋制御能力においても 3 条件間に統計学的有意差はみられなかったが, Anodal tDCS では 5 名中 4 名が刺激後に即時的に Force accuracy は低下 (改善) を示し, Cathodal tDCS においても刺激後に即時的に 5 名中 4 名に上昇 (増悪) を示した。

【結論】

本研究結果より Anodal tDCS, Cathodal tDCS ともに最大等速性膝関節伸展筋力への影響は認めなかった。一方で, 膝関節筋出力制御能力に関して Anodal tDCS は即時的に制御能力を向上させ, Cathodal tDCS は抑制させる可能性が示唆された。

P-KS-08-3**感覚記憶の構築が運動錯覚生成に及ぼす効果**山崎 倫^{1,2,3)}, 坂本 年将^{2,3)}

¹⁾松山リハビリテーション病院, ²⁾神戸学院大学大学院総合リハビリテーション学研究所,
³⁾脳とリハビリ研究所

key words 記憶・感覚・錯覚**【はじめに, 目的】**

感覚は生体が身体運動を制御するための手がかりとして機能する。運動に付随する感覚表象を適切に構築することは運動障害の理学療法を行う上で極めて重要である。我々は、運動感覚を治療的(人為的)に生成する手段として視覚による錯覚体験を利用するミラーセラピー法(以下, MT)に着目し、錯覚による運動感覚(以下, 運動錯覚)の生起は個々の運動を表象する感覚記憶(内部モデル)と運動時に起こる末梢受容器を介した感覚体験との相互作用によるとの仮説を、昨年の本学会において提起した。今回我々は、上記仮説の一端を立証することを目的に、運動学習を介した内部モデルの構築が、MTによる運動錯覚の生成を促進することを報告する。

【方法】

右利き健常人16名(学習群8名, 対照群8名)に以下2つの課題映像を各1分間タブレット(iPad)を用いて観察させた。①単純課題:左手が「グー・パー」を順に1Hzのリズムで行う映像。②複雑課題:左手が掌上で2個のピンポン玉(ボール)を回す映像。各課題映像は対象者の左手に重ねて観察させることで、被験者の手の運動として知覚できるように設定した。各課題終了後に、映像手の動きがどの程度自分の左手の動きとして感じられたかを Numeric Rating Scale(以下, NRS)で評価した。両課題終了後、実際に1分間のボール回し(複雑課題運動)を行い、その回数を記録した上、学習群はその後この課題を3日間練習した。3日後、両群共に再度上記2課題を行いNRSを計測した。各課題における学習前後の錯覚強度(NRS値)の差を、Wilcoxon符号順位検定を用い比較した。有意水準は5%とし、Bonferroni補正を行った。

【結果】

運動錯覚の強度を表すNRS値は以下の通りであった(中央値{四分位数})。学習群単純課題:学習前5.5{3.5, 7.5}・学習後7.0{4.8, 7.5}; 複雑課題:学習前4.0{3.2, 5.4}・学習後6.5{4.2, 7.7}。対照群単純課題:初回4.5{3.2, 5.6}・2回目4.5{4.0, 7.0}; 複雑課題:初回3.5{2.2, 4.7}・2回目3.5{3, 5.7.5}。学習群の複雑課題のみ学習前後で有意差を認めた(p=0.01)。ボール回し課題の結果(平均回数±標準誤差)は学習群が学習前18.0±1.7, 学習後36.5±2.2で51.3%の向上(運動学習)を認めた(p<0.01)。対照群は初回17.7±0.9, 2回目19.5±1.05で有意差はなかった。

【結論】

MTにより起こる運動錯覚の強度は運動学習を行かせた学習群の複雑課題においてのみ有意に増加した。この結果は、運動学習の成立に伴い構築される内部モデル(運動に関わる感覚記憶)の状態が、視覚を介して想起される運動感覚(錯覚)の強度(リアリティ)を決定づけるという我々の仮説を支持するものである。この知見は、運動障害を有する患者において感覚構築を促すための基礎的情報を提供すると共に、ヒトが知覚する感覚体験のリアリティを構成する認知的メカニズムの一端を明らかにするものである。

P-KS-08-4**課題設定方法の違いが生み出す運動学習効果の差—運動準備電位による検討—**齊藤浩太郎¹⁾, 渡邊 龍憲²⁾, 永田麻友紗¹⁾, 傳 洸太郎¹⁾, 青山えいみ¹⁾, 野島 一平²⁾, 田辺 茂雄³⁾¹⁾名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻,²⁾名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻,³⁾藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科**key words** CNV・運動学習・多様性練習**【はじめに, 目的】**

同じ課題を繰り返し練習する単純反復練習よりも、課題を試行ごとに変えて遂行する多様性練習の方が、その後の転移・保持テストにおいて高い学習効果を示すことが報告されている。多様性練習の方が課題習得中の認知処理量が多いため、学習の記憶の固定が促進されると言われているが、その認知処理過程のメカニズムは明らかでない。また、素早く適切な動作の遂行には、適切な運動準備が重要である。単純反復練習により、適切な運動準備状態が形成され、動作パフォーマンスが高くなるという報告はあるが、多様性練習を行った後の運動準備状態の変化に関しては明らかでない。そこで本研究では、運動の準備過程を反映する脳活動として随伴陰性変動 (Contingent Negative Variation: 以下 CNV) を指標として、課題設定方法の違いによる認知処理過程への影響を検討する。

【方法】

対象者は健常大学生とし、単純反復練習群 (以下 CP 群)、多様性練習群 (以下 VP 群) に分ける。課題は最大ピンチ力の 10%、20% の力発揮を行うこととし、音刺激後なるべく速く正確にピンチ力を PC のモニターに表示される課題値に合わせるターゲットマッチ課題を使用する。スピーカーより呈示される予告刺激 (S1) の 3sec 後に反応刺激 (S2) が呈示され、被験者は S2 呈示後にピンチ動作を行う。また S2 の音には周波数が 2 種類あり (3000Hz, 1000Hz)、高い音が呈示された時のみ、ピンチ動作を行う (Go-NoGo 課題)。練習は 12 試行を 10 ブロック行った。練習において CP 群では、ターゲットをすべて 10% に設定、VP 群ではターゲットを 5%、10%、15% をランダムに設定する。20%MVC 保持は練習では行わず、学習の転移効果の検証として用いる。各群の練習効果は、練習前後に 60 試行、ターゲットを 10% に設定したものと 20% に設定したものを 1 ブロックずつ行った。評価指標としては、力発揮までの反応時間、ターゲットと発揮張力の誤差、CNV の早期成分 (S1 後 400msec~1700 msec) と後期成分 (S1 後 1700msec~3000msec) それぞれの平均振幅とした。

【結果】

練習により CP 群は、10%、20%MVC 保持のテストそれぞれで、力発揮までの反応時間、ターゲットとの発揮張力との誤差ともに、VP 群に比較して、有意に減少した ($p < 0.05$)。また、CNV 後期成分に関して、10%MVC 保持テストでは CP 群、20%MVC 保持テストでは VP 群の方が有意に平均振幅の増加が観察された ($p < 0.05$)。

【結論】

本研究は、VP 群で高い運動学習効果および転位効果が得られると仮説を立てていたが、CP 群の方が高いという逆の結果となった。一方、20%MVC テストの CNV 後期成分においてのみ VP 群で有意な増加がみられた ($p < 0.05$)。これらの結果は、CP 練習によって繰り返し同じ課題を行うことで、既知の課題に対する高い運動準備が形成され、パフォーマンスが高くなった。一方、未知の課題に対する認知過程においては、VP 練習の方が運動の準備ができていたことを示している。

P-KS-08-5**一側下肢の運動学習に伴う質脊髄路興奮性の変化と、対側下肢へ及ぼすパフォーマンスの影響**大澤 竜司¹⁾, 立本 将士¹⁾, 土屋 順子²⁾, 沼田 純希¹⁾, 田辺 茂雄³⁾, 鈴木 智高¹⁾, 菅原 憲一¹⁾¹⁾神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科, ²⁾信州大学大学院 医学系研究科,
³⁾藤田保健衛生大学 リハビリテーション学科**key words** 学習転移・TMS・トラッキング課題**【はじめに、目的】**

一側肢のトレーニングによる学習効果が、非トレーニング肢に影響を及ぼす現象は「学習転移」と呼ばれ、その検証は多様な研究分野において行われている。近年では学習転移をもたらす神経生理学的メカニズムとして、学習を伴った両側大脳皮質運動野の相補的な興奮性変化の存在が示されている。しかし、この事象に関する先行研究の多くは上肢を対象としており、下肢を対象にそのメカニズムを検証した研究は少ない。本研究の目的は経頭蓋磁気刺激法(TMS)を用いて、一側下肢運動学習に伴う両側皮質脊髄路興奮性の変化と、非練習側下肢へ及ぼすパフォーマンスの影響を明らかにする事である。

【方法】

対象は健康成人8名(平均年齢21.1歳)とした。学習課題は画面に表示した基準線を足関節背屈の張力を示すマーカーで追従するトラッキング課題とした。なお、この基準線は直線的に緩徐に上昇するランプ形態とした。この課題を右足にて50回反復練習を行った。学習の評価として、基準線及びマーカーを消失した状態で学習課題と同様の課題を実施し、基準線との誤差面積の大きさ(RMS)を左右足毎に右足練習前後で計測した。被検筋は、右前脛骨筋(TA)、左TAとし、課題施行中の同側足関節からTMSによる運動誘発電位(MEP)を記録した。TMSのタイミングは基準線が頂点に到達する1/3時点と2/3時点の2つの時点で10回ずつ施行した。1/3、2/3時点はそれぞれ足関節最大背屈筋収縮(MVC)の10%と20%に相当する時点とした。また、コントロールMEPとして実験の始めに10%MVC、20%MVC保持時のMEPをそれぞれ10回ずつ計測した。統計解析は練習に伴うパフォーマンス変化に対して、対応のあるt検定を用いて左右側毎に右足練習前後での誤差RMS値を比較した。皮質脊髄路興奮性の変化として課題試行中のMEP振幅比(課題試行中MEP/コントロールMEP)を算出し、対応のあるt検定を用いて練習前後のMEP振幅比の差を左右側毎に比較を行った。統計学的有意水準は5%未満とした。

【結果】

右足関節では練習前と比較し練習後で誤差RMS値の有意な減少($p=0.012$)を認めた。一方、左足関節では右足練習前後で誤差RMS値に有意な変化を認めなかった($p=0.969$)。MEP変化は、右TA10%MVC時点にて練習前に比べ練習後で有意なMEPの減少($p=0.049$)を認めた。また、左TA10%MVC時点においても右足の練習前後で有意なMEPの減少($p=0.004$)を認めた。

【結論】

今回用いた課題では非練習側へのパフォーマンスの転移は認められなかった。しかし、練習を行った左大脳皮質脊髄路のMEP振幅は学習に伴って減少し、これと同様に非練習側である右大脳皮質脊髄路のMEP振幅も減少が認められた。以上の結果から一側下肢の運動学習に伴い、技能の転移はもたらさなくとも当該筋を支配する大脳皮質脊髄路興奮性の変化は対側半球に反映されるという可能性を示唆した。

P-KS-08-6**軽負荷反復運動課題による Post exercise depression 期間中の皮質内抑制回路の変化**

宮口 翔太, 小島 翔, 小丹 晋一, 中川 晶樹, 佐々木亮樹, 田巻 弘之, 大西 秀明

新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

key words Post-exercise depression・経頭蓋磁気刺激・短間隔皮質内抑制**【はじめに, 目的】**

リハビリテーション分野において、軽負荷の反復運動は関節可動域の改善や運動学習の促進、脳卒中患者の随意運動促進などを目的に幅広く用いられている。先行研究では、軽負荷反復運動後に一次運動野の興奮性が一過性に低下する現象 (post exercise depression ; PED) が報告されている (Teo, et al., 2012 ; Miyaguchi, et al., 2013)。しかし PED のメカニズムの詳細は未だ不明である。そこで本研究は PED 期間中の皮質内抑制回路の変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常成人 8 名 (23.8±2.9 歳) とし、2 Hz の右示指外転運動を 6 分間遂行した。収縮強度は最大随意収縮の 10% とした。経頭蓋磁気刺激により左一次運動野手指領域を刺激し、右第一背側骨間筋から単発刺激による運動誘発電位 (single MEP) および二連発磁気刺激による短間隔皮質内抑制 (SICI) を計測した。SICI 計測時の条件刺激強度は運動時運動閾値の 80% とし、刺激間隔は 2 ms とした。運動前における single MEP 計測の磁気刺激強度および SICI の試験刺激強度は安静時運動閾値 (RMT) の 110%, 115%, 120%, 125%, 130% とし、運動後の各磁気刺激強度は 130%RMT とした。運動前後における SICI の比較には single MEP の値が運動前後で同程度となる試験刺激強度で計測された値を対象とした。single MEP および SICI は運動前、運動後 1-2 分、運動後 3-4 分に計測し、各 12 波形の平均値を算出した。運動前後の single MEP の比較には一元配置分散分析を用いた。事後検定には Bonferroni 法を用いた。また single MEP に対する SICI の比較には対応のある t 検定を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

運動前後に 130%RMT 強度により計測された single MEP の値 (平均値±標準誤差) は、一元配置分散分析の結果、時間要因に主効果が認められ ($F(2, 15) = 4.177, p < 0.05$)、1.52±0.01 mV (運動前)、1.10±0.23 mV (運動後 1-2 分)、1.34±0.17 mV (運動後 3-4 分) となり、運動前に比べ運動後 1-2 分において有意に低下した ($p < 0.05$)。SICI の値は、0.77±0.22 mV (運動前)、0.57±0.19 mV (運動後 1-2 分)、0.66±0.22 mV (運動後 3-4 分) となり、いずれも single MEP に比べ SICI の値が有意に低値となり (運動前および運動後 3-4 分 ; $p < 0.05$, 運動後 1-2 分 ; $p < 0.01$)、運動前後で SICI に変化は認められなかった。

【結論】

軽負荷反復運動課題による PED 期間中に SICI は変化しないことが明らかになった。

P-KS-12-1**骨盤挙上運動における腰方形筋の収縮性と第12肋骨位置変化の左右特性について
—腰背部筋と側腹筋の関与を考慮して—**本間 友貴^{1,2)}, 柿崎 藤泰³⁾, 石塚 達也^{1,4)}, 西田 直弥⁴⁾, 茂原亜由美²⁾, 平山 哲郎²⁾, 泉崎 雅彦²⁾¹⁾IMS (イムス) グループ 板橋中央総合病院,²⁾昭和大学大学院 医学研究科 生理学講座 生体調節機能学部門,³⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科, ⁴⁾東京医科大学大学院 医学研究科**key words** 腰方形筋・第12肋骨・左右差**【はじめに/目的】**

我々は腰部骨盤帯の機能評価の一つとして筋の収縮性左右差を重要視し、理学療法に役立てている。そのなかでも腰方形筋(QL)の収縮性は特に左側において低下を認めることが多い。またQLが付着する第12肋骨(12rib)位置を評価すると、右側に比べて左側が水平面上で外方に位置している例が多い。共通して観察されるこの左右差から、QLの収縮性と12rib位置は関係があると推測される。

そこで今回は、QLの収縮性に左右差が生じるメカニズムを明らかにするため、骨盤挙上運動におけるQLや12ribの位置変化、その他の下部体幹筋の左右を比較したところ、興味ある知見が得られたのでここに報告する。

【対象と方法】

対象は健康成人男性12名とした(平均年齢23.5±2.9歳)。課題動作は腹臥位での骨盤挙上運動(等尺性収縮)とし、大腿遠位部に装着した骨盤下制ベルトを介して体重の20%の重さで牽引した。

計測項目は12ribとQL、脊柱起立筋群(ES)、広背筋(LD)、外腹斜筋(EOA)とし、超音波画像診断装置(EUB-8500、日立メデイコ社)を用いて計測した。12ribとLDの測定位置は、上後腸骨棘を通過する腰椎長軸に並行な線と12ribの交点とした。QL、ESは第3腰椎レベルとし、EOAは同レベルの側腹部とした。

得られた画像から画像解析ソフトImage J(米国国立研究所)を用いて、安静時12rib位置と各筋の断面積および筋厚、また挙上時12rib内方移動率と各筋の増加率を算出した。左右各3回におけるそれぞれの平均値を用いた。

統計学的解析は12rib位置と各筋の左右比較をそれぞれ対応のあるt検定を用い、左右の12rib内方移動率と各筋における増加率の関係はPearsonの積率相関係数を用いて分析した。なお、有意水準は5%未満とした。

【結果】

安静時12rib位置は右側が内方に位置し($p<0.05$)、挙上時12rib内方移動率は右側が大きかった($p<0.01$)。QL、LD、EOAの安静時断面積および筋厚、挙上時増加率は共に右側が大きく($p<0.05$)、ESは共に左側が大きかった($p<0.01$)。

右側の12rib内方移動率とQL、LDの間には正の相関が示された($r=0.68, 0.83$)。また左側の12rib内方移動率とESの間には負の相関が示された($r=-0.68$)。

【結論】

本研究結果より、骨盤挙上運動におけるQLやLD、EOAの収縮性の優位性は右側に見られた。また右側QLの収縮性は12ribの内方移動と関係していた。解剖学的にLDやEOAは12ribを内方移動させる役割があるとされる。右側に見られるこれらの筋群が12ribを内方移動させ、QLの収縮性を高めたものと考えられる。

一方、左側はESが強く運動関与していた。ESは12ribの内方移動を阻害し、QLの選択的収縮を困難にしていることが考えられ、代償的なものと捉えている。

今回、QLの収縮性に関与する12ribの位置変化や下部体幹筋の収縮性の左右差が認められた。この左右差は体幹機能を評価する上で重要な基礎データとなり得ると考えられる。

P-KS-12-2**片脚スクワット動作における体幹角度の男女差
前額面運動に着目して**

西村沙紀子

文京学院大学保健医療技術学部理学療法学科

key words 前額面・体幹側屈・性差**【はじめに、目的】**

片脚スクワット動作は、身体重心を上下移動しながら、その際生じる矢状面および前額面上の動揺を制御し、身体重心が支持基底面内から逸脱しないようにバランスをとる動作である。バイオメカニクス的手法を用いた報告では、スクワット動作時、女性では男性に比較し股関節内転角度、膝関節外反角度が増加すると述べられている。しかしこれらの研究は下肢関節運動に注目したものであり、体幹の運動について述べた研究は少ない。近年体幹運動の姿勢制御への関与が注目され、理学療法実施の場面でも治療の対象となることが多い。そこで本研究は健常人における片脚スクワット動作の姿勢制御の男女差について、体幹角度に着目し検討することを目的とした。

【方法】

対象は整形外科的および神経学的疾患のない健常男性5名、女性5名の計10名、年齢 21.0 ± 1.5 歳、身長 163.2 ± 7.3 cm、体重 57.1 ± 6.3 kgであった。計測機器は三次元動作解析装置(VICON Motion system社 MXカメラ8台)と床反力計(AMTI社製)を用い、サンプリング周波数100Hzで計測した。マーカー位置はplug in gait full body modelに基づく35点とした。すべての被験者で右側の下肢を対象とした。計測動作は、非支持脚の開始肢位を股関節軽度屈曲位とし、メトロノームに合わせて、2秒で膝を曲げ、2秒で膝を伸ばすよう指示した。片脚スクワットを連続3回行い、2回目を抽出して解析した。解析項目は体幹運動角度の最大値を算出した。統計解析は男性群と女性群で対応のないt検定を使用した。統計分析はExcel2013を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

片脚スクワット動作の膝関節屈曲時、体幹側屈角度は男性で $0.78 \pm 0.75^\circ$ 、女性で $3.77 \pm 1.4^\circ$ であり有意差が認められた($p < 0.05$)。

【結論】

本研究結果から片脚スクワット動作の膝関節屈曲時において、女性は男性よりも大きな体幹側屈角度を呈していることがわかった。Valentinaらは片脚スクワット動作時、体幹前屈角度は男性に比較し女性で小さく、水平面では男性と比較し女性では反対方向に回旋角度を呈するが、前額面上の体幹運動においては男女差は認められなかったと述べている。しかし本研究においては前額面上運動においても男女差が見られた。これにより男性と女性での前額面上体幹運動による姿勢制御の方法に差があり、発生する関節モーメントにも差が生じていると考えられる。今後はさらに被験者を増やし、体幹側屈角度の性差が姿勢制御に及ぼす影響について検討する必要があると考える。

片脚スクワット動作時の体幹運動の男女差を把握することは、この運動課題が性別による姿勢制御の違いや、性別による各関節への負荷量の違いを把握すると考えられる。今後、運動療法として施行する際に性差による姿勢制御パターンの違いを考慮して治療に臨むことにもつながると考える。

P-KS-12-3**四つ這いを用いたトレーニング時の側腹筋群の動態の観察
超音波画像診断装置を用いて**前沢 智美¹⁾, 三津橋佳奈²⁾, 工藤慎太郎^{3,4,5)}¹⁾四軒家整形外科クリニック リハビリテーション科, ²⁾伊東整形外科 リハビリテーション科,³⁾森ノ宮医療大学保健医療学部 理学療法学科, ⁴⁾森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科,⁵⁾森ノ宮医療大学卒業教育センター**key words** 四つ這い・側腹筋群・超音波画像診断装置

【はじめに, 目的】体幹の安定化を目的として四つ這いを用いたトレーニングが行われている。腹横筋 (TrA) に関して大久保ら (2009) によると四つ這い時の TrA の活動は同側上肢, 反対側下肢挙上時に活動が上がると報告している。また, 内腹斜筋 (IO) に関しては表面筋電図を用いて, コルセット装着・未装着での四つ這い時の腹筋群の筋活動が報告されている。その中で, IO は四つ這い時, 同側上肢・対側下肢挙上時の筋活動がコルセット装着時に比べて, 未装着時の方が有意に筋活動は上がったと報告している。つまり, 四つ這いでの TrA・IO の筋活動は同側上肢・対側下肢挙上で上昇すると考えられる。一方, 浅田ら (2010) は四つ這い位における脊柱アライメントについて再現誤差があったと報告している。つまり, TrA, IO の筋活動上昇を狙う運動として四つ這いでのエクササイズは介入方法として適切か疑問が生じた。そこで, 側腹筋群の筋活動を詳細に観察可能である超音波画像診断装置 (US) を用い, 四つ這いでの上・下肢運動時の側腹筋群の動態を検討することを本研究の目的とした。

【方法】対象は健康成人 15 名 (男性 13 名, 女性 2 名) 30 側の側腹筋群とし, 2 週間以内に腰痛のある者は除外した。測定機器には US (MyLab25, Esoate 社製) を使用した。測定モードは B モードとし, 12MHz のリニアプローブを使用した。測定部位は, 臍レベルで前腋窩線との交点とし外腹斜筋 (EO), IO, TrA が超音波画像上に写る位置とした。運動開始肢位は四つ這い肢位 (安静位) で, 同側上肢反対側下肢挙上 (同側挙上), 反対側上肢同側下肢挙上 (反対側挙上) の 2 動作を最終肢位とし左右それぞれ施行した。この時, 上肢挙上時は肩関節屈曲 180°, 下肢挙上時は股関節中間位で骨盤が回旋しないように指導した。また, 安静位, 同側挙上, 反対側挙上の静止画を撮像し, Image-J を用いて EO, IO, TrA の左右それぞれの筋厚を測定した。安静位とそれぞれの筋の筋厚を比較し, 変化量・変化率を算出した。統計学的手法には, 各筋における安静位と同側挙上, 反対側挙上の筋厚の比較に対応のある一要因分散分析と多重比較検定 (Bonferroni の方法) を行い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】EO の筋厚は安静位 0.67 ± 0.22 cm, 同側挙上 0.59 ± 0.31 cm, 反対側挙上 0.89 ± 0.32 cm であった。IO の筋厚は安静位 0.91 ± 0.33 cm, 同側挙上 0.99 ± 0.42 cm, 反対側挙上 0.97 ± 0.29 cm であった。TrA の筋厚は安静位 0.47 ± 0.13 cm, 同側挙上 0.68 ± 0.20 cm, 反対側挙上 0.54 ± 0.24 cm であった。また, EO は反対側挙上が他の 2 つに比べて有意差があった。IO は有意差はなかった。TrA は同側挙上が他の 2 つに比べて有意差があった。

【結論】本研究の結果から EO, TrA のトレーニングには四つ這いが有効であることが示唆された。また, IO は表面筋電図のみの報告であったため結果が類似しなかった可能性がある。今回, 健康群であったこと, 四つ這いは再現性があることから腰痛群では US を用いてモニタリングしながら行う必要があると考える。

P-KS-12-4**スリング伏臥位ブリッジ運動における振動刺激の影響**小谷 征輝^{1,2)}, 山本 敬三³⁾¹⁾社会医療法人孝仁会 札幌第一病院, ²⁾北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究所,³⁾北翔大学 生涯スポーツ学部**key words** 振動刺激・スリング・伏臥位ブリッジ**【はじめに, 目的】**

伏臥位ブリッジ運動は、腰部安定化・体幹強化を目的としたトレーニングによく選択される。腰部安定化トレーニングは、腰痛の治療・予防、運動パフォーマンス向上を目的に行われ、さらに不安定な床面を利用した場合は、安定した床面と比較して、腰部安定化筋群を効果的にトレーニングできる可能性が示された(2005; Anderson, 2012, Behm)。近年、スリング装置と振動刺激装置を併用した治療・トレーニング方法が注目されてきた(2009; Kirkesola)。振動刺激は、より不安定な環境をもたらすが、臨床的に遂行する運動の困難度が減少し、疼痛軽減、筋機能が向上するという報告がある(1997; Hodges, 2009; Kirkesola, 2011; Muceli)。しかし、振動刺激強度は、臨床経験により決定されており、統一されていない。本研究の目的は、スリング伏臥位ブリッジ運動における振動刺激強度の違いをバイオメカニクスの観点から、振動刺激強度決定の一助を示すことである。

【方法】

運動課題は、伏臥位ブリッジに両股関節外転運動を付加した動的伏臥位ブリッジとした。ブリッジ姿勢保持後、5秒間で股関節最大外転を行わせた。対象は、健常男性10名(年齢; 25.1 ± 3.05 歳, 身長; 170.6 ± 5.6 cm, 体重; 65.0 ± 7.1 kg)とした。振動刺激は振動刺激装置を使用し、振動条件は振動なし, 振幅小 $30 \cdot 15$ Hz, 振幅大 $30 \cdot 15$ Hz の全5条件とした(NV, L15, L30, H15, H30)。実験は、3次元光学式動作分析装置(MAC3D system, Motion Analysis Inc.)と筋電計(EMG; BioLog DL-5000, S&ME Inc.)を同期させて計測した。関節角度(ROM)として体幹の屈曲-伸展, 側屈, 回旋および股関節屈曲-伸展の平均角度・標準偏差, 股関節外転可動域を算出した。EMGは、腹直筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋, 大腿直筋, 脊柱起立筋を計測対象とした。各運動課題終了直後に、Visual Analog Scale (VAS)を用いて主観的困難度を評価した。ROMおよびEMGは、運動遂行中の間3秒間の平均および標準偏差(SD), 股関節外転角度は外転運動の最大角度から外転開始角度を減算した値を算出した。統計分析では、ROMについてはBonferroni post hoc testを使用した。VAS, EMGについてはKruskal-Wallis testの後、Steel-Dwass testを使用した。有意水準は $P < .05$ とした。

【結果】

ROMは振動条件による統計学的な違いは認められなかった。しかし、体幹回旋角度のSD値において、NVと比較してH30, L30, H15, L15に有意な減少($P < .05$)を認めた。また、股関節外転可動域では、NVと比較してH30, H15で有意な増加($P < .05$)を認めた。EMGは、NVと比較して振動刺激により有意な減少が認められた。

【結論】

VASと体幹回旋のSD値の減少に関連があることが示唆された。また、EMGでは振動を与えることで筋活動の減弱が認められ、姿勢保持が容易に行えていることが示された。特に振幅大が、姿勢保持に補助的に働くことが示された。

P-KS-12-5**しゃがみ動作における骨盤前後傾の腸腰筋への影響**

宮地 諒, 藤井 亮介, 西 祐生

石川県済生会金沢病院

key words しゃがみ動作・腸腰筋・超音波画像診断装置**【はじめに, 目的】**

しゃがみ動作は日常生活や理学療法で頻回に行われ、股関節運動との関連が深い。中でも股関節屈曲運動の主動筋である腸腰筋は骨盤の前後傾の肢位により活動が変化することが知られている。しゃがみ動作における下肢筋の活動を分析した報告は散見されるにも関わらず、腸腰筋の活動を測定したものはみられない。近年、超音波画像診断装置(以下、US)を使用し鼠径部で測定した腸腰筋厚と磁気共鳴画像診断装置で測定した筋横断面積に差がないことや、USで測定した腸腰筋厚と股関節屈曲筋力とが関連するといった報告があり、USが腸腰筋の活動を評価する方法として有用であるとされている。そこで本研究はUSによってしゃがみ動作での骨盤前後傾による腸腰筋厚への影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は下肢や脊柱に関節障害などの既往がなく、日常生活に影響する疼痛がない健康成人男性9名(28.6±5.0歳)とした。課題動作は立位から膝関節屈曲60°までのしゃがみ動作とした。しゃがみ動作は骨盤前傾位と後傾位の両肢位で行った。骨盤前傾位と後傾位は被験者の最大努力下での骨盤前傾位及び後傾位とした。腸腰筋の筋厚の測定にはUS(LOGIQ e, GEヘルスケアジャパン社製)を使用した。測定するプローブ位置を一定にするために鼠径部中央にあらかじめマーキングを施行し、その上にプローブを接触して測定した。測定はBモードにて実施し、プローブはリニアプローブ(10MHz)を使用した。取得したUSの画像から画像解析プログラムImageJによって腸腰筋厚を計測した。統計処理はWilcoxonの符号順位検定を行った。

【結果】

しゃがみ動作終了時の腸腰筋厚は骨盤前傾位と後傾位のどちらも開始時よりも有意に増加した($P<0.01$)。また、骨盤前傾位でのしゃがみ動作における腸腰筋厚は、開始時と終了時ともに後傾位よりも有意に高値を示した($P<0.01$)。さらに骨盤前傾位でのしゃがみ動作では、開始時と終了時の腸腰筋厚の変化率が骨盤後傾位でのしゃがみ動作と比較して有意に大きかった($P<0.01$)。

【結論】

骨盤前傾位と後傾位のどちらにおいてもしゃがみ動作により腸腰筋厚が増加し、その変化は骨盤前傾位で行う方が後傾位よりも大きい。そのため、骨盤前傾位でのしゃがみ動作は後傾位で行うよりも腸腰筋の活動が増加し、より効率的な腸腰筋のエクササイズと成り得ることが示唆された。

P-KS-13-1**Sit-to-Walk task への二次的課題付加による影響の検討**

朝倉 智之, 臼田 滋

群馬大学大学院保健学研究科

key words sit-to-walk task・fluidity・二重課題**【はじめに, 目的】**

椅子座位姿勢からの歩行開始動作である Sit-to-Walk task (STW) は、動作の流動性 (fluidity) に着目した基礎的な研究や脳卒中患者等を対象とした研究が報告されている。しかしながら、日常生活で頻繁にある STW 時に物を持つなど manual task が付加される状況を想定した分析はない。そこで本研究では、STW 実施時に水の入ったコップを持つという manual task を二次的課題として付加したときの影響を、身体重心 (center of gravity ; COG) と圧中心 (center of pressure ; COP) の関係、fluidity の観点から明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象者は健康若年男性 12 人 (23.8±2.2 歳) とした。課題動作は通常の STW (STW-S) と、水の入ったコップを持ちながら STW を行う (STW-D) の 2 条件とした。共通条件として、椅子の座面高は下腿長、動作は最大速度、目標地点は正面前方 2m とした。STW-S では両手は胸の前で組んでおくこととした。STW-D では右手に上端 1cm まで水の入ったコップを把持し、左手は胸に当てておくこととした。測定には三次元動作解析装置 (ローカス 3D MA-3000 ; アニマ社製)、シート式下肢加重計 (ウォーク way MW-1000 ; アニマ社製) を同期させ、100Hz にて記録した。測定項目は動作開始時に逆応答現象として観察される COP の最大後方移動距離、動作中に乖離した COP と COG の最大前後距離、体幹前傾角度、体幹前傾相で生じる前方への運動量の peak 値、離殿のタイミングと同時期で、前方への運動量が下がりきった bottom 値、peak 値に対する bottom 値の割合で、値が大きいほど高い fluidity を示す Fluidity Index (FI) とした。これらについて STW-S と STW-D 間で対応のある t 検定を行った。統計処理には SPSS Statistics 22 を用い、有意水準を 5% とした。

【結果】

COP の最大後方移動距離はそれぞれ 13.6±5.2 cm, 13.0±5.0 cm (STW-S, STW-D, 以下同じ) で有意差は認められなかった。COP と COG の最大前後距離は 21.6±7.8 cm, 17.3±5.8 cm で有意差を認めた ($p<0.001$)。体幹前傾角度は 45.8±8.2 度, 34.9±4.2 度で有意差を認めた ($p<0.001$)。peak 値は 42.7±8.0 kg·m/s, 33.9±9.7 kg·m/s で有意差を認めた ($p<0.001$)。bottom 値は 40.4±7.6 kg·m/s, 30.7±9.3 kg·m/s で有意差を認めた ($p<0.001$)。FI は 96.8±3.0%, 90.2±4.2% で有意差を認めた ($p<0.001$)。

【結論】

二次的課題の付加の影響として、先行随伴性姿勢調節のひとつである逆応答現象を示す COP の最大後方移動距離自体に変化はみられなかったが、身体の前方への回転モーメントを生み出す COP と COG の前後の乖離は小さくなった。前方への運動量および fluidity の低下からも今回の二次的課題付加では前進性よりも安定性を重視していることが明らかとなった。今後は運動障害を有する患者や高齢者を対象とした検討により、評価、介入の手がかりとなると考えられる。

P-KS-13-2**健常人の補高による脚長差に対する前額面上の戦略**

楠 大吾¹⁾, 土居 誠治¹⁾, 尾坂 良太²⁾, 青木 健輔²⁾, 渡部 里佳¹⁾, 石田 裕也²⁾, 山下 紗季²⁾,
松下 春菜¹⁾, 白石 恵資²⁾, 長野 友美²⁾, 野村 京平²⁾, 上田 透²⁾

¹⁾愛媛十全医療学院, ²⁾愛媛十全医療学院附属病院

key words 脚長差・三次元動作解析・重心動揺

【はじめに, 目的】

臨床上脚長差を有し, 前額面上での問題を呈する症例は多い。その際, 脚長差など構築学的なものに起因する健常人でも起こり得る現象と, その他筋力低下, 関節可動域や疼痛などに起因する現象を鑑別して捉えることは重要である。そこで, 本研究の目的は補高による脚長差がもたらす左右重心動揺への健常人の戦略を, 前額面上の運動学・運動力学的観点から検討することである。

【方法】

対象は整形外科の疾患・脚長差の無い(0.5cm以内)健常男性13名(平均年齢20.2±1.7歳)とした。補高調整靴を使用し左側に厚さ2cmのリフターを靴底に貼付し, 脚長差無し, 2cmの2パターンで7mの自由歩行を各5回実施した。計測は赤外線カメラ6台を用いた三次元動作解析装置 VICON MX と床反力計2枚を使用した。解析は5歩行周期を抽出し, 立脚期の股関節内転角度・内部股関節外転モーメント(HAM)の最大値, 初期接地後の骨盤傾斜(反対側沈下の傾斜)・体幹側屈角度(同側の側屈), 床反力内向き成分(Fx)の最大値, 重心左右変位量(左右ΔCOG)・上下変位量(上下ΔCOG)を算出し5回の平均値を採用した。また統計学的解析として脚長差無し, 補高時の同側の比較をWilcoxonの符号付順位和検定, 相関分析はSpearmanの順位相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果】

脚長差無し, 補高時の比較は補高側では股関節内転・骨盤傾斜・体幹側屈角度が補高時に有意に増加, Fxは有意に低下した。非補高側では股関節内転・骨盤傾斜・体幹側屈角度が有意に低下, Fxは有意に増加した。脚長差無し, 補高時で両側HAM, 左右ΔCOGに有意差は無く, 上下ΔCOGは補高時に有意に増加した。相関分析では, HAMと左右ΔCOGに脚長差無しでは相関は認めず, 補高時には非補高側HAMと左右ΔCOGに正の相関を認めた。Fxと左右ΔCOGに脚長差無しでは相関は認めず, 補高時には非補高側Fxと左右ΔCOGに正の相関を認めた。上下ΔCOGと左右ΔCOGは脚長差無しでは正の相関を認めたが, 補高時には相関は認めなかった。計測した各関節角度と左右ΔCOGに相関は認めなかった。

【結論】

補高時に上下ΔCOGが有意に増加し, 脚長差無しでは上下ΔCOGと左右ΔCOGに正の相関があり, 補高時には相関を認めなかったことから, 補高により上下ΔCOGが増加した際は左右ΔCOGを何らかの因子が制御していると考えられる。これは左右ΔCOGと計測した各関節角度に相関は無く, 左右ΔCOGと非補高側Fx・HAMに正の相関を認めたこと。また歩行の時系列では非補高側のFx・HAMが荷重応答期, その後非補高側への重心移動が立脚中期にこれらの最大値を認めることから, 上下ΔCOGが増加すると非補高側のFxとHAMはフィードフォワードで左右ΔCOG増加の制御に寄与する割合を高めることで, 健常人は左右重心動揺を増加させず歩行が可能であると考えられる。補高による脚長差に対する健常人の戦略を示したことで, 構築学的な現象とその他の因子での現象を鑑別して捉えることの一助となる意義のある研究である。

P-KS-13-3**頭部と体幹部の立ち直り角度からみた高齢者の後方ステップ反応特性**

竹内 弥彦, 三和 真人, 雄賀多 聡

千葉県立保健医療大学健康科学部リハビリテーション学科

key words 高齢者・ステップ反応・立ち直り反応**【はじめに, 目的】**

高齢者の転倒を防止する, または転倒による外傷を軽減にする重要な姿勢反応として, ステップ反応が挙げられる。外乱に反応して適切にステップを出現させるためには, ステップ反応時の頭部や体幹部の空間上の位置調整が重要と考える。本研究の目的は, 外乱負荷時のステップ反応における頭部と体幹部の空間上の位置変化から, 高齢者の後方ステップ反応の特性を明らかにすることである。

【方法】

対象は地域在住の健常高齢者 20 名, 対照群として健常若年者 10 名を選定した。ステップ反応における頭部と体幹部の位置計測には, 3次元動作解析装置を用い, 反射マーカを被験者の体表に貼布し標点とした。被験者は前列 2 枚, 後列 2 枚に設置された床反力計の前列上で立位姿勢を保持した。続いて, 随意的に重心を後方へ移動し, 寄りかかった検者の手掌を急激に離すことで外乱を加え, 後方へのステップ反応を誘発した。その際, 検者の手背に小型の加速度計を取り付け, 外乱が加わった時期を同定した。データのサンプリング周波数はカメラ 200Hz, 床反力計・加速度計 1kHz とし, PC への取込み時にそれぞれのデータを同期した。加速度値およびステップ足の床反力値より, 外乱負荷から足部が離地した時期を同定し, Perturbation-stepping (PS) 期と定義した。加えて, 後方設置の床反力値より, ステップ足が着地する直前の時期を同定し, Single-stance (SS) 期と定義した。動作解析ソフトを用いて, 標点データから頭部(頸椎含む)と体幹部(胸郭, 腹部)の COM 位置を算出し, PS 期および SS 期における矢状面上の位置変化を分析した。また, 床からの垂直線に対し, 頭部・体幹部 COM がなす最大角度を立ち直り角度として算出し, 加えて, 体幹部に対する頭部の屈曲角度を算出した。統計処理は, PS・SS 期における頭部・体幹部の立ち直り角度, 体幹部に対する頭部の屈曲角度について, welch の t 検定を用いて高齢群と若年群間で比較した。加えて, Pearson の積率相関係数を用いて, 頭部と体幹部の立ち直り角度の相関関係を分析した。

【結果】

t 検定の結果, PS 期における体幹部の立ち直り角度が高齢群で有意に低値を示した ($p < 0.05$)。加えて, 相関分析の結果, 高齢群では PS 期と SS 期において, 頭部の立ち直り角度と体幹部の立ち直り角度との間に有意な正の相関関係を認めた (PS 期: $r = 0.68$, SS 期: $r = 0.53$, $p < 0.01$)。なお, 若年群では有意な相関関係は認めなかった。

【結論】

本研究の結果, 若年群との比較から高齢群では, 外乱負荷からステップ足が離地(ステップ出現)する期間における体幹部の立ち直り機能が低下している可能性が示された。加えて, 相関分析の結果から, 高齢群では体幹部と頭部の空間上の傾き角度の類似性が示され, 体幹部に対する頭部の分離(立ち直り)が困難であることが示唆された。

P-KS-13-4**後方ステップ動作における接地直後のエネルギー吸収**齋藤 雄大¹⁾, 神先 秀人²⁾¹⁾山形県立保健医療大学大学院保健医療研究科保健医療学専攻,²⁾山形県立保健医療大学保健医療学部理学療法学科**key words** ステップ動作・エネルギー吸収・動的バランス**【はじめに, 目的】**

ステップ動作の接地直後, 下肢筋の遠心性収縮により身体運動が制動される。この際, 遠心性収縮が生じた関節では負の仕事(エネルギー吸収)が生じる。この仕事に関する所見は筋トルクや筋パワーの情報と共に, 各関節での筋の活動状況や衝撃吸収等を推測する上で貴重な知見を与えてくれる。前方ステップや側方ステップに関する報告は散見されるが, 後方ステップに関する報告は見当たらない。本研究では, 後方ステップ動作の接地直後のエネルギー吸収に焦点をあて, 運動力学的特徴と状況の異なる場面での反応の違いによる差を検討することを目的とした。

【方法】

健康若年成人 14 名(年齢 20.7 ± 0.7 歳)を対象とした。測定機器は三次元動作解析装置(VMS社: Plug-in Gait Full Body Model)と床反力計(Kistler社)を使用し, サンプリング周波数はそれぞれ 200Hz, 1000Hz とした。

課題動作は①安定性限界到達後のステップ動作(リーチ), ②振り子運動により体重の 10% 相当の外力を身体に加えた際のステップ動作(外乱), ③自発的なステップ動作(自発)の 3 課題とした。静止立位から接地後の安定肢位に戻るまでの期間を測定し, その中でエネルギー吸収に関与する運動力学因子(関節トルク, 仕事量)は接地直後 1 秒間を解析対象とした。各関節の負の仕事量は負の関節パワーを積分して求め, 体重で正規化した。時空間因子の影響をみるために, 踏み出し脚のステップ長を求めた。

各関節での負の仕事量に関する課題間の比較は, 反復測定分散分析及び Friedman 検定を用い, 有意水準は 5% とした。

【結果】

平均ステップ長はリーチと外乱が自発よりも有意に大きな値を示した。

踏み出し脚では, 股関節の負の仕事量(J/kg)はリーチ 0.15, 外乱 0.11, 自発 0.07 であり, この期間は屈曲トルクが働いた。膝関節はそれぞれ 0.09, 0.06, 0.04 であり伸展トルクが働いた。足関節はそれぞれ 0.23, 0.23, 0.07 であり, 底屈トルクが働いた。股関節や足関節ではリーチが自発よりも有意に大きな値を示し, また全ての課題では足関節が膝関節よりも有意に大きな値を示した。

支持脚では, 股関節の負の仕事量はそれぞれ 0.07, 0.05, 0.03 であり, この期間は主に伸展トルクが働いた。膝関節の負の仕事量はそれぞれ 0.03, 0.04, 0.01 で, 足関節では殆ど生じなかった。股関節や膝関節ではリーチと外乱が自発よりも有意に大きな値を示し, またリーチや外乱では股関節が足関節よりも有意に大きな値を示した。

【結論】

本研究結果より, 後方ステップのエネルギー吸収は主に踏み出し脚により行われ, その中でも足関節底屈筋群と股関節屈曲筋群が担うことが推察された。支持脚によるエネルギー吸収は量的には少ないが, その中でもは股関節伸展筋群による吸収が大きな値を示した。またリーチで大きな値を示した理由としてステップ長の影響が考えられた。

本研究結果は, バランストレーニング等を行う際に, 有用な情報として使用可能と考えられる。

P-KS-13-5**表面筋電図と動作解析装置による歩行時方向転換動作の解析
サイドステップ時の支持側筋活動と体幹傾斜角度に着目して**井上 裕次¹⁾, 大矢 祥平²⁾, 酒井 潤一³⁾, 武田 知仁⁴⁾, 川間健之介⁵⁾¹⁾東京衛生学園専門学校 リハビリテーション学科, ²⁾千葉県千葉リハビリテーションセンター,
³⁾総合高津中央病院, ⁴⁾平成横浜病院, ⁵⁾筑波大学大学院**key words** 歩行・方向転換動作・表面筋電図**【はじめに, 目的】**

近年, 人の歩行動作について, 生体計測装置の進歩により直進歩行時の運動については共通の見解が得られている。しかし方向転換時の歩行については, そのメカニズムについて明らかになっていない。本研究の目的は, 方向転換時の筋活動と体幹傾斜角度を計測し, 方向転換時の両者の関連を検討することとした。

【方法】

対象者は健康成人男性 20 名。平均年齢 27.3 ± 6.22 歳, 身長 173.75 ± 4.88 cm, 体重 65.9 ± 7.18 kg。

方向転換動作は, 支持基底面が広く取れるサイドステップとした。転換する側の下肢を転換側, 転換する 1 歩前を支持側とした。転換角度は進行方向に対し $30 \cdot 60 \cdot 90^\circ$ とし, 転換動作との比較のため 0° (直進) の測定を行った。歩行周期決定のため床反力計 (Kistler 社) を 2 枚使用した。歩行速度は音に合わせて $90 \cdot 110 \cdot 130$ steps/min とし, それぞれ遅い・普通・速い速度とした。

筋活動の計測に筋電計 (MARQ MQ8-4) を使用し, 電極を支持側の中殿筋, 大腿二頭筋, 長腓骨筋に貼付した。体幹傾斜角は, 3次元動作解析装置 (Motion analysis 社) を使用し, 両上後腸骨棘の midpoint と第 7 頸椎棘突起を結ぶ線と垂直線とのなす角度とした。そして, 筋活動毎に分析区間を設定し, 積分値 (iEMG) を算出した。歩行率 110steps/min, 0° での値を 100% とし正規化した。体幹傾斜角は転換時の最大傾斜角を用いた。統計分析は歩行速度と転換角度を独立変数, 各筋の筋電図の積分値, 最大傾斜角を従属変数とし, 2 要因分散分析を用いた。

【結果】

全ての筋活動, 体幹傾斜角において, 速度の主効果と転換角度の主効果は有意であった。また, 大腿二頭筋活動のみ交互作用が有意であった。

速度変化については全ての筋において遅い速度が, 普通と速いに対し有意に筋活動が高かった。多重比較の結果, 大腿二頭筋においては, 速度低下に伴い筋活動が有意に増加した。体幹傾斜角については, 速い速度が普通と遅いに対し有意に高かった。

転換角度においては, 全ての筋活動, 体幹傾斜角ともに 90° が 0° に対し有意に高い値を示し, 大腿二頭筋活動と体幹傾斜角は転換角度増加に伴い高くなる傾向が見られた。 ($p < .05$)

【結論】

歩行速度の低下に伴い筋活動量が高くなり, エネルギー消費が増加する。方向転換時の体幹傾斜は, 転換外側へ向かう遠心力に抗するため, 転換方向へ重心を移動させるために必要な要因である。この傾斜は, 速度と転換角度の増加でより大きくする必要がある。この重心移動に対し, 中殿筋が骨盤を水平位に保ち重心の制御に関与し, 大腿二頭筋は速度制御に関与している。長腓骨筋は転換方向への推進力を生み出すために働き, 体幹傾斜と共に重心を側方へ移動させるための要因として働いている。転換角度が小さい場合には長腓骨筋が主要な要因となり, 転換角度が大きくなると体幹傾斜の要因が大きくなる。この関連は, 立位時矢状面での姿勢戦略と同様ではないかと予測される。

P-KS-14-1**超音波画像でみた変形性膝関節症患者の大腿骨前脂肪体のエコー強度の変化**

柴田 和幸^{1,2)}, 岡田 恭司²⁾, 齊藤 明²⁾, 若狭 正彦²⁾, 高橋 裕介²⁾, 佐藤 大道²⁾,
安田 真理²⁾, 堀岡 航²⁾, 大沢真志郎²⁾, 江森 怜央²⁾, 高橋 仁美¹⁾, 柏倉 剛¹⁾, 木村 善明³⁾

¹⁾市立秋田総合病院リハビリテーション科, ²⁾秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻,

³⁾市立秋田総合病院整形外科

key words 超音波画像解析・変形性膝関節症・脂肪体

【はじめに, 目的】

膝関節近位の大腿骨と膝蓋上包の間に位置する大腿骨前脂肪体 (Prefemoral Fat Pad: 以下, PFP) は, 膝に疾患をもたない若年者や高齢者では, 膝の屈曲・伸展運動や大腿四頭筋の収縮によって前後径が変化するが, 変形性膝関節症 (以下, 膝 OA) では PFP の前後径や変化量は若年者や高齢者と比較して有意に低下していることがこれまでの我々の研究で明らかとなった。しかし, 膝 OA 患者における PFP の前後径や変化量の低下を示した原因はまだまだ明らかにされていない。本研究では超音波診断装置を用いて PFP を観察し, PFP 自体のエコー強度 (Echo intensity: 以下, EI) を求めることで, PFP の変性の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は高齢群 (14 肢, 年齢 68.7 歳, BMI 21.8kg/m²) と膝 OA 群 (14 肢, 年齢 78.1 歳, BMI 26.2kg/m²) で比較検討した。高齢群は下肢に整形外科的疾患や神経筋疾患がなく, 膝関節の変形や歩行時痛のない者を対象とした。

PFP の観察は, 上前腸骨棘と膝蓋骨中央を結ぶ線上で膝蓋骨上縁近位部にプローブを垂直に当て, B モードにて長軸像をモニター上に描出した。対象者の膝の屈曲角度は最大伸展位とした。測定機器はデジタル超音波診断装置 Noblus (日立アロカメディカル社製) を使用した。プローブの周波数, フォーカスは一定とした。

EI は画像処理ソフトウェア Image J (National Institutes of Health) を用いて, グレースケールを基に白を 255, 黒を 0 として選択したピクセル内の平均値を EI とした。同一の画像内で PFP の他に, 同じ脂肪組織である皮下脂肪の EI を求め, PFP の EI を皮下脂肪の EI で補正した PFP/SAT を算出した。

【結果】

膝 OA 群は高齢群と比較して, 皮下脂肪の EI に有意な差はなかった (72.5 ± 7.6 vs. 72.6 ± 8.2, P=0.9930) が, PFP の EI は膝 OA 群の方が有意に高かった (109.8 ± 19.0 vs. 90.6 ± 17.3, P=0.0097)。PFP/SAT は高齢群と比較して膝 OA 群の方が有意に高かった (1.51 ± 0.18 vs. 1.25 ± 0.21, P=0.0019)。また膝 OA 群の PFP では fibrillar pattern が見られた対象者もいた。

【結論】

膝 OA 群における PFP は高齢群と比較して EI が高い結果であった。EI は超音波自体の組織透過性を反映し, 高いほど透過性が低いことを示しており, 膝 OA 患者の PFP の EI が高かったことは, 健常な膝の PFP と比較して線維化や PFP 自体の萎縮といった変性を起こしていることを示唆している。PFP は大腿骨と膝蓋上包との間に位置しており, PFP 自体の変性や前後径の変化の低下などから膝蓋上包の機能を低下させていることが考えられ, 膝 OA をはじめとする膝疾患に対するアプローチの対象となると思われる。

P-KS-14-2**膝関節屈曲伸展運動に伴う回旋運動の評価
—モーションセンサによる Screw-Home Movement の実測—**

佟 幸伸, 加藤 宗規

了徳寺大学 健康科学部理学療法学科

key words 終末強制回旋運動・運動連鎖・荷重環境**【はじめに, 目的】**

膝関節屈曲伸展に伴う膝関節の回旋運動は終末強制回旋運動 (SHM) として知られている。SHM は水平面上の小さな動きであり、先行研究には、X 線, MRI, CT 等を用いた詳細な計測研究もあるが、その対象は屍体下肢標本や模型モデル、動作の一部を再現した生体の静止姿勢であることが多い。動作中の膝関節の回旋運動を計測した先行研究には、3 次元動作解析装置や、X 線による 2 方向イメージマッチング法を利用したもの等がある。しかし、これら先行研究でも、下肢に荷重のかからない開放性運動連鎖 (OKC) の環境での計測がほとんどであり、下肢に荷重がかかり末端が固定された閉鎖性運動連鎖 (CKC) の環境で膝関節の回旋を計測したものは少ない。動作時の SHM の存在の有無とその程度は、膝関節軟骨への負荷や前十字靭帯をはじめとする膝関節周囲の靭帯への負担を考慮する上で非常に重要な要素となる。

そこで本研究の目的は、OKC と CKC の異なる環境下で、膝関節屈曲伸展に伴う回旋運動を計測し、SHM の存在を確認し、その特性を明らかにすることとした。

【方法】

被験者は、理学療法士養成大学学生 43 名 (男性 32 名, 女性 11 名) であった。

計測にはモーションセンサを 2 セット使用し、左下肢の腓骨小頭下部、および大腿骨外側上顆上部のそれぞれ矢状面上に固定した。

OKC 環境下では、足底を浮かせた端座位姿勢で、膝関節伸展および屈曲運動を計測した。CKC 環境下では、端座位姿勢から立位姿勢、および立位姿勢から着座し端座位姿勢となるまでの動作を計測した。

計測した角速度データを積分し、動作中の角度変化を算出した。

【結果】

OKC 環境下での膝関節伸展時、大腿に対する下腿の相対的な回旋運動は外旋運動であり、その最終肢位の外旋角度は 15.16 ± 7.85 度であった。CKC 環境下では、6 名の被験者を除き内旋運動を伴い、その最終肢位の内旋角度は 12.15 ± 6.54 度であった。外旋運動を伴った 6 名の外旋角度は 5.74 ± 4.20 度であった。

OKC 環境下での膝関節屈曲時、大腿に対する下腿の相対的な回旋運動は内旋運動であり、その最終肢位の内旋角度は 13.26 ± 8.04 度であった。CKC 環境下では、5 名の被験者を除き外旋運動を伴い、その最終肢位の外旋角度は 12.54 ± 7.34 度であった。内旋運動を伴った 5 名の内旋角度は 6.79 ± 5.86 度であった。

OKC と CKC の異なる環境における膝関節屈曲・伸展に伴う外旋・内旋角度には有意な差を認めた。

【結論】

SHM は OKC 環境のみで認められる現象であり、CKC 環境下では逆の運動となることが分かった。このことは、膝の靭帯損傷後の理学療法においては、注意を要する基礎データとなると考えた。たとえば、CKC 環境下での膝関節伸展は、相対的な内旋運動を伴い、前十字靭帯へのストレスが増加する可能性があることが理解できる。このように、本研究の結果は、従来の SHM の定義と異なる点や、付加すべき情報を含み、臨床への貴重なエビデンスになると考えた。

P-KS-14-3**歩行とランジ動作における膝関節軸性回旋中心位置の検討**

三浦 浩太¹⁾, 浮城 健吾¹⁾, 大角 侑平¹⁾, 小竹 諭¹⁾, 大森 啓司¹⁾, 井野 拓実^{1,5)},
吉田 俊教¹⁾, 前田 龍智²⁾, 鈴木 航²⁾, 大越 康充²⁾, 川上 健作³⁾, 鈴木 昭二⁴⁾

¹⁾悠康会 函館整形外科クリニック リハビリテーション科, ²⁾悠康会 函館整形外科クリニック 整形外科,

³⁾函館工業高等専門学校 生産システム工学科, ⁴⁾公立函館みらい大学 システム情報学部 複雑知能系学科,

⁵⁾北海道科学大学 保健医療学部 理学療法学科

key words 三次元動作解析・歩行・回旋中心

【はじめに, 目的】

近年, 人工膝関節置換術や前十字靭帯再建術の分野において膝関節の軸性回旋中心 (Center of Axial Rotation : COR) が注目されている。脛骨平面における COR の位置により, medial pivot や lateral pivot と表現され, COR に関する様々な研究が散見される。特に歩行に関しては立脚期の解析において lateral pivot pattern が多いとの報告がある一方で, ランジ動作の解析研究においては medial pivot pattern が多いと報告されている。これらの研究においては COR の位置が動作の相や種類によって異なる可能性を示しているが, 各動作の相ごとの COR の位置の変化に関しては不明である。本研究の目的は歩行とランジ動作における動作中の COR の位置と変化を明らかにすることである。

【方法】

歩行解析では健常成人 20 例 40 膝(男性 10 例, 女性 10 例, 年齢 26.0 ± 5.7 歳, BMI $20.5 \pm 2.4 \text{ kg/m}^2$) を, ランジ動作解析では健常成人 6 例 12 膝(男性 3 例, 女性 3 例, 年齢 26.6 ± 0.1 歳, BMI $20.6 \pm 0.8 \text{ kg/m}^2$) を対象とした。光学式モーションキャプチャ技術(装置は赤外線カメラ 8 台 (120Hz) と床反力計 2 枚 (120Hz)) を用い, ポイントクラスタ (PC) 法にて歩行とランジ動作の膝キネマティクスを解析した。キネマティクスデータは膝完全伸展位での自然立位をゼロ点とした。PC 法における関節座標系は Grood らの定義に基づいて設定された。PC 法により得られたデータを基に脛骨プラトリーに設定された T-xy 平面上に投影された大腿骨上顆軸を pTEA とした。この pTEA が関節運動により変位したものを pTEA' とし, pTEA と pTEA' の交点を COR として算出した。歩行では踵接地時, 第一膝屈曲ピーク時, そして第一膝伸展ピーク時の COR を算出した。ランジ動作では膝屈曲相の初期, 中間, 終期の COR を算出し, 膝伸展相についても同様に算出した。

【結果】

歩行立脚期の COR の中央値は全相で外側であり, 全算出データの 74% (58-92%) が lateral pivot pattern であった。ランジ動作の膝屈曲相における中央値は全相で内側であり, 全算出データの 59.8% (55-68%) が medial pivot pattern であった。膝伸展相においては伸展相初期と中間で中央値は内側であり, 全算出データの 58.8% (47-68%) が medial pivot pattern であった。また, COR は各動作中に変化し定位ではなかった。

【結論】

本研究結果から, COR は歩行立脚期では外側 (lateral pivot), ランジ動作では内側 (medial pivot) が多く, 動作の種類や相により変化することが明らかとなった。これは歩行立脚期では大腿骨が外旋かつ前方並進していたのに対し, ランジ動作では膝屈曲相で大腿骨が外旋かつ後方並進, 膝伸展相では大腿骨が内旋かつ前方並進していたことによると考えられた。キネマティクスは運動の相や種類によって異なるため, キネマティクスを反映する COR も各動作中に変位し, 定位ではなかったと考えられた。

P-KS-14-4**ジャンプ着地動作時の下肢関節の kinematics を変化させるには？
～骨盤後傾・膝関節内外反に着目して～**野田 逸誓¹⁾, 工藤慎太郎^{1,2,3)}¹⁾森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科, ²⁾森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科,³⁾森ノ宮医療大学卒業教育センター**key words** ジャンプ動作・external focus・運動学

【目的】運動学習において、身体の外部環境に注意を向ける external focus の有効性が知られている。スポーツ障害においては、膝の過度な外反や骨盤の後傾が問題になることが多い。そのため、スポーツ障害の予防における適切な動作の習得は重要になる。しかし、どのような運動課題にどのような external focus を与えることで、実際の動作が変容するかは明らかでない。そこで本研究の目的はジャンプ着地動作に注目し、口頭指示による external focus が着地動作時の骨盤・下肢関節に及ぼす影響を運動学的に明らかにすることとした。

【方法】対象は整形外科的疾患を有しない健康男性成人 10 名(平均年齢 21.1 ± 0.6 歳, 身長 172 ± 4.1 cm, 体重 62.8 ± 5.9 kg)とした。運動課題は 2 足長分, 前方に高さ 20cm の台を置き, その台に飛び乗る運動とした。条件 A は「両足でジャンプして, 両足で台に飛び乗って下さい」と指示し, その後, 条件 B として「台に着地する際に, 可能な限り音を出さずに着地してください」という口頭指示を行い, 各条件を 3 回計測した。計測装置は, 三次元動作解析装置 VICON MX (VICON 社製), 赤外線カメラ 6 台(サンプリング周波数 100 Hz)を用い, 直径 14 mm の赤外線反射マーカーを Plug in gait model の貼付箇所 35 点に貼付した。ジャンプ動作中の重心最高点から着地し, 重心位置が最低になるまでを着地期と定義し, 着地期において股関節最大屈曲時点を衝撃吸収時として, 股・膝・足関節屈伸, 骨盤前後傾, 膝関節内外反の角度を求め, 条件 A・B 間の違いを検討した。統計学的処理には Wilcoxon の順位和検定を用いた。【結果】股関節の屈曲角度は, 条件 A 30.3 ± 15.9 度, 条件 B 51.6 ± 20.2 度で, 有意差を認めた ($P < 0.05$)。膝関節の屈曲角度は, 条件 A で 38.2 ± 18.0 度, 条件 B で 77.3 ± 26.3 度となり, 有意差を認めた ($P < 0.05$)。足関節では有意差を認めなかった ($P > 0.05$)。骨盤の前後傾角度は, 条件 A で -2.9 ± 10.1 度, 条件 B で -2.1 ± 15.7 度で, 有意差は認めなかった ($P > 0.05$)。膝関節の内外反角度は, 条件 A で 10.9 ± 4.5 度, 条件 B で 14.4 ± 6.7 度で, 有意差を認めた ($P < 0.05$)。

【考察】矢状面上の運動においては, 股・膝関節の屈曲運動が増加し, 骨盤の前後傾は有意差がなかった。股関節の屈曲には骨盤の後傾が伴うことが知られている。そのため, 股関節の屈曲角度の増加に伴い, 骨盤の後傾が増加すると, 後方重心となるため, 外相発生リスクが増加する。また膝関節の内外反角度では膝関節内反の運動範囲が広がることが明らかとなった。根地嶋らはジャンプ動作において, 「膝とつま先がまっすぐに着地するように」と口頭指示を与えた結果, 膝関節内外反角度を変化させることは困難であることを報告した。しかし本研究で用いた口頭指示ではスポーツ障害を惹起するとされている knee in の防止には繋がることと考えられ, スポーツ障害を予防するための external focus として有効になる可能性が示唆された。

P-KS-14-5**片脚着地動作における WBI と脊柱・下肢関節の衝撃吸収能の関係
三次元動作解析装置と床反力計による検討**

岩本 博行, 江口 淳子, 藤原 賢吾, 永松 隆, 中山 彰一

福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科

key words WBI・三次元動作解析・床反力

【はじめに, 目的】地球上の重力下にて歩行を可能とするためには, 床反力を身体で吸収しなければならない。ヒトは瞬時に運動を予測し, 足部接地時の衝撃を各関節によって吸収している。第 50 回学会大会にて, 両脚着地動作時の衝撃吸収能に脊柱の屈伸角度の関与を示唆した。歩行や走行時の足部接地時の床反力のエネルギーは, 片脚足部から鉛直方向にエネルギーが伝達し, 衝撃を吸収する。黄川らによると体重支持指数(以下, WBI)は, 人が重力に対してどれだけの運動機能を持っているかを示す指数であるとしている。よって今回, WBI と衝撃吸収能の関係を三次元動作解析装置と床反力計を用い, 片脚着地動作時の脊柱を含めた下肢関節角度と床反力を計測しその関係性について検討した。

【方法】対象は身体機能に問題のない健康成人男性 28 名, (平均年齢 19.3±1.4 歳, 平均身長 170.4±5.3cm, 平均体重 60.9±6.7 kg) とした。WBI の測定には Biodex 社製 system3 を用い, 膝関節 70° 屈曲位での膝伸筋群等尺性最大筋力を 5 秒間, 左右 1 回ずつ測定し, 体重比にて算出した。着地動作方法は 40 cm 台に片脚で立ち, 開眼にて直前にある床反力計に片脚で着地するように指示し, 両下肢とも測定した。着地動作の測定には三次元動作解析装置(VICON 社製), 床反力計(AMTI 社製)1 枚, サンプリング周波数 1000Hz の床反力計と 100Hz の赤外線カメラ 6 台を用いた。直径 14mm の赤外線反射マーカーを Plug-In-Gait full Body model に準じて貼付した。得られたマーカー位置座標から着地時の脊柱, 股, 膝, 足関節の矢状面角度を算出した。床反力の記録を開始した時を開始時, 床反力が最大となる時を最大時とした。最大時の床反力最大値, 開始時から最大時までの床反力積分値を計測し, 体重で正規化した。また, 開始時から最大時までの時間(以下, 出現時間)を計測した。WBI と最大時の各関節角度, 最大値, 積分値, 出現時間の相関をみた。統計処理には SPSS version 17.0 を用いた。統計学的解析は Pearson の相関係数を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】各項目の平均は, WBI113.1±26.4, 脊柱屈曲 6.9±7.7°, 股関節屈曲 11.5±8.4°, 膝関節屈曲 23.3±7.2°, 足関節底屈 6.4±12.6°, 最大値 48.4±7.1N/kg, 積分値 1022.8±205.5N・msec, 出現時間 0.052±0.008 秒であった。WBI と脊柱角度($r=-0.47$, $p<0.01$)に負の相関, 股関節角度($r=0.46$, $p<0.01$), 積分値($r=0.45$, $p<0.01$), 出現時間($r=0.30$, $p<0.01$)に正の相関を認めた。

【結論】本研究の結果, WBI と脊柱に負の相関, 股関節に正の相関があるということは, WBI が高いほど脊柱の弯曲を強め, 床反力が最大値になるまでにゆっくり時間をかけて, 多くの衝撃を吸収していることが考えられる。また, WBI が低いほど質量が大きい体幹の屈曲により衝撃を吸収している。着地動作時の衝撃吸収の方法は, WBI の大小によって脊柱, 股関節の肢位を変化させている。

P-KS-15-1**中強度運動後の静脈阻血による血管拡張は循環動態を亢進させる**細川 真登^{1,2)}, 鈴木 俊佑^{2,3)}, 西田 裕介²⁾, 満富 一彦¹⁾¹⁾磐田市立総合病院 リハビリテーション技術科,²⁾聖隷クリストファー大学大学院 リハビリテーション科学研究科, ³⁾浜松十時の園**key words** 静脈血管拡張・循環動態・換気応答**【はじめに, 目的】**

心疾患患者は骨格筋などの末梢組織から交感神経中枢への求心性刺激の増加に伴い心負荷増大や重症不整脈を引き起こす可能性があり, 運動療法を行う上でもリスク管理の点で末梢要因から起こる変化を把握する必要がある。Haouzi P (2014) らは静脈近傍にある血流変化に起因する静脈血管拡張を感知する受容器が換気の変化を, Jian Cui (2012) らは循環動態の変化を起こしていることを報告しているが, 高強度運動や侵襲的な方法で実験しており理学療法分野で評価するには安全な強度で行う必要がある。そこで本研究は, 中強度運動後の静脈阻血によって換気循環指標に変化が起こることを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常男性 10 名とした。第一に運動負荷試験を行い嫌気性代謝閾値 (AT) を算出した。プロトコルは安静 7 分, AT1 分前の強度を用い 4 分間サイクル運動を 200mmHg にて左大腿部へ阻血しながら施行した。終了直後に左大腿部へ静脈阻血を 90mmHg にて行う阻血群と阻血をしない非阻血群に各々 5 分間の安静観察をとり測定を行った。静脈循環の状態は近赤外線光装置 (NIRS) を使用し deoxyHb を測定, 各群酸素摂取量 (VO₂) 平均血圧 (MAP), 心拍数 (HR) を測定した。統計解析は NIRS で得られた deoxyHb の推移に多重比較検定を用い, VO₂, MAP, HR は安静観察の比較に二元配置分散分析を用いた。有意水準は危険率 5% 未満とした。

【結果】

静脈循環における deoxyHb は阻血群は安静 11.3±2.9, 運動 15.4±3.7, 観察 14.9±3.4 となり (安静<運動: p<0.05, 安静<観察: p<0.05, 運動≒観察: n.s), 非阻血群は安静 11.3±3, 運動 15.4±3.5, 観察 11.4±2 となった (安静<運動: p<0.05, 安静≒観察: n.s, 運動>観察: p<0.05)。VO₂ において有意な交互作用が認められた (p<0.05)。各課題の有意な主効果は認められず (p=0.55), 時間の有意な主効果が認められた (p<0.05)。MAP において有意な交互作用は認められなかった (p=0.90)。各課題の有意な主効果は認められ (p<0.05), 時間の有意な主効果は認められた (p<0.05)。HR の有意な交互作用は認められなかった (p=0.06)。各課題の有意な主効果は認められ (p<0.05), 時間の有意な主効果は認められた (p<0.05)。

【結論】

健常者における, 中強度運動後の静脈阻血は換気応答には変化は与えないが循環指標に変化を与えた。静脈阻血による血管拡張が交感神経求心性刺激を増加させ循環動態を亢進させた考えられる。運動後回復期において換気に対して MAP や HR が延長していることから循環動態が換気応答を代償した結果であると考えられる。以上より, 末梢要因から起こる換気・循環動態の変化は中強度運動で評価が可能であること示唆された。また, 運動後回復期において換気応答を循環動態で代償するまでの時間が明らかになれば末梢要因に対する新たな評価指標となる可能性が推察される。

P-KS-15-2**回復期を休息にした高強度間欠的運動が動脈機能に及ぼす影響**田村 靖明^{1,2)}, 三浦 哉³⁾, 橋本 祐司^{1,2)}, 石川みづき^{1,2)}, 東 亜弥子²⁾, 出口 憲市⁴⁾

¹⁾徳島大学大学院総合科学研究部, ²⁾鴨島病院リハビリテーション部, ³⁾徳島大学大学院 SAS 研究部,
⁴⁾徳島大学病院リハビリテーション部

key words 高強度間欠的運動・中強度持久的運動・血流依存性血管拡張反応

【はじめに, 目的】心血管系疾患の主要因である動脈硬化症に対する運動を用いた予防法は中強度持久的運動 (CME) が推奨されており, 高強度運動と低強度運動とを反復させる高強度間欠的運動 (HIE) は CME と同程度またはそれ以上に動脈機能を亢進させることが報告されている。主運動および回復期の運動強度, 運動時間の設定方法は多様であり回復期を休息にした場合の HIE が動脈機能に与える影響については十分明らかにされていない。本研究は CME および高強度運動と休息とを繰り返す間欠的運動が血管内皮機能に及ぼす影響について比較検討した。

【方法】被験者 (n=7) は健康な成人男性であり, 15 分間の安静後, 自転車エルゴメーターを用いて 50% peak power output (PO_{peak}) 強度で 20 分間の定常負荷運動を実施する条件 (CME 条件) と 100% PO_{peak} 強度で 20 秒間の高強度運動と 20 秒間の休息とを 30 回反復する条件 (HIE 条件) をそれぞれ 7 日以上の間隔を開けて実施した。運動前, 運動直後, 30 分後および 60 分後に血流依存性血管拡張反応 (FMD), 収縮期, 拡張期血圧 (SBP, DBP) および心拍数 (HR) を測定した。一過性運動の効果を検討するために, FMD, SBP, DBP および HR の両条件間の比較には対応のある t 検定, 各測定項目の運動前後の経時変化は反復測定による二元配置分散分析を行い, 事後検定には Bonferroni 法をそれぞれ用いた。すべてのデータは平均値 ± 標準偏差で示し, 統計処理は IBM SPSS ver22.0 を使用し, いずれも有意水準 5% をもって統計学的有意とした。

【結果】運動前, 運動直後, 30 分後および 60 分後の FMD は CME 条件で $7.0 \pm 1.3\%$, $8.5 \pm 1.7\%$, $7.2 \pm 1.2\%$ および $7.0 \pm 1.2\%$, HIE 条件で $6.8 \pm 1.1\%$, $8.9 \pm 1.3\%$, $6.2 \pm 1.0\%$ および $6.5 \pm 1.0\%$ であった。両条件ともに運動前と比較して運動直後に FMD は有意に増加し, 30 分後および 60 分後は運動前と同程度まで低下した。運動直後に FMD が増加した原因は, HIE および CME 後に血流が増加したことにより応力が亢進し, 内皮由来型一酸化窒素 (NO) 合成酵素を活性化させ, NO の生物学的利用能が向上し, 血管平滑筋を弛緩させたためであると考えられる。

【結論】一過性の高強度運動と休息とを繰り返す HIE により, CME と同様に運動直後の FMD を増加させることが示され, HIE トレーニングは CME トレーニングと同様に FMD を改善させる可能性が示唆された。

P-KS-15-3**足踏み運動における運動強度の検討
ステップピッチと上肢支持を変数として**

高橋 一揮^{1,2)}, 藤沢 拓也¹⁾, 佐藤 光¹⁾, 菊地 優太¹⁾, 鈴木沙斗美¹⁾, 松本 栞¹⁾,
沖 侑太郎²⁾, 石川 朗²⁾, 藤澤 宏幸¹⁾

¹⁾東北文化学園大学 医療福祉学部, ²⁾神戸大学大学院

key words 足踏み運動・ステップピッチ・酸素摂取量

【はじめに, 目的】

足踏み運動は、麻痺の改善や歩行能力改善など運動の中に多く取り入れられている。しかし、その運動強度に関して詳細な検討はなされていない。そのため、本研究では1分間当たりの足踏み回数(以下、ステップピッチ)と上肢支持の有無を変数として運動強度を中心に呼吸循環応答を検討することとした。

【方法】

対象者は健康若年成人女性13名であった。測定は運動負荷試験と足踏み運動とし、それぞれ別日に実施した。運動負荷試験は自転車エルゴメータを用いた ramp 負荷試験(10W/min)とした。一方、足踏み運動は股関節屈曲角度を45度と設定して算出した高さに紐を張り、対象者には紐に軽く触れるまで脚を上げるよう指示し、鏡を使用してフィードバックを促した。足踏み試験の設定条件はステップピッチ60・90・120(以下、P60・P90・p120)の3条件と上肢支持(手すり)の有無の2条件の計6条件としてランダムにて実施した。なお、ステップピッチはメトロノームを用いてコントロールし、上肢支持の手すりは大転子の高さとした。測定プロトコールは各条件の足踏み運動を3分間、休憩3分間を繰り返した。データは酸素摂取量を中心に呼吸循環パラメータを呼気ガス分析装置にて測定し、各条件終了直前の30秒間を平均化して代表値とした。統計処理は、R(3.2.1)を使用し、呼吸循環パラメータに関して上肢支持の有無による2要因について2元配置分散分析を、post-hoc testとしてHolm法を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

運動負荷試験の結果、平均最高酸素摂取量は 23.3 ± 3.4 ml/kg/min、平均ATは 12.2 ± 2.1 ml/kg/minであり、比較的低体力層であった。足踏み運動の結果では、酸素摂取量にてステップピッチと上肢支持の有無には有意な主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。多重比較では、P60・P90・P120間にいずれも有意差が認められ、P60では上肢支持無が有に対して有意に高値を示した。他の呼吸循環パラメータも類似傾向を示した。また、各条件におけるMETsと%ATでは上肢支持の有無による違いは小さく、P60(約2.5METs/約75%)、P90(約3.0METs/約85%)、P120(約3.5METs/約100%)であった。また、歩行率から算出した健康者の相対的平均歩行速度でのMETsと比較したところ、いずれのステップピッチにおいても足踏み試験が低値であった。

【結論】

本研究は対象が若年成人女性であったが、体力は60歳男性に相当していた。この対象者において、ステップピッチが増加することにより有意に呼吸循環応答が増大したが歩行に比して低負荷であったこと、ならびに、おおよそATレベルまで運動として容易に実施できる可能性を示した。よって、ステップピッチを変数とすることで合目的であり運動耐容能改善の方法となりうることを示唆した。

P-KS-15-4**走行面の傾斜角度が乳酸性作業閾値に与える影響
老齢ラットによる実験的研究**

積山和加子, 金指 美帆, 高宮 尚美, 梅井 凡子, 小野 武也, 沖 貞明

公立大学法人 県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科

key words 乳酸性作業閾値・運動負荷試験・ラット**【はじめに, 目的】**

臨床において運動処方を行う場合, 最高酸素摂取量や嫌気性代謝閾値, 乳酸性作業閾値(以下, LT)等を運動耐容能の指標として用いる。我々はラットの外頸静脈にカテーテルを留置する方法を用いることにより, 運動負荷試験中の血中乳酸濃度を欠落値なく連続的に測定することを可能とし, ラットにおけるLT評価方法を構築した。我々の先行研究では若齢ラットを用いたLT評価を行ったため, 本研究では老齢ラットに対して運動負荷試験を行い, 走行面の傾斜角度の違いがLTに与える影響について検討を行った。

【方法】

24か月齢のWistar系雌性ラット24匹を対象とし, 無作為に3群に振り分けた。各群はトレッドミル運動負荷試験を傾斜0度で行う平地走行群(以下, L群), 傾斜-16度で行う下り坂走行群(以下, D群), 傾斜+16度で行う上り坂走行群(以下, U群)とした。まず, 全ラットに対し麻酔下にて右外頸静脈にカテーテルを留置し, 皮下を通してカテーテルの一端を後頸部へ露出させた。カテーテル留置後はカテーテル内にヘパリン加生理食塩水を充填した。カテーテル留置後2日間の回復を待って, 運動負荷試験を行った。運動負荷試験はラットが走行不能になるまで実施する症候限界性漸増負荷試験を行った。トレッドミル走行は10m/minから開始し, 2分毎に2m/min速度を増加させた。血中乳酸濃度はカテーテルに延長チューブを接続し, 約5μLずつ運動開始直前および2分毎の負荷の漸増と同時に採血を行った。血中乳酸濃度測定は携帯型血中乳酸濃度測定器を用いた。LTは血中乳酸濃度が安静時から増加し始める点とし, 専用の解析ソフトで算出した。3群間の比較については, 安静時血中乳酸濃度, 最高血中乳酸濃度, LT時点での走行速度, 最高走行速度について一元配置分散分析を用い, 有意差を認めた場合にはTukey法を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

カテーテル閉塞により採血が行えなかった3匹を除外し, 各群7匹となった。各群の安静時血中乳酸濃度, 最高血中乳酸濃度は3群間に有意差は認めなかった。LT時点での走行速度は, L群とD群に比べU群は有意に低く(vs. L群: $P<0.05$, vs. D群: $P<0.001$), L群に比べD群は高い傾向にはあったが2群間には有意差を認めなかった。最高走行速度は, L群とD群に比べU群は有意に低く(vs. L群: $P<0.001$, vs. D群: $P<0.001$), D群に比べL群は有意に低かった($P<0.01$)。

【結論】

今回, 老齢ラットにおいても若齢ラットと同様にLTの評価が可能であった。また, 老齢ラットにおいて平地走行に加えて, 下り坂と上り坂走行中のLT時点での走行速度を明らかにすることができた。走行面の傾斜面の角度が減少すれば, 走行時の酸素摂取量も減少することは既に報告されており, 本研究においても同様の結果となった。本研究で得られた結果は, 今後老齢ラットを用いた運動負荷試験を行う上で, 重要な基礎データになると考えている。

P-KS-17-1**視覚情報と体性感覚情報が運動学習に及ぼす影響：機能的近赤外分光装置研究**井上真理香¹⁾, 高宮 尚美¹⁾, 谷出 康士²⁾, 長谷川正哉¹⁾, 積山和加子¹⁾, 沖 貞明¹⁾¹⁾県立広島大学保健福祉学部理学療法学科, ²⁾広島県厚生連 JA 尾道総合病院**key words** 運動学習・視覚情報・体性感覚情報**【はじめに、目的】**

近年、脳機能イメージングの進歩に伴い、運動学習過程における大脳皮質の各運動関連領域の役割の違いが明らかになりつつある。本研究では、座位における到達運動時の運動学習過程を近赤外分光イメージング装置 (functional near infrared spectroscopy, fNIRS) を用いて測定した。本研究の目的は、プリズム眼鏡着用下での上肢到達運動における視覚情報と体性感覚情報が運動学習に及ぼす影響を検証することである。

【方法】

右手で把持したペンを、スタート地点からゴール地点まで正確に到達することを課題とした。課題は2種類の眼鏡(プリズムなし: control, 右に10° 偏位するプリズム眼鏡: Rt10°)を装着し行った。始めにゴール位置を被験者に示し、閉眼での20秒間の安静後、開眼条件では開眼して、閉眼条件では閉眼したまま10秒かけてゴール地点を目指すよう指示をした。ゴール到着後再びゴール位置を提示し、その誤差を確認させ、これを7回繰り返した。行動学的検査にはゴール地点までの誤差距離を用い、脳機能検査には到達運動実施中の血流変化を解析対象とした。

【結果】

行動学的検査では、開眼時 control 条件と Rt10° 条件で1, 2 試行目より3~7 試行目で誤差距離が有意に減少した ($p=0.0004$, $p=0.0002$)。閉眼時 control 条件と Rt10° 条件においては、1 試行目より2~7 試行目で誤差は有意に減少した ($p=0.0001$, $p=0.0001$)。

脳機能検査では閉眼・control 条件において、運動習熟前より運動習熟後で右 PFC の有意な OxyHb 増加が観察された。開眼・Rt10° においては運動習熟後より運動習熟前で左 PFC で有意に活動が増加した。また、運動習熟前の開眼時 control 条件と Rt10° 条件の比較では有意差が認められなかったが、閉眼時には control 条件より Rt10° 条件で右 PFC で有意に活動が増加した。運動習熟後の開眼時には Rt10° 条件より control 条件で左 PFC で有意に活動が増加し、閉眼時には Rt10° 条件より control 条件で preSMA で有意に活動が増加した。

【結論】

開眼・control 条件、閉眼・Rt10° 条件では行動学的に確認された運動習熟によって、賦活化される脳部位に切り替えが認められなかった。閉眼・control (視覚的錯乱のない体性感覚情報による運動制御) 条件では運動習熟に伴い右前頭前野の活動増加が認められた。開眼 Rt10° (視覚的錯乱に対する視覚・体性感覚情報による運動制御) 条件では学習初期に賦活化された左前頭前野の活動が運動の習熟に伴い抑制された。以上より、運動制御に動員される感覚モダリティーによって運動習熟に伴った脳の可塑的变化は異なることが示唆された。

P-KS-17-2**不快感情が脊髄神経機能の興奮性に与える影響**

鬼形周恵子, 文野 住文, 米田 浩久, 鈴木 俊明

関西医療大学保健医療学部 臨床理学療法学教室

key words 感情・F波・視覚**【はじめに, 目的】**

運動の発現は「情意・情動-発意-計画-実行」の段階を経て実行されるといわれており、運動と感情には密接な関係があることがわかる。同じ動作でも感情によって変化することを、臨床上しばしば経験することがある。感情により中枢神経系の賦活や自律神経活動が亢進するなどの報告があるが、感情が脊髄神経機能の興奮性に与える影響に関する報告はみられない。本研究では、不快感情が脊髄神経機能の興奮性に与える影響をF波により検討した。

【方法】

対象は健常者13名、平均年齢は22.2歳であった。被験者を背臥位とし、左正中神経刺激による左母指球筋からF波を導出した。F波分析項目は、F波出現頻度、振幅F/M比、立ち上がり潜時の3つとした。まず安静状態のF波を測定した(安静1試行)。次に、感情誘発画像システムであるフロリダ大学のThe International Affective Picture System (IAPS) による、Unpleasant(不快画像)の画像を用いて不快感情を誘発し、2分間画像を注視した状態でF波を測定した(不快1試行:不快刺激1分目、不快2試行:不快刺激2分目)。最後に、再度安静状態でF波を測定した(安静2試行)。不快画像により誘発した感情が脊髄神経機能に与える影響、さらに画像をなくした後も影響があるかどうかを検討するために、安静1試行、安静2試行、不快1試行、不快2試行の4群間でシェッフェ検定を用いて比較、検討した。

【結果】

不快1試行時の振幅F/M比が安静1試行よりも有意に増加した($p < 0.05$)。また、F波出現頻度と立ち上がり潜時に大きな差は認めなかった。

【結論】

本研究では、健常者に不快刺激を与えた直後は脊髄神経の興奮性は増加するが、不快刺激の持続により脊髄神経機能の興奮性は刺激前の状態に近づいた。これは、提示された不快刺激に順応した結果であると推察する。脊髄神経機能の興奮性と筋緊張の程度は、関連すると言われている。このことから、臨床において不快刺激が筋緊張の程度やパフォーマンスに影響を与えることが考えられる。今後、脳血管疾患患者に不快刺激を与えた脊髄神経機能の興奮性について検討していきたいと考えている。

P-KS-17-3**体性感覚情報処理における predictive coding**大鶴 直史¹⁾, 橋詰 顕²⁾, 中川 慧¹⁾, 猪村 剛史¹⁾, 弓削 類¹⁾¹⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院 生体環境適応科学研究室,²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院 脳神経外科学教室**key words** predictive coding・体性感覚・脳磁図**【はじめに, 目的】**

感覚情報処理において、これまで脳は刺激の入力に対し出力を行う bottom-up 情報処理を行っていると考えられてきた。しかし近年、脳の情報処理の本質は常に入力される刺激を予測すること (predictive coding) であるという仮説が注目を集めている。この仮説は、脳卒中後の失認や慢性疼痛などの病態解釈に新しい方向性を与えることが期待されている。これまでの基礎研究において、特に視覚系および聴覚系においてこの predictive coding の存在を支持する研究が報告されている。しかし、体性感覚においても同一の情報処理過程が存在するかは明らかになっていない。そこで本研究では、呈示確率の操作を行った体性感覚刺激を用いて、体性感覚刺激に対する皮質応答が predictive coding 仮説に基づく反応であるかを検討することを目的とした。皮質活動の記録には、脳磁場計測装置 (MEG) を用いた。

【方法】

対象は、神経系に異常の無い健常成人男性 10 名とした。刺激電極はフェルト電極を用い、刺激部位は左手背とした。刺激条件は、3 秒間 (long 刺激) および 1.5 秒間 (short 刺激) 持続する 2 種類のトレイン刺激 (100 Hz) を用いた。実験条件は、long 刺激が 25%、short 刺激が 75% の確率で呈示される条件 (条件 1)、short 刺激が 25%、long 刺激が 75% の確率で呈示される条件 (条件 2) とした。すなわち、条件 1 では脳は short 刺激が来る確率が高いと予測し、条件 2 では long 刺激が来る確率が高いと予測すると考えられる。上記 2 条件における short 刺激に対する皮質活動を、306 チャンネル全頭型 MEG を用いて計測した各条件の施行順は、被験者ごとにランダムとし、25% 呈示刺激の加算回数を 80 回とした。解析には、等価電流双極子 (ECD) 推定法を用い、活動源を推定した。また、被験者には、全条件において計測中無音ビデオを見せ、注意の影響を除外して実験を行った。条件間の皮質活動振幅の比較には、対応のある t 検定を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

各条件における short 刺激に対し、刺激開始時および刺激消失時に明瞭な活動が記録された。ECD 推定により、活動源は刺激対側の一次、二次体性感覚野および同側の二次体性感覚野に推定された。刺激開始時の活動は、全ての活動源において条件 1 および条件 2 の間に有意な変化が認められなかった。一方、刺激消失時の活動は、全ての活動源において条件 2 において有意な振幅増大が認められた。

【結論】

long 刺激が来ると予測している条件 2 において、short 刺激が呈示された場合、刺激消失時の皮質活動に有意な振幅増大が認められた。すなわち、体性感覚情報処理においても、皮質の予測に基づいた予測エラー反応が存在することを示唆している。このことは、MEG で記録される体性感覚情報処理に対する皮質活動の少なくとも一部は、末梢の物理的刺激に対する bottom-up 情報処理ではなく、予測に基づく predictive coding を反映している事が示唆された。

P-KS-17-4**他動運動時の関節角度および運動方向の違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響**

中川 昌樹^{1,2)}, 佐々木亮樹^{1,2)}, 小丹 晋一^{1,2)}, 宮口 翔太^{1,2)}, 小島 翔^{1,2)}, 犬飼 康人^{1,2)},
齊藤 慧^{1,2)}, 大西 秀明¹⁾

¹⁾新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所, ²⁾新潟医療福祉大学大学院

key words 経頭蓋磁気刺激法・他動運動・皮質脊髄路

【はじめに, 目的】

リハビリテーション分野において, 他動運動は関節可動域の改善などを目的として広く用いられている。しかし, 他動運動時の関節角度および運動方向の違いが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響については不明な点が多い。先行研究においては, 示指の他動運動時に誘発される運動誘発電位 (motor evoked potential: MEP) は関節角度と運動方向の違いにより異なると報告されている (Edward, et al, 2004)。示指の内転運動時には第一背側骨間筋 (First dorsal interosseous muscle: FDI) より導出される MEP 振幅値は安静時と比べ減弱し, 外転運動時には内転時に比べ MEP 振幅値は増大することが報告されている。しかしながら, 先行研究では外転運動時, 内転運動時ともに示指外転位から中間位において MEP を計測しており, 内転位における皮質脊髄路の興奮性の変化は検討されていない。よって本研究では, 示指の他動運動時における, 内転位での関節角度および運動方向の違いが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

同意が得られた健常成人 13 名 (23.7 ± 3.89 歳) を対象として, 右示指内外転他動運動中の MEP 振幅を計測した。MEP は経頭蓋磁気刺激 (Transcranial magnetic stimulation: TMS) を左側一次運動野手指領域に与え, 右 FDI から記録した。刺激強度は安静時に 1 mV を誘発する強度とした。右示指他動運動は外転 10° から内転 30° の運動範囲で行い, 運動速度は 80°/sec とした。MEP 振幅を計測する関節角度および運動方向の条件は, 内転運動時における内転 0° および内転 20°, 外転運動時における内転 20° および内転 0° とし, 5 秒に 1 回の頻度で内転または外転運動を行った。安静時と他動運動中に計測した MEP 各 12 波形の加算平均値を算出し, 安静時に計測した MEP 振幅値と他動運動中に計測した MEP 振幅値を比較した。統計学的処理には反復測定一元配置分散分析を行った後, 多重比較検定 (Dunnett 法) を用いた。なお, 有意水準は 5% とした。

【結果】

反復測定一元配置分散分析の結果, 条件要因に主効果を認めた ($p < 0.05$)。各条件の MEP 振幅値 (平均値 ± 標準誤差) は, 安静時では 0.98 ± 0.03 mV, 内転運動時の内転 0° では 1.50 ± 0.15 mV, 内転 20° では 0.86 ± 0.13 mV, 外転運動時の内転 20° では 0.99 ± 0.13 mV, 内転 0° では 0.98 ± 0.14 mV であった。安静時と比べ内転運動時の内転 0° では MEP 振幅値の有意な増大が認められた ($p < 0.05$)。しかしながら, 安静時と比べ内転運動時の内転 20°, 外転運動時の内転 20°, 内転 0° では MEP 振幅値に有意な差は認められなかった。

【結論】

本研究において, 安静時と比較して内転運動時の内転 0° にて計測した MEP 振幅値が有意に増大することが明らかになった。この結果から, 他動運動中の関節角度および運動方向の違いが皮質脊髄路の興奮性に影響を与える可能性が示唆された。

P-KS-17-5**間欠的な短時間高周波数末梢神経電気刺激が一次運動野の興奮性に及ぼす影響**

小丹 晋一^{1,2)}, 佐々木亮樹^{1,2)}, 中川 昌樹^{1,2)}, 宮口 翔太^{1,2)}, 小島 翔^{1,2)}, 犬飼 康人^{1,2)},
齊藤 慧^{1,2)}, 大西 秀明¹⁾

¹⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所, ²⁾新潟医療福祉大学 大学院

key words 末梢神経電気刺激・経頭蓋磁気刺激・運動誘発電位

【はじめに, 目的】

末梢神経電気刺激は一次運動野の興奮性を変調させることが可能である。近年, 我々は 200 Hz の刺激頻度で 5 秒間の末梢神経電気刺激を施行することで刺激後約 90 秒間一次運動野の興奮性を増大させることと, 刺激時間の延長に伴いその興奮性増大効果が延長することを明らかにした。しかし, 末梢神経電気刺激は筋疲労を早期に引き起こしやすく (Sato, 2006), 筋疲労は一次運動野の興奮性を低下させることが明らかになっている (Kotan, 2015)。そのため, 一次運動野の興奮性増大を誘導するには筋疲労を引き起こさない間欠的な電気刺激を行う必要があると考えられる。しかし, 末梢神経電気刺激の刺激サイクルが一次運動野の興奮性に与える影響について検討した報告は少ないのが現状である。そこで本研究は, 短時間高周波数末梢神経電気刺激の効果をより持続させることを目的に, 末梢神経電気刺激を繰り返し施行した際の一次運動野の興奮性増大効果を検討した。

【方法】

対象は健常成人 12 名 (23.3±2.1 歳) とした。末梢神経電気刺激は刺激部位を右尺骨神経, 刺激頻度を 200 Hz, 刺激強度を運動閾値の 110% 強度と規定し, 5 秒間通電-90 秒間休息-5 秒間通電を行う刺激サイクルで実施した。皮質脊髄路の興奮性の評価には, 経頭蓋磁気刺激により誘発される運動誘発電位 (Motor evoked potential: MEP) を用い, 右第一背側骨格筋より記録した。磁気刺激強度は安静時に 1 mV の MEP が誘発される刺激強度とし 0.2 Hz の刺激頻度で行った。30 秒間の MEP 計測を 1 セットとし, 介入前に 2 セット (Pre1-2), 一回目の電気刺激終了後に 3 セット (Post1-3), 二回目の電気刺激終了後に 6 セット (Post 4-9) 計測した。また MEP の加算を行うために 3 分間以上の間隔を空け, 上記の手順を 3 回繰り返し行った。解析対象は介入前後の MEP 振幅とし, Pre1 に対する変化率 (MEP Ratio) を算出し, Pre2 から Post9 までの値を比較した。統計処理には反復測定一元配置分散分析を行い, 事後検定には Fisher's LSD 法を用いた。なお有意水準は 5% とした。

【結果】

介入前後の MEP Ratio を比較すると, Pre2 (109±5.8) に対して Post2 (143±10.0), Post3 (146±9.7), Post4 (148±16.3), Post 5 (142±12.3), Post6 (145±11.6), Post7 (139±12.8), Post8 (145±13.9) において有意な増大を認め ($P < 0.01$), 2 回目の電気刺激後 150 秒後まで MEP が増大していた。

【結論】

短時間高周波数末梢神経電気刺激を繰り返し施行することで, 一次運動野の興奮性増大効果はより持続することが判明した。

P-KS-18-1**クラシックバレエ経験者と非経験者における立位姿勢制御の比較**

伊吹 愛梨¹⁾, 長谷川直哉¹⁾, 武田 賢太¹⁾, 石川 啓太¹⁾, 佐久間 萌¹⁾, 佐藤 祐樹¹⁾, 田中農太郎¹⁾,
萬井 太規²⁾, 前島 洋²⁾, 浅賀 忠義²⁾

¹⁾北海道大学大学院保健科学院, ²⁾北海道大学大学院保健科学研究院

key words 姿勢制御・足圧中心・重心

【はじめに, 目的】

姿勢安定性を示す指標として, 足圧中心 (Center of Pressure : COP) が多く用いられる。既往研究の多くは, COP の動揺が大きいほど姿勢安定性は低いと解釈されている。しかし, 姿勢安定性の低下が観察されるパーキンソン病患者においては, 健常者と比較して COP 動揺は小さいことが示されている (Horak, et al., 1992)。一方, バランス能力の優れているバレエダンサーの静止立位時の COP 動揺は非経験者と違いが無いという報告 (Hugel, et al., 1998) もあり, COP のみを指標とすることに疑問が生じる。従って本研究の目的は, 優れたバランス能力を検出するための指標について検討することだった。そのために, クラシックバレエ経験者と非経験者を対象に立位姿勢保持中の COP, 体重心 (Body's center of Mass : COM), および COP と COM の距離 (COP-COM 間距離) を比較検討した。

【方法】

対象者はクラシックバレエ経験のない健常若年女性 10 名 (コントロール群, 22.6±1.3 歳, 157.9±5.2cm, 53.1±3.8kg) と, クラシックバレエ経験のある健常若年女性 10 名 (バレエ群, 23.1±1.2 歳, 156.7±5.4cm, 44.5±2.3kg, 平均経験年数 15.1±4.2 年) とした。課題動作は両脚立位, 片脚立位, 両脚つま先立ちの 3 条件をそれぞれ開眼・閉眼で 30 秒間保持することとした。赤外線カメラと三次元動作解析装置 (Motion Analysis, 200Hz), 床反力計 (Kistler, 1000Hz) を用いて動作を記録し, COP 座標と COM 座標を算出した。算出データは COP および COM の単位軌跡長, 動揺面積, 前後方向・左右方向の COP-COM 間距離とした。COP-COM 間距離は COP 座標から COM 座標を引き, 絶対値化してから課題時間全てを加算した値 (|COP-COM|), および絶対値化せずに加算した値 (COP-COM) の 2 変数を算出した。|COP-COM| は小さいほど COP が COM の近くを動いていることを示し, COP-COM は小さいほど COP が COM の前後 (左右) を均等に動いていることを示す。統計解析は, Shapiro-wilk 検定で正規性の検定を行った後, 対応のない t 検定と Mann-Whitney の U 検定を用いて 2 群間の比較を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

片脚立位動作でのみ 2 群間に有意差が認められた。片脚立位中の |COP-COM| および COP-COM 双方において, 前後方向・左右方向ともに両視覚条件でバレエ群がコントロール群と比較して有意に小さかった ($p < 0.05$)。COP および COM の単位軌跡長と動揺面積は, 両方向・両視覚条件で 2 群間に有意差は認められなかった。

【結論】

バレエ群の特徴として, 片脚立位において COP が COM のより近くを動いていることが示された。さらに, COP が COM の前後左右をより均等に動いていることが示された。バランス能力の高い者は, COP が COM に正確に近づき, COM の前後左右を均等に動くことで, 身体に発生するモーメントを小さく且つ方向を偏らせずに制御していると考えられる。静的な姿勢安定性を示す指標として, COP と COM の距離は COP もしくは COM のみに着目した指標よりも優れている。

P-KS-18-2**Gaze Stabilization Exercises による感覚貢献度への影響**上江田勇介¹⁾, 松木 明好²⁾, 澳 昂佑³⁾, 森 信彦²⁾, 野村 翔平⁴⁾, 田中 宏明⁴⁾, 奥野浩司郎⁵⁾¹⁾近畿中央胸部疾患センター, ²⁾四條畷学園大学, ³⁾阪奈中央病院, ⁴⁾ペガサスリハビリテーション病院, ⁵⁾わかかさ竜間リハビリテーション病院**key words** Gaze Stabilization Exercises・前庭覚・感覚貢献度

【はじめに, 目的】Gaze Stabilization Exercises (GSE) は, 立位で眼前のターゲットを注視しながら頭部運動を行い, 眼球を頭部と逆方向, かつ同速度で動かす前庭眼反射を誘発するバランス練習である(Bhardwaj, et al., 2014)。このGSEによって, 一側前庭機能障害によるバランス障害が改善する(Richard, et al., 2010)と報告されているが, 前庭機能自体が改善することでバランスが改善しているのか, 体性感覚や視覚の姿勢制御への貢献度が向上して改善するのかは明らかではない。そこで, GSE前後の立位重心動揺総軌跡長, および視覚, 前庭覚, 足底感覚の立位時感覚貢献度指数(Stephen, et al., 1994)を比較することで, GSEによって姿勢制御における前庭覚の機能に変化が生じるかを検討した。

【方法】対象は健康成人12名(男性9名, 女性3名, 平均年齢 22.5 ± 1 歳)とした。GSEは, 立位にて1m先のターゲットを注視させたまま1Hzのピープ音に合わせて頭部を左右に回旋させる運動を1分3セット実施させる課題とした。頭頸部の左右回旋角度はターゲットを注視できる最大の角度とした。GSE前, 直後, 10分後(Pre, Post, Post10m)に, (A)開眼閉脚立位, (B)閉眼閉脚立位, (C)フォームラバー上で開眼閉脚立位, (D)フォームラバー上で閉眼閉脚立位の4条件の足圧中心移動総軌跡長を, 各30秒ずつ記録した。前庭系機能の姿勢制御条件であるDの足圧中心移動総軌跡長を算出し, Pre, Post, Post10mで比較した。A, B, C, D時の足圧中心総軌跡長をそれぞれa, b, c, dとおき, $X = |(b-a)/b|$, $Y = |(c-a)/c|$, $Z = a/d$ を算出し, 視覚貢献度指数 $= X/(X+Y+Z)$, 足底感覚貢献度指数 $= Y/(X+Y+Z)$, 前庭覚貢献度指数 $= Z/(X+Y+Z)$ を算出し, 比較した。統計にはKruskal-Wallis検定, およびPre条件を対照群としてShirley-Williams検定を行った($\alpha=0.05$)。

【結果】Pre, Post, Post10mにおける条件Dの足圧中心総軌跡長の中央値(第一四分位点)は130.8(114)cm, 129.1(119.2)cm, 120(110)cmであり, 群間に有意差は認められなかった。Preに対するPost, Post10mの視覚貢献度指数は1.07(0.95), 0.9(0.75), 足底感覚貢献度指数は0.93(0.8), 0.93(0.76), 前庭覚貢献度は1.15(1.09), 1.44(1.17)であった。Kruskal-Wallis検定の結果, 前庭覚貢献度のみ群間に差を認め, Shirley-Williams検定によって, Preに対して, Post, Post10mが有意に高い数値であることが示された。

【結論】前庭機能のバランス機能を観察するD条件の足圧中心軌跡長は群間で有意差を認めなかった。これは3分間のGSEは, 前庭系の姿勢制御機能自体を有意に高めることはできないことを示す。しかし, 各貢献度において, 前庭覚のみが増加を示した。このことは, 視覚, 足底感覚, 前庭覚の中で前庭覚の姿勢制御への寄与を一時的に高めることができる可能性を示唆した。この方法は, Sensory weightingの異常を有する高齢者や脳血管障害患者のバランス練習として有効かもしれない。

P-KS-18-3**加齢が傾斜反応に及ぼす影響**岡川 修士^{1,2)}, 岩田 晃¹⁾, 上田 顕丈²⁾, 宇山 享介²⁾¹⁾大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究所, ²⁾巽病院**key words** 傾斜反応・加齢・体幹

【はじめに, 目的】側方の姿勢制御能力は, 加齢に伴い低下することが明らかにされている。側方の姿勢制御能力を担う要因に, 傾斜反応がある。座位の正常な傾斜反応では, 座面の傾斜とは反対側へ体幹を側屈し, 正中を保持するが, 前庭系の障害や, 大脳基底核に障害がある者は, 傾斜反応が低下し, 体幹の側屈が起こらず, 座面の傾斜側へ転倒することが明らかにされている。しかし, 加齢が傾斜反応に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで, 本研究は, 高齢者と若年者の座面の側方傾斜時の体幹の傾斜を比較し, 加齢が傾斜反応に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】高齢群は, 1) 65歳以上, 2) 外来理学療法対象者, 3) 屋外独歩自立, 4) 中枢神経系疾患の既往が無いこと, (5) ADL 自立, とした。若年群は, 20~29歳の健康者とした。対象者には, ティルトテーブルの中央で端座位をとらせ, 座面を利き手側へ $2^\circ/\text{sec}$ の速度で水平位(0°)から 15° まで傾斜させ, そこで5秒間静止し, 水平位へと戻した。座面の傾斜が 0° から 15° までを上昇域, 15° から 0° までを下降域とし, 座位姿勢を, 後方からビデオカメラで撮影した。対象者には, 「腕を組み, 前を見て, 転倒しないよう身体を真っ直ぐ保ちなさい」と指示した。対象者の両側肩峰にマーカーを張り付け, それを結ぶ線を体幹の指標として, 座面 3° 傾斜毎の体幹の傾斜を Image J を用いて解析した。体幹の傾斜は, 水平を基準に, 座面の傾斜と同側をマイナス, 反対側をプラスと定義した。体幹の傾斜を高齢群と若年群で, 対応のない t 検定を用いて比較し, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】対象者は, 高齢群 22 名(平均年齢 72.5 ± 5.7 歳), 若年群 16 名(平均年齢 25.3 ± 2.7 歳)であった。上昇域の座面 3° 傾斜で, 高齢群と若年群の体幹の傾斜は, それぞれ $-0.32 \pm 1.31^\circ$, $-0.33 \pm 1.44^\circ$, 座面 6° 傾斜で, $0.06 \pm 1.77^\circ$, $-0.93 \pm 1.90^\circ$, 座面 9° 傾斜で, $0.32 \pm 1.96^\circ$, $-1.35 \pm 2.60^\circ$, 座面 12° 傾斜で, $1.01 \pm 2.04^\circ$, $-1.49 \pm 2.59^\circ$, 座面 15° 傾斜で, $1.33 \pm 2.64^\circ$, $-0.78 \pm 3.18^\circ$ であった。下降域の座面 12° 傾斜で, $1.67 \pm 2.62^\circ$, $-0.08 \pm 2.23^\circ$, 座面 9° 傾斜で, $2.46 \pm 3.05^\circ$, $0.44 \pm 1.92^\circ$, 座面 6° 傾斜で, $2.72 \pm 2.88^\circ$, $0.86 \pm 1.18^\circ$, 座面 3° 傾斜で, $3.24 \pm 3.24^\circ$, $0.95 \pm 1.12^\circ$ であった。高齢群と若年群の比較では, 上昇域の座面 9° , 12° , 15° 傾斜と, 下降域の座面 12° , 9° , 6° , 3° 傾斜で, 高齢群の体幹の傾斜が有意に大きい値を示した。

【結論】全対象者が座位保持可能であり, 座面の傾斜と反対側への体幹側屈を認め, 傾斜反応を示した。一方, 高齢群と若年群の比較では, 高齢群の体幹の傾斜が有意に大きい値を示した。つまり, 若年者は, 座面の傾斜にかかわらず, 体幹をほぼ正中に保持することが可能であるが, 高齢者は, 座面の傾斜とは反対側へ過度に体幹を傾斜させ, 過剰な傾斜反応を示す特徴があることが明らかとなった。

P-KS-18-4**選択的ステップ動作時の予測的姿勢制御エラーの発現にはその準備状態が影響する**渡邊 龍憲¹⁾, 石田 和人¹⁾, 田辺 茂雄²⁾, 竹内 裕喜³⁾, 野鳥 一平¹⁾¹⁾名古屋大学大学院医学系研究科, ²⁾藤田保健衛生大学医療科学部,³⁾独立行政法人国立病院機構名古屋病院**key words** 予測的姿勢制御・運動準備・ステップ反応

【はじめに, 目的】 随意運動として行動を発現する際には, その発現によるバランスの崩れを最小限に留めるための予測的姿勢制御 (Anticipatory Postural Adjustment: APA) が働く。ステップ動作開始時の APA では, 足圧中心 (Center of Pressure: COP) を遊脚側にまず移動させ重心を立脚側及び前方へと駆動させる力を発生させることで円滑かつバランスの維持された離地と踏み出しが可能となる。近年, この APA 開始時に COP が通常とは反対の立脚側に移動してしまう現象が報告されている。本現象は APA エラーと定義され高齢者の転倒の危険因子のひとつであるステップ反応時間の遅延の要因になると報告されている。また, 若年者と比べて高齢者において発現率が高いことから抑制機能との関連が示唆されている。しかし, 本現象の成因は未だ明らかとは言えない。我々は, バランスの維持を優先するために APA を不適切に事前に準備していることが本現象発現の要因のひとつではないかと考えた。本研究は, 準備された動作を短い反応時間で強制的に出力させる聴覚性驚愕刺激を用いて選択的ステップ動作時の APA の準備状態について検討することを目的とした。

【方法】 被験者はフォースプレート上で安静立位姿勢をとり約 1m 前方に設置された PC モニタに表示される矢印に反応してできるだけ早くステップ動作を実施した。同時に前脛骨筋から表面筋電図を記録した。課題は, 反応側を事前に知らされているが反応を起こすか自制するかを選択する必要がある Go/No-go 課題と, 反応側を選択する必要がある選択反応時間 (Choice Reaction Time: CRT) 課題を用いた。また, 課題の 25% で聴覚性驚愕刺激を視覚刺激と同時に呈示した。評価には, APA 発現の指標となる COP と前脛骨筋の反応時間, No-go 試行における APA の発現率, CRT 課題における APA エラーの発現率を用いた。

【結果】 Go/No-go 課題と CRT 課題の両課題において, 驚愕刺激呈示試行の反応時間は非呈示試行と比べて有意に早くなった ($p < 0.001$)。また, No-go 試行の APA 発現率および CRT 課題の APA エラー発現率も驚愕刺激呈示時に非呈示時と比べて有意に高かった ($p < 0.05$)。

【結論】 両課題における反応時間の短縮は, 選択を必要とするステップ反応動作において APA が準備されていることを示唆する。また, No-go 試行における APA 発現率の増大は準備された APA が不随意的に出力されたこと, CRT 課題における APA エラー率の増大は不適切に準備された APA が強制的に出力されたことが考えられる。選択が要求された条件下での APA の準備は, できるだけ早く反応するという要求にバランスを維持しつつ対応するための代償的な姿勢制御戦略である可能性が高く, この代償的戦略が APA エラーの増大に関わっていることが示唆される。本研究は, 転倒に関連する APA エラーの要因の一部を明らかにするものであり, 高齢者の転倒予防に向けた介入法やリスク評価法の開発に寄与することが考えられる。

P-KS-18-5**異なる立位姿勢が体幹・股関節筋活動に与える影響**

藤谷 亮¹⁾, 篠山 大輝¹⁾, 杉本 優海¹⁾, 長谷川七海¹⁾, 林 穂乃花¹⁾, 小嶋 高広²⁾, 和智 道生²⁾, 治郎丸卓三¹⁾

¹⁾滋賀医療技術専門学校 理学療法学科, ²⁾金沢整形外科クリニック

key words 姿勢・筋活動・立位

【はじめに, 目的】

腰痛をもつ患者の多くは, 特有の不良姿勢を有することが指摘されている。腰痛と姿勢は関連すると考えられ, 古くから腰痛治療には姿勢再教育訓練が行われてきた。腰痛患者における特有の立位姿勢として, Sway-Back (以下 SW) や, 過度な腰椎前弯を示した Lordosis (以下 LO) などが多い。先行研究から, 上記の不良姿勢では体幹深層筋の活動低下, 体幹表層筋の過活動が生じることが報告されている。骨盤-脊柱の変化は姿勢制御に影響を及ぼすことは明らかである。しかし, 股関節周囲筋の活動の検討なしでは, 姿勢と腰痛との関連を明らかにしたとはいえない。そこで本研究は, 基本的立位姿勢を Neutral (以下 NU) とし, 不良姿勢 (SW, LO) の体幹・股関節の筋活動を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は, 健常男性 17 名 (21.2±3.6 歳, 174±5.5cm, 67.6±8.8kg) とした。計測する姿勢は先行研究を参考に NU, SW, LO の 3 条件とした。姿勢計測のため C7, Th7, Th12, S2, 上前腸骨棘 (ASIS), 上後腸骨棘 (PSIS), 肩峰, 大転子に反射マーカを貼付し, 矢状面画像を取得した。取得した画像から画像処理ソフト (ImageJ Version 1.48, NIH) を用い, 先行研究を参考に, 胸椎後弯角 (C7-Th7-Th12), 腰椎前弯角 (Th12-L3-S2), 骨盤傾斜角 (ASIS-PSIS), 体幹傾斜角 (肩峰-大転子) を算出した。筋活動の計測には表面筋電計 (Kissei Comtec 社製 MQ16) を用いた。対象筋は腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腰部腸筋, 胸部腸筋, 多裂筋, 大殿筋上部, 大殿筋下部, 大腿筋膜張筋, 大腿筋膜張筋, 縫工筋, 大腿直筋の 12 筋とし, いずれも測定は右側とした。得られた筋電図データは, 筋電図解析ソフト (Kissei Comtec 社製 KineAnalyzer) を用いて, 全波整流処理を行い, MVC を基に各姿勢に合わせ正規化した。統計処理は, 各姿勢の角度および筋活動に対して一元配置分散分析を行い, 有意差のあった項目に関して, Bonferoni 法による多重比較検定を行った。統計処理には解析ソフト (SPSS Statistics Ver21 for Windows) を用い, いずれも有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

筋活動において SW では NU に対し, 内腹斜筋 ($p<0.05$)・大殿筋上部 ($p<0.05$)・大殿筋下部 ($p<0.05$)・腸腰筋 ($p<0.05$) で有意に低値を示し, 腹直筋 ($p<0.05$) では有意に高値を示した。LO は NU に対して, 大殿筋下部 ($p<0.05$) で有意に低値を示し, 腰腸筋 ($p<0.05$)・胸腸筋 ($p<0.05$)・多裂筋 ($p<0.05$) では有意に高値を示した。

【結論】

今回の結果から姿勢変化が, 股関節の姿勢保持筋の筋活動に大きく影響を与えることが明らかになった。これは骨盤-脊柱肢位が, 股関節の姿勢制御に強く影響を与えることを示唆するものである。またこれらは姿勢制御の変化は, 不良姿勢が腰部に異なるストレスを発生させることを示唆するものである。

P-KS-19-1**歩行時間測定機器の開発**

畑中 真彦

訪問リハビリステーションあすみ

key words 歩行時間測定・5m歩行・ストップウォッチ**【目的】**

臨床で歩行能力を評価する手段として、10m歩行や5m歩行の時間測定が用いられることが多い。しかし、測定にはストップウォッチが一般的に用いられ、その精度は同一の歩行を3回以上測定しなければ信頼性は高くならない(杉原, 2004)。さらに、歩行測定器での測定では、精度は高いが高価であることや、測定の開始と停止を足部の通過ではなく、腕や胸部の通過を測定するなど我々が用いる方法とは異なるものが多い。そこで、本研究は、歩行時間測定機器を自作し臨床で使用できる信頼性が得られるかを検証する事を目的としている。

【方法】

被験者は4名(男性2名, 女性2名, 平均年齢 35.75 ± 6.30 歳)とした。歩行路は5mの測定区間とし、前後に予備路を3mずつ設置した。歩行速度は至適歩行から最大歩行の間で任意とし、歩行路を10回ずつ歩行させた。今回自作した赤外線センサの測定機器を2つ1組で使用し、1組を測定区間のスタート地点に設置し、もう1組をゴール地点に設置した。測定機器は足部の通過によって測定の開始と停止を行い、歩行にかかった時間をパソコンにて計測し記録した。また、スタート地点とゴール地点のそれぞれに被験者の下肢が映るようにビデオカメラを設置し録画した。録画した映像を解析し、測定区間のスタート地点を足部が超えた時点から計測を開始し、ゴール地点を足部が超えた時点で測定を停止して歩行時間を記録した。そして、機器で測定した歩行時間とビデオカメラの映像から得られた歩行時間とで比較検討を行った。統計学的解析は、機器とビデオカメラで測定した歩行時間について級内相関係数 ICC (2.1) を求めた。

【結果】

機器での測定結果の平均は、 2.88 ± 0.61 秒、ビデオカメラから得られた測定結果は 2.84 ± 0.62 秒となり、誤差は 0.04 ± 0.02 秒であった。機器とビデオカメラでの級内相関係数 ICC (2.1) は $\rho=0.99$ (95%信頼区間 0.89-0.99) と高い信頼性が確認された。

【結論】

本研究は、臨床で使用できる歩行時間測定機器を開発し、その精度を検証した。ストップウォッチによる歩行時間の測定では、検者内信頼性 ICC (1.1) は $\rho=0.85$ 、3回の測定では、0.95となり3回以上測定することで高い信頼性が得られると報告されている(杉原, 2004)。本研究で自作した測定機器は、級内相関係数 ICC (2.1) で、 $\rho=0.99$ (95%信頼区間 0.89-0.99) と1回の測定でもビデオカメラで測定した歩行時間と高い信頼性が認められた。よって、被験者の負担軽減や時間の短縮を図れるため、臨床での使用が容易になると考える。

【理学療法学研究としての意義】

臨床での歩行時間の測定は、ストップウォッチでの計測がほとんどであるが、本研究で自作した機器は、ストップウォッチでの測定よりも信頼性が高いため、より正確な評価を行うことができると考える。

P-KS-19-2**5m 歩行・停止テストの信頼性と妥当性，下肢筋力の影響**小関 要作¹⁾，高倉 保幸¹⁾，國澤 洋介¹⁾，國澤 佳恵¹⁾，師岡 祐輔¹⁾，一氏 幸輔²⁾，山本 満²⁾¹⁾埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科，²⁾埼玉医科大学総合医療センターリハビリテーション科**key words 歩行停止・信頼性・妥当性**

【はじめに，目的】下肢に運動麻痺を有する脊髄・脊椎疾患患者では，歩行停止時に膝折れ現象を認める事も少なくなく，また在宅高齢者対象の転倒調査では「人や物との衝突」による転倒が1.3~4.6%発生したと報告されており，日常生活場面では安全に停止する能力を含めた歩行能力が重要になる。一般に歩行能力の評価は停止動作を含まない最速歩行時間や立つ・方向転換・座る等の複数の要素を含んだ Timed Up and Go テスト (TUG) を用いるが，立位の状態で停止動作を含む歩行能力の臨床的評価法は定型化されていない。本研究の目的は新たに考案した5m歩行・停止テスト(歩行・停止テスト)の臨床利用のために検者内信頼性と併存的妥当性を明らかにすること，および歩行停止動作の身体機能的目標を明らかにするために本テストに与える下肢筋力の影響を明らかにすることである。

【方法】検者内信頼性の検討では脊髄・脊椎疾患患者11例，併存的妥当性及び下肢筋力の影響の検討では，健常高齢者15例と脊髄・脊椎疾患患者30例を対象とした。歩行・停止テストは助走路2m，検査路5mを最大努力で歩き停止線上で完全に止まるまでの時間をストップウォッチで計測した。検者内信頼性の検討では級内相関係数 (ICC) を算出した。併存的妥当性の検討では歩行・停止テストと5m最速歩行時間(5m歩行)，TUGとの相関係数を算出した。下肢筋力の影響の検討は米国脊髄損傷協会の下肢運動スコアにおける下位項目5筋(股関節屈筋，膝関節伸筋，足関節背屈筋，母趾伸筋，足関節底屈筋)の各得点を左右で合計した得点(10点満点)との関係について重回帰分析を用いて実施した。

【結果】歩行・停止テストの ICC (1,1) は0.97となり，歩行・停止テストに高い信頼性があることが明らかとなった。歩行・停止テストと5m歩行，及び歩行・停止テストとTUGとの相関は，脊髄・脊椎疾患患者でそれぞれ $r=0.97$ ($p<.01$)， $r=0.87$ ($p<.01$)，健常高齢者でそれぞれ $r=0.93$ ($p<.01$)， $r=0.92$ ($p<.01$) であり有意で強い相関を認めた。歩行・停止テストと下肢筋力の関係は，重回帰分析により健常高齢者ではどの測定した筋力とも有意な相関を認めなかった。脊髄・脊椎疾患患者では足関節底屈筋力が有意な要因として抽出され，影響力の強さを示す標準偏回帰係数は-0.64であった。

【結論】脊髄・脊椎疾患患者では歩行・停止テストの検者内信頼性が高いことが明らかとなり，脊髄・脊椎疾患患者と健常高齢者を対象として5m歩行及びTUGとの相関の調査から併存的妥当性が明らかとなり，歩行・停止テストが臨床で使用できる評価法であることが示された。歩行・停止テストに影響を与える下肢筋力は，脊髄・脊椎疾患患者で足関節底屈筋が抽出され歩行・停止能力の向上の為の理学療法上の身体機能的目標が示された。また健常高齢者では影響を与える有意な因子は抽出されず下肢筋力以外の因子の関与が示唆された。

P-KS-19-3**年齢による後方2ステップテストを含めたバランス評価の変化**

兎澤 良輔^{1,2)}, 平野 正広¹⁾, 川崎 翼¹⁾, 藤巻 晶²⁾, 工藤 総司²⁾, 高木 亮輔¹⁾, 加藤 宗規¹⁾

¹⁾了徳寺大学健康科学部理学療法学科, ²⁾葛西整形外科内科リハビリテーション科

key words 後方2ステップテスト・Timed up and go test・年代比較

【はじめに, 目的】

中高齢者の加齢による能力低下や機能障害は転倒を引き起こす要因となるため, 加齢による身体変化を捉える評価は重要である。Fritzらは, 後方歩行は前方歩行よりも転倒との関連も高い評価方法で, 加齢による身体機能の変化を鋭敏に捉える可能性について示唆している(Fritz, et al., 2013)。しかし, 後方歩行は測定中のリスクが高く, 臨床に応用しにくい欠点がある。そこで, 我々は後方歩行能力を簡便に評価する方法として後方2ステップテストを考案し, その信頼性や後方歩行速度との関連についてこれまで報告してきた(兎澤 他, 2015)。本研究では, 後方2ステップテストが後方歩行と同様に加齢による変化を敏感に捉える可能性を検討するため, 年齢による後方2ステップテストを含めたバランス評価の変化について比較検討した。

【方法】

協力の得られた中高齢者のボランティア 26 名 (60 歳代 7 名, 70 歳代 11 名, 80 歳代 8 名) を対象とした。平均身長, 体重 (標準偏差) は 154.9 (8.38) cm, 53.3 (10.6) kg であった。対象者は後方 2 ステップテスト, 前方 2 ステップテスト, Functional reach test (以下 FRT), Timed up and go test (以下 TUG), 片脚立位の 5 つの評価を実施した。2 ステップテストは最大努力で 2 歩前進もしくは後進させた際の最大 2 歩幅 (cm) を計測し, それを身長 (cm) で除した数値を 2 ステップ値として算出した。2 ステップテストは 2 回連続で実施し, 1 回目は練習として除外し, 2 回目の結果を代表値として採用した。これらの評価項目の年齢による変化を検討するために中高齢者を 60 歳代, 70 歳代, 80 歳代の 3 群に分け, 各評価項目の年代間の値を比較した。統計は一元配置分散分析と多重比較法として Tukey 法, または Kruskal-Wallis の検定と多重比較法として Steel-Dwass 法を実施した。統計処理はすべて R2.8.1 を使用し, 有意水準は 5% とした。

【結果】

後方 2 ステップテストは 60 歳代と 70 歳代, 60 歳代と 80 歳代との間で有意な差を認め, 年齢が高くなると測定値は小さくなった。また, TUG は 60 歳代と 80 歳代間に有意な差を認め, 年齢が高くなると測定値は大きくなった。その他の前方 2 ステップテスト, FRT, 片脚立位は各年代間に有意な差を認めなかった。

【結論】

本研究の結果, 後方 2 ステップテストや TUG は年代によって値が変化することが明らかになった。TUG は 60 歳代と 80 歳代のみ有意な差が認められたが, 後方 2 ステップテストでは 60 歳代と 70 歳代の間にも有意な差が認められた。この結果から, 後方 2 ステップテストは TUG で検出できなかった 60 歳代と 70 歳代間の変化も抽出できるため, 年代による変化を敏感に捉える可能性が示唆された。それにより, TUG で検出できない転倒群を判別できる可能性がある。しかし, 本研究では転倒との関連を明らかにすることはできなかった。今後, 対象者の人数を増やし, 転倒との関連についても明らかにしていく。

P-KS-19-4**足部アーチ高率の違いが荷重応答期の衝撃吸収に与える影響**石本 亮¹⁾, 神先 秀人²⁾¹⁾山形県立河北病院, ²⁾山形県立保健医療大学**key words** 足部アーチ高率・衝撃吸収・歩行分析**【はじめに、目的】**

足部アーチに関するこれまでの研究では、異常に高いアーチを持つ足部には疲労骨折の発生率が高いことが報告されている。一方、扁平足は距骨下関節の異常な回内を伴い、距骨や舟状骨は下降し、隣接する皮膚にしばしば胼胝を作ることなどが報告されている。また、立脚初期の距骨下関節の回内が足部内部の衝撃の緩衝を可能にするとされているが、アーチ高率の違いによる歩行時の衝撃吸収機能に関して検討した報告は見当たらない。本研究では、足部アーチ高率に焦点をあて、荷重応答期の衝撃吸収に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健康成人 24 名 (21.6±0.7 歳) を対象とし、鳴海らの分類結果をもとに、低アーチ群 8 名 (L 群: アーチ高率 11% 未満), 中等度群 8 名 (M 群), 高アーチ群 8 名 (H 群: 15% 以上) に分類した。計測は三次元動作解析装置 (VICON: Oxford-foot-model) 及び、加速度計 (DELSYS: 右踵部・膝関節外側上顆に貼付), 床反力計 (KISTLER) を用い、運動学・運動力学的パラメータを求めた。また、衝撃吸収の指標として立脚初期の膝屈曲角度と足部に対する外側上顆の鉛直方向最大加速度伝達率を選択した。後者は足部の加速度を 100 とした場合の外側上顆の加速度の割合であり、伝達率が低いことは衝撃吸収率が高いことを意味する。解析は衝撃吸収の指標に関して、一元配置分散分析を用いて 3 群間の比較を行った。また、足部から外側上顆への加速度伝達率に影響する変数を決定するために各測定パラメータを独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。

【結果】

立脚初期の膝屈曲角度では、3 群間に差は認められなかった。加速度伝達率は H 群 (55.9±15.2%), M 群 (49.1±15.9%), L 群 (39.2±16.2%) の順に高値を示したが、有意確率は 0.094 であった。しかし、H 群と L 群の 2 群間の比較 (t 検定) では、効果量 (d) = 1.04, 有意確率 0.056 を示し、L 群に加速度伝達率が低い傾向が認められた。重回帰分析の結果、衝撃吸収に関連する因子として立脚期アーチ高率最低値、足関節回内角度、足関節最大回内位までの角加速度の 3 項目が抽出された (R² = 0.50)。

【結論】

荷重応答期における足部から外側上顆までの加速度伝達率は、足部アーチで分類した 3 群間に明らかな差は認められなかったが、H 群と L 群の 2 群間の比較結果から L 群の衝撃吸収機能が高い可能性が十分考えられる。これは、座位にて足部アーチのバネ定数を計測し、低アーチ群は荷重伝達率が悪いとした清水らの報告と類似している。重回帰分析の結果からも足部アーチや距骨下関節、距腿関節による衝撃吸収への影響が示唆された。一方で、衝撃吸収の際に足部に加わる負荷が疼痛を引き起こすなど、足部へ悪影響を及ぼす可能性も考えられる。今後、対象者数を増やして足部アーチ高率による衝撃吸収への影響をより明らかにするとともに関節負荷を含めた詳細な検討が必要と考える。

P-KS-19-5**足底の刺激部位の違いが歩行中の重心動揺と下肢筋活動に及ぼす影響**石山 亮介¹⁾, 神先 秀人²⁾, 山本 恭平³⁾, 鈴木 郁美⁴⁾¹⁾至誠堂総合病院, ²⁾山形県立保健医療大学, ³⁾仙台赤十字病院, ⁴⁾北村山公立病院**key words** インソール・足底刺激・歩行分析

【はじめに, 目的】人間の足底部には感覚受容器が多く存在することが知られており, 臨床においても足底への感覚刺激を立位姿勢や歩行改善の手段として用いられている。また, 歩行中の足底全面刺激時には, 刺激なし時に比べ, 歩行速度, ストライド長が減少したという報告(Anna L Hatton 2012)や, 前脛骨筋とヒラメ筋の筋活動が減少したといった報告(Matthew A. Nurse 2005)がなされている。しかし, 異なる刺激部位による下肢筋活動や重心動揺への影響を検討した報告は殆どみられない。本研究の目的は刺激を与える足底の部位の違いが, 歩行中の下肢の筋活動及び運動学・力学的因子に与える影響を明らかにすることである。

【方法】整形外科的疾患及び神経学的疾患のない健常成人 10 名(年齢: 21.9 ± 0.3 歳, 身長: 164 ± 11.4 cm, 体重: 60.1 ± 9.7 kg)を対象とし, 測定機器として 3 次元動作解析装置 (VMS 社, VICON-MX: Plug-in gait full body model), 床反力計 (KISTLER 社), 表面筋電計 (DELSYS 社) を使用した。足底の刺激には痛みを生じない強度でかつ刺激をはっきり自覚できる素材として, 靴底などに用いられる亀甲シート (合成樹脂製, 厚さ 3.2mm) を採用した。足底全面刺激, 外側刺激, 内側刺激, 刺激なしの 4 条件に合わせて靴型に切り取った亀甲シートをケアシューズ (徳式産業株式会社製あゆみ) の内底に貼付し, 4 条件の歩行を 3 次元動作解析装置及び床反力計を備えた歩行路にて行わせた。また, 筋電計を同期させて下肢・体幹の筋活動 (%MVC) を測定した。ケアシューズ着用後は刺激による跛行等が出現しないよう, 試行前に十分な歩行練習を行った。各条件 3 試行の平均値を用いて, 各因子に関する条件間の比較を反復測定分散分析及び多重比較法 (Dunnett 法) にて検討した。有意水準は 5% とした。

【結果】4 条件間では歩行速度やストライド長に有意な差は認められなかった。全面刺激時には, 刺激なし時と比較して, 立脚初期における側方への重心移動が有意に増大した。また, 内側刺激時には, 刺激なし時と比べて, 立脚中期の大殿筋の筋活動が有意に増大した。

【結論】立脚初期では刺激なし時と比較し, 全面刺激時に側方への重心移動が増大したことから足底面への刺激が歩行中の重心動揺に影響を及ぼすことが明らかになった。立脚中期において, 内側刺激時に大殿筋の筋活動が増加した理由として, 立脚中期における骨盤の安定性を維持する為に筋活動が高まった可能性が考えられる。また, これらの結果から, 足底の刺激部位の違いにより, 歩行中の重心移動や下肢筋活動への効果が異なる可能性が示唆された。今後は刺激の定量化とその種類や強度を考慮し, 刺激部位を変化させた際の重心動揺や筋活動への影響を詳細に検討していく必要があると考える。

P-KS-16-1**めまい・起立性低血圧の有無による自律神経動態の差異
—大腿骨近位部骨折患者での比較—**宇野健太郎¹⁾, 好永 智治¹⁾, 白石 直輝¹⁾, 谷頭 幸二¹⁾, 田中 恩¹⁾, 川端 悠士^{2,3)}¹⁾特定医療法人茜会 昭和病院 リハビリテーション部, ²⁾山口県理学療法士会 学術研究部,³⁾周東総合病院**key words** めまい・起立性低血圧・自律神経活動**【はじめに, 目的】**

めまいやふらつき感、高齢者の愁訴の中でも比較的頻度が高く、自律神経障害による神経原性低血圧(Ortho-static Hypotension: 以下, OH)の症状としても生じる。また、めまいは転倒の要因にも挙げられ、日常生活活動に直接影響するだけでなく、転倒すれば骨折などの重篤な事態を招き得るとされ、転倒予防の観点からも予防、治療が必要であると考えられる。しかし、本邦ではめまい・OHの関係を検証した研究は少ない。このため本研究では、自律神経評価機器を使用し、骨折の中でも転倒による起因が多いとされる大腿骨近位部骨折患者において、めまい・OHの割合及び、めまい・OHの有無による自律神経動態の差異を明らかにすることを目的とする。

【方法】

対象は平成26年10月から平成27年9月までに当院回復期リハビリテーション病棟入棟の大腿骨近位部骨折患者49例。除外基準は、末梢前庭性疾患、重度な高次脳機能障害を有する患者とし、基準を満たした22例を研究対象者とした。方法はめまい症状の有無を問診し、心電図、心拍数、血圧を対象に自律神経評価機器を使用し起立負荷試験を実施した。測定項目は自律神経活動の指標であるCVRR、交感神経活動の指標であるLF/HFとした。22例をめまい・OHあり群9例と、めまい・OHなし群13例に分類した(2群において基本的属性に有意差なし)。統計手法はめまい・OH症状の有無の2群に分け、CVRR、LF/HFについて起立直前・起立・立位・着席時の時期とめまい・OHの有無を2要因とする分割プロット分散分析を、水準毎の比較では多重比較検定を実施した。

【結果】

めまい・OH症状を認めた症例は約4割に上った。CVRRに関して起立直前から起立時に2要因による交互作用が有意($p < 0.05$)であったため、水準毎に分けて多重比較を行った結果、CVRRはめまい・OHなし群で 2.06 ± 1.0 から 3.4 ± 1.3 へ有意に増加し($p < 0.01$)、あり群では 1.89 ± 1.1 から 2.43 ± 0.9 へ増加したが有意差は認めず、LF/HFにおいても類似した結果を示した。

【結論】

本研究では、転倒が起因とされる大腿骨近位部骨折患者22例のうち9例(41%)がめまい・OHを認め、めまい・OHを認める症例は自律神経活動が弱化的であることが示唆された。本結果は、転倒予防、治療における新しい知見となる可能性があり、今後も追が必要であると考えられる。本研究の限界として、薬剤を不考慮としていること、及び心房細動を持つ患者を研究対象者にしていない点が挙げられる。また廃用によりCVRRやLF/HFといった指標の基礎活動が低下を示すかは検証できていない。さらに認知症例や座位、起立、立位に介助が必要な症例を研究対象から除外しており、対象例決定における選択バイアスの存在は否定できない。以上を考慮して、今後の追試が必要である。

P-KS-16-2**高濃度人工炭酸泉下肢局所浴の湯温の違いによる効果の検討**平田 尚久¹⁾, 實延 靖¹⁾, 田中 聡²⁾, 沖 貞明²⁾, 金井 秀作²⁾¹⁾木阪病院, ²⁾県立広島大学**key words** 炭酸泉浴・自律神経機能・血流**【はじめに, 目的】**

高濃度人工炭酸泉浴(以下炭酸泉浴)は深部温度の低下, 皮膚血流の増加, 温度感覚スコアの上昇や副交感神経活動促進, 交感神経活動抑制効果も報告されている。しかし, 先行研究の湯温や炭酸泉濃度などの条件が一定では無く, 結果も一様ではない。特に湯温にはばらつきがあり, 炭酸泉浴の適応条件を明確化するために湯温差による効果を検討することが重要である。本研究の目的は, 湯温の違いによる炭酸泉浴の効果を検討することである。

【方法】

健康成人10名(20.9±1.1歳, 男性3名, 女性7名)。室温22.6±0.9℃, 湿度43.3±5.8%。同じ時間帯・明度の屋内で, 耳栓を使用し環境音を調整した。炭酸泉はCARBO MEDICAで作成し, GASTECを使用して炭酸ガス濃度を1000ppm以上で管理した。浸漬前後で10分間の安静座位をとり, 腓骨頭より5cm下の水位の下肢局所浴を15分実施した。同一被検者に対し, 湯温36℃と41℃の淡水および炭酸泉の4条件で日を変えて実施した。測定は浸漬前後10分を含む計35分間行った。自律神経活動は, 心電図R-R間隔の周波数解析によって算出し, 高周波成分(HF)を副交感神経活動, 低周波成分/高周波成分(LF/HF)を交感神経活動の指標とした。血圧と脈拍を上腕血圧計で, 快適度と温冷感の測定はそれぞれFace Scaleと7段階質問用紙を作成して測定した。皮膚血流はレーザードップラーALF21Rを使用し, 表面・深部温度はコアテンプCM-210を使用して右腓腹筋外側頭で測定した。筋硬度は右腓腹筋外側頭と右内側広筋, 右僧帽筋上部線維で測定した。測定データは浸漬前の0分, 10分, 浸漬中の25分, 浸漬後の26分, 30分, 35分時点を測定点とし, 各項目をそれぞれ3時点で測定した。4条件および時系列で比較を行い, 統計処理はシャピロウィルク検定後, フリードマン検定, ボンフェローニ法を実施。有意水準5%で検討した。

【結果】

有意差(p<0.05)のあった項目を以下に記す。脈拍は41℃炭酸泉群で25分時点>35分時点で低下。LF/HF変化率は36℃淡水群で10分時点<25分時点で上昇。皮膚血流は36℃の両群<41℃の両群で上昇。全群で25分時点に上昇。36℃炭酸泉群以外で35分時点でも持続。表面・深部温度は36℃の両群<41℃の両群で上昇。表面温度は全群で35分時点, 深部温度は41℃の両群のみ35分時点で上昇。筋硬度(腓腹筋)は41℃の両群で35分時点で低下。41℃炭酸泉群は26分時点<35分時点で低下。温冷感は36℃の両群<41℃の両群で上昇。全群で25分時点>35分時点, 36℃淡水群以外で10分時点<25分時点で上昇した。

【結論】

健康者では炭酸泉浴による著明な自律神経活動の変化を示しにくい, 交感神経活動が亢進している状態では36℃炭酸泉浴によって抑制される可能性が示唆された。局所効果や主観的效果は湯温による影響が強い結果となった。炭酸泉浴を用いる際には目的や適応に応じて湯温を変更することが適切であると考えられた。

P-KS-16-3**経皮的電気神経刺激が対側前腕の血流動態、発汗および皮膚温に及ぼす影響**畑 賢俊^{1,2)}, 高橋 尚³⁾, 梶尾 健介⁴⁾, 古我 知成³⁾¹⁾岡山赤十字病院 リハビリテーション科, ²⁾川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 リハビリテーション学専攻 修士課程,³⁾川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科,⁴⁾川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科 作業療法専攻学部生**key words** 経皮的電気神経刺激・自律神経反応・近赤外線分光法**【はじめに】**

非侵襲的に体表面上から神経に電気刺激を加える治療法である経皮的電気神経刺激 (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: 以下, TENS) は物理療法として広く普及している。これまでの TENS の効果を検討した研究において, 刺激同側肢や刺激部位近辺の自律神経反応についての報告は散見されるが, 刺激反対側肢や刺激から遠隔部位への影響についてはほとんど知られていない。本研究では, 一側前腕に対する TENS が, 血流動態, 発汗および皮膚温にどのような影響をもたらすのか, またそれらに刺激同側と対側でどのような違いがみられるのかを比較検討した。

【方法】

自律神経および循環器疾患などの既往のない健常男性 8 名 (平均年齢 20.3 ± 1.2 歳) を対象とした。室温は $26.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に保ち, 安静背臥位にて実施した。血流動態はレーザー組織血液酸素モニターを用い, 前腕前面中間部に貼付し測定深度 4cm とした。マイクロ発汗計を手掌部に貼付し発汗量と表面温度を測定し, パルスオキシメーターを示指に装着し血中酸素飽和度を測定した。低周波治療器 (ES-160) を使用し, 利き手前腕前面の肘関節の折り目から, 手関節のしわの中間点より両側 6.0cm に電極を配置し, TENS を 15 分間行った。刺激は constant モード, 持続時間 200 μsec , 4Hz にて, 筋収縮が確認でき, 被験者が心地良いと感じる程度の刺激電流を与えた。各データは 16bitA/D 変換装置を介し, デジタル記録した。統計解析は JMP (ver.11.0.0) を用い, 対応のない t 検定, Wilcoxon 検定, Dunnett 検定および Dunn 検定による多重比較を適宜用い, 危険率は 5% 未満とした。

【結果】

Face scale, NRS を用いて TENS による刺激強度を調整し, 全例心地良いレベルと判断された。TENS により手掌皮膚温は同側では有意に上昇したが, 対側では若干上昇したものの, 有意な温度上昇は認められなかった。手掌部発汗は, 両側ともに TENS 進行につれて徐々に発汗量が上昇した。同側では刺激前に比べ有意な上昇を示したが, 対側では上昇したものの, 有意な差は認められなかった。oxy Hb は対側では TENS 終了後に有意な上昇を認めたが, 同側では刺激にて若干上昇したものの有意な上昇は認められなかった。deoxy Hb は対側では TENS にて有意な下降を認めたが, 同側においてはほとんど変動が認められず, 有意な差は認められなかった。total Hb は刺激により同側では有意に上昇し, 対側では下降傾向を示した。

【結論】

一側前腕に対する TENS により, 手掌皮膚温, 発汗量および血流動態において, 刺激中もしくは刺激終了後に同側と対側に有意な差が認められた。これら同側の自律神経反応には TENS 刺激による局所応答の影響が相乗したものであると考えられ, 対側の自律神経反応は TENS 刺激による全身性の影響が及んだ結果であると考えられる。よって TENS 電極を直接貼付しにくい患部などに対しても, 遠隔部からの TENS による影響効果が期待される。

P-KS-16-4**生体インピーダンス法を用いた健常者における肺機能と骨格筋量の関係**高橋 泰子¹⁾, 石坂 正大²⁾, 久保 晃²⁾¹⁾国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻, ²⁾国際医療福祉大学大学院**key words** サルコペニア・体組成・呼吸機能**【はじめに, 目的】**

サルコペニアは加齢による骨格筋量の低下を特徴とする症候群であると言われている。先行研究よりサルコペニアは日常生活活動(以下, ADL)・生活の質(以下, QOL)や転倒・骨折リスクに及ぼす影響が大きく, 現在高齢者が4人に1人となっている我が国では, 予防が重要となってきている。サルコペニアの評価には, 歩行速度や握力, 下肢筋力計測などがあげられるが, 肺機能や体幹筋量など呼吸機能による評価は少ない。しかし, 呼吸器疾患を代表する慢性閉塞性肺疾患(以下, COPD)もサルコペニアと共通した要因を持ち, COPDにおけるサルコペニアの有病率は高く, 肺機能と骨格筋量の関係性が明らかになってきている。そこで本研究の目的は, 健常者における四肢・体幹筋量と肺機能の関係を明らかにすることとした。

【方法】

対象者は肺疾患を持たない健常者(男性40名, 女性23名), 年齢 19.5 ± 1.7 歳とした。肺機能はスパイロメータ(ミナト社製オートスパイロ407)を用いて計測した。握力計測は, 握力計(竹井機器工業 T.K.K.5401, グリップ-D デジタル握力計スメドレー式)を使用し, 計測は立位で2回計測し大きい値の左右の平均値を採用した。骨格筋量は, InBody(バイオスペース社製 InBody520)を用いて生体インピーダンス法により四肢骨格筋量, 体幹筋量を計測した。また Baumgartner らの報告を参考とし, 骨格筋量指標(Skeletal Muscle Mass Index, 以下 SMI)は, 四肢骨格筋量(kg)から身長(m)の2乗で除した値を算出した。統計処理は SMI と肺機能の関係を明らかにするために Pearson 相関係数を算出し, 解析には IBM SPSS Statistics 22 を用いた。

【結果】

SMI と属性の関係では, 男性は身長($r=0.58$), 体重($r=0.76$), BMI($r=0.63$), 女性は身長($r=-0.06$), 体重($r=0.53$), BMI($r=0.15$)であった。SMI と握力, 肺機能の関係では, 男性が握力($r=0.47$), 肺活量(以下, VC)($r=0.57$), パーセント肺活量(以下, %VC)($r=0.30$), 一秒量($r=0.46$), 入り秒率($r=-0.01$)であり, 女性では握力($r=0.65$), VC($r=0.51$), %VC($r=0.29$), 一秒量($r=0.30$), 一秒率($r=-0.37$)であった。男女ともに SMI と握力, VC, 入り秒量の間に有意な相関($p<0.05$)を認めたが, %VC や一秒率では相関はみられなかった。

【結論】

健常者において男女ともに SMI と握力, VC, 一秒量の間に有意な相関を認めたが, %VC や一秒率では相関はみられなかった。また SMI との関係において, VC の評価は握力と同等の相関関係があり, 高齢者に多い肺炎等の呼吸器疾患の評価と合わせて, 今後サルコペニアの評価が行える可能性を示唆している。

P-KS-16-5**大腿骨近位部骨折患者における Functional Reach Test と股関節・足関節戦略の関係性**

栢田 隆利¹⁾, 矢野 正剛¹⁾, 重盛 大輔¹⁾, 外間 志典¹⁾, 長岡 正子¹⁾, 大垣 昌之²⁾

¹⁾社会医療法人愛仁会 愛仁会リハビリテーション病院 リハ技術部 理学療法科,

²⁾社会医療法人愛仁会 愛仁会リハビリテーション病院 リハ技術部

key words Functional Reach Test ・ 運動戦略 ・ 大腿骨近位部骨折

【はじめに, 目的】

O'Brien らは 65 歳以上の高齢者において転倒経験者と非経験者では Functional Reach Test (以下, FRT) のリーチ距離 (以下, FR 値) に有意差があり, 大腿骨近位部骨折の既往がある高齢者は再骨折のリスク群にあると報告している。しかし相反する報告もあり, Jonsson らは FR 値と Center of Pressure (以下 COP) の変位相関は低いとしており, FR 値だけで立位の安定性限界を述べるには弱く運動戦略や COP との関係性を明らかにする必要があると示唆している。本研究では, 立位姿勢における動的バランス能力と運動戦略をより詳細に把握することが重要であると考え, 二次元動作解析装置と重心動揺計を用いて左右 FRT 施行時の運動戦略と動的バランスの関係性を分析したのでここに報告する。

【方法】

対象は当院回復期病棟入院中の歩行が自立している大腿骨近位部骨折患者 10 名 (男性 0 名, 女性 10 名)。平均年齢 79.5 ± 8.2 歳, 平均身長 1.49 ± 0.05 m, 平均体重 49.8 ± 9.7 kg。

測定方法は, Duncan らの方法に準じ FRT を左右施行し FR 値, COP 前後移動距離, 運動戦略について記録した。COP 前後移動距離は, 多目的重心動揺計測システム (Zebris 社製 WinPDMS) を使用し, FRT 測定開始時から FR 値最大到達点時において測定した。運動戦略は FRT 測定時において矢状面より肩峰, 大転子, 腓骨頭, 外果, 第 5 中足骨頭をランドマークとしてビデオカメラで定点撮影し, 二次元動作解析装置 (DARTFISH Pro5.5) を使用して股関節と足関節角度を解析した。統計処理は Wilcoxon の符号付順位検定を用い FR 値, 股関節角度, 足関節角度, COP 前後移動距離の骨折側と非骨折側を比較した。有意水準は 1% 未満とした。

【結果】

FR 値は骨折側 20.4 ± 8.6 cm, 非骨折側 22.5 ± 7.7 cm で有意差を認めなかった。股関節角度は骨折側が屈曲 $20.3 \pm 16.7^\circ$, 非骨折側が屈曲 $31.5 \pm 16.6^\circ$ で非骨折側股関節角度が有意に大きかった ($p < 0.01$)。足関節角度は骨折側が底屈 $3.0 \pm 2.4^\circ$, 非骨折側が底屈 $3.1 \pm 2.6^\circ$ で有意差を認めなかった。COP 前後移動距離は骨折側 60.8 ± 18.1 cm, 非骨折側 78.8 ± 27.2 cm で非骨折側が有意に大きかった ($p < 0.01$)。

【結論】

本研究の結果より, 骨折側リーチ時の COP 前後移動距離が有意に短いことは骨折側転倒リスクに繋がるのではないかと考えた。また, 高齢者における FRT 施行時の運動戦略は股関節戦略有意であり, 足関節戦略に依存しにくい傾向にあると示唆された。足関節戦略が見られない要因として, 藤澤らが多くの高齢者の特徴として足関節機能は加齢に伴い優位に低下する傾向にあると報告しており, 今回の結果もそれに起因しているのではないかと考えた。このことから大腿骨近位部骨折患者は骨折側立位時に股関節屈曲角度が低下していることで, COP 前後移動距離が短縮し動的バランス能力が低下する傾向にあると考えられた。本研究は症例数が少ないため今後も継続して調査を行い, より信頼性高い結果を示していきたいと考える。

P-KS-20-1**円背姿勢は立位姿勢制御能に影響を及ぼすのか？**宮澤 拓^{1,2)}, 国分 貴徳³⁾, 小平 寛岳³⁾, 瀧谷 春奈³⁾, 金村 尚彦³⁾, 高柳 清美³⁾¹⁾医療法人安生会 上尾二ツ宮クリニック, ²⁾埼玉県立大学大学院リハビリテーション学専修,³⁾埼玉県立大学理学療法学科**key words** 円背・立位姿勢制御・stabilogram diffusion analysis**【はじめに, 目的】**

高齢者の6割は円背姿勢になるとも言われ、加齢変性によって生じる姿勢変化であり、また加齢とともに高齢者の転倒率が高くなることが知られている。一般に円背姿勢はアライメントの変化として解釈され、転倒リスクは神経・筋の退行性変性と関連づけられ別個に考えられることが多い。しかし脊柱後弯者は統計学的に転倒リスクが高いことが分かっており、円背姿勢は立位姿勢制御に影響を及ぼし得ると予想されるが、その関係性は明らかでない。本研究の目的は、円背姿勢それ自体が、立位姿勢制御能に影響を及ぼすかを明らかにすることである。

【方法】

対象は健常成人10名(年齢 21.1 ± 0.7 歳)とした。計測は重心動揺計(ユニメック社製)上にて30秒間の静止立位保持を行い、足圧中心(COP)動揺を計測した。自然立位にて計測した後、高齢者疑似体験に用いられる円背装具(高研社製)を装着した状態で再度計測した。装具適応のため装着後15分間自由速度にて歩行させた後に計測した。計測は各条件で開眼と閉眼にて各4回行った。

姿勢制御能を評価するためにstabilogram diffusion analysis (SDA法)を用いた。SDA法はCOPの軌跡を扱い、様々な時間間隔でのCOP変位量を算出してその二乗平均を求め、時間間隔を横軸、変位量を縦軸にしてプロットしグラフを描く。グラフから短時間領域、長時間領域それぞれの傾き(拡散係数 D_s および D_l)とその境界点座標(Δt , Δr^2)を算出し評価指標とするものである。SDA法はCOP動態から姿勢制御方略を分析できる解析法である。統計解析はこれらの指標を自然立位と装具装着立位で対応のあるt検定、もしくはウィルコクソンの符号付順位和検定を行った。

【結果】

円背装具装着により開眼条件で D_s , D_l ともに有意に増加した($p < 0.01$)。また境界点までの時間(Δt)は、開閉眼条件ともに有意に長くなった($p < 0.05$)。境界点における Δr^2 は開閉眼条件ともに有意に増加した($p < 0.05$)。

【結論】

D_s と D_l はそれぞれ、フィードフォワード系、フィードバック系の制御を表すとされており、高値であるほど不安定であると解釈される。円背装具装着によって D_s の傾きの増加と Δr^2 の増加を認めたが、これはフィードフォワード系においてCOPが不安定な動揺をしていたこと示す。さらに境界点までの Δt が長くなったことは、フィードバック系への切り替えの遅延を表し、COPが不安定にふるまう時間が長かったことを表す。また、 D_l の傾きが増大したことは、十分なフィードバック制御が働いていなかったことを示す。これらの指標の増大から円背姿勢が姿勢不安定性につながる一因となり得ることが示唆された。その要因に関して、先行研究にて胸椎後弯増強は頭部動揺を増大させ、視覚・前庭系に影響を与えることなどが報告されているが、具体的にどのような要素が姿勢不安定性につながるかは、三次元動作解析装置も同期しての追加検証が必要である。

P-KS-20-2**高齢者の立位姿勢に対する重心動揺リアルタイムフィードバックの介入効果**菅沼 惇一¹⁾, 橋本宏二郎¹⁾, 足立 淳二¹⁾, 奥埜 博之¹⁾, 河島 則天²⁾¹⁾摂南総合病院リハビリテーション科, ²⁾国立障害者リハビリテーションセンター研究所**key words** 高齢者・姿勢制御・重心動揺リアルタイムフィードバック**【はじめに、目的】**

重心動揺リアルタイムフィードバック装置「BASYS」は、立位姿勢時の足圧中心の前後変位をフィードバック信号として床面をリアルタイムに動揺させ、本人の知覚にのほらないレベルで姿勢動揺量を操作的に減弱(in-phase 条件)、あるいは増幅(anti-phase 条件) させることで立位姿勢における随意調節と反射調節のバランスを潜在的かつ合目的に調整しようとするものである。本発表では、転倒歴のある高齢者に対して、脊髄反射による自律的な姿勢調整を促す作用を持つ anti-phase 条件による治療介入を BASYS を用いて行い、一過性の介入前後の重心動揺特性及び筋活動の変化を検討することを目的とした。

【方法】

対象は本研究に同意を得た整形疾患既往歴のある高齢者 22 名とした。対象者は、BASYS 上に普段通りの立位姿勢を取るよう指示を与え、開眼静止立位を 30 秒間実施した。立位姿勢に対する介入として、足圧中心(center of pressure: COP)の前後方向と逆方向にフィードバックを与えることにより、動揺量を増幅させる設定(anti-phase)を用いた。フィードバックゲインは COP 動揺量の約 5%、10%、15% の 3 段階であり、とりわけ低いゲイン設定では、対象者が知覚できないほどの微小な揺れであった。各試行 30 秒を 1 セットとし、介入前の静止立位、anti-phase 条件(5%、10%、15%)、介入後の静止立位を測定した。介入効果の評価には、静止立位姿勢時の COP と筋電図(前脛骨筋、ヒラメ筋)の計測を実施した。介入前後の平均値の差の検定には対応のある t 検定を用い検討した。また、Pearson の積率相関係数を用いて、COP の前方への変位量(介入後-介入前)と筋活動の変化量の関係性を検討した。本研究における有意水準は 5% とした。

【結果】

COP 動揺の前後方向の平均値は、介入前と比較して介入後に前方に変位する結果が得られた($p < 0.05$)。95% 信頼楕円面積及び、前後の動揺範囲は介入後で有意に減少した($p < 0.05$)。静止立位時の前脛骨筋の活動量は介入後で有意に減少した($p < 0.05$)。ヒラメ筋は、介入前後で有意差を認めなかったものの、COP の前方への変位量とヒラメ筋の筋活動の変化量は正の相関を認めた($r = 0.58$, $p = 0.004$)。

【結論】

重心動揺リアルタイムフィードバック装置における anti-phase 条件は、重心動揺を操作的に増幅させることによって脊髄反射による自律的な姿勢調整を促す作用を持つ。本研究の結果は、anti-phase を用いた調整的介入により COP の位置が前後方向へ移動することで前脛骨筋の活動減少とともにヒラメ筋の関与の増加が生じ、重心動揺量の減少をもたらした可能性を示している。この結果から BASYS の anti-phase 条件での介入は、後方重心となりやすい高齢者に対して重心位置を前方へ移動させることで脊髄反射による自律的な姿勢調整を促す有効なアプローチとなる可能性が示された。

P-KS-20-3**開き戸開扉動作の力学的分析**

丸本 翔馬, 浅井 勇人, 森西 泰弘, 藤井 詩歩, 高永 一哲, 武田 要

関西福祉科学大学 保健医療学部

key words 先行随伴性予測姿勢調節・関節モーメント・COP**【はじめに, 目的】**

日常生活に多い開き戸開扉動作は、前方リーチ動作とともに重心の前後移動が必要とされ、先行随伴性予測姿勢調節 (APA) が十分に機能しない状況下では開扉動作に困難を伴うことが予想される。しかし先行研究では、日常生活指導において開き戸の開扉動作の具体的な指導方法はなかった。本研究は開き戸開扉動作時の下肢にかかる負荷量と重心移動量に着目し、開き戸に対する足部の角度の違いによる開扉動作の力学的分析を行った。

【方法】

対象は、研究の同意を得られた過去3か月において整形外科疾患を有さない20代男女健常学生9名(年齢 21 ± 1 歳)とした。測定機器は、3次元動作解析システム VICON NEXUS, 床反力計2枚 (AMTI社製), 赤外線カメラ6台 (100Hz) を使用した。赤外線反射マーカを被験者に全身計35箇所と開き戸に6箇所貼付した。使用する開き戸は木材で自作し、連結金具を用いて平行棒に固定した。被験者は裸足にて両足関節内側果間を両肩峰幅で、右肩関節屈曲位 90° での上肢長を開き戸からの距離として各床反力計の上に静止立位を保つよう指示した。課題動作は、右上肢を前方リーチしドアノブを把持した状態を開始肢位とし、60回毎分の速度で2秒間かけて開扉動作を実施した。計測条件は、開き戸に対する足部の位置 90° , 45° の2条件を各3施行で計6施行をランダムに行った。解析パラメータは、①両下肢 COP 前方移動量最大値、②①における股関節、足関節モーメント、床反力鉛直、前後成分とした。COP 前方移動量は静止立位時の足関節マーカ前後座標を起点とした。2条件間でのパラメータを比較するために各動作3施行の平均値を採用し、Wilcoxon の符号付順位検定を用いて統計処理を行った。

【結果】

両側下肢ともに足関節底屈、股関節伸展モーメントが発生し、 45° において共に有意に減少していた (90° : 左足関節 6.0 ± 1.7 Nm/m \cdot kg 右足関節 4.3 ± 1.4 Nm/m \cdot kg 左股関節 0.6 ± 2.0 Nm/m \cdot kg 右股関節 -0.7 ± 0.8 Nm/m \cdot kg 45° : 左足関節 3.8 ± 2.1 Nm/m \cdot kg 右足関節 3.6 ± 1.2 Nm/m \cdot kg 左股関節 0.2 ± 1.9 Nm/m \cdot kg 右股関節 -0.3 ± 0.7 Nm/m \cdot kg, $p < 0.01$)。足関節底屈モーメント最大時における COP 前方移動量は 45° において両側下肢ともに有意に減少しており ($p < 0.01$)、左下肢では床反力鉛直、後方成分が有意に増加していた ($p < 0.01$)。その他のパラメータでは有意差は見られなかった。

【結論】

立ち位置 45° において床反力鉛直、後方成分が増加していたのにも関わらず、足関節底屈モーメントが減少していたのは、立ち位置 90° より COP 前方移動量が小さく足関節と床反力ベクトルとのレバーアームが短いことによる影響と考えられた。立ち位置 45° から開扉動作は、前方への重心移動量が少なく足関節底屈筋群の活動量が少ない動作になることが示唆され、姿勢制御能力が低下している中枢疾患患者や高齢者の ADL 指導の一助になるものと考えた。

P-KS-20-4**タンデムスタンスにおける手指先位置の相違が姿勢制御戦略に及ぼす影響**河津 弘二¹⁾, 松原 誠仁²⁾, 飯山 準一²⁾¹⁾熊本リハビリテーション病院リハビリテーション部, ²⁾熊本保健科学大学**key words** タンデムスタンス・身体動揺・姿勢制御戦略**【はじめに, 目的】**

タンデムスタンス(以下タンデム)における手指先の Light touch (102g 以下, 以下 LT) は, 身体の動揺を減少させることが報告されている(Rabin 1999)。また, 身体動揺が減少するためには, 手指先に向けられた注意が必要とされ(Vuillerme 2006), 求心性感覚情報の入力に関与する(Kouzaki 2008)。そこで本研究の目的は, タンデムにおける手指先からの感覚情報および位置の相違が姿勢制御戦略に及ぼす影響について, バイオメカニクス的手法を用いて明らかにすることとした。

【方法】

一般健康常男子大学生 6 名(年齢 20.2 ± 0.8 歳)を対象とし, 被験者に 2 台の地面反力計(AMTI 社製, 100Hz)上で, タンデム(左下肢前)を 50 秒間保持させた。その様子を光学式 3 次元自動動作解析装置(Motion Analysis 社製, 100Hz)のカメラ 6 台で計測した。試技は, 1) LT の有無, 2) 手指先の位置が側方(後下肢の第 2 足趾先端の位置で小指から 15cm 外側)および前方(側方位置から 15cm 前方), 3) 視覚の開閉眼を組み合わせさせた 8 試技とした。LT 有は, 大転子の高さの計量器に右示指で接触させ, LT 無は計量器より 5cm 空間上で保持させた。同時に表面筋電計(Kissei Com Tech 社製, 1000Hz)を用いて, 左右の中殿筋, 内側広筋, 前脛骨筋およびヒラメ筋の筋活動を計測した。得られた足圧中心を用いて累積移動距離, 面積および平均速度を求め, これらを身体動揺の指標とし, 地面反力を時間積分したものを力積, 被験筋の活動を時間積分したものを筋活動量とした。48 試技の動揺指標, 力積および筋活動量を, 多元配置分散分析を用いて条件ごとに比較した。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

LT 有と無で比較した場合, 動揺指標および前後方向の力積は, LT 有のほうが無より有意に低値であった($p < 0.01$)。一方, 指先位置が側方の場合, 前下肢では前後方向および鉛直方向の力積は, 前方と比較して有意に低値であった($p < 0.01$)。また, 後下肢では累積移動距離および前後方向の力積は, 前方と比較して有意に低値であった($p < 0.01$)。次いで, 指先位置が前方の場合, 前下肢では累積移動距離は, 側方と比較して有意に低値であった($p < 0.01$)。また, 後下肢では鉛直方向の力積およびヒラメ筋の筋活動量は, 側方と比較して有意に低値であった($p < 0.01$)。

【結論】

LT 有では, 前および後下肢の動揺を減少させ姿勢を安定させることが示唆された。次いで, 手指先位置が側方では後下肢を, 前方では前下肢の動揺を減少させ, 姿勢を安定させることが示唆された。また, 後下肢のヒラメ筋の筋活動を調整することで, 前および後下肢の制御戦略を変化させることが考えられた。以上のことから, 注意が向けられた手指先位置の相違がタンデムにおける身体動揺を制御する筋活動に影響を及ぼし, 前および後下肢の機能的役割を変化させることが示唆された。

P-KS-20-5**姿勢選択能力がパフォーマンスに及ぼす影響**

楠見 陸, 阿江麻里奈, 森 千晴, 森川 智栄, 岩田 晃

大阪府立大学地域保健学域総合リハビリテーション学類理学療法専攻

key words 姿勢選択能力・走行・垂直跳び**【はじめに, 目的】**

走行やジャンプなどのパフォーマンスに、実施時の姿勢が影響を及ぼすことが多くの先行研究で明らかにされている。Frostらは、短距離走の走行前の姿勢が走行速度に影響を及ぼしていると報告しており、同様に Bobbertらは、垂直跳びの跳躍前の姿勢が跳躍高に影響を及ぼしていると報告している。これらの先行研究では、姿勢は検者により指定されているが、通常、パフォーマンスを行う際の姿勢は、実施者が自ら選択するものである。我々は、実施者自らが適切な姿勢を選択する能力(以下、姿勢選択能力)が、パフォーマンスに影響すると考え、それを検証することを本研究の目的とした。本研究では、膝関節伸展筋力を測定する際の膝関節角度を実施者が、より適切に選択する能力と、パフォーマンスの関係性について検証を行った。

【方法】

対象は健常若年女性 46 名(年齢 20.1 ± 1.0 歳)とした。対象者が最大筋力を発揮できると予測した関節角度(以下、自由角度)と、実際に最大筋力が得られた関節角度(以下、ピーク角度)の差を、姿勢選択能力と規定した。自由角度は、対象者に筋力測定器(BIODEX)上で座位をとらせ、自身が最も等尺性膝関節伸展筋力が発揮できると予測、提示した膝関節角度とした。ピーク角度は、丹羽らの方法に従い、膝関節屈曲 30° から 100° まで 10° 刻みの 8 条件下でランダムに測定した等尺性膝関節伸展筋力のうち、最大筋力を発揮した膝関節角度とした。そして、ピーク角度と自由角度の差の絶対値(以下、両条件角度差)を算出し、姿勢選択能力の指標とした。両条件角度差が小さければ姿勢選択能力が高いと考えられ、両条件角度差が大きければ姿勢選択能力が低いと考えられる。そこで、全対象者の両条件角度差の中央値を算出し、角度差の小さい群、つまり姿勢選択能力が高い群(以下、H群)と角度差の大きい群、つまり姿勢選択能力が低い群(以下、L群)に群分けした。

パフォーマンスの指標として、6m 走行時間と垂直跳びの跳躍高を測定した。6m 走行時間は赤外線ストップウォッチ(デジタイマー II)を用いて測定した。垂直跳びの跳躍高は光学式歩行分析装置(Optojump)を用いて測定した。

統計処理は、6m 走行時間と垂直跳びの跳躍高について、H群とL群の比較を行うために対応のない t 検定を用いた。すべての統計解析には SPSS Ver.21.0 を用い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

6m 走行時間は H 群が 1.43 ± 0.08 秒、L 群が 1.55 ± 0.09 秒、垂直跳びの跳躍高は H 群が 30.6 ± 3.3 cm、L 群が 28.1 ± 4.8 cm であった。6m 走行時間は L 群と比較して H 群が有意に短く ($p < 0.01$)、垂直跳びの跳躍高は L 群と比較して H 群が有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。

【結論】

姿勢選択能力の高い群が、短距離の走行時間と垂直跳びの跳躍高の双方で優れた結果を示すことが本研究で明らかになった。このことから、姿勢選択能力の違いがパフォーマンスに影響を与える重要な因子の一つであることが示唆された。

P-KS-21-1**身体所有感および重さの知覚の変調が筋活動に及ぼす影響**大住 倫弘¹⁾, 谷口 愛美²⁾, 信迫 悟志¹⁾, 森岡 周^{1,2)}¹⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター, ²⁾畿央大学健康科学部理学療法学科**key words** 身体所有感・筋活動・重さの知覚

【はじめに】運動指令とそれに対する感覚フィードバックの間に不一致が生じると、過度な重さ知覚や異常感覚、さらには身体所有感覚の損失が生じることが報告されている(Foelletal, et al., 2013)。本研究は、それらの主観的知覚の変調が運動に及ぼす影響を明らかにすることである。

【方法】対象は健常大学生 22 名として、主観的知覚の変調を実験的に惹起させるために映像遅延システムを用いた。映像遅延システムでは、被験者の膝元の台上での手の運動をビデオカメラで撮影し、その映像を映像遅延装置(朋栄 YEM エレテックス)経由で頭上にセットされた液晶モニターに投影し、その映像を動かしている手の上に置かれた鏡に映した。この鏡の角度は、被験者の手が水平に置いてあるように見える調節がなされているため、被験者は鏡に映る手をあたかも自分の手のように感じることができる。そして、上述の映像遅延装置を用いて、被験者の手の映像に 4 水準の映像遅延(150, 250, 350, 600msec)を挿入し、それぞれの水準条件で手関節掌背屈運動時の橈側手根屈筋・橈側手根伸筋の筋活動を無線筋電計(DELTA SYS Trigno)で記録した。また、それぞれの水準条件における主観的知覚の変化を「自分の手ではないように感じた」、「動かしていると重いと感じた」という質問項目に対しての 7 段階のリッカート尺度で記録した。各水準条件はランダムに 2 試行ずつ実施され、各試行での手関節掌背屈運動は 10 回とした。得られた筋電データは、2 次のバターワースフィルター(bandpass: 10-400Hz)を設計し、整流化された筋電データの安静時 0.025 秒の平均振幅を求め、その平均振幅 + 2SD 以上の振幅を有する区間の積分値(時間で正規化)を算出した。各条件における主観的知覚の変化は one way repeated ANOVA (post hoc には bonferroni method) で比較し、主観的知覚の変化と筋活動との相関関係をピアソンの相関係数で求めた。有意水準は 5% とした。

【結果】主観的知覚である身体所有感の損失および主観的重さは、遅延時間の延長に伴って増大し、250, 350, 600msec 条件は 150msec 条件よりも有意に大きかった。また、600msec 条件における橈骨手根屈筋の筋活動と主観的重さの変化との間に有意な相関関係が認められた。つまり、自身の手を重たく感じている者ほど、橈骨手根屈筋の筋活動が増大していたという結果であった。さらに、主観的重さの変化に特徴づけられた筋活動の変化を抽出するために、身体所有感の損失が認められず、主観的重さのみ増大した 2 名の筋活動を分析すると、手関節伸展時の拮抗筋である橈側手根屈筋の弛緩が生じない特徴が認められた。

【結論】随意運動に伴う視覚フィードバックの時間的遅延を加えることによって、身体所有感の損失や重さの増大という主観的知覚の変化が認められた。また、主観的重さの増大は拮抗筋の筋活動を増大させてしまい、円滑な筋活動を損なう心理的要因になることが明らかとなった。

P-KS-21-2**視覚情報が着座動作に与える影響について
三次元動作解析による検討**新島 慎也^{1,2)}, 伊藤 玲³⁾, 高柳 清美²⁾¹⁾新青会 川口工業総合病院 リハビリテーション科, ²⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科,
³⁾国立病院機構東埼玉病院**key words** 着座動作・視覚情報・三次元動作解析**【はじめに, 目的】**

高齢者の転倒は居室における立ち座りといった動作変換時, かつ暗い時間帯に多く発生している。また, 立ち上がりの研究に比べて着座動作に関する研究は少ない現状もある。以上のことからより効率的な着座動作指導や環境整備によって転倒を主とする着座時の傷害を予防するために, 今回三次元動作解析を用いてまず健常者における視覚情報の有無が着座動作に与える影響について検討することを本研究の目的とした。

【方法】

被験者は重篤な整形疾患の既往の無い健常成人男女 13 名とし, 機器は三次元動作解析システム VICON と床反力計を用いて着座動作における所要時間, 身体重心 (COM) の軌跡, 下肢の関節角度およびモーメントを計測した。座面の高さは足関節 0°, 膝・股関節屈曲 90° になる高さに設定し, 両上肢は腰に手をあて使用しないこととした。動作条件は①視覚情報がありイスの高さを把握した状態, ②遮光加工を施したゴーグルを装着し視覚情報が無くイスの高さを全く把握していない状態の 2 条件で着座動作を自由速度で行い, 条件の順番はランダム化した。統計処理はデータの正規性の検定後, 対応がある T 検定を行い有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

所要時間は視覚有りに比べ視覚無しの方が有意に長くなり, 特に体幹最大前傾までの屈曲相が延長しその後の着座までの時間が短縮する傾向がみられた。視覚無しでの経時的 COM 軌跡は COM を前方に残ったまま下降させ, 着座させた後後方移動し始める傾向がみられた。関節角度は股・膝・足関節で視覚有りに比べ, 視覚無しの方が有意に大きくなったものの, 体幹最大傾斜角度に有意差はみられなかった。下肢関節モーメントは股・膝・足関節の最大値において, すべて有意差はみられなかった。

【結論】

健常者における着座動作ではイスの高さを把握している場合に比べ視覚情報が無く座面の高さがわからない場合, 屈曲相が延長し重心が前下方に残ったまま着座する。下肢関節角度は有意に大きくなるが体幹前傾角度および下肢関節モーメントに差はない。視覚情報の有無による影響は立位～着座までの間で大きいことが示唆された。つまり視覚情報がない着座動作では, 着座までは COM 後方移動が遅れるため, 長時間両足底にてなる支持基底面内に重心を維持しながら股・膝・足関節の深屈曲を行う必要がある。高齢者は体幹・下肢の ROM 制限や筋力低下, バランス能力の低下等身体的能力の低下が考えられ, 視覚情報が無い着座動作に必要とされる機能が不足し転倒に繋がる可能性がある。高齢者の転倒予防のためには更なる研究が必要であるが, 本研究は不足する身体機能の検討や重心移動の最小化と下肢負担軽減のため座面を高く, 足部をイスに近く置く等環境設定の一助となり転倒リスクを軽減できる可能性がある。

P-KS-21-3**感覚情報の違いによる異なる身体部位の立位動揺指標への影響**宮澤 佳之^{1,2)}, 朝倉 智之²⁾, 臼田 滋²⁾¹⁾老年病研究所附属病院, ²⁾群馬大学大学院保健学研究科**key words** 加速度計・感覚情報・静的立位動揺**【はじめに, 目的】**

加速度計は身体に直接装着することが可能であり, 身体各部位の動揺を測定することができる。本研究の目的は, 静的立位中の感覚情報の違いによる身体各部位の動揺量への影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人男性 21 名 (22.4±1.3 歳) であった。加速度計 (Microstone 社製 MVP-RF8-GC-500, MVP-RF8-HC-500, 500 Hz) を頭部, 胸部 (T4), 腰部 (L5) の 3ヶ所に貼付し, 圧中心 (COP) の測定のため床反力計 (Kistler 社製, 60Hz) 上で両上肢を組み, 閉脚で 5m 前方の印を注視した静的立位を保持した。また, 質量中心 (COM) 位置の算出のため赤外線マーカーを 10ヶ所貼付し, 三次元動作解析装置 (Oxford Metrics 社製 VICON612, 60Hz) にて測定した。測定条件は視覚条件として開眼 (open: O) と閉眼 (closed: C), 体性感覚条件として硬い支持面 (firm floor: F) と軟らかい支持面 (foam rubber: R) の組み合わせの 4 条件とし, 60 秒間で各 1 回測定した。加速度データは 0.1-10Hz の band pass filter 処理, COM データと COP データは 4Hz の low pass filter 処理を行った。身体加速度と COM 加速度の Root Mean Square (RMS), および COP 軌跡長を, 前後・左右方向で算出した。統計処理は SPSS Statistics Ver.22 を用いて指標ごと反復測定二元配置分散分析を行い, 交互作用を認めた場合は要因別に対応のある t 検定を行った (有意水準 5%)。

【結果】

前後, 左右にて全ての指標に交互作用を認めた ($p < 0.01$)。前後, 左右共に COM 加速度 RMS と COP 軌跡長は F・R 開眼に比べ閉眼で有意に増加し ($p < 0.05$), 開眼・閉眼共に F に比べ R で有意に増加した ($p < 0.01$)。前後方向では, 頭部加速度 RMS (m/s^2) が OF, CF, OR, CR の順に 0.07 ± 0.03 , 0.07 ± 0.02 , 0.09 ± 0.02 , 0.16 ± 0.05 で, T4 加速度 RMS は 0.06 ± 0.02 , 0.06 ± 0.02 , 0.09 ± 0.03 , 0.15 ± 0.04 となり, L5 加速度 RMS は 0.05 ± 0.02 , 0.05 ± 0.02 , 0.08 ± 0.02 , 0.13 ± 0.04 で, 開眼・閉眼ともに F に比べ R で有意に増加した ($p < 0.01$) が, F 条件の開眼と閉眼間では有意差を認めなかった。左右方向では, 頭部加速度 RMS (m/s^2) は 0.06 ± 0.01 , 0.07 ± 0.02 , 0.11 ± 0.03 , 0.19 ± 0.07 , T4 加速度 RMS は 0.06 ± 0.02 , 0.07 ± 0.02 , 0.11 ± 0.03 , 0.18 ± 0.05 であり, 開眼・閉眼ともに F に比べ R で有意に増加した ($p < 0.01$) が, F 条件の開眼と閉眼間では有意差を認めなかった。L5 加速度 RMS は 0.04 ± 0.01 , 0.05 ± 0.01 , 0.10 ± 0.02 , 0.18 ± 0.05 で, F・R で共に開眼に比べ閉眼で有意に増加し ($p < 0.05$), 開眼・閉眼ともに F に比べ R で有意に増加した ($p < 0.01$)。

【結論】

COM 加速度と COP 軌跡長の前後・左右, L5 加速度の左右は, 視覚条件・体性感覚条件により動揺量の変化を認めたが, 頭部加速度と T4 加速度の前後・左右, L5 加速度の前後は F 条件の開眼・閉眼で影響を受けないことから, 身体各部位が感覚情報の違いにより, 異なる動揺を示すことが示唆された。今後, 各身体部位の動揺方向による動揺量の違いを検討する必要がある。

P-KS-21-4**5 秒間隔の聴覚リズム刺激と指タッピングの同調がその後に継続する運動のリズムに及ぼす影響**伊藤 正憲¹⁾, 高橋 優基¹⁾, 嘉戸 直樹¹⁾, 鈴木 俊明²⁾¹⁾神戸リハビリテーション福祉専門学校 理学療法学科, ²⁾関西医療大学大学院 保健医療学研究科**key words** 聴覚刺激・タッピング・リズム

【はじめに, 目的】先行研究において, 聴覚リズム刺激とタッピングの同調がその後に継続する運動のリズムに及ぼす影響を, 1000ms および 2000ms 間隔の運動を用いて検討した。1000ms では同期および裏打ちのどちらのタッピングでリズムをとってもその後の運動が容易となり, 運動リズムの正確性が向上した。2000ms では刺激とタッピングの同調の難度に個人差があり, 特に裏打ちタッピングでリズムをとった後の運動には, 1000ms の自己ペース運動の正確性が影響する可能性を考えた。本研究は 5000ms 間隔の刺激とタッピングの同調がその後に継続する運動のリズムに及ぼす影響を考察した。

【方法】健常成人 18 名を対象とした。課題 1 は自己ペースタッピングで, 外的刺激がない状況で 5000ms 間隔の連続的なタッピングを 15 回おこなった。課題 2 は同期タッピングの継続パラダイムで, 15 回の周期的な聴覚刺激に同期してタッピングをおこない(ペーシング相), その後は刺激がない状況でペースを保って 15 回のタッピングを継続した(継続相)。課題 3 は裏打ちタッピングの継続パラダイムで, 15 回の周期的な聴覚刺激のそれぞれの中間時点に同期してタッピングをおこない(ペーシング相), その後は課題 2 と同様にタッピングを継続した(継続相)。聴覚刺激の刺激間隔 5000ms とした。分析項目は連続するタッピングの開始時点の時間間隔 (ITI) の平均値と変動係数 (CV) とした。課題 2 と 3 のペーシング相の比較には対応のある t 検定, 課題 1 と課題 2, 3 の継続相の比較には反復測定一元配置分散分析と Bonferroni 法を用いた。

【結果】課題 1 の ITI の平均値は 4177.8 ± 1050.8 ms, CV は $3.5 \pm 2.0\%$ で, 多くの対象者の ITI は 5000ms より短かった。ペーシング相の ITI の平均値は課題 2 が 5003.4 ± 19.9 ms, 課題 3 が 5004.1 ± 49.0 ms, CV は課題 2 が $4.4 \pm 2.0\%$, 課題 3 が $4.4 \pm 2.4\%$ で, 課題間に有意差はなかった。継続相の ITI の平均値は課題 2 が 5202.6 ± 381.8 ms, 課題 3 が 5342.8 ± 511.4 ms, CV は課題 2 が $5.4 \pm 1.7\%$, 課題 3 が $5.9 \pm 2.7\%$ で, 課題 2, 3 が課題 1 より有意に大きく, ITI は 5000ms に近づいたもののばらつきが大きくなった。課題 2 の付加的な分析として, 同期タッピングの同期誤差を 100ms を基準値として予測的タッピングと反応的タッピングに分類すると, 180 個のうち 52 個が反応的タッピングであった。

【結論】自己ペースタッピングでは運動間隔の正確性より一貫性が優先されたと考えられる。同期タッピング中の反応的タッピングが 52 個であり, この数は先行研究の 1000ms (0 個), 2000ms (13 個) より多く, 次に入力される刺激の予測が難しいことを示している。5000ms 間隔のペーシングではリズム感が得にくいため, その後の運動リズムは変動が大きくなってしまおうと考えた。5000ms のようなゆっくりとしたリズムで運動をペーシングする場合は 1000ms おきに副次的な手がかりを挿入し, 5000ms ごとにアクセントを付けるなどの工夫が必要であろう。

P-KS-21-5**母音の種類によるシャウト効果の検証**酒井 章吾¹⁾, 石橋 敏朗¹⁾, 浦辺 幸夫²⁾¹⁾九州栄養福祉大学リハビリテーション学部, ²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究科**key words** シャウト効果・筋力・母音**【はじめに, 目的】**

様々なスポーツにおいて、運動中に声を発する場面をしばしば目にすることがある。これはシャウト効果(Shout effect)を期待しており、自ら発声することによって最大努力時の筋力が増加するというものである。シャウト効果については様々な先行研究があるが、筋出力時の言葉の種類について言及したものは少ない。筆者らは、もし言葉の種類によってシャウト効果に差が生じるのであれば、スポーツ場面で選手が発する言葉を選択することで、より高い筋力発揮ができると考えた。本研究では、母音の種類によるシャウト効果に違いがあるか検証を試みた。

【方法】

一般成人男性 30 名(平均年齢 21.6 ± 1.1 歳)を対象に無発声、「あ」「い」「う」「え」「お」の各母音の最大発声をランダムに行い、各母音発声中の等尺性膝伸筋力を測定した。筋力の測定には、Cybex 6000(メディカ株式会社)を使用し、1条件に対し2回測定を行い(筋出力時間は5秒間)、測定間の休息時間は60秒間とした。また、各条件間の休息時間は10分間とした。測定肢位は、膝関節は 60° 屈曲位、背もたれ角度は 110° (座面が基本軸)とした。統計処理には、PASW statistics 18を使用し、1元配置分散分析を行い、事後検定には、Bonferroniの方法を用いた。危険率5%未満を有意とした。

【結果】

無発声および各母音の発声時の筋力測定値の平均値を示す。無発声で 2.70 ± 0.53 (Nm/kg)、「あ」で 2.97 ± 0.63 、「い」で 3.01 ± 0.52 、「う」で 2.88 ± 0.66 、「え」で 3.00 ± 0.47 、「お」で 2.90 ± 0.57 だった。「え」では無発声に対して有意に筋力が増加した($p < 0.05$)。「あ」「い」「う」「お」では無発声に対して、全て筋力が大きくなったが、有意な増加ではなかった(NS)。

【結論】

シャウト効果が生じる要因について、先行研究では、音刺激による心理的影響や脊髄前角細胞の興奮順位の増強により、筋力発揮が増加すると考えられている。また、「い」「え」を選択すると運動能力が向上したという報告もある。本研究結果では、「え」の発声時のみ、無発声時よりも筋力が増加した。先行研究では「い」「う」「え」の発声時に、精神的緊張が高まるとされており。この緊張と筋出力のタイミングが合致することで運動に対し有効に働くとされている。今回、「え」のみで筋力の増加が認められたが、発声に関与する筋や頸部周囲筋の特性を含めて検討を進めたい。

P-KS-22-1**低強度筋力トレーニングにおける休息時間の違いが運動直後の筋腫脹に及ぼす影響**廣野 哲也¹⁾, 池添 冬芽²⁾, 田中 浩基²⁾, 梅原 潤²⁾, 築瀬 康²⁾, 中村 雅俊^{2,3)}

¹⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法専攻, ²⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻,
³⁾同志社大学スポーツ健康科学部

key words 低強度筋力トレーニング・筋腫脹・セット間休息時間**【はじめに, 目的】**

近年, 低強度・高反復トレーニングの筋力増強・筋肥大効果が着目されており, 30%1RM 程度の低強度トレーニングでも反復回数を12セット程度に増やすことにより, 80%1RM の高強度と同等の効果が得られることが報告されている。一方, セット間の休息時間の影響について, 高強度トレーニングではセット間の休息時間を長くすると介入効果が減少することが報告されているが, 低強度トレーニングにおけるセット間の休息時間の影響を検討した研究はみられない。

また, 筋力トレーニング直後に生じる筋腫脹は骨格筋へのメカニカルストレスを反映していると考えられており, トレーニング介入による筋肥大効果と関連があると考えられている。そこで本研究は低強度・高反復トレーニングにおける休息時間の違いがトレーニング直後の筋腫脹に及ぼす影響について, 1) 筋腫脹が生じる運動量(セット数)に違いはみられるのか, 2) 高反復トレーニング直後の筋腫脹の程度に違いはみられるのかに着目して検討した。

【方法】

対象は健康若年男性42名(年齢 22.9 ± 2.4 歳)とし, トレーニングのセット間の休息時間を20秒, 60秒, 180秒とする3群にそれぞれランダムに振り分けた。30%1RM の低強度での膝伸展筋力トレーニングを膝関節屈曲 90° から 0° までの範囲で求心相3秒, 保持1秒, 遠心相3秒の運動速度で行った。なお, 1RM は膝関節屈曲 90° から 0° まで膝伸展可能な最大挙上重量を筋機能評価装置(BIODEX社製)にて測定した。10回の反復運動を1セットとし, 各セット間休息時間をはさんで計12セット行った。筋腫脹の評価として, 超音波診断装置(GEメディカルシステム社製)を用いて外側広筋の筋厚を測定した。測定肢位は端座位・膝関節屈曲 90° 位とし, 測定部位は上前腸骨棘と膝関節外側裂隙を結ぶ線の遠位 $1/3$ とした。筋厚の計測はトレーニング直前およびトレーニング3セットごとの計5回行った。統計解析は各群における筋厚の変化について反復測定分散分析および事後検定として多重比較を行った。さらに, 多重比較検定を用いてトレーニング前に対する12セット終了時の筋厚変化率の群間比較を行った。

【結果】

反復測定分散分析の結果, 全ての群で主効果を認め, 多重比較の結果, 休息20秒群と60秒群はトレーニング前と比較して3, 6, 9, 12セット後のすべてにおいて有意な筋厚の増加がみられた。一方, 180秒群においては12セット後のみ筋厚の有意な増加がみられた。また, 12セット後の筋厚変化率に3群間で有意差はみられなかった(20秒群; $5.1 \pm 6.0\%$, 60秒群; $6.8 \pm 1.7\%$, 180秒群; $4.4 \pm 3.1\%$)。

【結論】

低強度トレーニングにおいて, 12セットの高反復トレーニング直後の筋腫脹にはセット間の休息時間による違いはみられないが, セット間の休息時間が長くなると筋腫脹を生じさせる運動量(セット数)はより多く必要となることが示唆された。

P-KS-22-2**ターニケットによる駆血後の下肢への非荷重が骨格筋におよぼす影響
—ラットを用いた実験的研究—**

佐藤 勇太^{1,2)}, 小野 武也^{1,3)}, 石倉 英樹¹⁾, 相原 一貴¹⁾, 松本 智博¹⁾, 葉本 茉奈³⁾,
田坂 厚志⁴⁾, 梅井 凡子³⁾, 積山和加子³⁾, 沖 貞明^{1,3)}

¹⁾県立広島大学大学院 総合学術研究科, ²⁾医療法人宗齊会 須波宗齊会病院,

³⁾県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科, ⁴⁾大阪行岡医療大学 医療学部 理学療法学科

key words 筋萎縮・駆血・後肢懸垂

【はじめに, 目的】

ターニケットによる駆血(以下, 駆血)は, 無血野の確保や術中出血量の抑制のために用いられるが, 筋萎縮を生じる。また, 下肢への非荷重や関節固定などの不活動は, 筋萎縮を惹起する。駆血は関節固定を組み合わせた場合, 駆血のみを行った場合と比較して筋萎縮が増悪することが報告されている。しかし, 駆血と下肢への非荷重を組み合わせた場合に筋萎縮が増悪するかどうかは明らかにされていない。本研究の目的は, 駆血と下肢への非荷重を組み合わせた場合に生じる筋萎縮が, 駆血や下肢への非荷重を単独で行った場合と比較して増悪するのかを明らかにすることである。

【方法】

対象は10週齢のWistar系雌ラット25匹とした。実験期間は1週間である。群分けは, 対照群, 下肢への非荷重を再現する動物実験モデルである後肢懸垂を行う懸垂群, 駆血を行う駆血群, 駆血後に後肢懸垂を行う駆血懸垂群の4群とした。評価項目は, 実験最終日におけるヒラメ筋の相対筋湿重量と最大強縮張力, 筋線維短径とした。すべての処置は麻酔下で行った。実験開始日, 駆血はヒト指用ターニケットカフを使用し, 右大腿部に対して300mmHgの駆血圧で90分間行なった。後肢懸垂はキルシュナー鋼線をラット尾部に刺入し, ナスカンフックを介し, 飼育ケージの天井金網に掛けて行なった。

実験最終日, 最大強縮張力の測定は右ヒラメ筋を摘出し, マグヌス管内で電気刺激を行うことで実施した。その後, 相対筋湿重量は筋湿重量を計測し, 体重で除することで算出した。H&E染色後, 筋線維短径の測定は顕微鏡デジタルカメラを用いて撮影し, 画像解析ソフトを用いて行なった。

各群における各評価項目の比較のための統計処理は, 対応のない一元配置分散分析もしくはKruskal-Wallis検定を実施した。その後の多重比較はTukey法もしくはSteel-Dwass法を用いて実施した。すべての統計処理は危険率5%未満をもって有意差ありと判定した。

【結果】

相対筋湿重量は, すべての群間に有意差がなかったが, 駆血懸垂群は対照群と比較して増加する傾向があった。最大強縮張力について, 駆血懸垂群は, 対照群と駆血群, および懸垂群と比較して有意に低下した。懸垂群と駆血群の最大強縮張力は, 対照群と比較して低下する傾向があった。筋線維短径について, 駆血群と懸垂群, および駆血懸垂群は, 対照群と比較して有意に減少した。

【結論】

ヒラメ筋の筋萎縮や筋収縮力の低下は, 駆血と下肢への非荷重を組み合わせた場合, これらを単独で実施した場合と比較して増悪することが明らかになった。駆血懸垂群は浮腫が生じたことも推測された。駆血は筋萎縮や浮腫を生じ, 後肢懸垂はヒラメ筋の筋活動の低下や筋萎縮を生じる。これにより, 駆血後の下肢への非荷重は, 筋萎縮や筋収縮力の低下を増悪させ, 駆血と筋活動の低下に伴う筋ポンプ作用の低下により, 浮腫を生じたと示唆される。

P-KS-22-3**筋力増強における神経性要因および筋肥大性要因の分析****—最大筋出力時のウェーブレット変換による筋電図周波数解析および筋厚の変化—**

諸角 一記, 花岡 正明, 橋本 雅郎, 横井 悠加, 古川 勉寛, 佐々木広人, 安藤由香里,
渡邊 哲朗, 柳澤 健

郡山健康科学専門学校

key words 表面筋電図周波数解析・最大筋出力・離散ウェーブレット変換

【目的】

筋力が増強されるメカニズムとして、運動単位の動員や発射頻度の変化による神経性要因に加え、筋肥大性要因が考えられている。本報告では、6週間の筋力増強運動の過程において、神経性要因については表面筋電図の周波数解析に離散ウェーブレット変換を適用し、筋厚の変化については超音波画像診断装置を用いて、これら2要因に対して筋力増強の継時的変化を解析することで、健常者の筋力増強メカニズムの一端を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健常成人男子12名を対象とした。測定項目は右上腕二頭筋等尺性最大筋力(BioDexで測定)、最大筋出力時表面筋電図(電極はランドマークとの距離関係で決定し毎回同一箇所を確保、皮膚電気抵抗を5kΩ以下に前処置、電極間距離1cmで貼付)、安静時筋厚(超音波画像診断装置MyLabFiveで測定)とした。測定回数は、運動開始時から毎週月曜日と終了後の合計7回。筋力強化は毎週火曜日から金曜日までの4日間実施した。毎週月曜日に測定した最大筋力の70%を筋力強化の負荷量として設定し、1セット10回、1日3セットを実施した。筋電図解析は切出した5秒間の筋電波形に対して離散ウェーブレット変換(Daubechies N=10のウェーブレット関数を使用)を行い、1ms毎の瞬時周波数スペクトルの中央値とそのスペクトルの積分値を算出し加算平均した。統計処理(SPSS for Windows)には、それぞれの変化について一元配置分散分析を行い、多重比較にはTukey法を用いた(有意水準は5%未満とした)。

【結果】

1. 上腕二頭筋の最大筋力を分散分析した結果、有意差($p < 0.01$)が認められた。多重比較では、開始時に対して2週以後の全てにおいて有意($p < 0.01$)に増加した。
2. 瞬時周波数スペクトルの中央値は開始時に対して2週目に周波数が低下、3-4週にかけて上昇、5-6週で安定した。多重比較の結果は、2週に対して4-6週で有意差($p < 0.01$)が認められた。
3. 瞬時周波数スペクトルの積分値は開始時に対して2週目に筋活動量が増加し、3-4週にかけて低下、5-6週で安定した。多重比較の結果は、2週に対して4-6週で有意差($p < 0.01$)が認められた。
4. 上腕二頭筋厚における多重比較の結果は、初回測定に対して5-6週において有意($p < 0.05$)に筋厚が増加した。

【結論】

1. 2週-3週における筋力変化は、筋収縮に参加した筋線維は低周波成分(typeI群)が主であり、その筋活動が高くなった結果である。3週-4週の期間では、高周波成分(typeII群)が動員され始めた。
2. 5週-6週における筋力の増加は、主に筋肥大によるものと考えられる。
3. 本研究の結果から、表面筋電図周波数解析に対して離散ウェーブレット変換を適用すると、最大筋出力変化とその要因である神経系要因について把握できる可能性が示唆された。

P-KS-22-4**アキレス腱障害の発生機序の検討
～捻れのタイプ別の比較～**

江玉 睦明^{1,5)}, 久保 雅義¹⁾, 大西 秀明¹⁾, 高林 知也¹⁾, 横山絵里花¹⁾, 稲井 卓真²⁾,
渡邊 博史³⁾, 梨本 智史⁴⁾

¹⁾新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所, ²⁾おぐま整形外科クリニック リハビリテーション科,

³⁾長岡中央総合病院 リハビリテーション科, ⁴⁾新潟医療センター リハビリテーション科,

⁵⁾日本歯科大学新潟生命歯学部 解剖学第一講座

key words 捻れ構造・三次元構築・シミュレーション

【はじめに, 目的】近年, アキレス腱(AT)障害の発生メカニズムとして, 踵骨の回内時にAT内の歪みが不均一であることが要因として重要視されてきている。この原因としては, ATの捻れ構造が関与している可能性が示唆されているが, ATの捻れのタイプ別に検討した報告はない。従って, 本研究は距腿関節軸上で背屈・底屈方向, 距骨下関節軸上で回内・回外方向に動かした際に, ATを構成する各腱線維束に加わる伸張度(%)を捻れのタイプ別に検討することを目的とした。

【方法】対象は, 先行研究(Edama,2015)を参考にATの3つの捻れのタイプ(I:軽度, II:中等度, III:重度の捻れ)を1側ずつ(遺体3側, 男性, 右側)を使用した。方法は, 下腿標本から下腿三頭筋を剖出し, 腓腹筋内側頭が付着するAT線維束(以下, MG)と, 外側頭の筋腹が付着するAT線維束(以下, LG)と, ヒラメ筋の筋腹が付着するAT線維束(以下, Sol)を分離した。そして, 各腱線維束の踵骨付着部の配列を分析して3つの捻れのタイプに分類し, 各線維束を3mm程度にまで細かく分離した(MG:4~9線維, LG:3~9線維, Sol:10~14線維)。次に, 標本を台上に固定し, Microscribe装置(G2X-SYS, Revware社)を使用して, 各腱線維の筋腱移行部と踵骨隆起付着部の2点と, 骨指標として大腿骨内側上顆, 腓骨頭, 内果と外果の最下端, 踵骨隆起の外側端, 距骨頭の中央部の6点をデジタイズして三次元構築した。距腿関節軸は, 内果と外果の最下端を結んだ線, 距骨下関節軸は踵骨隆起の外側端と距骨頭の中央部を結んだ線とした。規定した距腿関節軸上で底屈(30°)・背屈(30°)方向, 距骨下関節軸上で回内(20°)・回外(20°)方向に動かした際の各腱線維の伸張度(%)をシミュレーションして算出した。統計学的検討は, Microscribe装置の測定値の検者内信頼性には, 級内相関係数(ICC:1, 1)を用いて行った。

【結果】級内相関係数は, 0.98であり高い信頼性が確認できた。今回, 3つのタイプで共通して, 距腿関節軸上で背屈すると, MG・LG・Solは伸張し, 底屈するとMG・LG・Solは短縮した。また, 距骨下関節軸上で回内するとMG・LG・Solは伸張し, 回外するとMG・LG・Solは短縮した。特に回内(20°)方向に動かした際には, Solの伸張度はタイプIは $4.7 \pm 3.4\%$, タイプIIは $1.5 \pm 0.7\%$, タイプIIIは $5.7 \pm 6.0\%$ であった。タイプIとタイプIIIは, 回内時のSolの伸張度がタイプIIに比べて大きく, Solを構成する各腱線維の伸張度のばらつきが大きい結果であった。

【結論】先行研究では, AT障害の発生メカニズムとして, 踵骨の過回内時にAT内の歪みが不均一であることが要因として報告されている。更に損傷組織は, ヒラメ筋である可能性が示唆されている。従って, 本研究結果から, タイプIやタイプIIIでは, 過回内時にはSol内の歪みが不均一であり, 更に大きなひずみに加わっているため, AT障害の発生リスクが高まる可能性が示唆された。

P-KS-22-5**超音波診断装置を用いた立ち上がり動作時における腓腹筋内側頭の動態変化について**吉野 晃平¹⁾, 国分 貴徳²⁾, 園尾 萌香³⁾, 金村 尚彦²⁾¹⁾上尾中央総合病院 リハビリテーション技術科, ²⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科,
³⁾白岡整形外科 リハビリテーション科**key words** 超音波診断装置・立ち上がり動作・筋線維**【はじめに, 目的】**

一般に下腿前傾に伴い腓腹筋は遠心性収縮が生じると言われているが, 超音波診断装置を用いた先行研究では, 静止立位での前方動揺時に腓腹筋は短縮しているとの逆説的な報告がある。臨床場面では動作観察における角度変化から筋の動態変化を推定しているが, 動作時における視覚的な筋の動態変化を研究した報告は少ない。そこで本研究の目的は, 立ち上がり時の腓腹筋内側頭の動態変化を, 超音波診断装置を用いて視覚的に観察することとした。

【方法】

本研究に対し同意を得られた健常男性 10 名 (25±2.4 歳) を対象。超音波診断装置 (GE Healthcare 社製, 周波数 13MHz) にて 8LS リニア型プローブを用いた。測定部位は右腓腹筋内側頭とし, 筋腱移行部が超音波画像の画面に映るよう右下腿後面に固定。また, プローブの固定場所の妥当性を評価するため, 先行研究を元に皮膚に反射マーカを固定しプローブの位置変化がないかを検討。測定は膝関節 90°, 胸の前で両手を組んだ座位を開始肢位とし, 立ち上がりを 5 回施行。またエコー動画と立ち上がり動作をビデオカメラにて録画。動画解析には映像解析ソフトウェア Dartfish 7.0 を使用し, エコー動画と立ち上がり動作の解析区間を同定し, 開始相, 離殿相, 下腿最大前傾相, 立位相に相分けした。Image J 1.49V を用いてエコー動画から各相の静止画を作成し, 下腿前傾角 (下腿と垂直線のなす角) と筋線維長を計測し各々の平均値を算出。筋線維長については個体差を考慮し, 開始相から各相での筋線維変位量 (以下, 変位量) を使用。画像からはみ出た筋線維については, 先行研究を参考に筋内膜と筋線維の延長線上の角度を計測した。

【結果】

下腿前傾角は開始相で 11.13°, 離殿相で 17.99°, 下腿最大前傾相で 19.34°, 立位相で 5.12° であった。変位量は開始相から離殿相で 110.08mm, 離殿相から下腿最大前傾相で 172.40mm, 下腿最大前傾相から立位相で 287.20mm であり, 下腿前傾角の増加に伴い筋線維長は増加傾向を示した。またエコー動画の観察より下腿最大前傾相の初期から中期にかけての変位量が大きく, 立位相に近づくにつれ変位量の増加は小さくなる傾向を示した。

【結論】

本研究では, 下腿前傾角の増加に伴い筋線維は伸張する傾向が見られた。静止立位での前方動揺と比べ立ち上がりでの下腿前傾角は大きくなり, 足関節に発生する受動トルクは増加すると考えられる。そのため筋線維が伸張することから腓腹筋は受動トルクに対し大きな制動力を有しておらず, 立ち上がり初期における寄与率は低い可能性が示唆された。また, 下腿最大前傾相の中期から立位相にかけて変位量の増加が小さくなることから, 筋線維は短縮方向に動いていると考えられ, 立ち上がり後期では足関節の剛性を高めるために筋活動量が増加している可能性が示唆された。今後は, 超音波と筋電図の計測を並行して行い, 筋活動と筋線維長の動態変化を明らかにする必要がある。

P-KS-23-1**脳卒中片麻痺者における上肢を用いた立ち上がり動作の運動学的特徴**高橋 純平¹⁾, 西山 徹²⁾¹⁾東北文化学園大学医療福祉学部, ²⁾日本医療大学**key words 脳卒中・立ち上がり・運動学的分析****【はじめに, 目的】**

脳卒中片麻痺者において椅子からの立ち上がり動作が運動麻痺等により困難な場合、運動戦略として上肢を用いた立ち上がり動作を行う。その方法は、手すり等を押して立つ方法（Push 動作）と引いて立つ動作（Pull 動作）の2通りがある。上肢を用いた立ち上がり動作についての研究は、健常者を対象とした分析が多く、脳卒中片麻痺者を対象とした報告は少なく不十分である。そこで本研究の目的は、脳卒中片麻痺者における上肢を用いた立ち上がり動作の運動学的特徴に着目し、動作中の関節角度が立ち上がり方法の違いによって変わるかを明らかにすることである。

【方法】

対象は、病院に入院中の脳卒中片麻痺者 21 名（年齢 69.2 ± 8.5 歳、男性 9 名、女性 12 名）である。除外基準として、有痛性の関節疾患を有する者、半側空間失認症状がある者、指示理解が困難な者とした。対象者は椅子からの立ち上がり動作を、難易度が低い順（Pull 動作、Push 動作、上肢支持なしの立ち上がり動作）で実施し、各対象者の立ち上がり可能な最大レベルの動作をビデオカメラにて撮影した。上肢支持なしでの立ち上がり動作は両腕を組みながら、Push 動作は非麻痺側で座面を押しながら、Pull 動作は手指の先端の位置に合わせた前方縦手すりを用いて非麻痺側上肢で引きながら動作を行った。立ち上がり動作時の椅子の高さは腓骨頭の高さに合わせ、初期足関節背屈角度を 5° に統一した。測定項目は、最大体幹前傾角度ならびに最大下腿傾斜角度とし、画像解析ソフト DARTFISH を用いて算出した。測定値は、立ち上がり動作を 3 回行った平均値を採用した。

統計解析は、立ち上がり動作の違いにおける各角度の群間比較は一元配置分散分析を行い、事後検定として Tukey の検定を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

群分けは、上肢支持なし群は 9 名、Push 群は 5 名、Pull 群は 7 名であった。解析の結果、最大体幹前傾角度は上肢支持なし群 $40.5 \pm 9.6^\circ$ 、Push 群 $38.4 \pm 4.3^\circ$ 、Pull 群 $22.6 \pm 4.3^\circ$ であった。最大下腿傾斜角度は上肢支持なし群 $21.0 \pm 3.3^\circ$ 、Push 群 $21.4 \pm 4.1^\circ$ 、Pull 群 $14.7 \pm 2.8^\circ$ であった。最大体幹前傾角度、最大下腿傾斜角度ともに、上肢支持なし群と Push 動作群に有意差は認められなかったが、Pull 群と他の 2 群間では、Pull 群が有意に小さかった。

【結論】

上肢支持なし群と Push 群は立ち上がる際にしっかりと体幹前傾を行い、殿部離床に伴い下腿が前傾するという同様の特徴を示したが、Pull 動作は手すりを引くことによって、動作初期より上体を前上方に持っていくため、関節角度が小さいという特徴がみられた。これは健常人の動作と同様であり、脳卒中片麻痺者の立ち上がり練習においても、これらのことを考慮する必要がある。

P-KS-23-2**下肢挙上方略による寝返り動作の解析**浜辺 峻弥¹⁾, 永登 敦子²⁾, 高野 大地³⁾, 関屋 昇⁴⁾¹⁾昭和大学病院, ²⁾昭和大学藤が丘病院, ³⁾春山記念病院, ⁴⁾昭和大学保健医療学部理学療法学科**key words** 寝返り・運動力学・床反力**【はじめに, 目的】**

寝返り動作は日常生活において必要不可欠な動作であり、起き上がり、立ち上がりなどの基本動作の原型となっている。理学療法の臨床上、寝返り動作を通じて他の動作の改善を図ることもあるが、多様な寝返り動作のメカニズムが十分に明らかになっていないといえない。これは寝返りに用いられる運動方略が非常に豊富であり、正常な運動方略を定義することは難しいことが一因として挙げられる。我々は既に、下肢挙上方略による寝返り動作の前半において、寝返り側下肢の股関節外転角度が大きくなるほど、寝返り側下肢の床反力減少量の増大が認められることを示したが、上半身の運動については報告しなかった。そこで今回は下肢挙上方略による寝返り動作について、下肢と体幹運動間の協調関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健康成人男性 12 名 (年齢: 22.3 ± 1.4 歳, 身長: 173.8 ± 4.4 cm, 体重: 64.4 ± 10.3 kg) を対象とした。課題は背臥位から左側臥位をとるまでの、両上肢を胸の前で組んだ状態から右下肢を持ち上げて寝返る寝返り動作とした。2 要因計画で、速度 (fast, normal, slow) \times 左股関節外転角度 (外転 20° , 10° , 0° , 内転 5°) の $3 \times 4 = 12$ 条件であった。キネマティクスを VICON MX で、床反力を KISLER 床反力計 (60×90 cm, 2 枚) で計測した。左右下肢の力学的作用を調べるため、開始方位 (背臥位) で、左右の上前腸骨棘の遠位 20cm よりも末梢部分の下肢が、各々の床反力計の中に納まるように配置した。寝返り開始から寝返り終了 (骨盤と上部体幹がともに回転 90° を超えるまでとした) の時間を 100% として正規化した後 (正規化した時間を寝返り動作における相対時間と定義した), 50% までの相対時間における左下肢床反力垂直成分, 計測空間上の骨盤回転角度, 体幹の相対的回転角度を解析した。統計処理には, SPSS for Win (ver.17.0) を用いた。

【結果】

寝返り動作前半における寝返り側下肢の床反力変化は、床反力減少方向または床反力増加方向の単峰性の軌跡を示した。寝返り側下肢の床反力は股関節外転角度が大きくなるほど床反力減少量が大きくなり ($p < 0.01$), また相対時間も股関節外転角度が大きくなるほど長くなることが示された ($p < 0.01$)。体幹のキネマティクスに関しては、骨盤は動作開始直後に寝返り方向と逆方向にわずかに回転 ($3.3 \pm 0.5^\circ$) し、その後寝返り方向へと回転した。体幹回旋角度は動作開始から左回旋 ($7.7 \pm 1.7^\circ$) し、その後逆方向へと回旋した。骨盤回転角度と体幹回旋角度には、左股関節外転角度との関係が認められず、速度の主効果も認められなかった。

【結論】

寝返り側股関節外転角度に依存して寝返り側下肢の挙上量および挙上時期は変化した。体幹運動と股関節外転角度との関連は認められなかった。これらの結果は、運動方略を限定し上肢の運動を制限された場合でも、寝返り動作が冗長な (自由度の高い) 動作であることを示唆している。

P-KS-23-3**起き上がり速度変化における体幹運動の解析
— 「普通」と「遅い」速度との比較 —**

西守 隆

関西医療学園専門学校

key words 起き上がり・体幹運動・3次元動作解析

【はじめに】起き上がり動作について研究は、他の基本動作のように動作周期における時系列的な関節角度変化を定量的に示されていない。本研究では、起き上がり動作において骨盤を原点とした運動座標系を用いて、起き上がり速度変化による体幹運動を定量化し、速度変化による起き上がり動作の特性を明らかにする。

【方法】本研究で比較した2つの速度の違いによる起き上がり動作を選定するために、2回の実験を設けている。1回目の実験では、参加した12名の被検者に「右側へ、いつもと同じように起き上がってください」とだけ指示した。その起き上がり動作について、起き上がり時間を算出し、またSarnackiの分類による体幹回旋運動を伴う起き上がり(Roll Off)のみを選択し、「普通」の起き上がり速度による起き上がりデータとし6名存在した(平均年齢 23.3 ± 3.5 歳)。この6名の起き上がり動作の遂行時間は 2.38 ± 0.24 秒であった。

2回目の実験は、「普通」の起き上がり遂行時間で得られた標準偏差の2SDを越えるように、起き上がり遂行時間を3秒程度で、11名の被検者に起き上がるように指示した。そして1回目の実験同様に、体幹回旋運動を伴う起き上がり(Roll Off)を選択し、これを「遅い」起き上がりとし5名存在した(平均年齢 22.0 ± 2.5 歳)。「遅い」起き上がり動作の遂行時間の平均は、 3.53 ± 0.16 秒であった。

本研究で設定した「普通」「遅い」の起き上がり動作を4台のデジタルビデオカメラを用いて撮影した(30 fps)。ビデオ解析ソフト(Frame Dias IV)を用いて、身体29点を手動デジタイズした。本研究では、骨盤に対する体幹角度を算出するために、右上前腸骨棘を原点とし、右上前腸骨棘から左上前腸骨棘を向かうベクトルをZ軸、体幹長軸をX軸、ZX面に直行するベクトルをY軸とする右手系の運動座標系を定義した。統計学的検討には、対応のないT-testを用いた。

【結果】「遅い」起き上がり動作は、「普通」の起き上がり動作と比較して、体幹回旋角度が有意に大きく($p < 0.05$)、左側への体幹側屈角度が大きい傾向にあった($p = 0.07$)。

【結論】本研究の「普通」の起き上がり遂行時間は、先行研究で報告されている若年者のデータと同程度である(Alexander, 1992)。高齢者は若年者と比較して、起き上がり動作速度が遅く、また体幹回旋運動と側屈運動が大きいと言われているが、定量的な数値で示されていない(MoCoy, 1993)。「遅い」起き上がり動作では、身体質量の大きい上半身を離床させOn Elbowになる際に、体幹を速く屈曲させる、または下肢の振りおろしによる運動量を利用することができない。そのため上肢支持を多用し、手支持で構成される支持基底面内に上半身重心を投影させるために、体幹回旋角度や体幹側屈角度が増加したものと考えられる。

P-KS-23-4**健常者における目的姿勢の違いが寝返り動作パターンに及ぼす影響
～三次元動作解析システムを用いた検討～**三木 啓嗣^{1,2)}, 新田 収²⁾¹⁾東京都済生会中央病院 リハビリテーション科, ²⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科**key words** 寝返り・動作パターン・三次元動作解析**【はじめに, 目的】**

寝返り動作はベッド上での移動性スキルの重要な要素であり, 多くの運動課題に不可欠な構成要素である。動作パターンの多様性ととも、目的姿勢や動作によって適切な動作パターンを選択する適応性も求められる。臨床場面では画一的な動作パターンは可能だが、動作パターンの多様性や適応性が乏しい患者を経験する。例えば、寝返り動作は可能だが側臥位で止まれない患者や、起き上がり動作に汎化しづらい寝返り動作パターンを選択する患者を経験する。諸家により目的動作と寝返り動作パターンの関係は示唆されているが、詳細な検証はされていない。そこで、本研究の目的は健常者における目的姿勢の違いが寝返り動作パターンに及ぼす影響を検討し、理学療法評価・治療の一助とすることである。

【方法】

対象は整形外科的・神経学的疾患のない健常男性 29 名とし、属性は平均年齢 21.6 (19~30) 歳、平均身長 172.3±6.0cm、平均体重 63.3±7.5kg であった。計測課題は背臥位から腹臥位までの寝返り動作(腹臥位群)と、背臥位から側臥位までの寝返り動作(側臥位群)の 2 課題とした。動作方法の指示は行わず練習後に言語的合図のみで至適速度で各 3 試行実施し、各 3 試行目を解析対象とした。測定には三次元動作解析システム VICON NEXUS を使用し、赤外線カメラ 8 台と赤外線反射マーカを用いて行った。マーカは体表面上の所定の位置に静止立位時 39 個、動作計測時 27 個の標点を設置・貼付し、課題動作中のマーカ位置を計測した。計測により得られた標点の三次元座標データを用いて、課題動作中の体幹角度を算出した。算出にはプログラミングソフト VICON BODY BUILDER を使用し、マーカ補正とオイラー角の算出を行った。データ解析区間は、2 群とも動作開始から骨盤が床面に対して 90° 回旋位に至るまでとし、1 動作を 100% として時間を正規化した。算出パラメータは、体幹の最大・最小・平均角度と、最大・最小角度到達時間とした。統計学的検討は各パラメータを変数としたクラスター分析(Ward 法)により 2 群の動作パターンを類型化し、各類型の特徴を確認するために、各類型を独立変数、各パラメータを従属変数とした一元配置分散分析(事後検定 Scheffe)を行った後、2 群の動作パターンを比較した。解析は IBM SPSS Ver.22 を用い、有意水準 5% で行った。

【結果】

クラスター分析の結果、2 群ともに 3 つの動作パターンに類型化でき、分散分析の結果と先行研究を参考に体幹屈曲、回旋、伸展パターンに類型化した。腹臥位群では屈曲パターン 41.4%、回旋パターン 20.7%、伸展パターン 37.9%、側臥位群では屈曲パターン 58.6%、回旋パターン 13.8%、伸展パターン 27.6% であり、側臥位群で屈曲パターンの割合が多くなった。

【結論】

目的姿勢の違いが寝返り動作パターンに及ぼす影響が示唆され、健常者では目的に応じた動作パターンの選択、動作制御戦略を行う可能性が示唆された。

P-KS-23-5**体幹前傾運動の制限が椅子からの立ち上がり動作の協調性に及ぼす影響
Uncontrolled Manifold 解析を用いて**崎村 奈美¹⁾, 新小田幸一^{2,3)}, 徳田 一貴⁴⁾, 緒方 悠太⁵⁾, 高橋 真^{2,3)}, 阿南 雅也^{2,3)}¹⁾国家公務員共済組合連合会 呉共済病院 リハビリテーション科, ²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 応用生命科学部門,³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 附属先駆的リハビリテーション実践支援センター,⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程後期 保健学専攻, ⁵⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程前期 保健学専攻**key words** 立ち上がり・協調性・Uncontrolled Manifold 解析**【はじめに, 目的】**

椅子からの立ち上がり動作 (sit-to-stand: 以下, STS) 時の体幹前傾運動は身体重心 (center of mass: 以下, COM) の前方移動に重要な運動とされているが, 体幹前傾運動が禁忌とされる症例では, この運動は身体全体の協調性に影響を及ぼす可能性がある。しかし, 協調性の観点から検討した報告は渉猟する限り見当たらない。そこで本研究は, 運動協調性の定量的評価法の1つである Uncontrolled Manifold 解析を用いて, 体幹前傾運動の制限が STS 時の COM 制御に関与する各身体セグメント角度の協調性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は健常若年女性9人であった。課題動作は, 快適スピードでの STS とし, 通常条件 (以下, N) と, 体幹前傾運動を制限した条件 (以下, TV) で各5試行ずつ行った。運動学的データは4台の CCD カメラからなる三次元動作解析システム (キッセイコムテック社製) を用いて取得し, 数値解析ソフトウェア MatLab R 2014a (MathWorks 社製) を用いて, 要素変数に各身体セグメント角度, タスク変数に COM 座標を設定し, それらの関係式を求めた。タスク変数は, タスクを安定化させる変動 (以下, V_{UCM}), タスクを不安定にする変動 (以下, V_{ORT}), 協調性の指標 (以下, ΔV) をそれぞれ前後方向座標 y と鉛直方向座標 z に分けて算出した。解析は動作開始時 0%, 離臀時 50%, 動作終了時 100% となるよう時間正規化を行い, 10% ごとの平均値に対して行った。運動学的データは4基の床反力計 (Advanced Mechanical Technology 社および Kistler 社製床反力計各2基) を用いて, 膝関節伸展モーメント (以下, KEM) 最大値を算出した。統計学的解析には統計ソフトウェア SPSS Ver.22.0 (日本アイ・ビー・エム社製) を用いて, 対応のある t 検定または Wilcoxon の符号付き順位検定を行い, 有意水準は 5% とした。

【結果】

ΔV_y は, 30~40% 区間で TV が N より有意に低かった ($p < 0.01$)。鉛直方向の V_{ORT} は, 80~90% 区間で TV が N より有意に高かった ($p < 0.01$)。 ΔV_z は, 70~80%, 80~90% 区間で TV が N より有意に低かった ($p < 0.05$)。KEM 最大値は, TV が N より有意に高かった (N : 0.69 ± 0.13 [Nm/kg], TV : 0.83 ± 0.18 [Nm/kg], $p < 0.01$)。

【結論】

体幹前傾運動を制限した STS では, 離臀前に前後方向の協調性が低値を示した。これは, COM 座標制御に利用可能な体幹の自由度の冗長性を抑える一方, 下腿, 大腿への制御の関与を高めていたと考えられた。離臀後は鉛直方向の協調性が低値を示した。先行研究より, 前後方向の COM 座標制御は身体の平衡を維持するために鉛直方向より重要とされ, 本研究でも前後方向の COM 座標制御が優先され, 膝関節へ力学的負担が加わり, 鉛直方向の協調性が低下したと考えられた。体幹前傾運動が禁忌とされる STS では, 他の関節の可動性を保ち, COM 座標を安定化させる自由度の冗長性の利用を高めることが有効である可能性が示唆された。

P-KS-25-1**廃用性筋萎縮からの回復時に起る炎症についての検討**廣島 玲子¹⁾, 森 禎章¹⁾, 山路 純子²⁾¹⁾関西福祉科学大学保健医療学部, ²⁾関西福祉科学大学健康福祉学部**key words** 廃用性筋萎縮・ミオシン重鎖・抗炎症剤**【はじめに, 目的】**

廃用性筋萎縮は身体活動量低下やギプス固定などによる不動で起るが、一旦筋萎縮が起るともとの正常な筋に回復するには時間がかかり医療コストの上昇にもつながる。先行研究では、廃用性筋萎縮を発症し脆弱になった筋に体重を再負荷すると筋が損傷を起し炎症反応が起こり、そこから回復過程が始まると報告される。我々は萎縮した筋が起す炎症は損傷を重傷化させるネガティブなものか、または回復を促進するポジティブなものかを検討するために本研究を考えた。本研究は実験動物を使用し、廃用性筋萎縮を発生させ、筋に抗炎症剤を注射し、その後の回復過程における影響を検討することを目的とした。

【方法】

Wistar 系雄ラット 11 週齢を使用し、右下肢を 2 週間ギプス固定してヒラメ筋に廃用性筋萎縮を発症させた。2 週間のギプス固定解放直後に抗炎症剤(デボ・メドロール水懸注)を右下肢ヒラメ筋に注入し、その後再び体重を負荷させケージ内を自由飼育とし 3 日後、7 日後の経過を検討した。本研究は、2 週間のギプス固定を右下肢に施したギプス固定群(G)、同ラットのギプス固定のない左下肢を対照群(C)、ギプス解放直後に抗炎症剤注入後 3 日群(注射 3)と 7 日群(注射 7)、ギプス解放後薬剤なしで自然治癒 3 日群(自然 3)と 7 日群(自然 7)の 6 群からなる。測定指標として、ヒラメ筋湿重量をラット体重で標準化した値、ヒラメ筋組織染色、リアルタイム PCR 法によりミオシン重鎖アイソフォーム(タイプ I, IIa, IIb)および炎症反応時のサイトカイン IL-6 の遺伝子発現レベルとして 4 種類の mRNA 発現量を検討した。

【結果】

ヒラメ筋湿重量は 2 週間のギプス固定で低下し、自然治癒 3 日ではさらに低下したが 7 日には増加を示した。抗炎症剤を注射した群では 3 日後には対照群以上に増加、その後減少し 7 日目にはギプス群レベルに戻った。また、ミオシン重鎖遅筋タイプ I の遺伝子発現量はギプス固定で低下し、注射 3 日後はさらに低下し、7 日後はより低下していた。自然治癒 3 日後でも低下、7 日後はより著しい低下を示し、注射群以上の低下を示した。速筋タイプ IIa はギプス固定で著しく増加し、注射 3 日ではさらに増加したが 7 日では減少した。自然治癒 3 日ではギプス群より僅かに増加したが 7 日では大幅な減少を示した。注射群は自然治癒群よりも著しい増加を示した。IL-6 はギプス固定で著しい増加を示しその後の回復過程でも増加を示した。しかし注射群は増加したものの自然治癒群よりかなり低い値を示した。

【結論】

2 週間のギプス固定で廃用性筋萎縮の発症および速筋化が確認できた。抗炎症剤を注射すると遅筋タイプの低下は緩和されるが、速筋タイプの増加は増幅される。結論として、筋萎縮からの回復過程 3 日では抗炎症剤の注射はいろんな働きを促進し早期治癒が期待できるが、7 日目には注射してもしなくてもすでにあまり変化がないことが示された。

P-KS-25-2**廃用性筋萎縮の回復期における筋衛星細胞を活性化するヌクレオプロテインの効果と作用成分の検証**

中西 亮介¹⁾, 平山 佑介¹⁾, 上野 瑞希¹⁾, 吉川まどか¹⁾, 前重 伯壮¹⁾, 近藤 浩代²⁾, 石原 昭彦³⁾, 藤野 英己¹⁾

¹⁾神戸大学大学院保健学研究科, ²⁾名古屋女子大学家政学部, ³⁾京都大学大学院人間・環境学研究科

key words ヌクレオプロテイン・ヌクレオチド・筋衛星細胞

【はじめに, 目的】

骨格筋の回復には筋線維の肥大が重要であり, 形質膜と基底膜の間にある筋衛星細胞(SCs)の存在が重要な役割を担っている。SCsは刺激が加わると増殖・分化を繰り返し, 筋線維を形成して組織恒常性を維持すると報告されている。先行研究で廃用性筋萎縮モデルの回復期間にヌクレオプロテイン(NP)を摂取させることでSCsの細胞周期を促進することを報告した。一方, NPはヌクレオチド及びアミノ酸の混合物であり, SCsへの作用はどちらの栄養素が主に作用しているかは明らかでない。そこで本研究では廃用性筋萎縮後の回復期におけるSCsに与える効果の検証とその作用がNPに含まれるヌクレオチドか, アミノ酸に由来するかを明確化することとした。

【方法】

12週齢の雌性Wistar系ラット39匹を通常飼育群+非NP含有飼料群(CON群), 通常飼育+NP含有飼料群(CON+NP群), 後肢非荷重群+非NP含有飼料群(HU群), 後肢非荷重+NP含有飼料群(HU+NP群), 再荷重群+非NP含有飼料群(HUR群), 再荷重+NP含有飼料群(HUR+NP群)の6群に区分した。非NP含有飼料群は21%カゼインを含む通常飼料を用い, NP含有飼料群は8.5%カゼインと14.8%NPを含む飼料を用いた。NP含有飼料群は非NP含有飼料群と同量のアミノ酸量となるように配合すると共に筋再生に影響の大きいロイシン含有量も統一した。HU群, HU+NP群, HUR群及びHUR+NP群は14日間の非荷重を行い, HUR群及びHUR+NP群は非荷重後に5日間の回復期間を設けた。実験終了後にヒラメ筋を摘出し, 急速凍結した。筋試料は凍結切片を作製し, ミオシンATPase染色を施した後, 筋線維横断面積(CSA)を計測した。また, 免疫組織化学染色により活性化したSCs(抗MyoD), 活性化から分化・融合のSCs(抗myogenin), DAPIによる核染色を施し, 筋線維あたりの陽性核数を算出した。得られた測定値の統計処理には二元配置分散分析とTukeyによる多重比較検定を用い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】

HU群, HU+NP群のCSAは各々CON群, CON+NP群と比較して有意に低値を示したが, HU群とHU+NP群では有意差を示さなかった。一方, 回復期間においてHUR群とHUR+NP群のCSAはHU群とHU+NP群と比較して有意に高値を示した。また, HUR+NP群はHUR群と比較して有意に高値を示した。HUR+NP群のMyoD陽性核はHUR群と比較して有意に低値を示した。一方, HUR+NP群のmyogenin陽性核や筋核はHUR群と比較して有意に高値を示した。

【結論】

本研究の結果から廃用性筋萎縮後の回復期では, ヌクレオプロテインを摂取することでヌクレオプロテインに含まれるヌクレオチドの効果により筋衛星細胞の細胞周期を促進し, 筋核数を増加させ, 筋再生を促進することが明確になった。また, アミノ酸の摂取も萎縮からの回復に有効であることからヌクレオチドとアミノ酸を含有するヌクレオプロテインの摂取は, 筋の回復をより一層促進する有効な栄養素であることが示された。

P-KS-25-3**廃用性筋萎縮に対するレモンマートル摂取が筋衛星細胞の活性化に与える効果**田中 孝平¹⁾, 本田 真一²⁾, 前重 伯壮¹⁾, 藤野 英己¹⁾¹⁾神戸大学大学院保健学研究科, ²⁾株式会社カネカメディカルデバイス開発研究所**key words** 廃用性筋萎縮・萎縮予防・栄養サポート**【はじめに, 目的】**

骨格筋の可塑性には骨格筋組織幹細胞である筋衛星細胞の働きが重要と考えられている。筋衛星細胞は運動等の刺激によって活性化され、増殖・分化の過程を経て、既存の筋線維の肥大を促進する。一方、筋衛星細胞の活性は活動量の減少に伴って低下し、廃用性筋萎縮を促すため、廃用性筋萎縮の予防には筋衛星細胞の活性を維持・改善することが重要である。また、リスク管理等により運動が制限されることもあり、筋衛星細胞を活性化する補助療法の確立が必要であると考えられる。そこで、筋衛星細胞の活性化に対して、数百種類の植物抽出素材や人工素材をスクリーニングし、高い効果が得られたハーブの一種であるレモンマートルに注目した。先行研究でレモンマートルを投与したラット骨格筋の筋衛星細胞が活性化していることを確認した。本研究ではレモンマートル摂取による筋衛星細胞の活性化を観察し、廃用性筋萎縮の予防に対する効果を検証した。

【方法】

8週齢雄性SDラット(n=24)を、通常飼育群と後肢非荷重群の2群に分け、各々の群を生理食塩水摂取群とレモンマートル摂取群に区分した(Cont, Cont+LM, HU, HU+LM群)。レモンマートルは、14日間の後肢非荷重期間中に1日2回ゾンデで経口投与(250mg/kg)した。介入期間終了後に体重とヒラメ筋筋湿重量を計測し、相対重量比を算出した。抗Dystrophin免疫染色で筋細胞膜を標識し、筋線維横断面積を測定した。また、抗Pax7-抗Dystrophin-DAPIによる免疫染色より筋核数・筋線維比、及び筋衛星細胞数・筋線維比を算出した。さらに、筋衛星細胞の増殖の程度の指標として抗Pax7-抗MyoD-DAPI免疫染色による陽性核数を測定し、分化の程度の指標として抗MyoD-抗myogenin-DAPI免疫染色による陽性核数を測定した。得られた測定値の統計処理には二元配置分散分析とTukeyの多重比較検定を使用し、有意水準は5%とした。

【結果】

14日間の後肢非荷重で体重、ヒラメ筋筋湿重量及び相対重量比が減少した。また、後肢非荷重で筋線維横断面積、筋核数・筋線維比及び筋衛星細胞数・筋線維比は有意に減少したが、Cont+LM群はCont群と比較して、HU+LM群はHU群と比較して有意に高値を示した。さらにHU群のPax7-MyoD-DAPI陽性核数は、Cont群と比較して有意に低値を示したが、MyoD-myogenin-DAPI陽性核数に有意差を認めなかった。一方、Cont+LM群とHU+LM群では、Pax7-MyoD-DAPI陽性核数とMyoD-myogenin-DAPI陽性核数に有意差を認めなかった。また、Cont+LM群はCont群と比較して、HU+LM群はHU群と比較して、各々のPax7-MyoD-DAPI陽性核数とMyoD-myogenin-DAPI陽性核数が有意に高値を示した。

【結論】

レモンマートルの摂取は筋衛星細胞を活性化することで廃用性筋萎縮を軽減することが明らかとなった。

P-KS-25-4**ギプス固定による廃用性筋萎縮と再荷重のプロセスにおけるマイオカインの変動**

相原 正博^{1,2)}, 勝田 若奈^{3,4)}, 森 優樹³⁾, 廣瀬 昇^{1,5)}, 斉藤 史明⁵⁾, 丸山 仁司²⁾,
萩原 宏毅^{3,5)}

¹⁾帝京科学大学医療科学部理学療法学科, ²⁾国際医療福祉大学大学院保健医療学理学療法学分野,

³⁾帝京科学大学大学院理工学研究科バイオサイエンス専攻医療科学分野,

⁴⁾国立精神・神経医療研究センター病院身体リハビリテーション部, ⁵⁾帝京大学神経内科

key words 再荷重・ギプス固定・マイオカイン

【はじめに, 目的】ギプス固定は, 外傷などの骨折に対する治療法の一つである。ギプス固定期間では, 固定部位が不動となるため廃用性筋萎縮を発生し, 二次的に ADL や QOL の低下を引き起こす要因となる。廃用性筋萎縮に対する理学療法は, 介入時期や介入効果を判定する機能評価が少なく, 臨床経験から理学療法の適応を判断せざるを得ない現状もある。そのため, 的確な介入時期や判定基準の確立が求められている。一方, 実験動物を用いた筋萎縮に対する介入方法に関する研究は数多く報告されている。報告では, 廃用性筋萎縮に対する他動的筋伸張刺激や, ギプス固定による下肢筋萎縮に対する回復過程や持続的伸張時間などが検討されている。その中で, 近年, 骨格筋から種々のホルモン様の生理活性物質が分泌されることが報告され, 骨格筋由来の生理活性物質は総称してマイオカインと呼ばれる。特に, 骨格筋から分泌されるマイオカインのうち IL-6 や IL-15 などは, 筋収縮や運動によって発現するとされている。しかし, 筋萎縮の病態や介入効果と運動するかは明らかにされていない。そこで, ギプス固定による廃用性筋萎縮と再荷重のプロセスにおける IL-6, IL-15 の変動について検討した。

【方法】10 週齢のマウス (C57BL6) を使用し, コントロール群, ギプス固定法群, ギプス固定法後再荷重群の 3 群に分けた。筋萎縮誘発方法は, 膝関節伸展, 足関節背屈位にてギプス包帯を用いてギプス固定を実施し, 固定期間は 2 週間とした。前肢と一側後肢を用いてケージ内を移動し, 餌と水は自由に摂取できるようにした。飼育中は 3 群に対して, 全身状態観察, 体重計測を実施し, ギプス固定の緩みや浮腫が生じた際は, その都度巻き直しを行った。2 週間の固定期間後, ギプス包帯を除去し, 再荷重を行った。前脛骨筋, 腓腹筋, ヒラメ筋を単離した後, 筋湿重量計測を実施し, 凍結横断切片を作成した。HE 染色にて観察, 筋線維径分布を測定した。また, 採血後に血清を作成し, IL-6, IL-15 の血中濃度を定量化した。

【結果】骨格筋重量は, コントロール群に比較してギプス固定法群では有意に低下した。再荷重群では, コントロール群までの改善は認められなかった。筋線維径分布は, コントロール群と比較してギプス固定法群, ギプス固定法後再荷重群で低値を示した。IL-6, IL-15 はコントロール群に比較して, ギプス固定群で高値を示した。ギプス固定後再荷重群では, コントロール群ほどではないが低値を示した。

【結論】IL-6 と IL-15 の血中濃度は, 筋萎縮誘発時に増加し, ギプス除去後の再荷重後ではコントロール群の近くまで減少していた。このことから, IL-6 と IL-15 の変化は, 筋萎縮の進行や再荷重による病態変化に関連している可能性が示唆された。今後は, 詳細な病態変化や理学療法的介入を行った際の IL-6 と IL-15 の変動についての評価も加えて, これらのマイオカインがバイオマーカーとして有用かを検討していきたい。

P-KS-25-5**加齢性の骨格筋萎縮に伴う選択的スプライシング因子 muscleblind-like1 の変化**

中村 文音^{1,4)}, 大野 善隆²⁾, 横山 真吾²⁾, 江川 達郎^{2,3)}, 鈴木 美穂¹⁾, 鬼村 知子¹⁾,
伊藤 理香¹⁾, 後藤 勝正^{1,2)}

¹⁾豊橋創造大学大学院, ²⁾豊橋創造大学, ³⁾京都大学大学院, ⁴⁾西尾市民病院

key words 核・骨格筋・可塑性

【はじめに, 目的】

加齢性筋肉減弱症(サルコペニア)は転倒を増加させ、QOLを著しく低下させる要因であることから、サルコペニアを予防あるいは改善する方策の確立が望まれている。しかし、サルコペニアの発症機構は未解明であり、対抗策の開発には至っていない。近年、筋強直性ジストロフィー(DM1)が、サルコペニアと類似の骨格筋症状を呈することが確認された。さらに、DMマウスの骨格筋症状には選択的スプライシング因子であるMBNL1(muscleblind-like 1)が関与していることが示唆されている。MBNL1は骨格筋の生後発達に関与し、アセチルコリン受容体、ミオシン軽鎖キナーゼやカルシウム放出チャネルなどの筋細胞特異的タンパク遺伝子をスプライシングする。このMBNL1はCUG配列を認識することから、CUG反復配列を含む特定の塩基配列が増加すると、それに捕捉されて本来のスプライシング機能を果たせなくなる。DMマウスでは、筋核内へのMBNL1蓄積量が増加することにより、筋タンパク合成低下や分解促進などが惹起され、骨格筋萎縮が発症すると考えられている。しかし、加齢に伴う骨格筋萎縮におけるMBNL1の挙動に関しては不明な点が多い。そこで本研究では、加齢に伴う骨格筋萎縮におけるMBNL1の挙動について、筋線維タイプを合わせて検討する。

【方法】

生後10週齢C57BL/6J雄性(若齢)マウスおよび生後12ヶ月齢C57BL/6J雄性(高齢)マウスの足底筋および腓腹筋内側部を摘出した。即座に結合組織を除去し、筋重量を測定。液体窒素を用いて急速凍結し、-80℃で保存した。核分画と細胞質分画のタンパクを調整後、両分画におけるMBNL1のタンパク量を評価した。

【結果】

足底筋の筋重量は加齢に伴い有意に減少した($p < 0.05$)。腓腹筋内側部の筋重量には、加齢に伴う有意な変化は認められなかった。高齢マウス足底筋核分画のMBNL1は、若齢マウスに比べて有意に低値を示し、逆に細胞質分画MBNL1は高齢マウスで高値を示した($p < 0.05$)。一方、腓腹筋内側部の細胞質分画MBNL1では若齢マウスで高値を示した($p < 0.05$)。しかし、腓腹筋内側部の核分画MBNL1は、高齢マウスが若齢マウスに比べて高値を示す傾向が認められたが、有意な変化ではなかった。

【結論】

加齢に伴い骨格筋萎縮が認められた足底筋では、核分画MBNL1が有意に減少した。一方、加齢に伴う骨格筋萎縮が認められなかった腓腹筋内側においては、核分画MBNL1が有意に増加した。以上より、加齢性の骨格筋萎縮に伴い細胞内MBNL1の局在が変化し、その変化は筋タイプで異なることが明らかとなった。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費(26350818, 26560372)ならびに上原記念生命科学財団「研究助成」、内藤記念科学振興財団「内藤記念科学奨励金・研究助成」、豊橋創造大学大学院健康科学研究科「先端研究」の助成を受けて実施された。

P-KS-25-6**老化促進マウスを用いた加齢によるサルコペニアのオートファジー関与について**園田真祐美¹⁾, 樋口 逸郎²⁾, 松田 史代²⁾¹⁾鹿児島大学大学院保健学研究科, ²⁾鹿児島大学医学部保健学科**key words** 加齢・筋減弱症・筋線維**【はじめに, 目的】**

高齢化社会を迎え、理学療法の対象者も高齢者が大多数を占めるようになった。加齢により筋も老化(変性)することがわかってきているが、その全貌はまだつかめていない。近年、加齢に伴うサルコペニアが着目されており、サルコペニアには細胞の自食作用であるオートファジーが関与している可能性も示唆されているが、まだ詳しく検討した研究は少ない。そこで今回、オートファジーに着目し、老化促進マウス(SAM: Senescence-Accelerated Mouse)を用いて加齢による骨格筋変性にオートファジーがどのように関与しているか検証した。

【方法】

対象動物は、一般的なマウスと比較し寿命が短く、様々な老化関連疾患が促進されて発症してくる老化促進マウス(SAMP1)の雄を使用した。加齢の影響を調べるため、先行研究より変性が起こる前の時期25週齢マウス3匹、加齢による筋変性が起こる時期50週齢マウス3匹、加齢による筋変性が完全に起こった時期58週齢マウス4匹、計10匹を本研究では使用した。骨格筋は、腓腹筋、ヒラメ筋、前脛骨筋を用いた。各時期に、深麻酔下で生理食塩水による脱血・灌流を行い、連続横断切片を作成した。全体像を観察するためヘマトキシリン・エオジン(H/E)染色を行い、免疫組織化学染色にてオートファジーのマーカーである抗LC3抗体、抗Beclin1抗体を使用した。統計学的検定には統計処理ソフトSPSSを使用し一元配置分散分析後、多重比較検定を実施した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

HE所見から、25週齢群の各筋には異常は観察されなかったが、50週齢以降の各筋に筋萎縮が生じ大小不同・中心核線維も観察された。50週齢、58週齢の腓腹筋外側部に特に空胞変性が観察された。また同様に抗Beclin1染色、LC3染色でも腓腹筋外側部に強い染色性がみられた。腓腹筋外側部を定量した結果、抗Beclin1、抗LC3陽性細胞数は25週齢と比較して50・58週齢で有意に陽性細胞数が観察された。しかし50週齢と58週齢間に有意な差はみられなかった。

【結論】

今回、腓腹筋に著明に筋変性が生じていることから、SAMP1は速筋線維に加齢の影響を受けやすいと考えられ、サルコペニアのモデルとして有用であるといえる。また50週齢群以降の腓腹筋に空胞変性が観察され、この空胞に対しオートファジーに関与するBeclin1やLC3の発現が確認されたため、自己食空胞であると示唆された。SAMP1では、加齢による筋変性ととも、オートファジーによる細胞の自食作用が強まる傾向にあるといえる。加齢により増加する異常なタンパク質を、オートファジーにより適切に分解・処理する段階で、オートファジーが過剰に亢進したため空胞が生じた可能性がある。高齢期の長期臥床やギプス固定などは、通常以上に筋萎縮が促進されると考えられる。今後、理学療法を想定した運動を実施し、運動が加齢に伴うオートファジーにどのような影響を及ぼすのかについても検討が必要である。

P-KS-26-1**ラット変形性膝関節症モデルにおける関節軟骨の長期的な病理組織学的変化**高橋 郁文¹⁾, 松崎 太郎²⁾, 細 正博²⁾¹⁾金沢大学附属病院リハビリテーション部, ²⁾金沢大学医薬保健研究域保健学系**key words** 変形性膝関節症・関節軟骨・メカニカルストレス**【はじめに、目的】**

変形性膝関節症 (Osteoarthritis: 以下 OA) は臨床的および基礎的に幅広く研究されており、動物を用いた OA モデルには自然発症モデルや外科的に惹起するモデルなどがある。その中でも薬物により OA を惹起するモデルは OA モデルだけではなく、疼痛モデルとしても確立されている。しかし、このような薬物による OA モデルを用いた先行研究では関節構成体の病理組織学的変化を中心に見た研究や長期的な経過を検討した研究は少ない。また OA に関して病理組織学的自然史を追った研究は近年ほとんど為されていない。

そこで我々の研究グループでは Monosodium iodoacetate (ヨード酢酸ナトリウム; 以下 MIA) を用いたラット OA モデルにおいて関節軟骨の長期的な変化を明らかにするために病理組織学的手段を用いて検討した。

【方法】

対象として 9 週齢の Wistar 系雄性ラット 40 匹を使用した。麻酔下にて左膝関節内に生理食塩水 30 μ l を溶媒として MIA1.0mg を投与した後、皮膚を縫合した。実験動物はそれぞれを 10 匹ずつ 1 週, 2 週, 6 週, 8 週群の 4 群に無作為に分類した。外科的処置後は、膝関節の固定および免荷や関節可動域練習は実施しなかった。飼育期間後、膝関節前額面標本を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色とトルイジンブルー染色を実施し、光学顕微鏡下で関節軟骨の荷重部とその辺縁部を観察した。

【結果】

関節軟骨は 1 週目では荷重部および辺縁部ともに表層の軟骨細胞の染色性は低下しており、部分的に無腐性壊死を認めた。トルイジンブルー染色においては荷重部および辺縁部ともに軟骨基質の染色性が低下していた。2 週目では、荷重部において軟骨表面に細線維化を認め、荷重部および辺縁部における表層および中層の軟骨細胞は壊死していた。トルイジンブルー染色では 1 週と比較して荷重部および辺縁部における軟骨基質の染色性のさらなる低下が認められた。6 週目では、荷重部では軟骨の亀裂および菲薄化を認め、部分的に象牙化を認めた。また、深層の軟骨細胞の壊死を認める一方、辺縁部では部分的にクラスター形成を認めた。8 週目では荷重部において象牙化と軟骨細胞死を認め、辺縁部ではクラスター形成および線維軟骨による軟骨棘形成を認めた。

【結論】

本研究における 6 週目以降の病理組織学的結果は OA の典型的な像である軟骨の変性像を認め、先行研究の結果を支持した。また、6 週以降壊死していた軟骨細胞が部分的に再生していた。さらに 8 週群では荷重部と辺縁部によって軟骨の組織像が異なっていることから、荷重が軟骨細胞の再生に影響を与えている可能性が示唆された。

これらのことから、本研究は MIA を用いたラット OA モデルの関節軟骨の破壊像を明らかにするとともに軟骨細胞の再生の可能性を示唆した。これらは OA モデルにおける新たな知見であり、今後の OA に対する理学療法に関するエビデンスを与えるものである。

P-KS-26-2**ラット膝関節不動モデルに対する荷重と非荷重が軟骨硬度に及ぼす影響**

長井 桃子¹⁾, 飯島 弘貴²⁾, 伊藤 明良³⁾, 太治野純一²⁾, 山口 将希²⁾, 張 頌凱²⁾, 喜屋武 弥²⁾,
青山 朋樹²⁾, 黒木 裕士²⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科附属先天異常標本解析センター,

²⁾京都大学大学院医学研究科理学療法講座,

³⁾京都大学大学院医学研究科感覚運動系外科学講座整形外科学

key words 関節軟骨・不動・力学的分析

【はじめに, 目的】

関節の不動は、関節構成体にさまざまな影響を及ぼすことが知られている。中でも関節軟骨は自己修復能に乏しく、構造維持にメカニカルストレスが大きな役割を果たすことが知られている。メカニカルストレスと軟骨構造の関係性の理解は、関節不動後の介入の影響や軟骨変性の予防的戦略を構築する上で重要である。軟骨の基質成分である 2 型コラーゲンや、プロテオグリカンの割合は不動に伴い変化すること (Caterson 1987)、不動後の軟骨は領域により軟骨表面や軟骨厚、軟骨細胞の変化が異なることが明らかにされている (Nagai 2015, Trudel 2005)。我々は 2014 年同学術大会で、関節不動後の自由飼育介入では軟骨領域ごとに変性度合いが異なり、その領域特性が生じる一因に、不動期間中の荷重による影響が関与している可能性を報告した。これらを踏まえ、本研究は不動に伴う軟骨変性病態について、荷重の有無による影響と領域ごとの力学的特性を明らかにすることを目的とし、実験を行った。

【方法】

12 週齢の Wistar 系雄ラットを用いた。実験群の膝関節を創外固定で屈曲 140±5 度に固定したのちに、通常ケージで飼育する荷重群と後肢懸垂状態で飼育する非荷重群に分けた。固定期間は、1, 2, 4 週間の 3 グループ (n=4 legs/group) を設定した。同一期間飼育した非介入の自由飼育群を対照群とした。実験期間終了後に摘出した膝関節を肉眼観察した後に力学試験を実施した。力学試験では、脛骨内側中央部を評価部位とし、大腿骨と脛骨の軟骨接触部 (以下、接触部)・その外側周辺部 (以下、周辺部) の 2 領域について、たわみとろを実施した後に一定速度で 0.01N を加えた際の変位 (歪み) と弾性率を測定した。統計学的解析は、対応のない t 検定と Tukey-Kramer 検定を用い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

肉眼変化では、荷重群では固定期間の延長と共に周辺部の変形が明瞭に捉えられた。非荷重群では接触部・周辺部問わず軟骨表面の不整が目立ち、色は荷重群に比べ赤みが少なかった。力学試験では、接触部は荷重群でのみ有意に、経時的な歪みの低下と弾性率の増加を認めた (P<0.05)。一方、周辺部では実験期間を通じて、荷重・非荷重群共に対照群よりも歪みの増加と弾性率の低下を認めたが、実験群間で有意差は認められなかった。

【結論】

本研究により、荷重下の関節不動では接触部軟骨の硬度は経時的に増加する一方で、周辺部では荷重・非荷重を問わず硬度低下が生じていることが示され、短期間の関節不動下の荷重と非荷重が関節軟骨変化に及ぼす影響について力学的側面から明らかにした。本結果は、関節不動に対する理学療法介入に関して、不動期間中の荷重状態や軟骨の領域によって、介入が軟骨に及ぼす影響が異なる可能性を示唆する。

P-KS-26-3**ラット拘縮モデルに対する牽引とモビライゼーションが拘縮の予防に及ぼす効果**小島 聖¹⁾, 渡邊 晶規²⁾, 竹田 圭佑³⁾, 細 正博⁴⁾¹⁾金城大学医療健康学部, ²⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部, ³⁾金沢西病院,
⁴⁾金沢大学医薬保健学域**key words** 拘縮・牽引・モビライゼーション**【はじめに, 目的】**

拘縮の予防や治療には、関節可動域運動やモビライゼーションなどの徒手的な運動療法が展開されている。これらが拘縮の予防に対してどのような効果を示すのか組織学的に検討された報告は少なく、詳細は明らかにされていない。そこで今回、関節不動化中に牽引とモビライゼーションを行い、予防効果を病理組織学的に検討することを目的として実験を行った。

【方法】

対象は8週齢のWistar系雄ラット16匹(体重190~223g)を用いた。無作為に対照群(C群, n=3)と実験群(n=13)に分けて、C群は実験期間終了まで通常飼育した。実験群には先行研究に準じて右後肢を4週間ギプス固定した。固定翌日に無作為に不動化群(I群, n=4)、牽引群(T群, n=4)、モビライゼーション群(M群, n=5)の3群に分け、ギプスを解除した上でT群とM群には予防介入を行った。I群はT群とM群同様にギプスを解除して吸入麻酔の操作のみ実施した。T群とM群は固定開始翌日から1日1回、週7日の頻度で4週間介入を行った。T群の介入は牽引を行い、吸入麻酔下でラットを腹臥位として膝関節最終伸展域で脛骨の長軸方向に3Nの力で1分間牽引し、1分サイクルで10セット(計10分間)実施した。M群の介入はモビライゼーションを行い、吸入麻酔下で牽引と同様の肢位を保持して膝関節最終伸展域で脛骨長軸方向に3Nで牽引を加えた。その状態から脛骨近位部を前方へ2Nの力で1秒間押し、1秒サイクルで300回(計10分間)実施した。いずれの群も介入後にギプスにより再固定した。固定開始から1週ごとにすべての群の伸展制限角を測定した。実験期間終了後、麻酔の過剰投与により安楽死させ、通常の組織標本作製手順にてパラフィン包埋した。滑走式マイクロトームにて薄切し、ヘマトキシリン・エオジン染色を行い光学顕微鏡下にて膝関節全体を鏡検した。顕微鏡画像ソフトを用い、軟骨および後部関節包の厚さを計測した。

【結果】

関節可動域の変化については、いずれの群も経過とともに伸展制限は生じ、4週後にはI群で約70°、T群とM群は約65°の伸展制限を認めた。群間の有意差は認められなかった。組織学的所見については、M群の1標本を除くすべて群の全標本で軟骨滑膜移行部から軟骨表面を覆うように線維性組織が増生していたが、滑膜との癒着は認められなかった。I群の全標本で大腿骨軟骨の菲薄化の傾向が認められたが、T群とM群の菲薄化は軽微であった。また、I群の全標本で後部関節包の膠原線維束の肥厚と線維間隙の狭小化を認めた。これに対し、T群とM群の線維間隙は拡大傾向であった。軟骨および後部関節包の厚さは群間で有意差は認められなかった。

【結論】

拘縮の予防として牽引およびモビライゼーションの効果は乏しく、不動化時間の影響が大きいと考えられる。組織学的な効果としては、関節軟骨および後部関節包の器質的変化を軽減できる可能性がある。

P-KS-26-4**ラット ACL 切断モデルでは外側半月板の変性に変形性膝関節症の誘因となり得る**萩台 保之¹⁾, 国分 貴徳¹⁾, 三井 直人²⁾, 金村 尚彦¹⁾, 高柳 清美¹⁾¹⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科, ²⁾医療法人青木会青木中央クリニック**key words** 変形性膝関節症・外側半月板・関節制動**【はじめに, 目的】**

半月板の変性や損傷は, 将来的な変形性膝関節症(膝 OA) のリスクファクターとなりうるとされている。一般的に膝 OA では内反型が多く, 内側半月板(MM) の変性・破壊が推察され, MM に関する研究は数多く散見される。一方で外側半月板(LM) も MM と同様に関節包内運動の制動に寄与するが, 内側型の変形が多いため LM と膝 OA の関係に関する研究は多くない。そこで, 本研究では, MM と同様の機能特性を有する LM も, 膝 OA の進行に影響を及ぼすとの仮説を立て, ラット ACL 完全損傷モデルにおける LM の動態, また異常な関節運動の制動が LM の変性に与える影響を検証し, 関節異常運動と膝 OA の発症メカニズムの関係性についての知見を得ることを目的とした。

【方法】

Wister 系雄性ラット 24 匹を対象に, ランダムに術後 1w 群と 2w 群に分け, さらに各群を ACL-T 群, 関節制動(controlled abnormal movement: CAM) 群, control 群に分類した。ACL-T 群は膝蓋腱内側部を正中切開し, マイクロ剪刀を関節包内に侵入させ ACL を切断した。CAM 群は ACL 切断後, 脛骨の前方引き出しを制動する手術を行った。介入後はゲージ内で自由飼育し, 術後 1・2 週経過時点で屠殺し LM を採取した。採取した LM から Total RNA を抽出し, その後 cDNA を合成し, aggrecan・ADAMTS-5・MMP-13・TIMP-1 のプライマーを使用して, real time PCR 法にて各因子の mRNA レベルでの発現量を群間で比較した。発現量の比較には $\Delta\Delta\text{CT}$ 法を用いた。統計解析は, SPSS を用い一元配置分散分析, 下位検定には多重比較検定 Tukey 法を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

各因子の発現量は, ADAMTS-5 が, 1w の ACL-T 群で 0.62 倍, CAM 群で 1.16 倍であったが, 2w 時点では, ACL-T 群 1.65 倍となり, 0.91 倍の CAM 群に対して有意に増加していた。TIMP-1 は, 1w の ACL-T 群で 1.12 倍で, 1.89 倍の CAM 群に対し, 有意に低かった。

【結論】

結果より ACL-T 群で軟骨破壊因子である ADAMTS-5 の発現量増加が見られたことから, 膝関節の異常運動によって LM の変性が進行することが示唆された。LM は, MM に比べて屈曲伸展に伴い大きく移動することから MM よりも損傷頻度が少ないという機能解剖学的特性をもつ。しかし, 上記の結果より ACL 損傷モデルでは LM においても変性の進行が認められ, 半月板による被覆率の高い外側部でも膝関節の異常運動が半月板の変性から, 関節軟骨の破壊につながっていき, 結果として膝 OA の進行につながる可能性が考えられる。一方で, CAM 群で ADAMTS-5 の発現量に亢進が見られなかったことから, 異常運動の制動は OA の進行抑制に有効である可能性が示唆された。本研究の結果より, ACL-T モデルにみられるような関節の異常運動では, 内側だけでなく外側の半月板においても変性が生じ, 膝 OA の進行に繋がる可能性が示唆され, 異常運動を制動する理学療法介入の確立が求められる。

P-KS-26-5**不動によって惹起される関節包の線維化の病態解明に関する実験的研究**佐々部 陵^{1,2)}, 後藤 響^{2,3)}, 坂本 淳哉⁴⁾, 本田祐一郎¹⁾, 片岡 英樹³⁾, 中野 治郎⁴⁾, 沖田 実²⁾¹⁾長崎大学病院 リハビリテーション部,²⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻 リハビリテーション科学講座 運動障害リハビリテーション学分野,³⁾社会医療法人 長崎記念病院 リハビリテーション部, ⁴⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 保健学専攻 理学・作業療法学講座 理学療法学分野**key words 不動・関節包・線維化**

【はじめに, 目的】以前より, 不動によって惹起される関節包の線維化は関節性拘縮の病理的基盤として指摘されていたが, その病態変化が関節性拘縮の進行にどのように関与しているのかは明確になっていない。そこで, 本研究では不動によって惹起したラット膝関節屈曲拘縮モデルの関節包について, 線維化の発生・進行状況を明らかにするとともに, 主要な collagen isoforms である type I・III collagen ならびに collagen 合成能が高い筋線維芽細胞の動態について検討した。

【方法】12週齢の Wistar 系雄性ラット 60匹を両側股・膝関節を最大屈曲位にてギプス包帯で1・2・4週間不動化する不動群 (n=30, 各n=10) と, 不動群と同週齢まで通常飼育する対照群 (n=30, 各n=10) に無作為に振り分けた。各不動期間終了後は両側膝関節を摘出し, 通法のパラフィン包埋を行い, 以下の検索に供した。まず, Picrosirius Red 染色を施し, 画像処理ソフトを用いて, 同染色像における後部関節包の collagen の量的変化および密生化の状況を半定量化した。次に, type I・III collagen mRNA に対する in situ hybridization を実施し, 後部関節包における各陽性細胞の割合を算出した。加えて, 筋線維芽細胞のマーカーである α -smooth muscle actin (α -SMA) に対し免疫組織化学的染色を行ない, 後部関節包における陽性細胞の割合を算出した。統計処理として, 群間比較には対応のない t 検定を, 群毎の不動期間の比較には一元配置分散分析を用い, 事後検定として Scheffe 法を適用し, 危険率 5% 未満をもって有意差を判定した。

【結果】collagen の量的変化は, 各不動期間とも不動群は対照群と比べて有意に高値を示し, 不動4週は不動1・2週より有意に高値を示した。また, その密生化については不動2・4週において不動群は対照群に比べ有意に高値を示し, 不動期間に準拠して有意に高値を示した。次に, type I collagen mRNA 陽性細胞の割合は, 各不動期間とも不動群は対照群に比べ有意に高値を示し, 不動期間に準拠して有意に高値を示した。一方, type III collagen mRNA 陽性細胞については, 各不動期間とも不動群と対照群の間に有意差を認めなかった。最後に, α -SMA 陽性細胞の割合は各不動期間とも不動群は対照群に比べ有意に高値を示し, 不動期間に準拠して有意に高値を示した。

【結論】今回の結果から, 不動状態に曝された関節包は1週で線維化が発生し, これは不動期間の延長に伴い進行することが明らかとなった。そして, type I collagen mRNA 陽性細胞ならびに筋線維芽細胞も不動期間依存的に増加することが明らかとなり, この点に関して先行研究を参考にすると, type I collagen mRNA 陽性細胞は線維芽細胞から分化誘導した筋線維芽細胞である可能性が高いと思われる。つまり, 筋線維芽細胞の増加による type I collagen の過剰増生といった関節包における線維化の病態が不動期間依存的に著しくなり, 関節性拘縮の進行に影響することが示唆された。

P-KS-26-6**ラット前十字靭帯損傷モデルにおける前方引き出しの制動が急性期の靭帯治癒関連因子に与える影響**森下 佑里¹⁾, 金村 尚彦²⁾, 国分 貴徳²⁾, 村田 健児³⁾, 高柳 清美²⁾¹⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科博士前期課程,²⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科,³⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科博士後期課程**key words** 前十字靭帯損傷・自己治癒・関節制動**【はじめに, 目的】**

膝前十字靭帯 (Anterior cruciate ligament; ACL) 損傷後早期から異常関節運動を制動することでヒト ACL が治癒することが報告されている。我々のラットを用いたこれまでの研究において、異常関節運動の制動により損傷 ACL が4週で再連続性を獲得し、2週時点で血管新生に関与する血管内皮細胞増殖因子や組織の線維化に関与する α 平滑筋アクチンの発現が増加する事を報告した。しかし、いずれの研究も治癒過程における増殖期やリモデリング期の研究が主であり、損傷後急性期における靭帯治癒関連因子の発現は明らかにされていない。そこで本研究は、ACL 治癒過程における急性期の関節内変化を靭帯治癒関連因子に着目して明らかにすることを目的とした。

【方法】

Wistar 系雄性ラット (11週齢) 60匹を対象とし、ACL 切断群 (ACL-Transection; ACL-T) と関節制動群 (Controlled abnormal movement; CAM) に30匹ずつ振り分けた。右後肢を対象に ACL-T に対し ACL の切断を行い、CAM に対し ACL 切断後関節包外より脛骨の前方引き出しの制動を行った。損傷後1, 3, 5日時点で各群3匹は膝関節を採取し組織学的解析として HE 染色を実施、各群7匹は ACL を採取し生化学的解析として線維芽細胞の増殖やコラーゲン生成を刺激し靭帯治癒に関与する血小板由来成長因子 (Platelet-Derived Growth Factor; PDGF) とトランスフォーミング増殖因子- β 1 (Transforming Growth Factor- β 1; TGF- β 1) mRNA 発現量を real time PCR 法にて解析した。左後肢は対照群 (Control; CTR) とした。統計処理は一元配置分散分析を用い、多重比較に Tukey 法を用いた。

【結果】

組織学的解析の結果、ACL-T では ACL の連続性はなく、中枢側断端の後方偏位が観察された。時間経過とともに断端の退縮と形態破壊が観察された。CAM では ACL の連続性と断端偏位はなく、時間経過とともに断端間の狭小化が観察された。生化学的解析の結果、各因子損傷後5日時点の CTR の発現量を1とすると PDGFa は ACL-T 0.15倍、CAM 0.61倍、PDGFb は ACL-T 0.29倍、CAM 0.97倍で、いずれも ACL-T と比して CAM において有意に増加した ($p < 0.05$)。TGF- β 1 は ACL-T 1.49倍、CAM 0.77倍で、ACL-T と比して CAM において有意に減少した ($p < 0.01$)。

【結論】

関節制動により、組織学的には ACL 損傷後急性期から断端の形態破壊が抑制された。生化学的には PDGF や TGF- β 1 mRNA 発現量がより対照群に類似した発現となり、急性期から靭帯治癒関連因子動態に変化をもたらすことが示唆された。今後さらに蛋白質の発現を検討する必要があるが、ACL 治癒過程における関節内環境の解析を進める事で関節制動を行うことによる早期運動療法の効果を示唆できる可能性がある。

P-KS-27-1**健常者における腹部引き込み運動時の腹囲周径変化率と超音波診断装置による側腹筋群筋厚変化率の関係性**杉本 穂高^{1,2)}, 百瀬 公人³⁾¹⁾まつもと医療センター-中信松本病院, ²⁾信州大学大学院医学系研究科,³⁾信州大学医学部保健学科理学療法学専攻**key words** 腹横筋・非特異的腰痛・腹囲周径**【はじめに, 目的】**

慢性腰痛に対して運動療法を行うことは有効である。慢性腰痛に対する運動療法のひとつに Stabilization があり, その中に腹部引き込み運動がある。腹部引き込み運動は腹横筋収縮の再学習をさせるときに使用される。腹部引き込み運動中に腹横筋が正しく収縮しているか評価するために超音波診断装置が使用されるが, 高価で導入しにくいというデメリットがある。そこで解剖学的に収縮すると腹部をへこませるといふ腹横筋の機能から, どの臨床現場でもあるメジャーを超音波診断装置の代わりとして使用できないか考えた。しかし腹部引き込み運動中の腹囲の変化と外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の変化をみている先行研究はなく, 不明である。そこで本研究の目的は腹部引き込み運動時の腹囲周径変化率と外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚変化率の関係性を明らかにすることである。

【方法】

対象は男性7名の健常者とした(年齢: 21.6 ± 0.8 歳, 身長: 167.9 ± 5.0 cm, 体重: 58.1 ± 3.2 kg, BMI: 20.7 ± 1.1 kg/m²)。対象者には日常的に腹部引き込み運動の訓練を行っているものはいなかった。使用機器は超音波診断装置(PHILIPS社製, HD15)および, メジャー(FUTABA社製, ロータリーメジャー)を使用した。超音波診断装置のプロープ位置は中腋窩線上の肋骨下縁と腸骨稜の中線と前腋窩線との交点とした。メジャーの高さは中腋窩線上の肋骨下縁と腸骨稜の中線とした。測定肢位は背臥位で膝関節90°屈曲位とした。筋厚データは, 安静時呼気終末と最大腹囲変化時呼気終末の腹囲周径の差から腹囲周径変化率100%を規定し, 0~100%まで20%ごとBモードで測定した。筋厚は画面中央の上層と下層の筋膜間垂直距離とした。各筋厚変化率は変化時筋厚を安静時筋厚で除したものとした。統計は腹囲周径変化率と外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の各筋厚変化率との関係性をみるためにPearsonの相関係数を用いた。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

最大腹囲変化時の各筋厚変化率は, 外腹斜筋: 0.92 ± 0.08 , 内腹斜筋: 1.11 ± 0.14 , 腹横筋: 1.61 ± 0.24 であった。腹囲周径変化率と各筋厚変化率との相関係数は外腹斜筋: -0.43 ($p=0.005$), 内腹斜筋: 0.31 ($p=0.045$), 腹横筋: 0.63 ($p=0.000$)であった。

【結論】

本研究の結果から, 腹囲周径の変化と筋厚の変化の関係性は内腹斜筋, 腹横筋では有意な正の相関, また外腹斜筋では有意な負の相関が得られた。よって腹囲周径測定が超音波診断装置に代わる腹横筋の評価方法になり得る可能性が示唆された。

P-KS-27-2**超音波検査を用いた股関節他動伸展時の大腿骨頭並進運動の測定とその検者内信頼性の検討**原 耕介^{1,2)}, 小保方祐貴¹⁾, 釜谷 邦夫¹⁾, 山路 雄彦²⁾¹⁾東前橋整形外科, ²⁾群馬大学大学院保健学研究科**key words** 股関節不安定性・超音波検査・大腿骨頭並進運動**【はじめに, 目的】**

非外傷性股関節不安定性は、腸骨大腿靭帯・関節包の弛緩や、繰り返す回旋運動が原因とされる。これにより、股関節伸展時の大腿骨頭腹側並進運動が大きくなり、関節唇損傷や疼痛を引き起こす。しかし、定性的な評価方法が主であり、画像所見も異常が少ないため、見逃されることがある。そこで今回、非外傷性股関節不安定性の視覚的・定量的評価法を確立するために、超音波検査(US)にて、他動股関節伸展運動(以下、伸展運動)時の大腿骨頭並進距離(Femoral head Translation Distance; FTD)を測定し、その検者内信頼性を検討した。

【方法】

対象は股関節に既往のない健常成人男性15名30肢(26.7±1.9歳)。検者は伸展運動実施者とUS実施者の2名で、全て同一の検者が行った。使用機器はToshiba Viamo(測定誤差:0.12mm/pixel)、リニアプローブ。検査肢位は背臥位、股関節中間位とし、骨盤は固定具で固定した。USは、プローブを単径靭帯に対し垂直に当て、白蓋最上縁描出後、単径靭帯に沿って遠位1cm走査した位置を観察部位とした。伸展運動は、検査側下肢の殿溝より遠位をベッド端から出し、検者がend feelまで伸展させた。その際に伸展角度も測定した。伸展運動前後のUS画像をコンピュータに保存後、白蓋先端部から大腿骨頭最腹側部までの垂直距離をImage Jにて測定し、伸展運動前後の差をFTDとした。検査間に1分の休憩を設け2回実施し、同様の検査を7~10日後に実施した。

統計解析は、測定値群の正規性の確認にShapiro-Wilk検定を用い、系統誤差の有無は、Bland-Altman plotを基に、比例誤差は測定値の平均値と差の無相関検定、加算誤差は測定値の差の平均値の95%CIの結果から判断した。信頼性係数はICC(1, 1)(日内)、(3, 1)(日間)を用い、判定には桑原らの基準を採用した。さらに、測定の標準誤差(SEM)を算出した。有意水準は5%とし、解析にはSPSS statistics ver.22を用いた。

【結果】

FTDおよび股関節伸展角度の平均値はそれぞれ、日内が腹側に1.55±0.03mm, 25.3±1.5°。日間が腹側に1.61±0.95mm, 25.2±1.4°であった。日内・日間とも測定値群の正規性が認められ、系統誤差は認められなかった。日内信頼性は、ICCが0.98(95%CI:0.95~0.99)、SEMは0.16mm、日間信頼性は、ICCが0.79(95%CI:0.61~0.90)、SEMは0.46mmであった。

【結論】

伸展運動時、大腿骨頭腹側並進運動が観察され、非外傷性股関節不安定性を評価する方法として有用性が示唆された。日内信頼性は、ICCがgreat、SEMは機器の測定誤差程度となったことから高いと考える。日間信頼性はICCがfairで、SEMは日内よりも大きくなった。信頼性低下の原因は、プローブの傾斜角度が日間で異なっていた可能性が挙げられる。しかし、USを用いた他の信頼性研究と同程度の結果となることから、本検査の検者内信頼性は十分と考える。今後は上記の課題を解決したうえで、検者間や、患者を対象とした検討が必要である。

P-KS-27-3**底屈運動時における腓腹筋内側頭の動態と半膜様筋との関係**佐藤 貴徳¹⁾, 工藤慎太郎^{2,3,4)}¹⁾国際医学技術専門学校 理学療法学科, ²⁾森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科,³⁾森ノ宮医療大学 卒業教育センター, ⁴⁾森ノ宮医療大学 大学院 保健医療学研究科**key words** 屈曲拘縮・腓腹筋内側頭・超音波画像診断装置**【はじめに, 目的】**

膝屈曲拘縮に対するアプローチを臨床上経験する機会が多い。特に変形性膝関節症では、屈曲拘縮が早期から出現するとされており、膝伸展筋力の強化とともに、屈曲拘縮に対する膝関節後面の筋の伸張性改善も重要となってくる。吉村ら(1977)は、伸張すべき重要な筋の一例として、ハムストリングスと下腿三頭筋を挙げている。特に内反モーメントにさらされる半膜様筋や腓腹筋内側頭は短縮位となり、屈曲拘縮の原因になりやすいと考えられる。半膜様筋の停止腱は、脛骨内側顆、斜膝窩靭帯をはじめ膝窩部に大きく広がりをもって付着しており(William, et al, 2004)、その深層には、腓腹筋内側頭の起始部が存在している。そのため、同部位における半膜様筋と腓腹筋内側頭との滑走性は重要になると推察される。しかし、筋間の滑走性について生体で評価する方法はなく、評価が困難である。近年、理学療法分野においても、超音波画像診断装置(US)を用いた報告は多く、USにより筋間の滑走性が観察可能である。一方、USを用いた半膜様筋と腓腹筋内側頭の滑走性の評価方法を確立するためには、健常人における滑走性が明らかにされる必要がある。そこで本研究の目的は、USを用いて底屈運動時における腓腹筋内側頭の動態と半膜様筋との関係について定量化することとした。

【方法】

下肢に整形外科疾患のない健常成人18名32肢を対象とした(男性13名, 女性5名, 平均年齢 21.7 ± 3.7 歳)。USにはMy Lab.25(esaote社製)を用いた。測定モードはBモードとし、12MHzのリニアプローブを使用した。半膜様筋の深層に腓腹筋内側頭が存在し、内側顆が映る高さを短軸で撮像し、安静時と底屈運動時の動態の変化を追った。動態変化は、腓腹筋内側頭内側端の移動方向・移動量と筋厚を、My Lab.25の計測処理機能を用いて計測した。筋厚については運動前後で比較し、変化量を算出した。統計学的手法として、Wilcoxon順位検定を用いて有意水準5%未満で検討した。

【結果】

腓腹筋内側頭は内側深層方向に 5.3 ± 1.1 mmの変化を示した。その際の筋厚は安静時 $16.7(15.3-18.1)$ mm, 底屈運動時 $18.9(18.1-21.3)$ mmであり、有意差を認めた($p < 0.001$)。筋厚変化量は 2.6 ± 0.9 mmであった。

【結論】

腓腹筋内側頭は、底屈運動時に起始部に引き付けられるように半膜様筋の深層を滑走しながら内側深層へ移動し、筋厚の増大に伴って半膜様筋は内側表層へ押し上げられるように移動する動態を示した。屈曲拘縮の評価指標は圧痛の有無や治療前後の変化が主体となるが、客観性に乏しいという限界がある。しかしながら、蒲田(2001)は、互いに隣接または交叉する組織間滑走性の重要性について述べており、本研究のようにUSを用いて動態の評価を行うことで、客観的な評価指標をもって理学療法を展開していくことが可能になると考えられる。今後は、屈曲拘縮膝における筋間の滑走性を検討したい。

P-KS-27-4**足関節捻挫既往者における下腿筋機能と関節可動域の関係性**富田 駿介¹⁾, 河原 常郎^{1,2)}, 大森 茂樹^{1,3)}¹⁾医療法人社団 鎮誠会, ²⁾千葉大学大学院 工学研究科, ³⁾千葉大学大学院医学研究院 神経内科学**key words** 足関節内反捻挫・超音波画像診断・関節可動域**【目的】**

足関節外側靭帯損傷における再発の危険因子は、靭帯損傷による構造的不安定性、腓骨筋筋力の低下、腓骨筋反応時間の遅延、足関節の背屈制限、足関節背屈筋力の低下など多くの報告がされている。しかし、先行研究において超音波診断装置を用いて筋機能を評価し、他の身体機能との関係性を示している報告は少ない。

本研究は足関節捻挫既往者において、足関節内反捻挫の重症度を基に対象を分類し下腿筋機能と関節可動域の関係性を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は過去1年以内に下肢の整形外科疾患を罹患しておらず、足関節に疼痛のない59名117足とした。対象は足関節捻挫歴を基に3群に分類した。捻挫歴がないものをControl群、Brownらの方法に従い、捻挫したが直後の腫脹や疼痛を認めないものをCoper群、捻挫後に腫脹や疼痛を生じ跛行を呈したものをLateral Ankle Sprain (以下LAS)群とした。Control群:36足、Coper群:32足、LAS群:49足であった。

計測項目は、関節可動域、関節弛緩性、下腿筋厚、下腿筋羽状角、距骨前方引き出し距離(以下ADT距離)とした。関節可動域は、足関節自動底屈・他動底屈・自動背屈・他動背屈、足部内転・外転、足関節最大底屈位における足部内転、外転とした。関節弛緩性は東大式全身関節弛緩性テストを行った。下腿筋の評価には超音波画像診断装置 Xario (東芝メディカルシステムズ(株)製)を使用、プローブはリニア型9.0 (MHz)を用いた。下腿筋は、前脛骨筋と、腓骨筋を対象とした。対象の筋に対し、安静時と収縮時における筋厚と羽状角を計測した。ADT距離は、踵部を固定し、下腿を他動的に後方に押し込んだ際の腓骨に対する距骨の移動距離とした。

以上の計測データについて、3群間の差を、一元配置分散分析を用い有意差が認められた場合、Tukeyの多重比較検定を行った。

【結果】

全身関節弛緩性はCoper群が他の2群より有意に高値を示した。他動背屈角度は3群間に有意差は認めなかったが、自動背屈角度はLAS群が他の2群より有意に小さい値を示した。足部外転角度は、Coper群がControl群より有意に大きかった。ADT距離はLAS群が他の2群より有意に大きかった。前脛骨筋と腓骨筋の各項目において、3群間で有意差は認めなかった。

【結論】

LAS群は自動足関節背屈制限が生じたことから、捻挫だけでなく靭帯損傷の有無が自動背屈角度に影響を与えることが示唆された。また、ADT距離が増大したが前脛骨筋機能に有意差はなかったため、自動背屈角度の制限には拮抗筋の関与が考えられた。さらに、捻挫が発生したが靭帯損傷が生じなかったCoper群の特徴として全身関節弛緩性が高かった。他の関節弛緩性が足関節外側靭帯損傷に与える影響は今後検討する必要があると考える。

P-KS-27-5**下腿三頭筋の弾性率の加齢変化および筋間差について
せん断波エラストグラフィによる検討**加藤 丈博¹⁾, 池添 冬芽¹⁾, 梅原 潤¹⁾, 佐伯 純弥¹⁾, 田村 耀²⁾, 牧田 大樹²⁾, 市橋 則明¹⁾¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾京都大学医学部人間健康科学科理学療法学専攻**key words** 筋スティフネス・せん断波エラストグラフィ・加齢変化**【はじめに, 目的】**

加齢に伴い骨格筋の筋量は低下することが知られており, 個々の筋量の加齢変化についても多く報告されている。一方, 個々の筋のスティフネス(硬さ)を評価する指標として, 近年, 超音波診断装置のせん断波エラストグラフィ機能を用いた筋の弾性率が着目されている。しかし, 弾性率を用いた先行研究によると, 加齢に伴い筋の弾性率は増加するという報告と低下するという報告とがあり, 弾性率の加齢変化については一定の見解が得られていない。

また, 加齢に伴う筋量低下率には筋間差があることが知られており, 例えば下腿三頭筋においてはヒラメ筋に比較して腓腹筋では加齢に伴う筋量低下率が大きいことが報告されている。しかし, 下腿三頭筋の筋スティフネスについても加齢変化の筋間差があるのかについては明らかではない。

そこで本研究は, 若年女性と高齢女性における下腿三頭筋の弾性率を評価し, 下腿三頭筋の弾性率の加齢変化および腓腹筋とヒラメ筋の弾性率の筋間差について明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常高齢女性 85 名(年齢 73.5 ± 4.7 歳)および健常若年女性 24 名(年齢 21.6 ± 1.3 歳)とした。重度の神経学的・整形外科的障害を有する者は対象から除外した。

超音波診断装置(SuperSonic Imagine 社製)のせん断波エラストグラフィ機能を用いて, 腓腹筋内側頭とヒラメ筋について安静時の弾性率(kPa)を測定した。弾性率の計測肢位は腹臥位, 膝関節伸展位, 足関節背屈 0 度位とし, 計測部位は下腿長の近位 30% の位置とした。なお, 弾性率は値が大きいほど筋が硬いことを示す。加齢による弾性率の変化率として, 各筋の若年者に対する高齢者の弾性率の低下率を求めた。

統計解析について, 若年者および高齢者の弾性率の比較には対応のない t 検定を用いた。若年者, 高齢者それぞれにおける腓腹筋とヒラメ筋の弾性率の比較および加齢による低下率の筋間比較には対応のある t 検定を用いて検討した。

【結果】

若年者と高齢者の弾性率を比較すると, 腓腹筋およびヒラメ筋の弾性率はいずれも若年者と比較して高齢者のほうが有意に低く, 加齢に伴い下腿三頭筋の筋スティフネス(硬さ)が減少することが示された。筋間で弾性率を比較すると, 若年者および高齢者のいずれもヒラメ筋と比較して腓腹筋のほうが有意に高く, 腓腹筋のほうが硬いことが示された。一方, 加齢に伴う弾性率の低下率はヒラメ筋と比較して腓腹筋のほうが有意に高く, ヒラメ筋よりも腓腹筋のほうが加齢に伴い筋スティフネスは減少することが示された。

【結論】

本研究の結果, 腓腹筋およびヒラメ筋の弾性率(筋スティフネス)は加齢により低下することが明らかになった。また, 下腿三頭筋の弾性率の加齢変化については, ヒラメ筋よりも腓腹筋のほうが加齢による低下率が大きく, 加齢に伴う下腿三頭筋の筋スティフネスの減少の程度には筋間差があることが示唆された。

P-KS-27-6**超音波エラストグラフィを用いた側腹筋の筋硬度における検者内信頼性**和田 朋子^{1,2)}, 金子 秀雄²⁾¹⁾高木病院 リハビリテーション部, ²⁾国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻**key words** 筋硬度・側腹筋・信頼性**【はじめに, 目的】**

超音波エラストグラフィ (ultrasound elastography: 以下 UE) は, 筋組織を同定し筋硬度を個別的に測定できる方法として, 筋緊張や筋活動, 介入効果などの定量的評価に活用されてきている。近年は, 肩関節外旋筋, 多裂筋などを対象に UE による筋硬度測定が行われ, その信頼性や有用性が報告されている。しかし, 側腹筋を対象とした報告はなく, 筋硬度測定の信頼性は明らかでない。そこで, 本研究では UE を用いて健常者を対象に外腹斜筋, 内腹斜筋の筋硬度を測定し, 検者内信頼性の検討を行った。

【方法】

対象は, 下肢・体幹に整形外科的疾患の既往歴がない健常成人女性 10 名とした。対象者の平均年齢は 22 ± 1 歳, 身長は 157.9 ± 6.1 cm, 体重は 49.5 ± 5.2 kg だった。除外基準は, 既往歴に呼吸循環疾患, 神経疾患のある者とした。UE (日立アロカメディカル, prosound α 7) を用いて外腹斜筋と内腹斜筋の筋硬度を測定した。測定部位を前腋窩線上における肋骨辺縁と腸骨稜の中央部と設定し, 皮膚上にリニアを当て $1 \sim 2$ Hz の微小圧を加えた。筋硬度の指標として脂肪組織を基準とした外腹斜筋と内腹斜筋の Strain ratio (以下 SR) を算出し, 筋硬度の指標として用いた。測定肢位はベッド上背臥位と一側下肢挙上位 (股・膝関節 90° 屈曲位) の 2 条件とした。どちらも安静吸気時に息止めを行ってもらい測定した。一側下肢挙上位ではあらかじめベッド上に台を置き, その上に一側下肢を乗せ, その位置から股・膝関節 90° 屈曲位まで挙上してもらった。その後検者が息止めの指示をした後に測定を行った。測定は 3 回行い, 平均値を用いた。測定は 1 名の理学療法士で行い, 1 被検者に対し 2 回の測定を実施した。測定は同日に行い, 1 時間後に再測定を実施した。安静背臥位および一側下肢挙上位における SR の検者間信頼性を検証するために, 級内相関係数 ICC (1,1) を算出した。統計処理は IBM SPSS Statistics 22.0 を使用した。

【結果】

外腹斜筋における SR の ICC (1,1) は, 安静背臥位 0.95, 一側下肢挙上位 0.46 であった。内腹斜筋における SR の ICC (1,1) は安静背臥位 0.51, 一側下肢挙上位 0.56 であった。

【結論】

安静背臥位における外腹斜筋の SR 測定では検者内信頼性が保たれていたことがわかった。しかし, 一側下肢挙上位や内腹斜筋では検者内信頼性が保たれなかったことから, 腹筋群を緊張させた状態や外腹斜筋より深層の筋では SR 測定の信頼性を保てない可能性がある。SR を用いた側腹筋の筋硬度測定の信頼性を保つには表層筋に限定する必要があるかもしれない。

P-KS-24-1**握力計を用いた足趾把持測定の再現性と妥当性の検討**三浦 紗世¹⁾, 隈元 庸夫²⁾, 世古 俊明³⁾, 松田 涼⁴⁾, 新井 まみ⁵⁾¹⁾北星病院 リハビリテーション科, ²⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科,³⁾北海道千歳リハビリテーション学院, ⁴⁾新さっぽろ脳神経外科病院 リハビリテーション科,⁵⁾聖ヶ丘病院 理学療法科**key words** 足趾把持力・筋活動・信頼性**【はじめに, 目的】**

足趾把持力(把持力)は動的姿勢制御に関与し, 高齢者の転倒因子となることから, その評価とトレーニングは重要と言える。把持力の測定には専用の測定機器(市販器)が既存するが, 臨床において普及しきれていない。一方, 村田らは安価な握力計を用いた把持力測定器を試作し(作成器), 高い再現性を示したことから, 臨床応用が可能としている。しかし作成器の妥当性について検討はなされていない。本研究の目的は, 作成器で得られる把持力および筋活動量の妥当性について検討し, その有用性を検証することである。

【方法】

対象は中枢系疾患, 足部の整形外科的疾患および著明な可動域制限のない高齢者9名(年齢 74.5 ± 7.1 歳, 身長 151.1 ± 8.7 cm, 体重 58.8 ± 8.9 kg)とした。運動課題は足趾屈曲運動とした。測定肢位は端座位とし, 測定側の右股, 膝関節 90° 屈曲位, 足関節底背屈中間位とした。把持力は作成器と市販器(T.K.K.5401, 竹井工業社製)を用いて, 各々ランダムで2回ずつ測定した。得られた把持力は体重で除して採用した(kgf/kg)。活動量の測定には表面筋電図計(Tele Myo G2, Noraxon社製)を用い, 導出筋を前脛骨筋(TA), ヒラメ筋(So), 母趾外転筋(AH)の3筋とした。筋活動量はいずれも各測定での筋活動ピーク値前後0.5秒の積分筋電値を最大等尺性収縮時の筋電値で正規化して採用した(%MVC)。両機器の再現性はICC(1,1), 市販器に対する作成器の基準連関妥当性はSpearmanの順位相関係数で検討した。また再現性, 妥当性ともにBland Altman分析にて系統誤差を確認した。機器間での把持力と筋活動量の比較はt-testで検討した。なお有意水準は5%とした。

【結果】

把持力の再現性は作成器でICC(1,1)0.88, 市販器でICC(1,1)0.93と高値を示し, 両機器ともに系統誤差を認めなかった。作成器の基準連関妥当性は市販器と有意な相関を認めた($r=0.77$)。また両機器間に比例誤差を認めず, 加算誤差を認めた。また誤差の許容範囲は $-0.08 \sim -0.04$ kgf/kgであった。把持力の比較では市販器が作成器よりも高値を示した。筋活動量はTA, So, AHのすべてにおいて, 機器間で差を認めなかった。

【結論】

作成器での測定は高い再現性と妥当性が得られることが示唆された。また安価な握力計を用いることで簡便に自作が可能なることから, 広範に活用できるものと考えられる。しかし市販器は付属ベルトで足部を固定し安定性が得られることから, 作成器と筋活動量に差がなくとも, 強い把持力が発揮されることに留意する必要がある。

P-KS-24-2**徒手筋力計を使用した下肢・体幹筋力測定
下肢筋力の左右差および運動器障害が及ぼす影響について**

菊本 東陽, 田口 孝行, 星 文彦

埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科

key words 筋力測定・左右差・年代別**【はじめに, 目的】**

我々の徒手筋力計 (hand held dynamometer : HHD) を使用した筋の均衡 (伸展筋力/屈曲筋力比 : E/F 比) に関する研究の結果, ①膝関節 E/F 比に性差(男性>女性), ②若年者と比較して高齢者では, 膝関節・体幹 E/F 比に有意な高値, などの知見を得た(第 50 回本学会で報告)。しかし, 下肢筋力と筋の均衡の左右差, 年代ごとの筋力と筋の不均衡の基準値, 軽度運動器障害を有する者の筋力特性, などについては不明確であった。

本研究は, HHD を使用した下肢・体幹の筋力測定を実施し, ①下肢筋力, 筋の均衡の左右差, ②20 歳代, 60 歳-80 歳代の健常者の筋力と筋の均衡値の基準化および, ③軽度運動器障害を有する高齢者の筋力特性の調査を目的とした。

【方法】

対象は, 下肢および体幹に運動器障害の既往のない 20 歳代の健常若年者 92 人(平均年齢 21.6±0.9 歳), 60 歳以上の健常高齢者 86 人(平均年齢 69.7±5.5 歳), 測定に支障のない腰部, 膝関節部に軽度の運動器障害を有する高齢者 9 人(平均年齢 66.9±3.7 歳)とした。

測定項目は, ①問診, ②身体計測, ③筋力測定とした。①問診は, 痛みの部位と程度, 現病歴・既往歴について質問紙による調査を行った。②身体計測は, 身長と体重を計測した。③筋力測定には, HHD (酒井医療製モービィ MT-100), 固定・牽引用ベルト (同プルセンサー) を用いた。被検筋は両側の膝関節伸展・屈曲筋群, 体幹伸展・屈曲筋群の 4 筋群とした。測定肢位は, いずれの測定も端座位で体幹中間位, 股関節・膝関節屈曲 90°とした。測定は, 等尺性最大収縮にて各 3 回実施した。データ解析は得られた 3 回の最大値を体重で除した値 (N/kg) を用いた。また, 膝関節筋, 体幹筋の主動筋と拮抗筋の均衡を評価するため E/F 比を求めた。

本研究にて得られた数値は, 平均値±標準偏差で示した。下肢筋力, 筋の均衡の左右差の検定には, 対応のある t 検定を, 軽度運動器障害の影響の検定には, 対応のない t 検定を実施した。いずれも有意水準を 5% 未満とした。

【結果】

対象者のうち, 健常者 65 人, 軽度運動器障害を有する高齢者 9 人はすべての測定が可能であった。

(1) 下肢筋力, 筋の均衡の左右差

20 歳代の膝関節伸展筋力, 膝関節 E/F 比にのみ有意な左右差 (右>左) を認めた ($p<0.05$)。

(2) 筋力と筋の均衡の平均値

20 歳代, 60 歳代の筋力 (右膝関節伸展・屈曲筋力, 体幹伸展・屈曲筋力), 筋の均衡 (膝関節・体幹 E/F 比) を以下に示す。

20 歳代 (n=92) : 7.2±2.9・4.4±1.1, 4.3±1.0・3.2±0.9, 1.6±0.4・1.4±0.3, 60 歳代 (n=42) : 5.1±1.9・3.3±1.0, 3.7±0.9・1.3±1.5, 1.6±0.5・1.7±0.4。

(3) 運動器障害を有する者の筋力特性

軽度運動器障害を有する高齢者の筋力, 筋の均衡は, 対象年代健常者と比較して体幹 E/F 比に有意な低値を認めた ($p<0.05$)。

【結論】

本研究による知見は, 徒手筋力計を使用した下肢・体幹筋力測定の一指標となることが示唆された。

P-KS-24-3**徒手筋力計を用いた座位での股関節伸展筋力測定法の再現性と妥当性の検討
高齢者を対象とした研究**世古 俊明^{1,5)}, 隈元 庸夫²⁾, 高橋 由依³⁾, 金子 諒介³⁾, 伊藤 俊一¹⁾, 大堀 克己⁴⁾, 森 満⁵⁾¹⁾北海道千歳リハビリテーション学院, ²⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科, ³⁾愛全病院,⁴⁾北海道循環器病院, ⁵⁾札幌医科大学医学部公衆衛生学講座**key words** 徒手筋力計・股関節伸展筋力・高齢者**【はじめに, 目的】**

徒手筋力計(HHD)での筋力測定は、徒手筋力検査法(MMT)に準じて行われることが多い。しかし立位や歩行に重要な役割を果たす股関節伸展筋の大殿筋は、高齢者を中心に脊柱、下肢の屈曲拘縮を呈する場合、腹臥位の測定肢位をとれないことが多い。そのためMMTでは立位の別法があるが、対側の下肢筋力が測定値に影響する可能性が考えられる。我々は第50回本学会にて、HHDを用いた座位での股関節伸展筋力測定法(座位法)を考案し、その有用性を報告した。しかし対象は健常成人であり、今後高齢者での検討が課題となった。本研究の目的は高齢者を対象に座位法の信頼性について検討することである。

【方法】

対象は通所リハビリに通う高齢者40名(年齢 82.2 ± 4.0 歳)とした。課題運動は等尺性股関節伸展運動とした。測定肢位は座位、立位、腹臥位の3肢位とし、測定側の膝関節を屈曲90度位とした。なお座位は骨盤後傾位とし、両手を検査台に置かせた。またHHDを大腿遠位1/3の後面に設置後、ゼロ補正を行なった。検者は前方より骨盤を固定し、大腿部を下方へ押すよう指示した。立位と腹臥位はMMTに従って実施し、抵抗部位は大腿遠位1/3とした。筋力値はHHD(Mobie, 酒井医療)を用いてトルク値(Nm)を算出後、体重で除した値(Nm/kg)を採用した。筋活動の測定には表面筋電計(Tele Myo G2, Noraxon社製)を用い、導出筋を大殿筋上下部線維(UGMa, LGMa)、半腱様筋(St)の3筋とした。筋活動量は各測定の筋活動ピーク値前後0.5秒の積分筋電値をMMT5の筋電値で正規化した値(%MMT)を採用した。各測定におけるトルク値の再現性はICC(1,1)、腹臥位に対する座位、立位の基準連関妥当性はPearsonの積率相関係数で検討した。また再現性、妥当性ともにBland-Altman分析にて系統誤差を確認した。測定間でのトルク値と筋活動量の比較はHolm検定またはt-testで検討した。有意水準は5%とした。

【結果】

各測定におけるトルク値の再現性はICC(1,1)が0.85~0.87の範囲で、座位と腹臥位は系統誤差を認めず、立位はplot図が左に開いた比例誤差を認めた。トルク値の基準連関妥当性は座位と立位が腹臥位と有意な相関を認めた($r=0.73, 0.58$)。また座位と腹臥位間では加算誤差を、立位と腹臥位間では加算誤差とplot図が左に開いた比例誤差を認めた。トルク値は座位と立位が腹臥位より高かった。筋活動量はUGMaで座位が立位より、Stで立位が座位より高かったが、LGMaは差を認めなかった。

【結論】

座位法はMMT別法の立位よりも大殿筋が関与し、筋力の強弱に関わらず高い信頼性が得られるため、腹臥位をとれない高齢者への対応が可能となり得る。しかし腹臥位とは、得られる値が異なるため、測定肢位に一貫性を持つことが必要である。

P-KS-24-4**健常者における足関節底屈最大反復回数と足関節底屈 1RM 値**柏 智之¹⁾, 宮元 洸²⁾, 山崎 裕司¹⁾¹⁾高知リハビリテーション学院, ²⁾白菊園病院**key words** 足関節底屈・1RM・MMT**【はじめに, 目的】**

片脚立位での踵上げ回数によって足関節底屈筋力を評価する徒手筋力検査法は、臨床場面において広く利用されている。しかし、強大な足関節底屈筋力の測定は容易ではなく、底屈運動回数と底屈筋力の関連については十分に検討がなされていない。足関節底屈反復回数と足関節底屈筋力との関係が明らかとなれば、特殊な筋力測定装置を用いることなく足関節底屈筋力値を予測することが可能となる。そこで本研究では、足関節底屈最大反復回数と足関節底屈 1RM 値を計測し、足関節底屈回数の正常値について検討した。

【方法】

対象は、健常成人 20 名(男性 10 名, 女性 10 名, 年齢 20.7 ± 0.9 歳, 身長 162.5 ± 9.5 cm, 体重 58.5 ± 11.2 kg)の両脚, 計 40 脚とした。足関節底屈最大反復回数の測定では、まず立位にて膝伸展位で片側下肢を最大底屈した際の踵部底面の最高点を求め、その直下に水平からレーザーを照射した。つまり、最大底屈が行われない場合、レーザーが遮光されるように設定した。次いで片脚立位による踵上げ動作を最高点に到達するように疲労困憊まで繰り返し行わせた。2 回連続で最高点に到達しなくなった時点で測定は終了し、反復回数を記録した。なお、膝関節の代償運動を防止するため膝装具によって膝関節を伸展位で固定した状態で行った。足関節底屈筋力の測定には、レッグプレスマシンを用い、膝伸展位における最大足関節底屈筋力(1RM 値)を同様の方法を用いて測定した。その測定値を被検者の体重で除した値(kg/kg)を足関節底屈筋力体重比として採用した。足関節底屈最大反復回数と足関節底屈筋力体重比の関連についてピアソンの相関係数検定を用いて検討した。危険率は 5% 未満とした。

【結果】

足関節最大反復回数は 13.9 ± 7.5 回であり、徒手筋力検査法で定められる 25 回をクリアした対象者は 5 脚(12.5%)であった。足関節底屈 1RM 値は 94.0 ± 20.3 kg, 足関節底屈筋力体重比は 1.61 ± 0.14 kg/kg であった。

足関節底屈最大反復回数と足関節底屈筋力体重比の間には、 $r=0.80$ の有意な相関を認めた ($p<0.05$)。

【結論】

足関節底屈最大反復回数と足関節底屈筋力体重比の間には強い相関が認められた。以上のことから、足関節底屈最大反復回数から足関節底屈筋力を予測することが可能なものと考えられた。しかし、今回健常者を対象としているにも関わらず底屈の反復回数は徒手筋力検査法で規定されている 25 回を大きく下回っていた。よって、健常者における底屈運動の反復回数については、再検討される必要があるものと考えられた。

P-KS-24-5**プルセンサー式ハンドヘルドダイナモメーターを用いた肩関節筋力測定の見直しによる検者間再現性の検討**

渡部 亮介, 松村 和幸, 成田 悟志, 山崎 彰久, 青山 誠

手稲溪仁会病院 リハビリテーション部

key words プルセンサー式HHD・筋力測定・肩関節**【はじめに、目的】**

近年、簡便かつ客観的な筋力測定の方法として、ハンドヘルドダイナモメーター(以下、HHD)を用いた報告が散見される。HHDには徒手固定やプルセンサーによる測定方法があり、徒手固定では固定強度の限界や固定部位のずれから再現性が低下するなどの報告がある。そこで、機器固定を確実にできるプルセンサー式HHDを用いることで検査再現性を高められることが予測される。しかし測定肢位の違いで作用ベクトルが容易に変化するなど、測定には工夫が必要である。本研究の目的は自由度の高い肩関節の筋力測定において、目標物を設置することが検者間再現性に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人20名(男性10名女性10名 平均年齢 24.6 ± 3.78)とし、HHD(mobie MT-100W 酒井医療社)にて肩関節屈曲、伸展、内旋、外旋の測定を行った。測定は3名の検者によって被験者それぞれを目標物の有無で測定し、検者間再現性の検討を行った。方法1の測定肢位は頭部まである背もたれを有する椅子に体幹・骨盤を固定した座位とし、肩屈伸は肩関節中間位、センサーは上腕骨内側と外側上顆を結んだ線上にあて、肩内外旋は、上腕下垂位、肘屈曲 90° 、前腕中間位とし、センサーは橈骨、尺骨茎状突起を結んだ線上にあてた。方法2は、方法1に加え、肩屈伸は天井から垂直に紐を下ろし、肩峰を通る床への垂線を作成し、肩の屈伸中間位を規定。肩内外旋では肘を通る前額面への垂線を肘下に置いたテーブルに描き、肩内外旋の中間位を規定した(以下方法2)。方法2ではビデオ撮影を同時に行い、目標物から逸脱した場合は検者判断によって再測定とした。どちらの方法も筋力測定は5秒間最大等尺性収縮を3回実施し、平均値をレバーアームで補正した値を筋力値とし、測定間隔は30秒とした。検者間再現性は、検者3名で同一被験者の測定を実施した。統計処理はSPSS Ver21を使用し筋力値再現性を分散分析・級内相関係数(2,3)(以下ICC)を用いて検討した。有意水準を5%とした。

【結果】

方法1はF値が伸展を除き $P < .05$ であり、伸展以外に検者間の再現性は得られなかった。肩伸展ICCは0.975で、高い再現性が得られた。方法2ではF値が屈曲以外で $P > .05$ であり、ICCは肩伸展0.975、肩外旋0.972、肩内旋0.983と高い再現性が得られた。方法2の屈曲を男女に群分けて統計処理を行った結果、女性群ではF値が $P > .05$ であり、ICCが0.880と高い再現性を認めた。

【結論】

本結果より、目標物を設置し、HHDに加わる作用ベクトルを規定することで、検者間再現性を高めることが示唆された。自由度の高い肩関節の筋力をプルセンサー式HHDによって測定する際には、作用ベクトルが容易に変化し得る可能性があり、HHDに加わる牽引力が分散してしまう。このことからプルセンサー式HHDを使用する場合、牽引のベクトルを規定する工夫が必要である。

P-KS-24-6**救急 ICU における敗血症患者への MRC (Medical Research Council scoring) 評価の実用性の検討**

下雅意崇亨, 川田 稔, 川田 恵, 花田 真嘉, 浜野泰三郎, 寺山 雅人, 沖 圭祐,
梶原 祐輔, 森脇つかさ, 綾井 清香, 継田 晃平, 泊 健太

倉敷中央病院 リハビリテーション部

key words 筋力評価・ICU・敗血症

【はじめに, 目的】

敗血症患者は病態が重篤化し, 全身性に筋力低下を生じ入院前 ADL への復帰が困難となる事がある。以前我々は, 敗血症患者において MRC (Medical Research Council scoring) が低値傾向を示し, 筋力低下が歩行自立の可否に関連する可能性の存在を報告した。MRC は主観的な筋力評価法の一つであり, 四肢筋力を簡便に検査することが可能な評価法である。しかし粗大な筋力評価法である為, MRC 値単独での ADL 能力等の機能レベルの予測は困難な側面がある。一方で客観的な筋力評価法の一つとして, ハンドヘルドダイナモメータによる膝関節伸展筋力/体重比 (以下, 筋力値) の算出がある。筋力値と動作自立度との関連の報告は多く見られ, 評価の信頼性が高く下肢筋力値の測定は重要である。しかし集中治療領域では筋力測定機器の測定条件を一定に出来ず測定が困難なことも多く経験する。そこで, 主観的な筋力評価である MRC が筋力値と関連するかどうかを検討することにより, 急性期における筋力評価指標としての実用性を検討することとした。

【方法】

対象は 2013 年 4 月~2015 年 6 月に当院 EICU に敗血症と診断され入院した患者 21 名とした (平均 74.2±10.4 歳, 男性 14 例, 女性 7 例)。筋力評価項目として, PT 開始時と退院時 MRC (以下 SMRC および EMRC), PT 開始時直近の筋力値 (以下, 初期筋力値), 退院時の筋力値 (以下, 最終筋力値) を測定した。そのうち, MRC・筋力値の評価スケール間と, PT 開始時・退院時間の経時的な筋力の相関をそれぞれみるために, SMRC, EMRC, 初期筋力値, 最終筋力値の各項目間にて統計処理を行なった。統計手法としては Spearman の順位相関係数を用い検討した。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

各筋力評価値の平均値は SMRC49.0±10.8, EMRC56.2±5.6, 初期筋力値が 0.34±0.18, 最終筋力比が 0.40±0.16 であった。各筋力評価項目間の相関のうち, 同一時期に測定した各筋力評価間の関連について, 初期筋力値と SMRC に有意に相関を認め ($r=0.644$, $p<0.01$), 最終筋力値と EMRC にて相関を認めた ($r=0.518$, $p<0.05$)。各筋力評価の経時的な関連について, 初期筋力値と最終筋力値で有意な高い相関を認め ($r=0.886$, $p<0.001$), SMRC と EMRC で有意な相関を認めた ($r=0.570$, $p<0.01$)。

【結論】

MRC・筋力値共に初期の筋力値が高いほど, 最終の筋力値は高値となる。MRC・筋力値共に高値であることが入院中の ADL 再獲得に繋がる事から, ADL 再獲得を推測する目安として, MRC の評価は実用性があると思われる。MRC は簡便に筋力評価を行なえる一方, 主観を含むため単独での使用は信頼性に欠ける側面がある。しかし ICU 領域における評価は簡便性も重要であり, MRC を筋力値と組み合わせることでより簡便に整合性のある筋力評価が行なえる。ICU の敗血症患者における MRC の測定は, 急性期リハビリテーションの効果判定に用いる主観的な筋力評価として, 実用性があることが示唆された。

P-KS-28-1**義足に対する空間注意と義足歩行能力との関係
身体性注意に着目して**会津 直樹^{1,2)}, 大内田 裕²⁾, 須藤 珠水²⁾, 鈴木栄三郎^{1,2)}, 鈴木 雄大²⁾, 出江 紳一^{2,3)}¹⁾東北大学病院リハビリテーション部, ²⁾東北大学大学院医学系研究科, ³⁾東北大学大学院医工学研究科**key words** 義足・注意・身体図式**【はじめに, 目的】**

道具は、使用の熟達により自己身体の一部であるかのような感覚が生じることが知られており、さらに、このような主観的な変化に対応するような神経活動が存在することが知られている (Iriki 1998)。道具に対するこのような主観的な変化は、道具が身体図式へ取り込まれることにより生じると考えられ、身体化と言われている。四肢切断のリハビリテーションにおいて義足の身体化は、義足歩行の習熟と非常に強い関係があると考えられるが、身体化を計測する手法がないため、その関係性は未だ明らかではない。

我々のグループでは、空間注意課題を用いて自己身体には絶えず潜在的注意(身体性注意)が向けられていることを報告し、身体と身体外空間との弁別である身体認識である身体化の指標になり得る可能性を検討してきた。そこで、本研究では、道具の身体化が道具の熟達度に与える影響を知るために、身体化の指標である義足に対する身体性注意を計測し、義足の習熟度を示す一指標である最大歩行速度との関係を調べることを目的とした。

【方法】

健常者 11 名、一側下肢切断者 8 名(大腿 4 名、下腿 4 名)において空間注意課題を用いて、健常者は左右の足部に向けられる注意量、切断者は義足に向けられる注意量と健常足に向けられる注意量を測定した。空間注意課題は、視覚刺激が足部上(義足上)または足部外のいずれかに現れた際に右示指でボタンを押す課題である。視覚刺激が足部外に現れた際の反応時間から、視覚刺激が足部上に現れた際の反応時間を除いた値を足部(義足)に向けられる注意量とした。さらに、義足歩行能力として最大歩行速度、義足の身体所有感のスコア、幻肢の鮮明さ、幻肢痛の強さも調べた。

【結果】

健常者は、左右足部ともに足部上の視覚刺激に対する反応時間が足部外より有意に短くなることを示し、左右差は認めなかった。切断者では、義足に向けられる注意量は健側足に向けられる注意量と比較して有意に低い値を示した。相関解析により、義足に向けられる注意量は最大歩行速度と負の相関傾向を認めた($r=-0.55$)が、義足の身体所有感のスコア、幻肢の鮮明さ、幻肢痛の強さとの間に相関関係は認めなかった。

【結論】

切断者では、義足に向けられる注意量は健側足より低かった。また、相関の結果より、義足に向けられる注意量が低い切断者ほど、義足歩行における最大歩行速度が速くなった。つまり、義足を自己身体として捉えるのではなく、義足を身体ではない道具として扱っている切断者ほど最大歩行速度が速くなる傾向が示された。このことは、最大歩行速度は、歩容やエネルギー効率などを無視して速度のみに注目した指標であるため、義足の習熟度を必要としなかったからと考えられる。よって、歩行速度には、義足の身体化はむしろ阻害要因になる可能性が示され、今後より幅広い歩行の指標との関連性を調べる必要性が考えられた。

P-KS-28-2**歩行時の杖の使用が歩幅調整の正確性に与える影響**渡邊観世子¹⁾, 谷 浩明²⁾¹⁾国際医療福祉大学 小田原保健医療学部, ²⁾国際医療福祉大学 保健医療学部**key words** 歩幅・杖・距離感覚**【はじめに, 目的】**

杖の使用は姿勢や歩行の安定に貢献する(Batani, 2005)一方で, 高齢者は杖の操作が困難である(Mann, 1995)との報告がある。杖操作の指導では, 杖の接地位置を目安に歩幅を調整することがあるが, 操作方法は個人に任せていることが多い。本研究では効果的な杖操作の指導につながる基礎的な知見を得ることを目的として, 歩行中の T 字杖の使用の有無により歩幅調整の正確性にどのような違いがあるかを比較することとした。

【方法】

対象者は健康成人 14 名(男性 5 名, 女性 9 名, 平均年齢 20.7 (SD1.2) 歳)であり, 杖使用の要因(あり・なし)と歩幅要因(通常・小・大)の組み合わせからなる 6 条件の歩行課題を実施した。歩行課題における歩幅の目標値を設定するために「ゆっくりした速度」での歩幅を求め, その歩幅を「通常」の歩幅とし, それより 20% 短い歩幅を「小さい」歩幅, 20% 長い歩幅を「大きい」歩幅とした。杖ありでの歩行課題では 3 動作揃え型の歩行形態とした。歩行課題の実験試行は視覚的に歩幅を確認する練習試行(5 回)の後におこない, 課題施行中は前方の注視点を見ながら歩行した。なお歩行課題の実施順序は対象者間でカウンターバランスを取った。

歩行課題では母趾背側にマーカーを貼付し側方からビデオカメラにて 10 歩分の歩行を撮影した。撮影した画像はダートフィッシュ Team Pro 5.5 (ダートフィッシュ社)を用いてマーカー位置を指標として歩幅を計測した。歩幅調節の正確性はそれぞれの目標値からの差分について目標値あたりの誤差を算出し, 10 歩の平均値の z-score を個人の代表値とした。また 10 歩の歩幅の変動係数を求め, 歩幅の一貫性の指標とした。誤差と変動係数はそれぞれ 2 要因分散分析にて要因の影響を検定した。

【結果】

誤差については歩幅要因の主効果を認め($F=8.2, p<0.05$), 通常よりも小さい歩幅で値が大きかった。また 2 要因の交互作用を認め, 下位検定から杖あり条件では小さい歩幅の値が最も大きいことが分かった($p<0.05$)。変動係数については杖要因の主効果($F=8.5, p<0.05$)から, 杖なしよりもありの条件で値が大きく, また歩幅要因の主効果($F=14.6, p<0.05$)から, 小さな歩幅において最も値が大きかった。

【結論】

T 字杖を用いた歩行では小さな歩幅を調節する際に正確性が低くなり, さらに歩幅のばらつきが大きいことが分かった。これは歩行中の杖の操作が正確な距離感覚や一定した歩幅での歩容を阻害した結果と考えられる。臨床現場では杖を使い始めた段階では杖の使用に慣れていないため, 遅い歩行速度で小さな歩幅を指導することが多いが, このような距離感覚の調整は対象者にとっては困難な課題であると考えられる。また杖の使用による歩幅の一貫性の低さは歩容の不安定さや転倒につながる危険も予想される。今後は杖の接地位置を指標として, 適切な歩幅感覚や安定した歩容のための介入方法を検討していく予定である。

P-KS-28-3**歩行中のスマートフォン使用が歩行動作に及ぼす影響**

多治比 淳

勝田病院

key words 二重課題・スマートフォン・歩行能力**【はじめに、目的】**

近年、日本でのスマートフォン普及率とスマートフォンを操作しながら歩く「ながらスマホ」による事故件数は年々増加傾向にある。更に、二重課題時の歩行能力と転倒リスク、注意需要量の関連性が報告されていることから、二重課題歩行は危険性が高い可能性が示唆されているが、歩行動作に与える影響は明確ではない。また、認知課題が歩行動作に与える影響は多く報告されているが、スマートフォン使用の運動課題との関連性の報告は少ない。よって今回、「ながらスマホ」が歩行動作に与える影響を明確にすることを研究目的とした。

【方法】

対象者は健康若年成人6名(21.1±0.6歳)とした。被験者には、快適歩行・最速歩行に加え、歩行中に黙読・文字入力・検索課題を与えた全8条件の課題をランダムに実施した。歩行開始後と終了前の3mは助走路とし、助走路以外の20mを測定区間とした。測定指標は、歩幅・歩隔・歩行速度・側方偏位量、歩幅、歩隔、側方偏位量の変動係数、歩行速度のDual-Task costsとした。統計処理にはspss ver.19を使用し、各歩行速度条件において条件を要因とした反復測定一元配置の分散分析を行った。主効果が認められた場合、多重比較検定を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

快適歩行における歩幅は、歩行で68.1±6.8cm、黙読課題で58.5±8.3cmとなり、両条件間に有意差が認められた。最速歩行における歩幅は、歩行で82.0±8.4cm、黙読課題で72.9±5.9cm、入力課題で74.2±6.5cm、検索課題で73.4±6.0cmとなり、歩行のみと他条件間で有意差が認められた。快適歩行における歩隔は、歩行で6.8±3.3cm、黙読課題で8.7±2.9cmとなり、両条件間で有意差が認められた。快適歩行速度は、歩行で1.2±0.1m/s、黙読課題で1.0±0.2m/sとなり、両条件間で有意差が認められた。最速歩行速度は、歩行で1.9±0.2m/s、黙読課題で1.7±0.2m/s、入力課題で1.6±0.1m/s、検索課題で1.7±0.2m/sとなり、歩行のみと他条件間で有意差が認められた。側方偏位量とDual-Task costsにおいては有意差が認められなかった。

【結論】

本研究では、最速歩行において歩行のみと他条件間で有意な歩幅の減少と歩行速度の遅延が認められたことから、歩行への注意が課題に分散されたと考えられる。しかし、歩隔や側方偏位量への影響は認められなかったことから、左右への安定性や動作パターンへの影響は少ないことが示唆された。また、快適歩行においては、歩行のみの条件と黙読課題を付加した条件間でのみ有意な歩幅の減少と歩隔の増大、歩行速度の遅延が認められた。歩行速度の違いによる歩行動作への影響が異なったのは、快適歩行が最速歩行に比べて難易度が低く、歩行に必要な注意量が少ない為、課題遂行による影響が少ないと考えた。しかし、快適歩行+黙読のみ歩幅と歩隔、歩行速度に有意差が生じたことから、各課題の特性による違いが影響していることが考えられた。

P-KS-28-4**左右逆転プリズム眼鏡を装着した歩行動作の習熟における2種類の練習方法の比較**越後あゆみ^{1,2)}, 岩月 宏泰¹⁾¹⁾青森県立保健大学大学院, ²⁾東北メディカル学院**key words 全習法・分習法・歩行**

【はじめに, 目的】理学療法の臨床では対象者に運動を獲得させる練習に運動学習理論を用いることが多い。運動学習を効果的に促進するためには, 練習量や練習方法も重要な要素となる。方法には様々あるが, 全習法と分習法は臨床でも多く用いられる。しかし, それらの効果を比較した研究は少ない。本研究では健常青年を対象に左右逆転プリズム眼鏡を装着した歩行を課題とし, 全習法と分習法で練習効果が異なるかを所用時間や修正回数から比較することとした。

【方法】対象は健常青年9名(年齢 20.4 ± 0.5 歳 身長 169.5 ± 8.3 cm 体重 57.9 ± 6.8 kg)であった。課題は5m先で戻るUターン歩行で, これを歩行テストとした。手順は, 左右逆転プリズム(竹井機器工業株式会社製: 視野角度水平 24° 垂直 50°)非装着, 装着時に歩行テストを実施後, 3条件の練習をランダムに行い各練習直後に歩行テストを実施した。なお, 各条件間に10分の休憩を取った。条件は, テープを目印に歩行路を全て歩く練習(全習法), 左右それぞれ目印に向かい1歩踏み出す練習(分習法1), 目印に合わせて4歩進む練習(分習法2)の3つとした。歩行テスト中, 右側前脛骨筋と腓腹筋外側頭からの表面筋電図, 三軸加速度による頭部の動揺, 右踵接地時間, 歩行時の足関節角度, 歩行時間, 修正回数, 歩数を計測した。統計学的分析にはSPSS ver.22を使用し, Kruskal Wallis検定を用いて所要時間, 修正回数の差を比較した。また, 所要時間・修正回数と測定項目のそれぞれの関係をSpearmanの順位相関係数にて算出した。

【結果】プリズム装着により所要時間 35.3 ± 24.8 秒, 修正回数 6.3 ± 5.0 回ともに増加し前脛骨筋, 腓腹筋外側頭の筋活動が低減するすくみ足がみられた。練習後は, 3条件とも所要時間が短縮し全習法後 19.0 ± 8.3 秒で最も短縮したが, 各条件間で有意な差は認められなかった($p < 0.05$)。修正回数も分習法2は 3 ± 3.4 回で最も減少したが, 各条件間で有意な差は認められなかった($p < 0.05$)。所要時間と各項目の関連は, 全習法における前脛骨筋にのみ強い負の相関を認めた($r = -0.69$, $p < 0.05$)。修正回数と各項目の関連は, 分習法1における加速度の左右成分($r = 0.60$, $p < 0.05$)と分習法2における加速度の前後成分($r = 0.73$, $p < 0.05$)において強い正の相関を認めた。

【結論】所要時間は全習法で短縮したことから, 左右逆転した視空間での歩行能力を高めたと考えられた。しかし, 下腿筋群筋活動と負の相関が認められたことから, 学習後であっても一歩を踏み出すことを躊躇しながら歩行していることが推測された。修正回数は分習法2で減少したことから, 歩行路を正確に歩く能力を高めたと考えられた。この時, 加速度前後成分と正の相関を認めたことから前後の視空間への適応が一歩の調整に関与していることが考えられた。歩行の習熟には, 望む方向へ進む能力と環境へ適応する能力, 鉛直方向の安定性が必要(Das&McCollum, 1988)だが, 2種類の方法はそれぞれ違う点にアプローチしていると考えられた。

P-KS-28-5**選択的注意課題を用いたステップ動作練習の効果
予測的姿勢調整に与える影響と課題特異性の検証**岩田 彩加¹⁾, 佐藤 健二²⁾, 越山 悠人¹⁾, 竹内 芳典¹⁾, 上村 一貴³⁾, 内山 靖²⁾¹⁾名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻,²⁾名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法専攻, ³⁾名古屋大学未来社会創造機構**key words** 学習・ステップ動作・課題特異性**【はじめに, 目的】**

転倒回避において、注意を要する環境下で素早くステップすることは重要な能力の一つである。ステップ動作開始時に誤った方向に体重移動してしまうことを予測的姿勢調整（以下 APA）の潜在エラーといい、Uemuraら（2012）は、注意負荷を生じる Flanker task（以下 FT）に対するステップ動作開始の際、高齢者は潜在エラーが生じやすく、エラーによるステップ動作の遅延が大きいと報告している。一方、ステップ練習の効果について、Pichierriら（2012）は認知課題を用いたステップ練習によって、ステップ動作開始時の所要時間が短くなったと報告したが、APA の変化については不明な点が多い。そこで選択的注意課題を用いてステップ練習を行った際に、予測的姿勢調整に与える影響を明らかにするとともに、課題特異性を検証することを本研究の目的とした。

【方法】

選択的注意課題について、周囲の状況に応じて判断・選択し足を踏み出すまでの一連の過程にアプローチするステップ練習と、判断・選択する過程のみにアプローチする指押し反応練習を設定した。健常若年者 32 名（年齢 21.38 ± 1.93 歳）を、ステップ練習をするステップ群、指押し反応練習をする指押し群、両方を半数回ずつ練習する両練習群、練習なし群の 4 群に分けた。それぞれの練習に $\rightarrow\rightarrow\rightarrow$ （一致）もしくは $\rightarrow\rightarrow\leftarrow\rightarrow$ （不一致）の表示に対して反応する FT を用い、前方のモニターに表示された視覚課題を開始合図とし、中央の矢印の示す側の足を踏み出すもしくはスイッチを押す練習をした。なお、両課題で、できるだけ速くかつ正確に課題を遂行するよう教示した。練習を 3 日間実施し、練習前後で全被験者に両課題を行い pre/post test とした。

評価指標は、ステップ動作課題では重心動揺計（アニメ社製ツイングラフィコーダ G6100）による床反力垂直成分を指標として、通常のステップとは逆方向に荷重が偏倚した場合の潜在エラー率と偏倚の程度を算出し、指押し反応課題では反応時間とした。

統計処理は、群間比較に Kruskal-Wallis 検定、pre/post の群内比較に Wilcoxon の符号付順位検定を用い、有意水準は全て 5% とした。

【結果】

ステップ群のみで、不一致条件における潜在エラー率が有意に減少し {pre: 43.13 ± 24.87 (%) post: 25 ± 25.98 (%)}, 指押し群では、指押し反応時間が両条件とも有意に短縮した {(一致) pre: 0.56 ± 0.06 (s) post: 0.50 ± 0.03 (s) (不一致) pre: 0.62 ± 0.08 (s) post: 0.56 ± 0.04 (s)}。また、潜在エラーが発生した際の修正過程は、ステップ群と両練習群で改善を認めた。

【結論】

選択的注意課題を用いたステップ練習により APA は変化し得るものであることが示された。指押し反応練習により、指押し反応時間は短縮してもステップ時の潜在エラー率は減少しないことから、選択的ステップ動作は単純な注意機能のみを反映したものではない可能性があり、実際に荷重位で行う動作練習に課題特異性が高いことが示唆された。

P-KS-29-1**運動観察時の身体位置が運動学習に与える影響について**

岩坂 憂児

東北保健医療専門学校

key words 運動観察・運動学習・ミラーニューロンシステム

【はじめに、目的】運動学習を促す介入は近年のニューロリハビリテーションにおける重要な視点であり、様々な介入方法が検討されている。その中で、ミラーニューロンシステムの発見以降、運動観察や模倣運動による介入が脳血管障害後片麻痺患者に応用されているが、同時に運動観察の効果をより高めるために観察方法にも配慮する必要があると考えられる。

近年の研究で身体近辺には特異的な注意が向けられていることが報告されており、同じ動画を観察する場合においても、身体近辺での運動観察では注意が向けられ観察後のパフォーマンスを改善されることが考えられる。そこで本研究は、その仮説に対して、タッピング課題を用いて検討を行うことを目的として実施した。

【方法】対象は専門学校に在籍する右利き（エディンバラ利き手検査で75%以上）のもの21名（年齢 21.3 ± 5.0 才）とし、ランダムに3群（身体近位観察群：NB群・身体遠位観察群：FB群・対照群）に分け、研究を行った。実験課題はQWERTYキー上の“VBNM”を左手でMからV、VからMという流れでタップしていくタッピングシーケンス課題を採用した。対象者に対して「可能な限り早く、且つ間違えないようにボタンを押すように」と教示した。課題の提示及び測定はPsychoPyを用い、測定指標は一施行ごとの反応時間とし、ボタン押しを誤った場合・反応時間が0.05秒以下か1.5秒以上だった場合には測定指標に含めなかった。

実験パラダイムは、被験者に対して左手でランダムにボタン押しを要求される課題（練習相）を24施行、その後介入を行い介入後に実験課題を120施行実施（測定相）するものとした。

全ての群に対してフィクゼーション5秒・動画30秒を5回、合計175秒間視聴させた。動画の内容は、NB群とFB群にはモデルが左手で30秒間、2Hzの速度で課題を実施している動画を、対照群にはモザイク動画とした。また運動観察時の手の位置について、NB群に対しては動画が自身の左手に感じる場所、FB群および対照群に対しては左手を15cm以上動画から離れた場所とした。

統計解析は1元配置分散分析を使用し、多重比較検定としてBonferroni法を採用した。有意水準は5%とした。

【結果】練習相においては、有意差は認められなかった($F(2,18)=0.34, p>0.05$)。そのため、課題の難易度は全群同程度であり、測定相の数値が介入による影響を示すと考えた。測定相においては、NB群： 0.37 ± 0.13 秒、FB群： 0.40 ± 0.19 秒、対照群 0.39 ± 0.11 秒で有意差が認められた($F(2,18)=6.62, p<0.05$)ため、多重比較検定を行ったところ、NB群はFB群・対照群と比べて有意に反応時間が速かった。

【結論】運動観察時の身体位置が運動学習を促し、パフォーマンスを高めることが示唆された。そのため運動観察を介入に用いる場合には、可能な限り動画が提示される場所と実際の身体との距離を近くすることで運動学習の効果が高まると考えられる。

P-KS-29-2**加齢が下肢の視覚誘導性関節運動調節に及ぼす影響**

竹林 秀晃¹⁾, 田中 未優²⁾, 滝本 幸治¹⁾, 宮本 謙三¹⁾, 宅間 豊¹⁾, 井上 佳和¹⁾, 宮本 祥子¹⁾,
岡部 孝生¹⁾, 奥田 教宏¹⁾

¹⁾土佐リハビリテーションカレッジ, ²⁾いずみの病院

key words 加齢・視覚誘導性関節運動・関節位置覚

【はじめに, 目的】

加齢により様々な運動・感覚機能が低下する。こうした運動・感覚機能の低下と転倒との関係性については多くの報告がなされている。しかし、転倒は個々の一つの要素だけではなく、視覚情報などの感覚機能と運動との異種感覚統合の不一致による影響も考えられる。しかし、加齢による視覚情報を基に運動を調節する能力についての報告は少ない。そこで、加齢が下肢の視覚誘導性関節運動調節に及ぼす影響を探ることを本研究の目的とした。

【方法】

対象は、地域在住で ADL に支障のない 65 歳以上の高齢女性 28 名 (73.6±6.3 歳) と健常成人女性 28 名 (21.5±0.8 歳) を対象とした。

計測課題は、静的な関節位置覚(再現性検査)と動的な視覚誘導性関節運動とした。関節位置覚の測定肢位は、椅坐位にて閉眼で行った。利き足を膝関節 90 度屈曲位保持から他動的にから 45 度を 2 秒間保持し、開始肢位に戻した後自動的に再現させた。計測は、ケーブルの長さの変化により関節位置を検知する装置である HUMAC360 (CSMi 社製) を使用し、他動と自動運動時とのケーブルの長さの誤差 (cm) を算出した。2 回分の誤差の平均値を代表値とした。

視覚誘導性関節運動は、HUMAC360(サンプリング周波数 100Hz)を用いて、リアルタイムに PC 画面上に実際の関節位置情報と目標基線を呈示し、その視標を追従させる課題とした。運動範囲は、椅坐位膝関節 90 度屈曲位から 45 度を目的伸展角度にし、3 秒で屈曲位から伸展を行う求心性収縮相 (Concentric contraction : CON) から、2 秒保持後、3 秒で伸展位から屈曲を行う遠心性収縮相 (Eccentric contraction : ECC) を 2 回繰り返させた。

データ解析は、HUMAC360 から抽出された目標基線と実際の関節位置情報の絶対誤差平均を求めた。統計学的解析は、若年者と高齢者の関節位置覚再現性の誤差を対応のない t 検定にて検討した。また、視覚誘導性関節運動調節の目標値との誤差は、若年者と高齢者の要因と CON と ECC の要因とした二元配置分散分析と多重比較にて検討した。

【結果】

関節位置覚再現性の誤差は、高齢者 2.5±2.1cm, 若年者 2.5±1.8cm であり、有意差を認めなかった。

視覚誘導性関節運動の結果は、高齢者 CON3.1±3.3cm, ECC3.6±3.0cm, 若年者 CON1.4±1.3cm, ECC1.2±1.0cm であり、CON と ECC 間で有意差は認められないが、高齢者において有意に高値を示した (p<0.001)。

【考察】

同種感覚統合である関節位置覚再現性においては、高齢者も若年者と同程度の誤差であったが、異種感覚統合である視覚誘導性関節運動においては高齢者が有意に絶対誤差平均が大きく、高齢者は視覚情報をもとに関節運動を制御するのが困難になることが示唆された。

こうした視覚誘導性関節運動調節の低下は、視覚から得られた環境情報への適応性に影響を及ぼす可能性があり、各種の身体機能だけでなく、異種情報の統合的トレーニングも必要であると思われる。

P-KS-29-3**口頭指示の違いが姿勢安定性と姿勢戦略に与える影響**

佐久間 萌¹⁾, 長谷川直哉¹⁾, 武田 賢太¹⁾, 伊吹 愛梨¹⁾, 石川 啓太¹⁾, 田中農太郎¹⁾, 佐藤 祐樹¹⁾,
呉 瑕¹⁾, 萬井 太規²⁾, 前島 洋²⁾, 浅賀 忠義²⁾

¹⁾北海道大学大学院保健科学院, ²⁾北海道大学大学院保健科学研究所

key words 口頭指示・姿勢安定性・周波数解析

【はじめに, 目的】転倒は深刻な社会問題の1つであり, 高齢者では安定性限界の著明な減少がみられる (Riach, et al., 1993)。従って, 転倒を防ぐために狭い安定性限界での姿勢バランスの学習は重要である。姿勢バランスの学習を効率的にする手法の1つとして口頭指示がある。先行研究では, 自分の体の動きに集中する「内的指示」と環境に対して運動が与える効果に集中する「外的指示」が定義されており (Wulf, et al., 2010), 口頭指示の違いが姿勢バランスに影響を与えることが報告されている (Wulf, et al., 2007)。しかし, 狭い安定性限界での課題において, 圧中心 (以下, COP), 質量中心 (以下, COM), 圧中心と質量中心の関係性を表す COP-COM 間距離の姿勢安定性の指標や COP の平均周波数などの姿勢戦略の指標を用いて口頭指示の影響を示した研究は我々の知る限りない。本研究は, 狭い安定性限界での課題において異なる口頭指示が姿勢バランスに及ぼす影響を姿勢安定性と姿勢戦略両方の観点から検討した。

【方法】健常若年者 20 名を内的・外的指示群の 2 群に無作為に分けた。左右の COM・COP を算出するために, 三次元動作解析装置と床反力計を用いた。被験者は左右に動揺する不安定板上でなるべく長く立位を保つという課題を行った。被験者は固視点を注視し, 内的指示群は「自身の足のゆれ」に, 外的指示群は「不安定板のゆれ」に焦点を向けるよう指示した。実験課題は, 練習前後に口頭指示を与えず各 3 施行実施した。練習では各群に口頭指示を与え 75 秒間立位保持を 3 施行できた時点で練習終了とした。姿勢安定性の指標として, COP・COM 最大偏移量, COP-COM 間距離, 姿勢戦略の指標として COP の平均周波数, 姿勢安定性と姿勢戦略の関係性の指標として, COP-COM 間距離と COP の平均周波数の相関を分析した。統計解析は, 練習前後の各時点での群間比較として Mann-Whitney U 検定, 練習前後での比較として Wilcoxon Signed-rank 検定を実施した。相関検定として Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】COP・COM 最大偏移量ともに練習前後で外的指示群は有意に小さかった ($p < 0.05$)。しかし, COP-COM 間距離は群間に有意差がなかった。COP-COM 間距離と COP の平均周波数の間に中等度の有意な正の相関が示された ($r = 0.5$)。

【結論】本研究では狭い安定性限界での課題を用いたが, 先行研究と同様に外的指示で練習を行ったときに姿勢安定性がより高くなることが示された。従って, 狭い安定性限界での姿勢バランス課題において, 外的指示が内的指示よりも優れていることが示唆される。しかし, COP-COM 間距離では口頭指示の違いが示されなかった。この結果は, 口頭指示の違いよりも個人の姿勢戦略が COP-COM 間距離に影響されたことが考えられる。本研究の結果は安定性限界の狭小化が懸念されている高齢者やパーキンソン病患者へのバランス練習を提案する際の基礎的資料になると考える。

P-KS-29-4**対人ライトタッチ効果における姿勢動揺の同調現象は二者間の関係性に影響を受ける**石垣 智也^{1,3)}, 森岡 周^{1,2)}¹⁾畿央大学大学院健康科学研究科神経リハビリテーション学研究室,²⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター, ³⁾訪問看護リハビリステーションフィットケア**key words** ライトタッチ・同調・対人関係**【はじめに, 目的】**

静止立位において、指先を用いた軽い接触(1N未満)を初対面の二者で行うと立位姿勢動揺が減少し、互いの姿勢動揺に同調現象が認められる。これを対人ライトタッチ(Interpersonal light touch; IPLT)効果という(Johannsen L, 2009)。しかし、ヒトを対象とした同調現象では、接触由来の感覚情報のみならず、相手に対する心的価値も影響する可能性がある。そこで本研究では、知人や友人のような既に何らかの人間関係を有している二者を対象に、その対人間の関係性が、IPLT効果により得られる姿勢動揺の同調現象に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

面識のある健常同性成人からなる8ペア:16名(平均年齢 21.2 ± 3.7 歳;平均関係期間 21.3 ± 18.7 ヶ月)を対象とした。事前に相手との関係性を改訂版友人関係機能評価尺度(友人関係尺度)(丹野, 2008)にて評価し、その後、姿勢動揺の二者同時測定を行った。測定は、二者を10cmの間隔にて側方に位置させた閉眼開脚安静立位を基準とし、接触を伴わない非接触(NT)条件と、示指を介し二者間で接触(1N未満)を行うIPLT条件を設定した。測定時間は30秒間とし、NT条件、IPLT条件の順で測定を行い、計3試行実施した。姿勢動揺は重心動揺計Twin-gravicorder G-6100(ANIMA社製)を用い、足圧中心(CoP)を記録(sampling rate:100Hz)した。解析値は前後(AP)軸・側方(ML)軸別の実効値速度(cm/s)と、CoP速度の時系列データの二者間相互相関係数(CoPv-croxx)を用いた(Johannsen, 2009)。IPLT条件のみ二者間の接触力を、ひずみセンサーELFシステム(NITTA社製)を用いて記録(sampling rate:100Hz)した。統計解析は、各姿勢動揺パラメータの条件間比較を対応のあるt検定を用い、CoPv-croxxと友人関係尺度の得点との相関分析はPearson積率相関係数を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

IPLT条件の接触力は1N未満であった。実効値速度は、AP軸、ML軸ともにIPLT条件はNT条件に比べ有意に低い値を示した(AP: $p < .05$, ML: $p < .01$)。CoPv-croxxは、AP軸のみでIPLT条件はNT条件に比べ有意に高い値を示し($p < .01$)、ML軸では有意な差は認めなかった($p > .10$)。COPv-croxxと友人関係尺度の相関分析では、AP軸で有意な負の相関($r = -.78$, $p < .01$)、ML軸で有意な正の相関($r = .55$, $p < .05$)を認めた。

【結論】

面識のある二者間においても、先行研究(Johannsen L, 2009)と類似する結果を得た。また、IPLT効果による姿勢動揺の同調現象は、対人間の関係性に影響を受け、これは動揺方向により異なる作用を示すことが明らかとなった。理学療法場面では、対象者の身体に触れて運動療法を行うことが多く、対象者と協働することが求められる。本研究結果は、コミュニケーション場面だけでなく運動療法においても、対象者との関係性を良好に形成することの重要性を示唆しているものと考えられる。

P-KS-29-5**頸部筋疲労が眼球運動におよぼす影響**三田菜奈子¹⁾, 田中 涼²⁾, 浅井 友詞³⁾¹⁾社会医療法人杏嶺会 尾西記念病院, ²⁾地方独立行政法人 りんくう総合医療センター,³⁾日本福祉大学 健康科学部**key words** 眼球運動・筋疲労・固有受容器**【はじめに, 目的】**

人間のバランスは視覚, 前庭感覚, 体性感覚の情報が統合され, 姿勢制御が行われる。その中でも視覚は重要な役割を果たしており, 正確な視覚情報を取り込むために様々なサブシステムを用いて眼球運動の調節を行っている。その1つである滑動性追跡眼球運動 (smooth pursuit: SP) は視標の速度, 加速度の情報が視覚野から前頭眼野を経て橋, 小脳, 前庭神経核に至って眼球運動を行う。先行研究では外傷性頸部症候群において頸部構造の損傷が固有受容器への入力障害をおよぼし, SPの加速度の遅延が生じるとされているが, 頸部筋疲労が眼球運動におよぼす影響は明らかでない。そこで今回は, 健常若年者における頸部筋疲労がSPにおよぼす影響について電気眼振図を用いて検討した。

【方法】

対象は健常若年者36名とし, 介入前後にSP中の眼球運動角度を電気眼振図(日本光電社製)にて計測し, 規定の眼球運動が行えた25名(筋疲労群18名, コントロール群7名)を抽出した。筋疲労群は腹臥位にて25%MVCの負荷で頸部伸展位を10分間保持し, 表面筋電図にて両僧帽筋上部の中央周波数が有意に低下($p<0.05$)した12名を抽出した。運動中は頸部の疼痛をNRS(Numerical Rating Scale)で聴取し, NRS10に達した段階で中止した。筋疲労群のうち, NRS6以上を重度疼痛群(7名), NRS5以下を軽度疼痛群(5名)に分類した。コントロール群は10分間の安静を行った。解析項目はSP中の眼球運動角度とし, 介入前に対する介入後の眼球運動角度の変化量を算出して3群で比較した。さらに, 筋疲労群においてNRSの最大値と眼球運動角度の変化量との相関を算出した。

【結果】

3群における眼球運動角度の変化量を比較した結果, 重度疼痛群 6.0 ± 0.5 度, 軽度疼痛群 2.1 ± 0.1 度, コントロール群 1.9 ± 0.7 度であり, 重度疼痛群において有意な増加が認められた($p<0.05$)。筋疲労群において疼痛に対する眼球運動角度の相関関係は係数0.592であり, 相関を示した($p<0.05$)。

【結論】

動作において頭頸部が動いた際に前庭動眼反射や頸眼反射により眼球運動の補正が行われており, 頸部固有受容器と眼球運動は密接に関わっている。固有受容器への入力障害される因子のひとつとして筋疲労が挙げられており, 本研究では頸部に筋疲労を作成したことで頸部固有受容器への入力に異常が生じたことが推察される。さらに頸部に疼痛が出現したことで筋紡錘の感度亢進や交感神経活性化が生じ, 頸部固有受容器から前庭神経核への入力に異常が生じ, SPに影響をおよぼしたと考えられる。したがって, 頸部筋疲労が眼球運動制御に影響をおよぼす可能性が示唆された。このメカニズムには頸部筋疲労による頸部固有受容器からの情報がSPに影響をおよぼし, その結果眼球運動制御障害が出現したと推察される。

P-KS-30-1**自己決定感の向上が運動学習および保持効果に与える影響
性別による影響の検討**冷水 誠^{1,2)}, 岡田 洋平^{1,2)}, 前岡 浩^{1,2)}¹⁾畿央大学健康科学部理学療法学科, ²⁾畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター**key words** 自己決定感・動機づけ・運動学習**【はじめに, 目的】**

効果的な運動学習のための内発的動機づけは、学習段階における有能感および自己決定感の知覚によって高められると考えられている。このうち自己決定感については Murayama ら (2013) が、認知課題遂行時に課題提示デザインを選択させることで自己決定感を高め、良好な成績が得られたと報告している。そこで、本研究では運動学習課題において、用いる課題デザインを選択させることによる学習効果とその保持効果を性別の違いをふまえて検証することとした。

【方法】

対象は健常大学生 80 名とし、40 名ずつ無作為に強制選択群 (男 15 名, 女 25 名) と自由選択群 (男 13 名, 女 27 名) に分類した。運動学習課題は非利き手でのボール回転課題とし、非利き手にて 2 個のボールを反時計回りに可能限り速く 10 回転させるよう指示された。

全対象者はまず 1st テストを実施し、その後 1 分間の練習をはさみながら 2nd テストおよび 3rd テストを実施し、24 時間後に保持テストを実施した。強制選択群では練習の際に、大きさおよび重さが同一の 9 種類のデザインボールから実験者が指定したボールにて練習した。自由選択群では 9 種類のデザインボールから好きなデザインを選択し練習した。

評価項目は課題の所要時間を計測し、3rd テスト終了後にどの程度楽しくできたか(楽しさ)、上手くなりたいと感じたか(欲求)、積極的に取り組めたか(積極性)を Visual Analogue Scale (VAS) にてアンケート聴取した。統計学的分析は、所要時間について反復測定二元配置分散分析および多重比較として Tukey's test にて検定した。アンケート結果は各群の違いを対応のない t 検定にて分析した。次に、男女による学習効果の違いを検討するため、男女別に同様の分析を実施した。なお、有意水準はすべて 5% 未満とした。

【結果】

所要時間は学習段階における主効果 ($p < 0.01$) を認め、群 ($p = 0.60$) および交互作用 ($p = 0.47$) は認められなかった。しかしながら、強制選択群では 1st テストと比較して 2nd, 3rd テストおよび保持テストにて有意な短縮が認められたのに対し、自由選択群では 2nd テストと比較して 3rd テストにも有意な短縮が認められた。アンケート結果では有意差が認められなかったものの、楽しさおよび欲求にて自由選択群が高値を示した。また、女性において自由選択群の所要時間が各テストにて有意な短縮がみられたのに対し、男性では群における違いはみられなかった。また、女性では自由選択群にて楽しさが有意に高かった。

【結論】

本実験の結果から、運動学習における自由選択による自己決定感の向上は、強制的な状況と比較して学習を促進させることが示唆された。しかしながら、課題への楽しさと学習効果が女性において顕著に認められたのに対し、男性では楽しさおよび学習効果の違いが認められなかった。従って、運動学習における自由選択による自己決定感の向上効果は性別によって異なる可能性が考えられる。

P-KS-30-2**筋運動感覚は言葉を介して共有できるのか**

宮下 広大, 金井 秀作, 長谷川正哉, 積山和加子, 高宮 尚美

県立広島大学保健福祉学部理学療法学科

key words 言語教示・言語表現・筋活動量**【はじめに, 目的】**

患者の動作・運動指導において言語教示の重要性が唱えられている一方で、運動を促す際の指導者と学習者の言語認識の一貫性については、今日のリハビリテーション分野での研究は十分であるとは言えない状況にある。そこで、本研究では異なる言語表現が筋収縮に与える影響と言語を用いた筋収縮感覚を他者と共有可能であるか調査する。

【方法】

健康男性 12 名を対象とした。2 人 1 組とし両者をフィットネスチューブの両端を把持した状態で向き合わせ、言語教示を提示し、肘関節屈曲運動を 5 秒間行う牽引側、閉眼にて開始肢位を保つ受け手側とした。教示内容は形容詞表現「速く・強く」、「遅く・強く」、擬態語表現「びゅんっと」、「ぎゅーっと」、比喩的表現「綱引きでピストルの合図と同時に綱を引くように(以下、綱引き)」、「何とか持ち上がるくらいの重いダンベルを手前に引くように(以下、ダンベル)」の 6 種類とした。各施行終了後、速度・強度を (Visual analogue scale: VAS) を用いて主観的感覚を調査した。また受け手側には 9 種類の教示を提示し、筋運動感覚から牽引側の教示内容を予測させた。なお、表面筋電図の測定は右上腕二頭筋、右上腕三頭筋長頭、右上腕三頭筋外側頭とした。

統計解析は、各教示間における筋出力の比較に Kruskal-Wallis test を用いた。有意差を認めた場合に Steel-Dwass test による多重比較を行った。比較する際の教示は受け手側の予測に合わせて牽引側、受け手側それぞれ行った。

【結果】

受け手が回答した予測教示について、一致した正答率は「綱引き」の 67% が最も高く、対照的に「びゅんっと」の 25% が最も低かった。各教示間の VAS 速度、VAS 強度、上腕二頭筋平均振幅の牽引側においては、VAS 速度で各教示間に多くの有意差が認められたが、VAS 強度において、有意差は認められなかった。また、客観的指標である上腕二頭筋平均振幅においては、「遅く強く」「綱引き」間、「ぎゅーっと」「綱引き」間でのみ有意差が認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。受け手側においては、VAS 速度に、「びゅんっと」「綱引き」間、「びゅんっと」「ダンベル」間を除き、牽引側と同様の有意差が認められた。VAS 強度においては、形容詞・擬態語間、擬態語・比喩間に有意差が認められたが、形容詞・比喩間に有意差は認められなかった。上腕二頭筋平均振幅においては、「綱引き」「ダンベル」間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

【結論】

治療意図による言語の使い分けの必要性が示唆された。また適切な比喩的表現は牽引側、受け手側、両者にとって最も統一した筋収縮活動を起こした。このことから、運動指導を担う理学療法士には他者と共有しうる多彩な比喩表現の必要性が示唆された。

P-KS-30-3**健常若年女性に対する胸背部への徒手的圧迫刺激が自律神経活動、体表温度の変化に及ぼす影響**

江崎 百花

国際医療福祉大学 福岡保健医療学部

key words 女性・圧迫刺激・自律神経**【はじめに、目的】**

疼痛に関する有訴者数は、女性が多く(平成19年国民生活基礎調査)痛覚閾値や痛覚刺激による耐性が低いと言われている(千田ら2004)。自律神経の反応は、慢性疼痛との関連が深く、発汗異常、皮膚温の変化と交感神経の機能異常が関与している。

川村ら(1999)は、健常若年者の自律神経活動の性差を比較検討し、女性の循環動態の調節は副交感神経との関連が強いと報告している。理学療法では、胸椎のマニピレーションが指先の皮膚温を上昇させ、軽微な圧迫刺激が遅く鈍い痛みを特異的に抑えることから、胸背部への体性感覚入力が自律神経活動に影響を及ぼす可能性がある。

【方法】

対象は、健常成人女性10名とした。測定条件は、室温25℃前後で対象者を背臥位とし、メトロノームを用いて呼吸数を12回/分で行うよう指示した。

測定項目は、体表温度、心電図とした。胸背部への徒手的圧迫刺激は、簡易的体圧・ズレ力同時測定器プレディア MEA (mol-ten)を用い、右第2-4胸椎棘突起の1横指下外側に圧力センサーを接着して50mmHgに調整した。

体表温度は防水型デジタル温度計SK-250WP(佐藤計量器製作所)を使用し、右中指指尖で測定し、刺激中の最高値を代表値とした。心電図の測定は、心拍ゆらぎ測定機器Mem-calca(Tawara)を使用した。心拍変動解析は、R-R間隔の変動をCVRR、0.04~0.15Hz(低周波数域帯、LF)、0.15~0.40Hz(高周波数域帯、HF)として行った。自律神経活動の指標はTotal Power(TP)が自律神経全体の活動、LFが心臓交感神経と副交感神経活動、HFが副交感神経活動、CVRRが迷走神経活動、LF/HFが交感神経活動とされている。測定プロトコールは、圧迫前の安静10分(以下、圧迫前)、胸背部圧迫10分とした。統計学的分析はSPSS22.0(IBM)を用いて圧迫前後の比較を対応のあるt検定を行い、有意水準5%未満とした。

【結果】

TPは圧迫前 1899.8 ± 1228.0 から圧迫後 2840.3 ± 1609.1 と有意に上昇した($p < 0.01$)。CVRRは圧迫前 4.5 ± 1.52 から圧迫後 5.2 ± 1.80 と有意に上昇した($p < 0.05$)。LFは圧迫前 556.0 ± 375.0 から圧迫後 770.3 ± 444.7 と有意に上昇した($p < 0.05$)。右手指指尖の皮膚温は $BL32.2 \pm 2.51$ から最高温度 32.7 ± 2.17 と有意に上昇した($p < 0.05$)。

【結論】

健常若年女性に対する胸背部への持続的圧迫刺激は迷走神経活動の上昇と相対的な交感神経活動抑制状態となり、皮膚血管が拡張し皮膚温は上昇した。

P-KS-30-4**一過性の有酸素運動における運動セルフエフィカシーに影響を与える要因について**石田 武希¹⁾, 西田 裕介²⁾¹⁾トレーニング型デイサービス ぷらすワン, ²⁾聖隷クリストファー大学・大学院**key words** 運動セルフエフィカシー・運動感情・疲労**【はじめに, 目的】**

糖尿病患者における運動の利益は数多くある。一方で糖尿病患者の運動アドヒアランスやコンプライアンスが低いことが課題として挙げられており、運動効果だけでなく糖尿病患者の運動導入の仕方や運動の習慣化を考慮しなければならない。運動アドヒアランスに影響を与えているものとして運動セルフエフィカシーが考えられているが、近年新たな要因として運動の好き嫌い(運動感情)も考えられている。

そこで本研究の目的は、一過性の有酸素運動における運動前後それぞれの運動セルフエフィカシーに影響を与える要因を明らかにすることとした。

【方法】

本研究は、整形外科疾患、内部疾患がない非喫煙者の健常成人16名(年齢:21.9歳, 性別 男性:10名 女性:6名, BMI:21.2±2.71kg/m²)を対象に実施した。測定は2日間必要とし、1日目に運動負荷試験を実施し、2日目に精神的ストレス課題である2 back testを行った後に最大酸素摂取量70%での自転車運動を30分実施した。評価項目は、運動感情、運動セルフエフィカシー(ESE)、VO₂max、Borg scale、運動固有の感情の評価としてWaseda Affect scale of Exercise and Durable Activity(WASEDA)を用いた。統計学的検討では運動前後のESEと関係がある要因をPearsonの積率相関分析を用いて明らかにし、さらに運動前後それぞれのESEに影響を与える要因を重回帰分析を用いて明らかにした。それぞれ有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】

運動前ESEと関係が認められたのは、運動感情、VO₂max、運動前Borg scale、運動後ESE、Borg scale、WASEDA高揚感・否定的感情であった(p<0.05)。運動後ESEと関係が認められたのは、VO₂max、運動前ESE、運動後WASEDA高揚感、運動前WASEDA否定的感情、運動後WASEDA否定的感情、運動前Borg scale、運動後Borg scaleであった(p<0.05)。重回帰分析の結果、運動前ESEに影響を与える要因として、運動感情のみが抽出された(p<0.05)。また運動後ESEに影響を与える要因としては、運動前ESEが抽出された(p<0.05)。

【結論】

本研究の結果から、運動感情はESEに影響を与える可能性があることが明らかとなった。運動の好き嫌いはセロトニンの分泌に関わる遺伝子や脳活動に差があり、この差によってESEが変化してくる可能性がある。ESEは運動アドヒアランスを予測するものであり、運動感情を考慮することでESEが向上し、最終的に運動アドヒアランスが向上する可能性があると考えられる。以上のことからESEの向上を促すためには、身体的要因だけでなく運動感情のような精神的要因も考慮し、運動参加者が運動に対して肯定的な感情を持てるような対策が重要である。

P-KS-30-5**運動イメージが F 波に与える影響
ピンチ力・指の感覚・筋収縮イメージによる考察**

菊地 博一, 牧野 均, 木村 一志

北海道文教大学人間科学部理学療法学科

key words 運動イメージ・F波・対立運動**【はじめに, 目的】**

本研究は、運動イメージ時の特徴を参考に運動イメージ方法を明確にすることで、より脊髄神経機能を興奮させる運動イメージの方法が確立できると考え、先行研究に基づき3つのイメージを設定し、脊髄神経機能の興奮性に影響があるかF波を用いて測定、安静時とイメージ中、また、それぞれどの方法に効果があるか比較することを目的とする。

【方法】

本学校に在籍し、上肢または手指に神経疾患や運動器疾患のない健常成人43名(男子:21名, 女子:22名)とした。また、①筋収縮・指の感覚イメージ群(10名)②ピンチ力・指の感覚イメージ群(10名)③ピンチ力・筋収縮イメージ群(10名)と対照群(13名)に無作為に分けた。全員、左正中神経を刺激し左母指球筋で導出した。

実験は、すべて安静座位で左肘関節屈曲位にし、台に左前腕をのせ、計測時は、左前腕回外位で計測を行った。安静時F波を測定する。次に、ピンチメーターを用いて左示指と母指で対立運動の10秒間の最大収縮を計測する。その後、①筋収縮・指の感覚イメージ群(以下①の群)②ピンチ力・指の感覚イメージ群(以下②の群)③ピンチ力・筋収縮イメージ群(以下③の群)と対照群において左示指と母指の対立運動を最大収縮の50%で練習を行う。練習方法は、①の群は、ピンチ力を口頭で伝え行う。②の群は、ピンチ力・指の感覚に意識して練習を行う。③の群は、ピンチ力・筋収縮を意識して練習を行う。対照群は、ピンチ力・指の感覚・筋収縮を意識しながら練習を行う。練習内容は、10秒間ピンチメーターで左示指と母指の対立運動を最大収縮の50%で行い、5秒休息を1セットとし、4セット行う。練習後5分間の休息を取り、練習時の対立運動を、練習時にそれぞれ意識した部分に意識を置きイメージを行ってもらおう。同時に、イメージ想起中のF波を測定する。

F波刺激条件は、刺激頻度0.5Hz、刺激持続時間0.2ms、刺激強度はM波最大上刺激(M波最大刺激の1.2倍の強度)とし、比較項目は、F波出現頻度、振幅F/M比、F波潜時とした。

【結果】

F波出現頻度と振幅F/M比において、①・②・③の群で安静時とイメージ中、対照群と各群、群間の比較で有意差はなかった。F波潜時においては、②の群で安静時とイメージ中の比較において有意に減少した($p=0.008$)。その他、F波潜時に有意差はなかった。

【結論】

F波出現頻度や振幅F/M比が増加しなかった理由は、イメージの方法に関係あると考え、

F波潜時が有意に減少する結果から、運動イメージにより、有意に早く神経を刺激したと考える。他に、上位運動ニューロンの障害で脊髄運動ニューロン興奮性の亢進がされ、F波出現頻度や振幅の増加が起きる。今回、F波出現頻度や振幅F/M比の増加はしなかった。F波潜時の減少が起きた理由として、F波伝導経路中の前角細胞で、運動イメージにより中枢からの抑制が減少し、F波潜時が減少したと考える。

運動イメージにおいて、効果的なイメージ方法を検討することでリハビリが行えないときでも末梢神経まで活動を促すことができると考える。

P-KS-32-1**高齢者の外出に必要な歩行能力を評価する方法の検討**知念 紗嘉¹⁾, 菅沼 一男²⁾, 金子 千香²⁾¹⁾自宅会員, ²⁾帝京科学大学**key words** 高齢者・歩行能力・外出頻度**【はじめに, 目的】**

近年, 健康寿命が重要であると言われている。高齢者が自立した生活を送る上で, 歩行は基本的で重要な能力であり, 歩行能力の低下は閉じこもり状態をもたらす可能性を指摘し, 閉じこもりは意欲やソーシャル・ネットワークを著しく低下させることを報告されている。このことから, 歩行能力は高齢者が社会の中で生活する上で重要な要素となる。高齢者が社会の中で生活するためには外出することが必要である。歩行能力と外出の可否についての報告は数多くなされている。しかし, 歩行能力と外出頻度を示した報告は少ない。つまり「できる外出」の可否についての検討はされているが「している外出」について必要な歩行能力を評価する方法について検討されていない。本研究は「している外出」に関係のある歩行能力について検討することを目的とした。

【方法】

対象者は65歳以上の虚弱高齢者30名(男11名, 女性19名)であり, 年齢 77.4 ± 4.8 歳, 身長 153.0 ± 8.7 cm, 体重 51.9 ± 8.5 kgであった。対象者は, 日常生活自立度判定基準ランクI以上とし, 外出頻度が週に1回以上外出する場合を高外出頻度群, 週1回も外出しない場合を低外出頻度群とした。除外基準は中枢性疾患や認知機能低下を認めるものとした。

測定項目は3mジグザグ歩行テスト(以下, 3ZWT), TUG, 10m歩行テスト, 転倒自己効力感(以下, MFES), 自己効力感尺度(以下, SEGE)とした。各歩行能力評価の測定順は2回行い最速値を採用した。3ZWTは, 増田の方法を用い, その他の評価は一般的に行われている方法とした。

統計学的解析は, 低外出頻度群と高外出頻度群に対して, 3ZWT, TUG, 10m歩行テスト, MFSE, SEGEが影響するかを知るため, 多重ロジスティック回帰分析を適用させた。変数の選択は尤度比検定による変数増加法を用いた。また, 低外出頻度群と高外出頻度群の3ZWT時間の群間比較に, 対応のないt検定を行った。さらに, 低外出頻度群と高外出頻度群を最適分類するためにROC曲線を求め, 3ZWT時間のカットオフ値を算出した。統計ソフトは, SPSS Ver.15J for Windowsを使用し有意水準は5%未満とした。

【結果】

低外出頻度群と高外出頻度群の群間比較の結果, 全ての運動機能において高外出頻度群が低値を示した。外出頻度の高低に影響する変数として, 3ZWTが選択された(尤度比検定で $p < 0.05$)。3ZWTのオッズ比は0.419(95%信頼区間0.204~0.860)変数の有意性は, 3ZWTが $p < 0.05$ であった。このHosmer-Lemeshow検定結果は, $p = 0.665$ で適合していることが示され, 予測値と実測値の判別の中率は86.7%であった。また, 3ZWT時間のカットオフ値は11.1秒であった。

【結論】

低外出頻度群と高外出頻度群の歩行能力テストを比較するとすべての評価で高外出頻度群の歩行能力が優れていたが, 外出頻度の高低に影響する歩行能力評価として3ZWTが選択された。したがって, 高齢者の「している外出」を評価する方法として3ZWTを用いることができると推察した。また, MFSE, SEGEは影響がないことが示唆された。

P-KS-32-2**回復期病棟入院患者の転倒リスクと後方歩行速度との関連**山崎雄一郎¹⁾, 新井 智之²⁾, 岩附 泉¹⁾, 橋本 拓歩¹⁾, 岩尾 健太¹⁾¹⁾社会福祉法人毛呂病院リハビリテーション科, ²⁾埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科**key words** 後方歩行・歩行速度・転倒リスク**【はじめに, 目的】**

日常生活にて数歩後方へ下がる事や方向転換時に後方歩行を行うことは多い。回復期病棟の入院患者においても、同様の場面に於いてふらつきを認める事や転倒する患者がいる事を経験し、後方への移動能力の評価が必要ではなかと考えた。先行研究では、5m backward walking test と転倒経験の有無に関する報告(川本ら, 2010)や健常高齢者の後方歩行能力とバランス能力の関連についての報告(美和ら, 2007)がされている。しかし、多くは健常高齢者や自宅で生活している高齢者を対象としている。そこで、本研究では入院患者の転倒リスクの高低を調査し、後方歩行速度との関連を明らかにする事を目的とした。

【方法】

対象は、2014年11月から2015年9月の間に当院回復期病棟に入院した患者で、研究に同意を得られた60人(平均年齢72.1±11.8歳, 男29人, 女31人)を対象とした。対象の適応基準は、歩行補助具を用いた歩行または杖なし歩行が自立している者とした。患者の内訳は、脳血管疾患20人、運動器疾患21人、廃用症候群19人であった。測定項目は、年齢、性別、Body Mass Index (BMI)、改訂版長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)に加え、片脚立ち時間、最大歩行速度(前方10m, 後方5m)、Functional Independence Measure (FIM)の運動と認知をそれぞれ測定した。さらに、アンケート調査として転倒スコアを調査した。後方歩行の測定は川本ら(2013)の方法に従い測定した。5m後方歩行のコース設定は助走路を設けず、5mの直線歩行路を最大努力で後方に歩行し、その際の歩行速度を計測した。解析は転倒スコアの点数を元に、10点以上を転倒高リスク群、10点未満を転倒低リスク群の2群に分け、各測定項目を両群間で比較した(t検定, X²検定)。さらに単変量解析において有意であった項目を独立変数、転倒リスクの高低を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行い、オッズ比を求めた。解析には、SPSS 20.0J Windowsを用いた。

【結果】

転倒スコアの調査により入院患者60人中、転倒高リスク群は29人、低リスク群は31人であった。両群間の比較において有意であった項目は、片脚立ち時間、10m歩行速度、5m後方歩行速度、HDS-R、FIM(運動)、FIM(認知)であった。この単変量解析において有意であった項目に加え、年齢、性別を独立変数として、多重ロジスティック回帰分析を行った結果、転倒リスクに関わる因子として有意であった項目は、5m後方歩行速度とFIM(認知)であった。オッズ比は5m後方歩行速度は0.046(95%信頼区間0.005-0.446)、FIM(認知)は0.829(95%信頼区間0.697-0.986)であった。

【結論】

本研究の結果から転倒リスクには、5m後方歩行速度とFIM(認知)が関わる事が示された。今回の対象者は、前方への移動が自立していたことからより動作の難易度が高い後方歩行において転倒リスクとの関連が示唆された。このことから、自立度の高い対象者においては前方歩行と合わせて後方歩行速度の評価を行う事で転倒リスクをより鋭敏に予測できる可能性が示唆された。

P-KS-32-3**回復期病棟における大腿骨近位部骨折患者の退院時歩行自立度に関連する栄養指標を含めた因子の検討**

久佐 淳一, 松元 裕明, 鍋木 康宏, 白井 正樹

東芝林間病院 リハビリテーション科

key words 大腿骨近位部骨折・歩行自立・BMI**【はじめに, 目的】**

我々は過去の研究にて、大腿骨近位部骨折患者における回復期病棟入院時の Mini Nutritional Assessment-Short Form (以下: MNA-SF) の低値が、ADL 能力の改善を妨げ、退院時の歩行自立度に影響を与えることを報告した。しかし MNA-SF は歩行能力や急性疾患を含む包括的な栄養指標であり、十分な歩行の予後予測因子とはいえなかった。そこで本研究では、回復期病棟における大腿骨近位部骨折患者の退院時歩行自立度に関連する因子を、MNA-SF と血液データや他の栄養指標も含めて検討を行った。

【方法】

対象は、2013年12月～2015年9月までに当院回復期病棟を経て退院した大腿骨頸部骨折及び転子部骨折患者で、データに不備のなかった66名とした。(年齢: 81.5 ± 6.7 歳, 男女比 17:49, 術式: 人工骨頭置換術 32名, γ -nail 27名, ハンソンピン 5名, 保存 2名)

カルテより対象者の年齢, 性別, 回復期病棟入院時の Berg Balance Scale (以下: BBS), Mini-Mental State Examination (以下: MMSE), 握力, Body Mass Index (以下: BMI), 血清アルブミン (以下: Alb), MNA-SF, 退院時の歩行自立度を調査した。歩行自立の条件は、病棟生活において 45m 以上連続で自立歩行が可能であることとし(杖または装具の使用は可), それに該当する者を自立群 (31名), 監視または介助が必要な者を介助群 (35名) に分類した。

統計学的分析は、ロジスティック回帰分析(尤度比による変数減少法)を用いた。目的変数は歩行自立とし、説明変数はカルテ調査内容を T 検定, Mann-Whitney の U 検定, χ^2 検定の上決定した。以上の解析には SPSS statistics20 を用い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

2群間の差の検定では BBS, MMSE, 握力, BMI, Alb, MNA-SF にて有意差を認め ($p < 0.05$), 説明変数として投入した。

ロジスティック回帰分析の結果、歩行自立に関連する因子として BBS, MMSE, BMI が採択された ($p < 0.05$)。オッズ比は BBS 1.14, MMSE 1.22, BMI 1.27 を示し、判定的中率は 84.8% と良好なモデルであった。

【結論】

今回の結果より、回復期病棟における大腿骨近位部骨折患者の入院時の BMI が低値であることは、バランス能力低下や認知機能低下と並んで、退院時の歩行自立度に関連する因子となることが示唆された。先行研究では、大腿骨近位部骨折患者の歩行自立に影響する栄養指標として、アルブミンが低値であることや入院中の体重減少等が報告されているが、今回は入院時の BMI が採択された。

新井らは、BMI が低値である地域高齢者であっても、運動プログラムの介入によって一定の身体機能向上が得られたと報告している。また BMI が低値である低栄養患者には、栄養と運動介入の併用が望ましいことが過去の研究によって知られている。回復期病棟においても BMI が低値である患者には、入院時の早期より体重減少等の評価を実施した上で、積極的な栄養及び運動介入が重要であると考えられる。

P-KS-32-4**回復期リハビリテーション病棟入院時の下腿最大周径と各基本動作の自立度の関係性
～日常生活機能表を用いて～**

遠藤 佳章^{1,2)}, 鈴木 裕子¹⁾, 三浦 寛貴^{1,2)}, 屋嘉比章紘^{1,2)}, 鈴木 宗弘¹⁾, 田崎 正倫¹⁾,
小野寺慎之助¹⁾, 大平 和弥¹⁾, 久保 晃³⁾

¹⁾国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室, ²⁾国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻,
³⁾国際医療福祉大学 保健医療学部

key words 下腿最大周径・日常生活機能表・自立度

【背景・目的】

下腿最大周径(以下:MCC)は簡易的で非侵襲的に測定可能であり、栄養状態の評価や全身の筋肉量の評価といった全身状態が推定可能な指標である。また、MCCは日常生活動作の指標と有意な相関があるといった先行研究がある。しかしながら、具体的にどの基本動作の自立度が、MCCとの関わりが深いのかといった研究はない。

そこで本研究では、回復期リハビリテーション病棟入院時のMCCを測定し、各基本動作の自立度との関係性を明らかにすることを目的とした。

【対象】

対象は当院回復期リハビリテーション病棟に平成27年3月から11月に入院した患者62名(年齢77.9±11.6歳, 男性29例, 女性33例)とした。対象者の主たる疾患の内訳は、脳血管系疾患35例, 運動器系疾患27例である。入院時FIMは71.7±30.0点である。発症からの期間は40.5±19.6日である。

【方法】

MCC測定は、当院回復期リハビリテーション病棟に入院してから2週間以内に、当院理学療法士が行った。測定部位は、対象者の非障がい側もしくは障がいの軽度な側の下腿を選択した。松田らの報告を参考とし、腓骨頭下端から外果中央までの下腿長を100%とする場合に、腓骨頭下端から26%の位置で測定した。

日常生活機能評価については、当院看護師が入院時に評価した各動作項目(寝返り・起き上がり・座位保持・移乗・移動方法)の自立度をカルテより後方視的に抽出した。

各動作において完全に自立している群(以下:自立群)と見守り・一部介助・修正自立を含んだ自立していない群(以下:非自立群)に分け、MCCについて対応のないt検定をおこなった。有意水準は5%とした。

【結果】

寝返りでは自立群は17名MCC 31.2±3.3cm, 非自立群は45名MCC 29.3±2.9cmとなった。起き上がりでは、自立群は41名MCC:30.9±2.4cm, 非自立群は21名MCC:27.7±3.2cmとなった。座位保持では、自立群は34名MCC:31.1±2.6cm, 非自立群は28名MCC 28.2±3.0cmとなった。移乗では、自立群は14名MCC 31.6±2.8cm, 非自立群は48名MCC 29.3±3.0cmとなった。移動方法では、自立群は11名MCC 31.3±2.0cm, 非自立群は51名MCC 29.5±3.2cmとなった。

寝返り・起き上がり・座位保持・移乗での自立群と非自立群の間に有意な差が認められた。移動での自立群と非自立群の間では有意な差が認められなかった。

【考察】

本研究では入院時の寝返り・起き上がり・座位保持・移乗の自立度によりMCCに特徴が存在することが示唆された。

今後は退院時の基本動作の自立度および自立度変化とMCCとの関係を明らかにしていくことで、理学療法評価の一助とした。

P-KS-32-5**慢性疼痛を有する外来患者の身体活動量と運動機能の特徴**新田 元¹⁾, 平賀慎一郎²⁾, 瀧野 皓哉³⁾, 山田 翔太⁴⁾, 松原 崇紀²⁾, 肥田 朋子⁵⁾¹⁾藤枝平成記念病院 リハビリテーション部, ²⁾金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科 機能解剖学,³⁾岐阜ハートセンター 心臓リハビリテーション室,⁴⁾名古屋市立西部医療センター リハビリテーション科, ⁵⁾名古屋学院大学 リハビリテーション学部**key words** 慢性疼痛・身体活動量・運動機能**【はじめに, 目的】**

国民生活基礎調査によると, 病気やけが等の自覚症状として主に疼痛を訴えることが示されている。また, 当院に長期間通院している外来患者もその主症状として疼痛を訴えることが多く, このような疼痛は運動機能低下と関連性があることが報告されている。一方, 基礎的研究領域においても身体活動量の低下が疼痛を増悪させることが報告されている。そのため, 慢性疼痛に関しては単に器質的な問題としてのみ捉えるのではなく, 身体活動量などの因子を踏まえた上で検討していく必要がある。しかし, 実際には運動機能の低下を認めないにも関わらず, 疼痛を強く訴える患者にも遭遇し, その患者の有する疼痛を理解することに難渋する。そこで, 慢性疼痛を有する患者に関わる因子を特定するため, 今回我々は慢性疼痛を有する外来患者の身体活動量や運動機能の特徴を調査した。

【方法】

3ヶ月以上疼痛を有する男性12名, 女性9名の計21名の外来患者(平均年齢70.3±12.1歳)を対象とした。同意が得られなかった者, 各種評価が実施できない者や疼痛に影響を与える合併症がある者は除外した。国際標準化身体活動質問表(International Physical Activity Questionnaire: IPAQ)によって算出された身体活動量により, IPAQ カテゴリー2の条件を満たした者を高活動群, 満たしていない者を低活動群に振り分けた。運動機能の評価にはTimed Up and Go Test (TUG), 最大歩行速度, 5回立ち座り試験, 握力を用い, 疼痛強度の評価は数値的アナログスケール(Numerical Rating Scale: NRS)を用いた。統計学的検定について, 最大歩行速度, 握力, 疼痛強度には対応のないt検定, その他項目にはMann-WhitneyのU検定を用い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】

IPAQにより分類された身体活動量は高活動群が4492.7±3280.7 MET-分/週(11名), 低活動群が408.5±494.1 MET-分/週(10名)であった。運動機能評価の結果ではTUG(高活動群8.9±2.9秒, 低活動群7.8±1.5秒), 最大歩行速度(高活動群81.4±19.8 m/s, 低活動群92.8±17.0 m/s), 5回立ち座り試験(高活動群12.7±5.6秒, 低活動群13.9±6.1秒), 握力(高活動群28.0±8.1 kg, 低活動群27.3±11.2 kg)であり, 両群の各運動機能に有意差は認めなかった。しかし, 疼痛強度の評価では, 高活動群のNRS 4.8±1.9に対して, 低活動群のNRSは7.4±1.7と有意に高値を示した(p<0.01)。

【結論】

身体活動量の違いにより疼痛の訴える程度が異なり, 運動機能が低下していなくとも身体活動量が低下している場合は, 疼痛を強く訴えることが明らかとなった。しかし, この疼痛に関わる因子を明らかとすることができなかったため, 今後は身体活動量と疼痛に関わる因子を多面的に評価していきたいと考えている。

P-KS-32-6**入院前独居患者の転帰先と FIM の関係性
回復期病院入院患者の自宅復帰群と自宅以外の検討**

武井 宏彰

宇都宮リハビリテーション病院

key words 回復期・FIM・在宅復帰**【はじめに、目的】**

回復期リハビリテーション病院は多くの入院患者が自宅復帰できることを目標としている。自宅復帰するには、日常生活活動(ADL)の自立度が大きく影響するという事が多くの先行研究の結果より示されている。しかし、入院前の生活が独居でありその転帰先と FIM の関係を研究した例はない。当国は高齢者人口の増加に伴い高齢者単身世帯の割合も増えて、2007年(平成19年)では既に23%を超えており、医療・介護を受ける際に必要な家族等のサポートを得られないケースに対して、社会保障の仕組みの中での支援がより重要性を増している。終末期医療に関する報告によれば、2000年現在、病院で亡くなる要介護高齢者は81%に達しておりその割合は増加傾向にある。一方で、自宅で亡くなる割合は減少傾向にあり、自宅や居住施設など住み慣れた場所で終末期を迎えたいという高齢者の希望に相応していないという現状がある。よって回復期リハビリテーション病院の役割はADL自立の尺度である Functional Independent Measure (FIM) の点数の向上を図り、社会保障等を活用し自宅復帰率を向上する事であると考えられる。そこで今回入院前独居患者の転帰先と FIM の関係を調査することとした。

【方法】

対象は平成27年1月1日から平成27年10月1日の6か月間で退院した患者のうち、急性期病院転院・死亡退院を除外した60歳以上の51名を対象とした。平均年齢は79.4±7.8歳、男性18例、女性33例であった。

方法は転帰先を自宅と自宅以外の2群に分類し、退院時のFIM各項目の点数と退院先(自宅・それ以外)との対応をFREESTATを使用しMann-WhitneyのU検定を行った。単変量解析で有意差を認めた項目を説明変数、自宅とそれ以外を目的変数としロジスティック回帰分析変数増加法を用いて分析した。

【結果】

運動項目のみでロジスティック回帰分析を行った結果、食事と排尿コントロールの2変数が選択された。(p>0.05)オッズ比は食事:0.307、排尿コントロール:0.790であった。的中率は78.4%であった。認知項目のみでロジスティック回帰分析を行った結果、問題解決の1変数が選択された。(p<0.01)オッズ比は0.574であった。的中率は90.19%であった。

【結論】

食事は基本的欲求の1つであり、生命維持に欠かす事の出来ないものである。また、排泄はその行為に尊厳が伴う為自力で行いたいと願う行為である。つまり、基本的な欲求、尊厳を保ち、社会福祉等で問題解決の支援が出来れば独居であっても在宅復帰することが可能であると考えられる。理学療法士の強みである全身の運動連鎖、筋骨格系からADL動作を分析・評価しアプローチに繋げる事、脳機能の知識より社会性、行動が起こるまでの過程を評価しアプローチに繋げる事が出来れば他職種間との連携により、独居高齢者の自宅復帰が可能であることが考えられる。

P-KS-33-1**筋損傷からの再生能において骨格筋部位特異性は存在するか？**

吉岡 潔志, 小川 静香, 瀬古 大暉, 藤田 諒, 久松 翼, 李 桃生, 小野 悠介

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 幹細胞生物学研究分野

key words 骨格筋・筋再生・サテライト細胞**【はじめに、目的】**

骨格筋は打撲による外力, 外科的手術, 運動などにより損傷しても, 数週間で修復・再生される。筋の再生能は, 筋の周囲に存在するサテライト細胞とよばれる骨格筋幹細胞が担っている。これまで, 骨格筋に対するリハビリテーション介入において, 骨格筋間における筋再生能の差は考慮されていなかった。しかし近年, サテライト細胞は体内の骨格筋間で質的に著しく異なる集団であることが報告され(Ono, 2014), 筋再生能も身体部位ごとに異なるのではないかと考えた。そこで本研究では, 体内の骨格筋間での筋再生能の違いを検証することを目的とした。

【方法】

8週齢の雄性マウス(C57BL/6J)を用い, 左側の咬筋(MAS)及び前脛骨筋(TA)にカルディオトキシン(CTX)を注射し, 対象筋全体にわたって筋損傷を誘発した。2週間後, 8週間後にそれぞれの筋を摘出し, 組織横断切片を作成し, Lamininの染色により筋線維横断面積(CSA)を, Pax7の染色によりサテライト細胞数を測定した。また, 繰り返し損傷後の筋再生能を調べるため, 最初のCTX注射から2週間後にもう一度, CTX注射により筋損傷させる群を作成し, 2回目の筋損傷から2週間後にCSAを測定した。Con群は同一個体の非損傷側の筋とした。CSAはヒストグラム分布により評価し, 他の結果の統計処理にはt検定を用い, 有意水準は $P < 0.05$ とした。

【結果】

最初のCTX注射による筋損傷から2週間後, CSAはどちらの筋でもCon群と比べ減少した。この時, サテライト細胞数を比較すると, TAはCon群と比べて有意に多く, MASではCon群と比べて差がみられなかった(TA損傷群: 31.2 ± 1.7 個/ mm^2 , TA Con群: 14.7 ± 4.0 個/ mm^2 , MAS損傷群: 13.6 ± 2.1 個/ mm^2 , MAS Con群: 14.5 ± 2.0 個/ mm^2)。このサテライト細胞数の差を反映するように, 筋損傷から8週間後のTAではCon群に比べてCSAが大きくなった一方で, MASのCSAは小さいままであり, TAはMASに比べ, 筋再生能が高いことを示唆する結果が得られた。この傾向は, 繰り返し損傷においてより顕著となり, 筋再生の許容量にもTAとMASで差があることを示す結果が得られた。

【結論】

本研究により, 筋再生能には骨格筋間で差があることが明らかとなった。一方, 損傷から再生した筋とその機能・出力の回復に関しては, 今回は検証しておらず今後さらなる検証が必要である。本研究は, 骨格筋に対するリハビリテーション介入に『身体部位による骨格筋の再生能の違い』という新しい視点を加え, 身体部位によって影響が異なるサルコペニアなどの筋疾患のメカニズム解明に貢献すると考えられる。

P-KS-33-2**温熱プレコンディショニングによる熱ショックタンパク質を介した腎虚血再灌流障害の改善**渡 孝輔^{1,2)}, 岩下 佳弘³⁾, 中村 智明^{2,4)}, 林田千夏子^{2,5)}, 飯山 準一³⁾¹⁾医療法人 桜十字病院, ²⁾熊本保健科学大学大学院 保健科学研究科 保健科学専攻 リハビリテーション領域,³⁾熊本保健科学大学 保健科学部 リハビリテーション学科, ⁴⁾医療法人朝日野会 朝日野総合病院,⁵⁾玉名地域保健医療センター**key words** 腎虚血再灌流障害・熱ショックタンパク質・caspase3**【はじめに, 目的】**

腎臓等の手術において、虚血再灌流障害は、術後臓器不全の原因となる主要な臨床的問題である。我々は、深部体温を1~2℃上昇させるマイルドな全身温熱(LTS)がアポトーシス経路に作用して腎不全マウスの腎機能を保護することを報告してきた。今回の研究目的は、LTSをプレコンディショニングとして使用したとき、腎虚血再灌流障害(IRI)マウスの腎障害の抑制を確認し、アポトーシスへの作用について検討することである。

【方法】

雄性マウス(C3H/He系統, 11週齢, 21~26g) 17匹を使用した。無作為に、IRI手術前にLTSを行うマウス(IRIS, n=6)、IRI手術のみのマウス(ISIC, n=6)、室温(25℃)介入後に偽手術を施すマウス(SC, n=5)の3群に分けた。SC群をコントロールとした。IRISマウスは39℃で15分間加温した後、35℃で20分間保温した。IRICマウスは同時間、25℃の加温器に入れた。LTSから12時間後に、IRI手術(虚血40分)を実施した。血液および腎組織は、IRI手術から24時間後に採取した。腎障害の指標である血漿クレアチニン(Cr)および血中尿素窒素(BUN)を評価した。腎組織の病理組織学的分析は、病理専門医によって盲検下に評価された。また、TUNEL染色にて死細胞数を、光学顕微鏡を用いカウントした。腎におけるタンパク質発現はウェスタンブロット法を用い、各バンドの密度を数値化し、βアクチンに対する相対値で示した。統計学的分析は、一元配置分散分析、事後比較にTurkey testを用いた。P値<0.05を統計的有意差ありとみなした。

【結果】

実験終了時点におけるIRIマウスのCrおよびBUN値はSCマウスに比して有意に上昇した(P<0.01)。IRIS群のCr値はIRIC群に比して有意な低値(IRIS: 1.1±0.3 mg/ml, IRIC: 1.9±0.8 mg/ml, P<0.05)を示した。BUNにおいても同様の結果であった(IRIS: 119±27 mg/ml, IRIC: 152±30 mg/ml, P<0.05)。IRISマウスの尿細管損傷はIRICマウスに比して明らかに軽く(P<0.05)、TUNEL陽性細胞数も有意に低値を示した(IRIS: 72/field, IRIC: 183/field, P<0.001)。アポトーシスに関わるcaspase3の活性は、IRICマウスに比しIRISマウスで有意に低下していた(P<0.05)。細胞保護に作用するリン酸化Hsp27(P<0.05)やHsp70(P<0.001)の発現は、IRICマウスに比しIRISマウスで有意に上昇した。

【結論】

LTS前処置は、行わなかったIRIマウスに比してCrやBUN値を有意に抑制した。虚血再灌流時にはATP枯渇による細胞内ホメオスタシスの崩壊、様々なケミカルメディエーターの放出により腎障害、特に代謝活性の高い尿細管が損傷を受ける。LTSはHsp27やHsp70など細胞恒常性に関わるタンパク発現を事前に誘導することで、腎耐性を高め、アポトーシス経路を抑制することが示唆された。

P-KS-33-3**マウス足関節底屈筋群の遠心性筋収縮による筋損傷モデルの開発**伊東 佑太¹⁾, 鈴木 惇也²⁾, 縣 信秀³⁾, 木村菜穂子⁴⁾, 平野 孝行¹⁾, 河上 敬介⁵⁾¹⁾名古屋学院大学 リハビリテーション学部, ²⁾三仁会 あさひ病院, ³⁾常葉大学 保健医療学部,
⁴⁾愛知医療学院短期大学, ⁵⁾大分大学 福祉健康科学部**key words** 筋損傷・足関節底屈筋群・マウス

【はじめに, 目的】常に一定量の筋線維が損傷するモデル動物の作製は, 理学療法効果の解明のために重要である。また, 可能であれば臨床に近い病態を持つ損傷モデルが好ましい。そこで我々はこれまで, ラットの足関節を一定の角速度で底屈させることにより, 前脛骨筋の伸張性収縮(LC)による安定した筋損傷モデルを作製し, 理学療法効果を検証してきた。しかし理学療法効果のメカニズム検証には, ラットより小さい(1/5)マウス筋損傷モデルを用いての遺伝子操作実験が不可欠である。また, タイプの異なる筋の理学療法効果を同時に観察できるモデルが有効である。そこで本研究では, マウスの足関節底屈の複数の筋群に対して, 異なる角速度のLCを行わせ, 生じる筋損傷の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】これまでに作製した小動物用足関節運動装置を用いて, ICR 雄性マウス(10週齢, n=6)の足関節底屈筋群に各々角速度 200, 400°/秒でLCを行わせた。麻酔下のマウスに, 表面電極を介した電気刺激(5mA, 周波数 100 Hz, 持続時間 1m秒; train 650 m秒)を与え, 足関節底屈筋群を収縮させた。このとき, マウス膝関節を 30°, 足関節を 140°の肢位とし, 足底を装置に固定した。そして電気刺激に同期させ, 足底を固定した装置のモーターを足関節背屈方向に回転させることで, LCを行った。モーターの可動範囲は 80°とした。このLCを, 10回/セット, 5セット行った(インターバル: 収縮間 9秒, セット間 60秒)。LCを行う 24時間前には, 損傷した筋線維を検出するために, Evans Blue Dye (EBD, 1%)をマウスに投与した。LCの30分後に腓腹筋, ヒラメ筋, 足底筋を採取し, 凍結横断切片を作製した。凍結横断切片は, 抗 Laminin 抗体を用いて免疫組織化学染色を施した。そして染色像から全筋線維に占める EBD 陽性である筋線維数を測定し, 1000本あたりの割合を算出して比較した。

【結果】LCを行ったマウスの腓腹筋, 足底筋には, ほとんど EBD 陽性筋線維が観察されず(200/秒: 腓腹筋: 0.145 ± 0.004 , 足底筋: 1.962 ± 0.302 , 400°/秒: 腓腹筋: 0.389 ± 0.084 , 足底筋: 9.824 ± 0.314), LCを行っていない筋(腓腹筋: 0.032 ± 0.032 , 足底筋: 2.167 ± 0.606)との間に有意な差はなかった。LCを行ったヒラメ筋には多くの EBD 陽性筋線維が観察され(200/秒: 40.107 ± 3.114 , 400°/秒: 75.518 ± 6.908), LCを行っていないヒラメ筋(5.107 ± 1.338)よりも有意に多かった($p < 0.05$)。2種の異なる角速度でLCを行ったヒラメ筋間に有意な差はなかった。

【結論】LCによりマウスヒラメ筋に約 4~8%の筋損傷を生じさせることができた。今回着目した角速度に加え, 収縮直後からの経過などを今後詳細に観察すれば, より有用なLCによるマウス足関節底屈筋群の筋損傷モデルを開発できると考える。

P-KS-33-4**ラットにおける低負荷・高負荷のトレッドミル運動が肺組織に及ぼす影響**

亀田 光宏^{1,3)}, 村田 健児¹⁾, 森 雅幸¹⁾, 森下 佑里¹⁾, 松本 純一³⁾, 国分 貴徳²⁾, 金村 尚彦²⁾

¹⁾埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所, ²⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科,

³⁾春日部中央総合病院 リハビリテーション科

key words 運動・肺組織・生化学分析**【はじめに, 目的】**

加齢に伴い呼吸機能の低下は肺炎や肺気腫を引き起こし, 日常生活活動量を低下させる。そのため, 運動は肺機能に良い効果をもたらすことが明らかになっているが, 肺実質に生化学的影響を及ぼすか否かの報告はない。そこで, 本研究では, 動物モデルから加齢に伴う運動介入(低負荷・高負荷:3ヶ月間)が肺実質に及ぼす影響について異化・同化作用を有する因子を中心に分子生物学的方法から明らかにする事を目的とした。

【方法】

対象は, 4ヶ月齢の Wistar 系雄性ラット 28 匹。対照群 (CTR) として4ヶ月齢ラット7匹, 4ヶ月齢より3ヶ月間の低負荷運動群 (low ex) 7 匹, 高負荷運動群 (high ex) 7 匹, 通常飼育群 (no ex) 7 匹の4群にて比較した。

運動は, 小動物用トレッドミル (MK-680 室町機械株式会社) を使用した。low ex は 12m/min (傾斜 0°) とし, high ex は 12m/min (傾斜 0°) より1分ごとに2m/min 増加させ最大 52m/min までとし all-out した時点で終了とした。介入頻度は, 3 days/week, 20min と設定した。生化学的分析は右中葉肺組織に対してリアルタイム PCR 法を使用した。目的遺伝子を, tumor necrosis factor- α (TNF- α) と interferon-gamma (IFN- γ), vascular endothelial growth factor (VEGF), 内部標準遺伝子を GAPDH とし, リアルタイム PCR 法を用い, $\Delta\Delta CT$ 法により相対値を算出した。統計処理は一元配置分散分析により比較検討した。

【結果】

TNF- α の発現量は CTR 群と比較し no 群では 1.25 倍, low 群では 1.39 倍, high 群では 1.11 倍であった。IFN- γ の発現量は CTR 群と比較し no 群では 1.15 倍, low 群では 1.17 倍, high 群では 1.04 倍であった。VEGF の発現量は CTR 群と比較し no 群では 0.82 倍, low 群では 0.81 倍, high 群では 0.88 倍であった。全群において統計的に有意差を認めなかった。

【結論】

肺実質は加齢によって肺胞腔域の拡大を示し, 炎症性細胞促進因子である TNF- α や IFN- γ の増加によって異化が促進されるが, VEGF の増加は肺胞修復過程における肺実質の形態維持に関与する。

TNF- α と IFN- γ で no 群・low 群に比較し high 群で低い傾向であったこと, 同様に VEGF で no 群・low 群に比較し high 群で高い傾向にあったことより, 運動負荷量の違いが肺実質における炎症性細胞因子や肺胞修復過程因子の発現量に異なった影響を及ぼす可能性が示唆された。本研究は運動負荷後に反応する肺実質の生化学的動態を検証したものであり, この反応が肺組織に影響を及ぼすか否かは組織学的検証が必要であり今後の課題である。

P-KS-33-5**不動化したラットヒラメ筋における伸張性の変化とコラーゲンの動態との関連性**本田祐一郎¹⁾, 田中 美帆²⁾, 佐々部 陵^{1,3)}, 片岡 英樹⁴⁾, 坂本 淳哉⁵⁾, 中野 治郎⁵⁾, 沖田 実³⁾¹⁾長崎大学病院 リハビリテーション部, ²⁾株式会社麻生 飯塚病院 リハビリテーション部,³⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻 リハビリテーション科学講座 運動障害リハビリテーション学分野,⁴⁾社会医療法人 長崎記念病院 リハビリテーション部, ⁵⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 保健学専攻 理学・作業療法学講座 理学療法学分野**key words** 不動・伸張性・線維化**【目的】**

不動状態に曝された骨格筋はその伸張性が低下し、筋性拘縮に発展することが知られている。そして、これまでの自験例の結果では、筋性拘縮の主要な病態にコラーゲンの過剰増生に伴う線維化の発生・進行が関与することが明らかになっている。しかし、不動に伴う骨格筋の伸張性の変化とコラーゲンの動態を同時に検索した報告はこれまでになく、両者の詳細な関連性は明らかになっていない。そこで、本研究では不動化したラットヒラメ筋を検索材料に用い、伸張性の指標である他動張力の変化とコラーゲンの動態を生化学・分子生物学的手法で検索し、両者の関連性を検討した。

【方法】

実験動物には8週齢のWistar系雄性ラット65匹を用い、両側足関節を最大底屈位で1, 4, 12週間ギプスで不動化する不動群(計33匹)と同期間、通常飼育する対照群(計32匹)に振り分けた。各不動期間終了後はヒラメ筋を採取し、その一部の試料は以下の方法で伸張性の指標である他動張力の検索に供した。すなわち、0.1mm/secの速度でヒラメ筋を他動的に伸張させ、その際の張力を測定し、解析ソフトを用い、張力が発揮される筋長(Slack Length, 1.0 Ls)から1.4倍にあたる筋長(1.4 Ls)における他動張力を算出した。また、この検索後はヒラメ筋を生化学的検索に供し、単位乾燥重量あたりのコラーゲン含有量を算出した。加えて、一部の試料は分子生物学的検索に供し、タイプI・IIIコラーゲンのmRNA発現量を定量化した。

【結果】

不動群の他動張力は各不動期間とも対照群より有意に高値を示し、これは不動期間依存的に有意な増加を認めた。また、不動群のコラーゲン含有量も各不動期間とも対照群より有意に高値を示したが、不動期間で比較すると不動4, 12週は不動1週より有意に高値を示すものの、不動4週と12週の間には有意差を認めなかった。ただ、他動張力とコラーゲン含有量の間には有意な正の相関関係が認められた。加えて、不動群のタイプI・IIIコラーゲンmRNA発現量はいずれも各不動期間において対照群より有意に高値を示したが、不動期間で比較するとタイプIコラーゲンmRNA発現量のみ不動4, 12週が不動1週より有意に高値を示し、不動4週と12週の間には有意差を認めなかった。

【結論】

今回の結果から、他動張力とコラーゲン含有量の間には有意な正の相関関係を認め、このことはコラーゲンの増生に伴う線維化の進行と相まって骨格筋の伸張性が低下することを示唆している。そして、線維化の進行にはタイプIコラーゲンの増生が強く影響していることも明らかとなった。しかし、他動張力は不動期間依存的に有意な増加を認めるものの、コラーゲンの動態は不動4週と12週の間には有意な変化は認められなかった。つまり、不動期間の延長に伴う伸張性低下の進行はコラーゲンの量的変化だけでは説明がつかず、この点を明らかにすることが今後の課題である。

P-KS-33-6**廃用性筋萎縮誘発と再荷重のプロセスにおける炎症性サイトカインや酸化ストレスマーカーの動態**廣瀬 昇^{1,2)}, 森 優樹³⁾, 勝田 若奈^{3,4)}, 相原 正博¹⁾, 斉藤 史明²⁾, 萩原 宏毅^{2,3)}¹⁾帝京科学大学医療科学部理学療法学科, ²⁾帝京大学神経内科,³⁾帝京科学大学大学院理工学研究科バイオサイエンス専攻医療科学分野,⁴⁾国立精神・神経医療研究センター病院身体リハビリテーション部**key words** 再荷重・炎症性サイトカイン・酸化ストレス

【はじめに, 目的】長期間にわたる不動は骨量低下や筋萎縮の原因となる。その予防策として, 早期より理学療法介入が必要とされている。しかし, 萎縮筋に対する過負荷な機械的ストレスが微細損傷を発生し筋萎縮を増悪させるという問題点もある。そのため, 臨床でも筋力増強に繋がらない症例も多く経験する。骨格筋の筋萎縮に関与する因子として, 炎症性サイトカインや酸化ストレスが指摘されている。例えば, 運動時や運動終了後数時間を経過すると, IL-2やTNF- α などのサイトカインが上昇し, 好中球をプライミングして活性酸素を放出し, 微細筋損傷を誘発して筋萎縮が促進されると報告されている。しかし, 骨格筋に対する筋萎縮のメカニズムは, いまだ全容は解明されていない。特に, 関節拘縮を伴った廃用性筋萎縮に再荷重を実施した際の微細筋損傷に着目し, 炎症性サイトカインや酸化ストレスがどのような影響を及ぼすのか検討した報告はほとんど無い。そこで, 今回, 廃用性筋萎縮誘発と再荷重のプロセスにおける炎症性サイトカインや酸化ストレスマーカーの動態について検討した。

【方法】10週齢のC57BL/6系雄マウスを, コントロール群(以下, Co群), ギプス固定継続群(以下, NL群), ギプス固定後再荷重群(以下, RL群)に分類した。ギプス固定は右側後肢を, 膝関節伸展位, 足関節底屈位にて2週間固定を実施した。マウスは前肢と一側後肢でケージ内を移動でき, 餌と水を自由に摂取できるようにした。実験期間の終了後に採血し, またヒラメ筋を摘出した。摘出筋は, 筋湿重量計測後に凍結横断切片を作成し, ヘマトキシリン-エオジン染色にて観察するとともに筋線維径分布について測定した。また, 血液サンプルより血清を得た後, 炎症性サイトカインであるIL-1 β , IL-2やTNF- α の血中濃度, 酸化ストレスマーカーであるヒドロペルオキシド含有量を定量化した。

【結果】各群の平均筋線維径分布は, Co群と比較して, NL群, RL群とも低値を示していた。炎症性サイトカインとして, IL-1 β は, NL群, RL群, Co群の順で高値を示した。また, IL-2, TNF- α は, NL群が高値のもの, Co群とRL群では同値を示していた。ヒドロペルオキシドは炎症性サイトカインと同様の変動を示した。

【結論】平均筋線維径分布より, 短時間の再荷重では筋萎縮を改善するまでは認められなかった。一方, IL-1 β , IL-2やTNF- α , および, ヒドロペルオキシドの発現の変動は, 廃用性筋萎縮誘発と再荷重のプロセスにおける筋萎縮や微細筋損傷の病態を反映している可能性が示唆された。さらに詳細な病態の解明に取り組んでいきたい。

P-KS-34-1**TNF α 遺伝子多型と体組成, 筋力の比較**

三河 省吾, 木村 一志, 橋内 勇

北海道文教大学人間科学部理学療法学科

key words TNF α 遺伝子多型・GG型・サルコペニア**【はじめに, 目的】**

TNF α 遺伝子多型は AA, AG, GG 型が存在し, 先行研究で GG 型が成人女性においてサルコペニアに影響することが示唆されている。しかし, これらの遺伝子多型の報告は, 主に欧米の女性や高齢者を対象としており, 日本人で男性や若年者を対象とした研究は少ない。そこで本研究では, 日本人における男女の若年者を対象とし, サルコペニアに関与するとされている遺伝子多型と筋肉量や筋力, 骨量との関連性を明らかにすることとした。

【方法】

対象は整形外科疾患を有しない本学男子学生 20 名, 女子学生 20 名とした。BMI, 筋肉量, 推定骨量測定は体重体組成計 (TANITA 社製) を用い測定した。握力は, 握力計を用い 1 分間以上の間隔をあけ左右各 2 回ずつ測定し, 最高値をデータとして用いた。膝関節伸展筋力は Hand-Held-Dynamometer, 固定用ベッド及びベルトを用いて左右の脚に対して 30 秒以上の間隔をあけて 2 回ずつ行い, 最高値をデータとして用いた。

遺伝子解析では, 口腔スワブを用いて口腔粘膜から遺伝子を抽出し, PCR 法後に制限酵素による配列特異的切断により解析した。サンプル数は男性の TNF α 遺伝子多型の AA 型は 12 名, AG 型が 2 名, GG 型が 6 名であった。女性の TNF α 遺伝子多型の AA 型は 14 名, AG 型が 1 名, GG 型が 5 名であった。

統計処理には各遺伝子間での BMI, 筋肉量, 推定骨量, 握力, 膝関節伸展筋力の値をスチューデントまたはウェルチの t 検定, マンホイットニ検定を使用した。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

男性群における AA, AG 群と GG 群の 2 群間の比較を行い BMI, 筋肉量, 推定骨量, 握力, 膝関節伸展筋力の値の平均値において GG 群が有意に低値を示した。

AA, AG 群では BMI 22.8 ± 2.6 kg/m², 筋肉量 53.2 ± 5.5 kg, 推定骨量 2.91 ± 0.3 kg, 握力 46.8 ± 6.33 Kg, 膝伸展筋力 421 ± 86.8 N であった。

GG 群では BMI 20.0 ± 2.6 kg/m², 筋肉量 45.6 ± 4.4 kg, 推定骨量 2.52 ± 0.2 kg, 握力 39.2 ± 6.0 Kg, 膝伸展筋力 321 ± 63.7 N であった。また, 女性においては全項目で有意差を認めなかった。

【結論】

本研究で男性において有意差を認め, TNF α 遺伝子多型が男性においてもサルコペニアに影響する可能性が示唆された。

今回, 女性で有意差が見られなかった要因として, 女性の GG 型のサンプル数が男性より少なかったためであると考えられる。そのためサンプル数を増やすことで先行研究と同様に有意差が認められると考える。

今後, サルコペニアになる可能性が高いと推測される対象者が実際にサルコペニアの症状をきたすか追跡調査を行っていく必要がある。また同時に, 運動習慣や栄養摂取の状況も検証していくことで, 効果的な運動指導法や栄養指導法の開発, サルコペニアの発生機序の解明に繋がると考える。それによりサルコペニアの発生を予防, また遅らせることができると示唆される。

P-KS-34-2**前鋸筋の筋疲労が上肢挙上筋力及び上肢挙上保持持久力に与える影響**

草野 拳¹⁾, 長谷川 聡¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 西下 智¹⁾, 森下 勝行¹⁾, 梅原 潤¹⁾,
田中 浩基¹⁾, 清水 巖郎¹⁾, 市橋 則明¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学スポーツ健康科学部

key words 上肢挙上・前鋸筋・筋疲労

【はじめに, 目的】

上肢挙上運動は肩甲骨, 鎖骨, 上腕骨の運動からなる複雑な運動である。これらの協調的な運動が破綻すると肩関節障害発生のリスクが高まると考えられ, 筋疲労がその一要因であるとされている。筋疲労により生じる筋力低下が協調的な運動を阻害すると考えると, 疲労課題により一時的に筋力低下モデルを作製し肩関節運動を検証する事は, 機能障害を理解する上で臨床的に有意義であると考えられる。インピンジメント症候群患者では前鋸筋の筋力低下を認めるという報告があるが, 前鋸筋の筋力低下が上肢挙上動作において筋力や持久力にどう寄与するかは不明である。臨床現場において, 筋力が改善された後も上肢挙上での持久力が向上しないために日常生活動作に支障をきたす肩関節疾患患者は多く, 持久力に寄与する筋の働きを究明する事は重要であると考えられる。そこで本研究の目的は, 経皮的電気刺激装置により前鋸筋単独の筋疲労を生じさせ, その前後における挙上筋力と挙上保持持久力の変化を明らかにする事とした。

【方法】

対象は右側上肢に障害や既往のない健常男性 16 名 (25.6±3.4 歳) とした。筋電図学的データの収集には Noraxon 社製の表面筋電計を用い, 右側前鋸筋の筋電図をサンプリング周波数 1500Hz で測定した。挙上筋力の測定には徒手筋力計を用い, 椅座位にて肩関節 90° 屈曲位, 肘伸展位, 前腕は中間位を保持し, 3 秒間の最大等尺性挙上筋力を測定した。挙上保持持久力は挙上筋力の 40% 負荷に相当する重錘を把持し, 肩関節 90° 屈曲位, 肘伸展位を保持できる時間とした。電気刺激には伊藤超短波製の骨格筋電気刺激装置を用い, 右側の前鋸筋に対してのみ筋疲労を誘発するために使用した。刺激時間は合計で 25 分とし, 初めの 5 分は痛みを感じない強度, 残りの 20 分は耐えられうる最大強度まで電圧を調整した。挙上保持持久力の測定中における初め 3 秒間の筋電図データから, 低値ほど筋の疲労を意味する中心パワー周波数を算出し筋疲労を筋電図学的に評価した。統計学的検定は, 疲労課題前 (Pre) と後 (Post) における右側の前鋸筋中心パワー周波数, 挙上筋力, 挙上保持持久力について対応のある t 検定を行った。なお統計学的有意水準は 5% とした。

【結果】

挙上保持課題中の前鋸筋の中心パワー周波数 (平均±標準偏差, 単位: Hz) は Pre が 57.8±7.1, Post が 55.5±6.1 であり, Pre に対し Post で有意に低値を示した事から前鋸筋に筋疲労が生じている事がわかる。しかし挙上筋力 (単位: Nm) は Pre が 57.5±13.5, Post が 58.2±12.2 であり, 有意差はなかった。挙上保持持久力 (単位: s) は Pre が 80.7±13.0, Post が 66.5±15.3 であり, Pre に対し Post で有意に低値を示した。

【結論】

前鋸筋単独の筋疲労を生じさせると, 上肢挙上筋力は変化せず上肢挙上保持持久力が減少する事が明らかとなり, 前鋸筋の筋力低下を認めた肩関節疾患評価における挙上保持持久力評価の重要性が示唆された。

P-KS-34-3**肩甲骨周囲筋の新たな筋力計測法の提案**山内 真吾¹⁾, 山崎 肇¹⁾, 工藤 篤志¹⁾, 成田 和真¹⁾, 岡村 健司²⁾¹⁾医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科,²⁾医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 整形外科**key words** 肩甲骨・hand-held dynamometer・信頼性**【はじめに、目的】**

肩の機能回復には、腱板のみならず肩甲骨周囲筋の筋力が重要である。そのため肩に障害を有する症例の筋力を正しく評価する事は肩のリハビリを行う上で意義が大きい。筋力評価には、徒手筋力検査法(MMT)を用いるが、疼痛や可動域制限によって肩関節の機能評価に重要な、僧帽筋中部(middle trapezius:以下MT)や僧帽筋下部(lower trapezius:以下LT)のMMT計測における腹臥位がとれない症例が多く、その評価が困難となることが多い。我々は客観的かつ信頼性・再現性のある評価方法が必要であると考え、今回、HHD(hand-held dynamometer:以下HHD)を用いてMTとLTに対する新しい筋力計測方法を考案し、その信頼性をMMTと比較し検討したので報告する。

【方法】

対象は、肩関節に障害のない健常成人男性16名(平均年齢 24 ± 1.9 歳、利き手側右16名)とした。計測にはHHDを用い、計測筋は左右MT・LTの4筋とした。新計測法は経験年数3年以上の理学療法士3名が行った。計測肢位は端坐位で両上肢下垂位にて手部を大腿前面に置き、下肢は膝 90° 屈曲位にて足底を地面に接地した状態とした。MTに対する計測は肩甲骨内転運動に対し内側縁へ、LTに対する計測は肩甲骨内転・下制運動に対し肩甲骨下角にHHDを徒手にて固定した。各試行5秒間の最大随意収縮3回行った。信頼性の検討には級内相関係数(Intraclass correlation coefficient:以下ICC)を使用し、検者内信頼性にはICC(1,1)、検者間信頼性(2,3)を用いて検討した。

【結果】

新計測方法の検者内信頼性ICC(1,3)は右MT:0.753, 左MT:0.806, 右LT:0.890, 左LT:0.932。検者間信頼性ICC(2,3)は右MT:0.430, 左MT:0.545, 右LT:0.544, 左LT:0.481であった。

MMTの計測方法の検者内信頼性ICC(1,3)は右MT:0.912, 左MT:0.915, 右LT:0.915, 左LT:0.950。検者間信頼性ICC(2,3)は右MT:0.758, 左MT:0.820, 右LT:0.560, 左LT:0.534であった。

【結論】

今回、新法の検者内信頼性がICC 0.753~0.932と高かった。このことから、同一検者による経時的な筋力評価には有用であり、腹臥位を取れない症例に対して、臨床上使用する事が可能である。

検者間信頼性は、ICC 0.430~0.545と低い結果となった。過去にBohannonら(1986)が検者の習熟度や体格も影響を及ぼすと報告しており、新法は検者の肩甲骨への測定器機を当てる手や骨盤をおさえる固定力、検者の習熟度や体格の違いも影響して誤差が生じた可能性がある。またReeseら(2001)は、検者の抵抗力が測定結果に影響を及ぼす可能性がある事を報告している。今後、検者間の信頼性を高めるためには、骨盤をベルトで固定する、壁を用いるなど固定力を一定にするなどの工夫や計測方法の習熟などが必要と考える。

本研究は腹臥位の肢位がとれない肩関節疾患において、患者様の経時的変化を客観的に評価する方法の一つとして有用な方法である事が示唆された。

P-KS-34-4**生体 3 次元における肩関節角度変化での烏口上腕靭帯・関節上腕靭帯の伸張位の検討**乾 哲也¹⁾, 吉尾 雅春¹⁾, 大森 康司²⁾, 菅本 一臣³⁾¹⁾千里リハビリテーション病院, ²⁾いわき市立総合磐城共立病院,³⁾大阪大学大学院医学系研究科運動器バイオマテリアル学寄附講座**key words** 烏口上腕靭帯・関節上腕靭帯・生体3次元**【はじめに, 目的】**

本研究の目的は, MRI を用いて肩関節の肢位によって烏口上腕靭帯(Coracohumeral ligament ; CHL)の posterior band(PCHL)と anterior band(ACHL), 加えて関節上腕靭帯(Glenohumeral ligament)の上関節上腕靭帯(SGHL), 中関節上腕靭帯(MGHL), 下関節上腕靭帯の前方繊維(AIGHL)の動態に伴う想定される長さを評価し, より伸張される肢位を検討することである。

【方法】

被験者は肩関節周囲の痛みや既往歴のない健常成人 10 人とした。その内訳は, 男性 7 名, 女性 3 名, 年齢は 18.5 ± 4.6 歳(14-31 歳)であった。すべて右肩, 利き手側であった。

MRI 撮像は, ガントリー径の大きな MRI 装置を用いて行った。撮像条件は, 3D-FLASH 法(repetition time : 12 ms, echo time : 5.8 ms, 0.8 mm-slice thickness, flip angle : 20°, field of view : 240×240 mm, 450×512 matrix)を用いた。撮像時, 被験者はループコイルを右肩に装着し, 撮像台の上に木製板を置き肩甲骨が浮遊した背臥位となった。更に, 撮像台の上に木製の板を重ね, 通常の撮像時よりも体幹の高さを 9cm 高くし水平伸展位での撮像を可能にした。撮像は, 肩関節最大外旋位かつ最大伸展位を維持した状態で, 外転 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 最大外転位の 7 つの肢位で行った。

研究は大きく以下の 5 つの過程に分けられる。①3次元 MRI 撮像による画像データの収集, ②segmentation 法による 3次元表面モデルの作成, ③voxel-based registration 法による移動情報の解析, ④肩甲上腕関節の動態解析, ⑤各々の外転肢位での 3次元的な靭帯の想定される長さの計測である。今回 3次元骨モデル上での靭帯の 3次元的な起始部, 停止部を求めるために, Yang (2010) の新鮮遺体での靭帯の起始停止部を 3D 表面モデル上に反映させる方法を用いた。

個々の靭帯の外転角度変化に対して統計学的解析を行なった。一元配置分散分析を行った後に, Turkey-Kramer 法を用いて多重比較を行った。有意水準はいずれも $p < 0.05$ とした。

【結果】

外転変化に伴う靭帯の想定される長さを計測した。最大値の平均は, 外転 0 度で PCHL は 51.4 ± 3.6 mm, ACHL は 50.9 ± 2.5 mm, SGHL は 44.8 ± 3.9 であった。MGHL は外転 30 度で 53.0 ± 5.5 mm, AIGHL は外転 120 度で 56.4 ± 5.0 mm であった。PCHL は最大値の 0 度から最小値の 150 度まで平均 26.0 ± 3.7 mm 漸減し, その後最大外転位で平均 5.7 ± 3.7 mm 増加した。ACHL は最大値の 0 度から最小値の最大外転位まで平均 31.9 ± 2.2 mm 漸減し, SGHL は平均 34.4 ± 4.6 mm 漸減した。MGHL は最大値である 30 度から最大外転位まで平均 29.2 ± 7.7 mm 漸減した。AIGHL は外転 120 度で最大値を取り, 最小値の 0 度から最大値 120 度までは平均 15.0 ± 4.2 mm 漸増した。

【結論】

Yang らは同様の方法にて, 外転角度変化で靭帯の想定される長さを計測している。MGHL と AIGHL については同様の結果が得られたが, PCHL と ACHL と SGHL は如何なる外転角度よりも下垂位での最大伸展・外旋位でより伸張された。

P-KS-34-5**重力による下腿牽引は脛骨大腿骨間距離に影響を与えるか
超音波画像を用いた測定**浦本 史也^{1,2)}, 山本 泰雄¹⁾¹⁾社会医療法人 仁陽会 西岡第一病院, ²⁾弘前大学大学院 保健学研究科**key words** 超音波画像診断・関節牽引・関節裂隙**【はじめに】**

理学療法の徒手療法の一つとして関節牽引が広く用いられているが、効果や影響について科学的根拠は乏しい状況であった。近年、特殊な機器を用いて一定の角度・強度にて関節牽引を実施し、どの程度関節が離解するのか報告されてきている。しかし、臨床においては自重による関節牽引効果を期待し行われる端座位肢位で生じる自重による牽引の関節離開距離を測定した報告は多くはない。本研究の目的は、超音波診断装置を用いて、背臥位と端座位における脛骨大腿骨間距離の変化を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人9名(男性6名, 女性3名, 平均年齢28.1歳, 平均身長170cm, 平均体重60.3kg)の手術歴や現在膝痛がない14膝とした。測定肢位は背臥位と端座位の2肢位とした。超音波画像撮影は超音波診断装置 GE Healthcare 社製 LOGIQ e BT 12, プローブは50mmを用いた。プローブの位置は先行研究を参考に、前額面では脛骨内側顆と外側顆の上縁を結ぶ線に直交し、矢状面では下腿の中央線に平行であることを基準とした。そのうえで、膝蓋靭帯2cm内側を目安として骨隆起に合わせた部位を、各肢位2回ずつ撮影した。撮影中、被験者に可能な限りリラックスするよう指示をした。得られた画像から、画像解析ソフト(Image J 1.46r)を用いて脛骨大腿骨間距離を測定した。脛骨大腿骨間距離は、脛骨前面から関節面に切り替わる部位を指標点とし、その指標点から同じ深度にある大腿骨の部位までの距離とした。また、超音波画像撮影の検者内信頼性を確認するため、初回撮影とは別日に再撮影し、級内相関係数 ICC (1, 1)を用いて算出した。背臥位と端座位の2肢位の差について、対応のある t 検定にて比較し、有意水準を5%とした。

【結果】

超音波画像撮影の ICC (1, 1) は背臥位 0.98, 端座位 0.90 であった。脛骨大腿骨間距離は、背臥位は平均 7.9 ± 2.1 mm, 端座位は平均 14.0 ± 4.3 mm であり、端座位は背臥位と比較して、脛骨大腿骨間距離の有意な増加を認めた ($p < .05$)。

【結論】

端座位は、大腿骨が固定され下腿が牽引される膝関節を離開する方向に重力がはたらくと考えられる。本研究においても、端座位では脛骨大腿骨間距離が約 6mm 拡大した。端座位は、膝関節周囲組織の伸張性低下による膝関節拘縮の改善や半月板縫合術後の膝関節への圧縮力軽減が必要な時期に有効な姿勢である可能性が示された。一方で、タイプの異なる人工膝関節に対して 100N の牽引を実施して後十字靭帯温存型では平均 0.3mm 離開したのに対して、後十字靭帯切除型では平均 2.2mm 離解したとの報告がある。人工膝関節置換術後のタイプによっては膝関節周囲組織に過剰な伸張ストレスが加わる可能性があるため、端座位姿勢は注意が必要であると思われる。本研究の限界は、超音波画像撮影の際に時間的配慮がなされていなかったことがあげられる。

P-KS-34-6**オプトジェネティクスを用いた脊髄損傷後の歩行リハビリテーション治療の開発
Re-walk with blue light**

高島 健太^{1,2)}, 松久 直司¹⁾, 嶋田 啓¹⁾, ザーラーピーター^{1,2)}, 李 元領¹⁾, 横田 知之^{1,2)},
関野 正樹^{1,2)}, 関谷 毅^{2,3)}, 八尾 寛⁴⁾, 染谷 隆夫^{1,2)}, 小野寺 宏¹⁾

¹⁾東京大学工学研究科電気系工学専攻, ²⁾ERATO 染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト,
³⁾大阪大学産業科学研究所先進デバイス研究分野, ⁴⁾東北大学生命科学研究科脳機能解析分野

key words 歩行リハビリテーション・脊髄損傷・オプトジェネティクス

【はじめに, 目的】

脊髄損傷による後遺症に多くの患者が苦しんでおり, 運動機能回復を可能にする治療法開発が待たれる。近年, 損傷されていない腰部の歩行中枢を活性化させる歩行リハビリテーション治療法が開発され, 電気刺激と薬物投与によって完全麻痺ラットが歩行機能回復を得られたと報告されている。そのため, 完全麻痺後に歩行中枢を効率的に活性化させる新たな歩行リハビリテーション治療法が開発が望まれる。光刺激によって特定の神経細胞を刺激し, 特定の神経回路を効率的に活性化させるオプトジェネティクス技術はその治療法の一つの有力な候補であるが, 今までオプトジェネティクスを用いた脊髄損傷後の歩行機能回復治療法は報告されていない。そこで, オプトジェネティクスを用いた脊髄損傷後の慢性期歩行リハビリテーション治療法の確立を本研究の目的とした。

【方法】

青色光刺激によって脊髄神経細胞を活性化させるために, 光応答性イオンチャネルであるチャンネルロドプシン2遺伝子 (ChR2V+)を神経細胞に発現させたラットを作製した。そのラットに対して胸髄完全離断を行い, 完全麻痺 ChR2V+ラットを作製した。損傷5-6週間後に歩行中枢のある腰仙髄部に青色光を照射するために, 腰部に脊髄窓を移植した。その後, 完全麻痺 ChR2V+ラットを体重負荷2足歩行装置に設置し, 各刺激条件下(刺激なし, 光刺激, 薬物投与, 光刺激+薬物投与併用)でのトレッドミル上での歩行動作を高速ビデオカメラ(300fps)で撮像し, 2次元動作解析を行った。薬物はセロトニンアゴニストである quipazine と 8-OHDPAT (0.2 mg/kg) を投与した。

【結果】

完全麻痺 ChR2V+ラットでは, トレッドミル上での関節運動が観察されなかった一方で, 光刺激を行った完全麻痺 ChR2V+ラットでは, 股, 膝, 足関節運動が観察され, 左右交互運動が観察された。さらに, 光刺激と薬物投与を併用治療した完全麻痺 ChR2V+ラットでは, 股, 膝, 足関節運動に加えて, 歩行ステップの高さが有意に増加し, 明らかな2足歩行運動が観察された。これらの結果から, 我々は脊髄損傷後の完全麻痺ラットに対してオプトジェネティクスを用いて光刺激応答性歩行ステップを成功させた。さらに, セロトニンアゴニスト投与とオプトジェネティクスの併用治療によって, 完全麻痺ラットの歩行機能を回復させることに成功した。

【結論】

我々はオプトジェネティクスを用いた脊髄損傷後の歩行リハビリテーション治療を確立した。オプトジェネティクスを用いた歩行リハビリテーション治療では, チャンネルロドプシン遺伝子制御のプロモーターを変えることで, 標的神経細胞を自由に変えることが可能となる。つまり, 現在までブラックボックスとされていた脊髄損傷後の歩行リハビリテーション治療の神経回路可塑性を解明するためやより効果的に歩行機能を回復させるために, この手法は大きく役立つと期待される。

P-KS-35-1**1 型糖尿病の骨格筋で生じる筋量減少に対する軽度高気圧酸素療法の効果**吉川まどか¹⁾, Hala Ziedan¹⁾, 田中 雅侑¹⁾, 近藤 浩代²⁾, 石原 昭彦³⁾, 前重 伯壮¹⁾, 藤野 英己¹⁾¹⁾神戸大学大学院保健学研究科, ²⁾名古屋女子大学食物家政学部食物栄養学科,³⁾京都大学大学院人間・環境学研究科**key words** 1型糖尿病・筋横断面積・高圧酸素療法**【はじめに, 目的】**

軽度高気圧環境下ではヘモグロビンの存在とは無関係に酸素が血中に溶解することが可能となり, 動脈酸素分圧や血流を増加させ, 糖尿病による合併症の治癒を促進する。さらに, 軽度高圧酸素療法は糖尿病モデルラットの骨格筋障害に対しても, ミトコンドリアの代謝機能が改善されることや筋線維タイプ移行が抑制されることが報告されている。一方, 糖尿病による骨格筋障害には筋量の減少がみられるが, 筋量に対する軽度高圧酸素療法の効果は明らかとなっていない。軽度高圧酸素療法は抗酸化能力や抗炎症作用があり, 抗酸化能力や抗炎症作用を改善することで1型糖尿病における筋量の低下を抑制できるのではないかと考えられる。そこで, 本研究では1型糖尿病モデルラットで生じる筋量減少に対する軽度高圧酸素療法の効果を検証した。

【方法】

6週齢のWistarラット15匹を用い, コントロール群(CON群, n=5), 糖尿病群(DB群, n=5), 糖尿病モデルラットに軽度高圧酸素療法を実施した群(HBO群, n=5)に区分した。DB群, HBO群には, ストレプトゾトシンをクエン酸ナトリウム溶液(1 mL/kg)に溶解した後, 尾静脈に100~140 mg/kgを注射し, 1型糖尿病を発症させた。1.25気圧, 酸素濃度36%の軽度高圧酸素療法をHBO群に3時間/日を毎日実施し, 8週間継続した。また, 1週間ごとに尾静脈から採血を行い, 血糖値を測定した(グルコースCII-テストワコー, Wako)。介入8週後に深麻酔下(ペントバルビタール, 50 mg/kg)で足底筋(PL)を摘出し, 筋湿重量を測定した後, 凍結した。凍結薄片を作成し, ATPase染色(pH=4.6)を実施した。染色画像から各筋線維タイプを分け, 筋線維横断面積(CSA)を算出した。群間比較は一元配置分散分析を行い, post-hoc検定でTukey testを用いた。有意水準を5%とした。

【結果】

DB, HBO群の空腹時血糖値は各々502±9 mg/dl, 452±21 mg/dlであり, CON群と比較し有意に高値を示した。また, DB, HBO群の体重はCON群と比較し有意に低値であった。DB, HBO群のPL筋湿重量はCON群と比較し, 各々37%, 28%減少したが, HBO群ではDB群と比較し, 有意に高値を示した。筋線維タイプ毎のCSAは, タイプI線維のCSAではHBO群でCON群と比較し有意に低値を示し, タイプIIA線維のCSAはCON群と比較しDB, HBO群で有意に低値であった。一方, タイプIIB線維のCSAはDB, HBO群でCON群と比較して有意に低値であったが, HBO群ではDB群と比較して26%の高値を示した。

【結論】

高圧酸素療法は1型糖尿病モデルラットにおける足底筋の筋湿重量の減少を抑制した。また, 筋湿重量の減少抑制には足底筋内のタイプIIB線維の筋横断面積の減少の減衰が関与することを明らかにした。

P-KS-35-2**短時間の熱刺激が骨格筋糖代謝に与える影響**後藤亜由美¹⁾, 江川 達郎¹⁾, 関根 圭一¹⁾, 佐近 一翔¹⁾, 大島里詠子¹⁾, 津田 諭志¹⁾, 林 達也¹⁾¹⁾京都大学大学院 人間・環境学研究所, ²⁾豊橋創造大学大学院 健康科学研究科**key words** 骨格筋・熱刺激・AMPK**【はじめに, 目的】**

日本は超高齢化社会を迎え、今後さらに高齢者人口の増加が見込まれる。厚生労働省の「平成 25 年国民健康・栄養調査」では、糖尿病有病者(糖尿病が強く疑われる者)の割合は加齢に伴い増加することが発表された。糖尿病は心筋梗塞や脳血管障害などの動脈硬化性疾患の発症リスクを増加させ、活動量の低下や寝たきりを誘発する原因となり得る。したがって、高齢者の糖尿病予防や改善は寝たきり防止に重要である。これまでに、入浴や遠赤外線サウナなどの熱刺激が、糖尿病患者の血糖値を減少させること、さらにラット単離筋に短時間の熱刺激(42℃)を与えることで骨格筋糖輸送が亢進することが報告されている。したがって、骨格筋への熱刺激が骨格筋糖輸送を活性化させ、全身の糖代謝を改善することが考えられる。しかしながら、熱刺激による骨格筋糖輸送活性の亢進メカニズムは不明である。

そこで本研究の目的は、短時間の熱刺激が骨格筋糖輸送活性に及ぼす影響を、ラット単離筋を用いて評価・検討することとした。

【方法】

Sprague-Dawley rat (雄性, ~150g) から滑車筋を取り出し、培養液中で 42℃ の熱刺激を 10 分あるいは 30 分与え、刺激終了直後の骨格筋代謝変化を評価・検討した。

【結果】

骨格筋細胞内エネルギー状態の指標であるクレアチンリン酸, ATP, グリコーゲン含有量は熱刺激により減少した。急性的な骨格筋の代謝変化を引き起こす 5'-AMP-activated protein kinase (AMPK) α の Thr¹⁷²リン酸化と酵素活性 (AMPK α 1 ならびに AMPK α 2) は熱刺激後 10 分で亢進した。一方、骨格筋糖代謝促進に関与する経路であるインスリン受容体シグナル経路および Ca²⁺/カルモジュリン依存プロテインキナーゼ II を介したシグナル経路は、熱刺激による変化が認められなかった。骨格筋糖輸送活性の指標である 3-O-methyl-D-glucose (3MG) 取り込み率は、熱刺激により増加が認められた。さらに、AMPK の阻害剤である dorsomorphin (Compound C) を添加することで、熱刺激による 3MG 取り込み率増加は抑制された。また、熱刺激後のグリコーゲン合成速度は増加することが確認された。

【結論】

本研究では、骨格筋への短時間の熱刺激が骨格筋糖輸送活性を促進すること、さらにその作用機序として、骨格筋細胞内エネルギー低下に伴う AMPK の活性が関与していることを示した。本研究の結果は、短時間の熱刺激が 2 型糖尿病やメタボリックシンドロームなど糖代謝疾患の治療や予防を目的とした新規治療法になる可能性を示唆する基礎的知見である。さらには怪我や疾病、加齢により自発的な運動が困難な人へ対する骨格筋糖代謝機能の維持・改善に対する治療法の一つに、短時間の熱刺激が有用である可能性も示唆された。

P-KS-35-3**末梢神経損傷が関節不動モデルの関節包線維化に及ぼす影響**松崎 太郎¹⁾, 吉田 信也²⁾, 高橋 郁文²⁾, 細 正博¹⁾¹⁾金沢大学医薬保健研究域保健学系, ²⁾金沢大学附属病院リハビリテーション部**key words** ラット・関節不動・末梢神経損傷**【はじめに, 目的】**

我々はラット後肢膝関節を創外固定にて不動化し, 関節構成体の癒着や線維化が生じる事, およびこの病的変化に筋線維芽細胞が関与する可能性について報告してきた。またラット末梢神経損傷モデルに対して関節固定を行うと, これらの病的変化が殆ど観察されないことを報告してきた。そこで今回, 神経系が筋線維芽細胞の増生に何らかの影響を及ぼしているとの仮説を立て, ラット末梢神経損傷モデルの後肢を不動化し, 関節構成体の変化および筋線維芽細胞の増生について検討する事を目的に実験を行った。

【方法】

9週齢のWistar系雄性ラット(n=12)を使用した。全身麻酔下で体重を測定し, 実験群は先行研究と同様に右鼠径部を切開して大腿神経を確認し, 結紮・切断を行った。覚醒後, 膝関節伸展が不可である事を確認してから創外固定を用いて右後肢膝関節を120度屈曲位で不動化した。対照群は全身麻酔以外の介入を行わず自然飼育とした。実験期間は2週間とし, 期間終了後体重を測定した後にラットを安楽死させ右後肢を股関節より採取し, 組織固定・脱灰後に矢状面にて二割して切り出し, 通常手技によりパラフィン包埋標本作製した。ミクロトームで3 μ mの厚さの連続切片を作成し, その切片にHE染色と免疫染色を行った。免疫染色に使用する抗体は筋線維芽細胞の検出を目的に α -SMA(ab5694: abcam社製)を, 血管内皮細胞の染色にCD34(ab81289: abcam社製)を用いた。染色後, 顕微鏡デジタルカメラを用いて1つの標本につき200倍で10視野撮影した。この時, 免疫染色を行ったものについては可能な限り同じ場所を撮影するように留意した。

画像を拡大印刷し, α -SMA抗体に陽性を示す細胞のうちCD34抗体に陽性である血管内皮細胞に隣接した血管周皮細胞を除外するため, CD34陽性の細胞に隣接していない α -SMA抗体陽性細胞の数を算出した。なお, 細胞数の算出は画像が実験群・対照群のどちらのものかが判らないようにして行った。実験群, 対照群の細胞数について対応のないt検定を行い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】

実験群, 対照群共に関節軟骨と滑膜の癒着は観察されなかった。またCD34陽性細胞に隣接しない α -SMA陽性細胞の数は実験群では 10.1 ± 2.2 個, 対照群では 9.3 ± 4.3 個であり, 有意差を認めなかった。

【結論】

関節不動モデルにおける関節構成体の病的変化には神経系が関与している可能性を示唆しており, 関節可動域障害の病態を理解し, 効果的な治療法を確立するために新たな知識を与えるものである。

P-KS-35-4**特発性手根管症候群の滑膜下結合組織において Platelet-derived Growth Factor Receptor alpha を発現する間葉系細胞が増殖する**

齋藤 悠城

札幌医科大学大学院医学研究科 解剖学第2講座

key words 手根管症候群・間葉系細胞・Platelet-derived Growth Factor Receptor alpha**【はじめに、目的】**

滑膜下結合組織 (Subsynovial Connective Tissues, SSCT) の線維化が特発性手根管症候群 (Carpal Tunnel Syndrome, CTS) の原因とされている。近年、線維性疾患において Platelet-derived Growth Factor Receptor alpha (PDGFR α) 陽性の間葉系細胞の過剰増殖が組織線維化の要因の一つとして注目されている。本研究では、CTS 及びコントロールの SSCT における PDGFR α 陽性間葉系細胞と間葉系細胞の超微細形態について検討を行った。

【方法】

CTS 患者 2 名 (77 歳女性, 45 歳女性), コントロール 1 名 (47 歳男性) および 2 遺体標本 (86 歳男性, 94 歳男性) の手根管より SSCT を採取した。超微細形態観察のため、オスミウム固定後、超薄切片を作製し、電子染色を施した。免疫組織学的解析のため、凍結切片を作製し PDGFR α , Cadherin-11 抗体で免疫組織染色を行い、1 視野あたりの細胞密度, TGF β 1, CTGF 陽性細胞の割合を算出した。結果の解析は CTS 患者の SSCT を CTS 群, コントロールおよび遺体標本の SSCT 対象群とし, One way ANOVA 及び Tukey-Kramer test を用いて群間比較をした ($\alpha=0.05$)。

【結果】 CTS 群における間葉系細胞の超微細形態所見では細胞質内の豊富な筋フィラメントと細胞質周囲に大量のコラーゲン様線維産生を認めた。CTS 群における PDGFR α 陽性細胞の割合は対象群より有意に高値を示したが, Cadherin-11 陽性細胞の割合は有意に低値を示した。さらに PDGFR α 陽性かつ Cadherin-11 陽性細胞の割合が CTS 群にて有意に低値を示した。

【結論】

CTS 群において PDGFR α 陽性間葉系細胞の過剰増殖を認め、同時に正常な滑膜線維芽細胞のマーカーである Cadherin-11 を発現する細胞が減少した。これらの結果から、CTS における SSCT の線維化には PDGFR α 陽性間葉系細胞の関与が示唆された。

P-KS-35-5**モノクロタリン誘導性右心不全ラットの骨格筋におけるユビキチン・プロテアソーム系ならびにオートファジー・ライソソーム系の経時的変化**藤田 直人^{1,2)}, 山崎 菜月²⁾, 江藤佳那子²⁾, 今北 英高³⁾, 藤野 英己⁴⁾, 出家 正隆⁵⁾

¹⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院, ²⁾広島大学医学部保健学科,
³⁾畿央大学健康科学部理学療法学科, ⁴⁾神戸大学大学院保健学研究科,
⁵⁾愛知医科大学医学部整形外科学講座

key words 骨格筋・心不全・タンパク分解**【はじめに, 目的】**

心不全における運動耐用能の低下には、循環器系の機能低下だけでなく、骨格筋の機能不全も関与するとされている。しかし、心不全に伴う骨格筋の機能不全に関して、その機序や経時的変化などの詳細は不明である。本研究では、心不全に伴う骨格筋の機能不全に対する最適な介入時期を決定するため、タンパク質分解系に着目して、その経時的変化を検証した。

【方法】

4週齢のWistar系雄ラットを、モノクロタリンの腹腔内投与によって右心不全を惹起した心不全群と対照群の2群に区分した。実験期間中は体重と餌摂取量、バイタルサインを毎日測定した。実験開始から14日後および21±1日後に、肺、心臓、腓腹筋、ヒラメ筋を摘出した。その後、骨格筋の凍結切片を作製し、ATPase染色並びにSDH染色を行い、筋線維の横断面積を測定した。また、骨格筋の試料から総RNAを抽出し、RNA逆転写酵素を使用してcDNAを合成した。その後、リアルタイムPCR法にてユビキチン・プロテアソーム系(Atrogin-1, MuRF-1)とオートファジー・ライソソーム系(LC3, p62)に関するmRNAを検出し、 $\Delta\Delta\text{CT}$ 法にて各mRNA量を測定した。なお、内在性コントロールには18SリボソームmRNAを用いた。全ての測定値に関する各群間の比較には、一元配置分散分析とTurkey HSDの多重比較検定を行い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

モノクロタリン投与14日後では、体重と餌摂取量、バイタルサイン、筋線維横断面積に関して、両群間に有意差を認めなかった。一方、心不全群の肺重量は対照群に比べて有意に高値を示した。また、心不全群では、形態学的な筋萎縮は認めないにも関わらず、腓腹筋におけるMuRF-1, Atrogin-1, LC3, p62のmRNA発現が顕著であった。餌摂取量と動脈血酸素飽和度に関して、モノクロタリン投与14日後以降において、心不全群は対照群に比べて低値を示した。モノクロタリン投与21±1日後では、心不全群の体重は対照群に比べて有意に低値を示し、心不全群の心重量は対照群に比べて有意に高値を示した。また、腓腹筋とヒラメ筋の筋線維横断面積に関して、心不全群は対照群に比べて有意に低値を示した。加えて、心不全群では、腓腹筋とヒラメ筋の両筋におけるMuRF-1, Atrogin-1, LC3, p62のmRNAの発現が対照群に比べて有意に高値を示した。

【結論】

骨格筋の形態学的な萎縮は心不全の発症と同時期に生じるが、速筋ではタンパク分解系の活動が心不全の発症に先行する可能性が示唆された。また、タンパク分解系に関するmRNA発現が亢進した後に餌摂取量や動脈血酸素飽和度が低下したことから、心不全に伴う筋萎縮には、低栄養や低酸素以外の要因も関与する可能性が示唆された。本研究より、心不全に伴う骨格筋の機能不全に対しては、筋萎縮の出現前から予防的に介入する必要性が示唆された。

P-KS-35-6**神経筋電気刺激 (NMES) と温熱刺激の併用は筋疲労耐性を高めるか？**

天坂 興¹⁾, 吉田 英樹²⁾, 志田 航平¹⁾, 嶋田 有紗¹⁾, 中村 洋平¹⁾, 佐藤 輝¹⁾, 前田 愛¹⁾,
松本 健太¹⁾, 向中野直哉¹⁾, 前田 貴哉^{2,3)}

¹⁾弘前大学医学部保健学科理学療法専攻,

²⁾弘前大学大学院保健学研究科総合リハビリテーション科学領域, ³⁾弘前記念病院リハビリテーション科

key words NMES・温熱刺激・筋疲労

【はじめに, 目的】

神経筋電気刺激 (NMES) は運動機能障害に対する電気刺激療法であり, 一般に筋収縮を伴う。NMES では実施中の筋疲労が問題となることがある。この場合, パルス振幅や周波数の引き下げ, オン時間の短縮, オフ時間の延長などで対応することが多い。しかし, このような対応は NMES の効果を低下させる可能性もある。最近, 温熱刺激 (HS) に伴う筋疲労耐性の向上が一部で報告されているが, NMES に HS を併用した場合の筋疲労耐性向上の可能性は未検討の問題であった。以上から本研究では, NMES と HS の併用により筋疲労耐性が高められるか検討することを目的とした。

【方法】

健康者 15 名を対象とし, 安静背臥位を保持した対象者の左右の前脛骨筋に対して NMES と HS を併用する条件 (NMES+HS) と NMES のみ施行する条件 (NMES 単独) の 2 条件を無作為順序で 1 日以上の間隔を空けて実施した。各条件での NMES は, 電極 (5cm×5cm の粘着パッド) を前脛骨筋の運動点と筋腹遠位端に貼付し, オン時間 5 秒, オフ時間 10 秒, 周波数 30Hz, パルス幅 250μsec の単相性矩形波を足背屈各が 0 度となるパルス振幅にて 20 分実施した。NMES+HS では, NMES に先立ち前脛骨筋の加温を目的としたホットパックによる HS を 20 分 (松澤, 2007) 実施し, 前脛骨筋を事前に加温した状態で NMES を実施した。なお, NMES 開始後も HS は継続した。各条件の実施中, 筋疲労関連指標としてオン時間での背屈角 (腓骨長軸と第 5 中足骨長軸を用いたデジタル画像解析にて測定) と前脛骨筋の筋血流量 (総ヘモグロビン量: Total-Hb) を NMES 開始時 (基準) から 5 分間隔で NMES 終了まで測定した。また, 各条件の実施前後での前脛骨筋の筋硬度も測定した。その上で, 各条件での背屈角と Total-Hb の基準からの経時的変化を多重比較検定にて, 各条件の実施前後での筋硬度の変化を対応のある t 検定にて比較した。

【結果】

背屈角については, NMES 単独では NMES 開始 10 分後以降での有意な低下を認めた。これに対して, NMES+HS では経過中での低下傾向は見られたものの有意な変化ではなかった。Total-Hb については, NMES 単独では経過を通じ明らかな変化を認めなかったが, NMES+HS では NMES 開始 5 分後以降での有意な増加を認めた。筋硬度については, NMES+HS でのみ実施前後での有意な低下を認めた。

【結論】

背屈角の結果は, NMES と HS の併用により筋疲労耐性が向上した可能性を示している。HS に伴う筋疲労耐性の向上には, HS に伴う筋加温に起因した筋血流量の増加や筋細胞内での熱ショックタンパク質の発現の増加などの諸要因の関与が考えられる。本研究では, NMES+HS でのみ Total-Hb の有意な増加や筋硬度の有意な低下が認められた。これらの所見は, HS に伴い筋が加温されたことに伴う循環促進や筋伸張性の向上を反映している可能性があり, 前述の諸要因の関与を支持していると考ええる。今後, 実際の症例において NMES と HS の併用が筋疲労耐性や治療効果に及ぼす影響を検討する必要がある。

P-KS-36-1**ヒト頭蓋骨由来間葉系幹細胞の樹立方法の検討および多分化能評価**

猪村 剛史¹⁾, 馬場 達也¹⁾, 大鶴 直史¹⁾, 中川 慧¹⁾, 富安 真弓¹⁾, 齋藤 幹剛¹⁾, 大塚 貴志¹⁾,
河原 裕美²⁾, 品川 勝弘³⁾, 高橋 信也⁴⁾, 末田泰二郎⁴⁾, 栗栖 薫³⁾, 弓削 類^{1,2)}

¹⁾広島大学大学院 生体環境適応科学教室, ²⁾株式会社 スペース・バイオ・ラボラトリーズ,

³⁾広島大学大学院 脳神経外科学教室, ⁴⁾広島大学病院 心臓血管外科

key words 間葉系幹細胞・頭蓋骨・樹立方法

【はじめに, 目的】

理学療法の対象となる多くの疾患に対し, 再生医療の実用化が期待されている。その中で, 間葉系幹細胞 (Mesenchymal stem cells: MSCs) は, 再生医療に用いる幹細胞のソースとして注目されている。MSCs は, 由来する組織によって分化能や増殖能が異なることが報告されている。我々は, 神経疾患への再生医療における新たな細胞ソースとして, 神経堤を起源とするヒト頭蓋骨由来間葉系幹細胞 (Cranial derived mesenchymal stem cells: cMSCs) の樹立に成功し, その神経分化特性について報告した (Sninagawa, et al., 2015)。しかし, cMSCs の樹立方法に関する詳細な検討は未だされていない。そこで本研究では, cMSC を様々な方法で樹立し, 樹立方法の違いが, その後の細胞特性に与える影響について検討した。

【方法】

脳神経外科手術時に得られる頭蓋骨片および骨髄液を使用し, 異なる方法で cMSCs の樹立を行った。樹立された cMSCs の分化能を評価するため, すべての群において骨芽細胞, 脂肪細胞, 神経細胞へ分化誘導を行った。骨芽細胞では 100% コンフルエント, 脂肪細胞では 80~90% コンフルエント, 神経細胞では 70~80% コンフルエントに達するまで増殖培養を行い, それぞれの分化誘導培地に切り替えることで分化誘導を行った。分化後の解析として, 脂肪分化後には, オイルレッド O 染色, 骨分化後の評価には, アリザリンレッド S 染色を行った。神経分化の評価には, Neurofilament の免疫染色を行った。また, RT-PCR 法を用い, 各分化マーカーの mRNA 発現の解析を行った。

【結果】

オイルレッド O 染色やアリザリンレッド S 染色の結果, すべての方法で樹立された細胞において, 脂肪または骨分化誘導後に染色される細胞が観察された。免疫染色の結果, すべての方法で樹立された細胞において, 神経分化誘導後に Neurofilament 陽性の細胞が観察された。RT-PCR 法による mRNA 発現解析の結果, 分化後に各分化マーカーの発現が強くなることが確認された。

【結論】

本研究の結果より, 我々が行っている方法で樹立されたすべての cMSC は多分化能を有することが確認された。臨床応用を考慮すると, 細胞移植時に患者一人当たり膨大な細胞数を準備する必要があり, 提供された組織から同時に複数の方法で均質な細胞を回収することは重要である。今後は, cMSCs の神経分化特性を活かし, 疾患モデルに対する移植効果を検討するとともに移植後のリハビリテーション効果についても検討したい。

P-KS-36-2**低酸素培養による間葉系幹細胞の神経保護効果**

大塚 貴志¹⁾, 富安 真弓¹⁾, 猪村 剛史¹⁾, 大鶴 直史¹⁾, 齋藤 幹剛¹⁾, 松尾 直¹⁾, 武田 正明²⁾,
高橋 信也³⁾, 中川 慧¹⁾, 谷本 圭司⁴⁾, 河原 裕美⁵⁾, 弓削 類^{1,5)}

¹⁾広島大学大学院 生体環境適応科学教室, ²⁾広島大学大学院 脳神経外科学教室,

³⁾広島大学病院 医科第一外科, ⁴⁾広島大学 原爆放射線医科学研究所,

⁵⁾(株)スペース・バイオ・ラボラトリーズ

key words 間葉系幹細胞・低酸素・神経保護

【はじめに, 目的】間葉系幹細胞 (Mesenchymal Stem Cells : MSCs) は, 神経保護因子を放出することや, 多分化能を有することなどから, 神経損傷に対する再生医療のソースとして期待されている。臨床研究を目指した報告の中で, 移植効果をより高めるために, 移植先を想定した環境に予め暴露するプレコンディショニング研究が進められている。その一つとして, 低酸素プレコンディショニングが挙げられる。先行研究において, 低酸素プレコンディショニングは, 虚血性神経疾患に対しての有用性が報告されている。しかしこれらの研究は, 移植した MSCs 自体の損傷部への遊走能や移植後の生存率に着目したものが多く, 神経保護効果に与える影響を検討しているものは少ない。そこで本研究では, 低酸素環境下で培養した MSCs の神経保護効果を通常酸素環境下で培養したものと比較検討することを目的とした。

【方法】Sprague-Dawley ラットより採取した MSCs を通常酸素環境下 (21%) および低酸素環境下 (1%) で 24 時間培養し, 各条件において神経保護因子 (*Vegf*, *Bdnf*, *Gdnf*) の遺伝子発現を real-time RT-PCR 法を用いて検討した。また, 各条件における培養上清を回収し, 過酸化水素水およびリポ多糖により細胞死を誘導した神経芽細胞腫 (NG108-15) に各上清が与える影響を, トリパンブルー染色を用いて検討した。さらに vivo における神経保護効果を検討するために, Sprague-Dawley ラットに対して, weight dropping 法を用いて脊髄損傷モデルを作製し, 損傷 24 時間後に尾静脈より MSCs を移植した。低酸素環境下で培養した MSCs を移植した群を H-MSCs 群, 通常酸素環境で培養した MSCs を移植した群を N-MSCs 群, PBS のみを注射した群を Control 群とした。運動機能評価として Basso-Beattie-Bresnahan score および Inclined Plane Test を, 損傷前, 細胞移植前, 細胞移植 1~7, 14, 21 日後に行った。

【結果】低酸素環境下で培養した MSCs において, 神経保護因子の一つである *Vegf* の有意な発現増加が認められた。また, 低酸素環境下で培養した MSCs の培養上清は, 過酸化水素水およびリポ多糖暴露による NG108-15 の細胞死を有意に抑制した。脊髄損傷モデルを用いた vivo での検討においても, H-MSCs 群の運動機能は, N-MSCs 群・Control 群と比較して改善した。

【結論】MSCs の低酸素プレコンディショニングによって, 神経保護因子の遺伝子発現が増大し, 細胞死を抑制することが示された。さらに脊髄損傷モデルへの移植研究においても, 運動機能の有意な改善が認められた。このことから, MSCs の低酸素プレコンディショニングは移植効果を高める手段として有用である可能性が示唆された。

P-KS-36-3**グルコース濃度・インスリン濃度の差異が C2C12 細胞の増殖と分化に与える影響**森 拓也^{1,2)}, 川原 勲^{1,2)}, 後藤 桂^{2,3)}, 國安 弘基²⁾¹⁾医療法人 和幸会 阪奈中央病院 リハビリテーション科,²⁾奈良県立医科大学 大学院 医学研究科 分子病理研究室,³⁾医療法人 和敬会 星田南病院 リハビリテーション科**key words** C2C12細胞・グルコース・インスリン**【はじめに, 目的】**

C2C12 細胞はマウスの横紋筋細胞で, In Vitro における骨格筋分化実験での使用頻度は高く, その培養方法は, Katherine らにより, World Protocol も確立されている。近年では, 糖尿病における骨格筋の変性は, TypeII 線維に偏るなど, 糖負荷による様々な骨格筋の退行変性を示す論文が報告される中, 筋芽細胞の増殖と分化に着目した報告は無い。よって本研究は, 筋芽細胞の増殖, 分化において, 培養環境中の Glucose 濃度の差異や Insulin 濃度の差異が与える影響を明らかにする事である。

【方法】

培養細胞は C2C12 細胞 (マウス横紋筋細胞) を使用した。通常培養条件は, ダルベッコフォークド改変イーグル最小培地 (DMEM) に 10%FBS を加えた培地を使用し, CO₂ インキュベーターの温度は 37℃, CO₂ 濃度は 5% にて培養を行った。Glucose 濃度別分化培養実験と, Glucose 濃度一定での Insulin 濃度別分化培養実験を行った。

(実験 1) Glucose 濃度別の培地は, DMEM の Glucose 濃度別の 4 群を作成した。Glucose 濃度は, 0mg/L, 1000mg/L, 2250 mg/L, 4500mg/L とした。各群に C2C12 細胞を均等に分配し, 分配時の細胞数を CDA1000B にて均等化も確認した。各 Dish に 1mg/ml の濃度の Insulin を 10μl 投与し, 分化培養を行った。6 日後に写真撮影と細胞計数を行い, 変化を観察し, 回収した。

(実験 2) Insulin 濃度別分化培養としては, 実験 1 で Glucose 4500mg/L が増殖・分化培養ともに有意な成績を認めた為, Glucose 4500mg/L で培地を統一し, C2C12 細胞を 4Dish 作成した。そこに濃度別に希釈した Insulin を 10μl 添加した。Insulin 濃度は, 0mg/ml, 0.25mg/ml, 0.5mg/ml, 1mg/ml とした。6 日後に写真撮影と細胞計数を行い, 回収した。その後 NP-40, また RIPA BUFFER でのタンパク質の抽出を行い, ミオシン軽鎖 1 の ELISA 法を行った。ELISA KIT は COSBIO 社製 MYL1 を使用した。

【結果】

(実験 1) 細胞数: 細胞分配時 1807.6 ± 149/ml 培養終了後, 0mg/L 群 38.3 ± 4/ml, 1000mg/L 群 31.6 ± 3/ml, 2250mg/L 群 408 ± 20.3/ml, 4500mg/L 群 2554 ± 46.4/ml であった。顕微鏡像では, 4500mg/L 群のみ細胞数も多く, 分化も認められ, 十分に増殖・分化が見られた。

(実験 2) 細胞数: 細胞分配時 4056/ml 培養終了後, 0mg/ml 群 9692/ml, 0.25mg/ml 群 11523/ml, 0.5mg/ml 群 11659/ml, 1 mg/ml 群 11799/ml であり, 顕微鏡像でも細胞形質の差は無かった。NP-40 抽出タンパクでの ミオシン軽鎖 1 ELISA 法では, 0 mg/ml 群 1.57, 0.25mg/ml 群 13.5, 0.5mg/ml 群 13.6, 1mg/ml 群 1.15 となり, RIPA BUFFER では 0mg/ml 群 0.57, 0.25mg/ml 群 0.62, 0.5mg/ml 群 0.59, 1mg/ml 群 0.8 となった (検量線 R=0.899)。

【結論】

今回の結果は, C2C12 細胞の増殖・分化に Glucose が必要であり, Insulin 濃度に依存して分化することが示唆された。筋芽細胞の増殖・分化において, 生体内の Glucose 濃度を抑制するより, Insulin 濃度を増加させる必要性が示唆された。

P-KS-36-4**膝窩動脈と膝窩静脈平滑筋収縮における L-type Ca²⁺ channels の役割は相違する**大塚 亮^{1,2)}, 柴山 靖^{1,3)}, 梶栗 潤子¹⁾, 伊藤 猛雄¹⁾¹⁾名古屋市立大学大学院医学研究科 薬理学,²⁾クロストーク株式会社 訪問看護ステーション とんぼ, ³⁾ユマニテク医療福祉大学校**key words** 膝窩動脈・静脈・血管調節機能・L-type Ca²⁺ channels**【はじめに, 目的】**

下肢血管の血流調節機構の詳細は不明である。下肢動脈平滑筋収縮において電位依存性 L-type Ca²⁺ channels (LCCs) が重要な役割を果たしていることは明らかにされているが、下肢静脈収縮における LCC の役割は不明である。本研究は、ラットの膝窩動脈および膝窩静脈平滑筋の電位依存性収縮における LCC の役割の相違を検討した。

【方法】

8-10 週齢の Wistar 系雄性ラットより膝窩動脈と膝窩静脈を採取後、血管を縦切開し、輪状切片標本を作成した。グアナチジン (5 μM) を含む Krebs 溶液に 95% O₂+5% CO₂ を通気し、37°C に保温し、標本をセットした。電位依存性平滑筋収縮は、種々の濃度 (20 mM, 30 mM, 50 mM, 70 mM) の過剰 K⁺ を含む Krebs 溶液を投与することにより獲得した。同様の反応を、LCC 活性化薬 Bay K 8644 存在下で検討した。

【結果】

ヘマトキシリン-エオジン染色した凍結血管の横断薄切標本で、血管壁の厚さを測定した。厚さは膝窩静脈に比較し膝窩動脈で約 4 倍程度大きかった。過剰 K⁺ 溶液は膝窩動脈・静脈をともに濃度依存性に収縮させた。70 mM K⁺ 収縮の絶対張力の大きさは、膝窩静脈に比較し膝窩動脈で約 4 倍大きかった (収縮の大きさの違いは血管壁の断面積の相違による可能性)。一方、過剰 K⁺ 収縮の時間依存性変化は、膝窩動脈では持続型であったが、膝窩静脈では一過性であった。Bay K 8644 は動脈の 70 mM K⁺ 収縮に影響を与えなかったが、膝窩静脈のそれを増大させた。

【考察】

本研究で我々は、膝窩動脈と膝窩静脈平滑筋において、電位依存性収縮に関与する LCC の役割が相違していることを明らかにした：膝窩動脈の 70 mM K⁺ 収縮は持続性で、膝窩静脈のそれは一過性であった。Bay K 8644 は膝窩動脈の過剰 K⁺ 収縮に影響を与えなかったが、膝窩静脈のそれは増大した。このことより、生理的条件下の膝窩静脈平滑筋細胞では、LCC の活性が抑制されている可能性が明らかとなった。下肢動脈と下肢静脈平滑筋細胞の電位依存性収縮調節に関与している LCC の活性の違いが、生理的条件下の下肢循環調節に重要である可能性がある。

【理学療法学研究としての意義】

リハビリテーションによる身体構造・機能の向上を考えていく上で、下肢血管トーンスの調節機能を明らかにすることは重要であり、本研究成果はその基礎的な知見を提供するものと考えられる。

P-KS-36-5**低～中強度の定期的な運動が実験的脳梗塞ラットのヒラメ筋に及ぼす影響について**

松田 史代, 榊間 春利, 樋口 逸郎, 米 和徳

鹿児島大学医学部保健学科

key words 脳梗塞・ヒラメ筋・運動**【はじめに, 目的】**

脳卒中は、臨床場面で理学療法士が最も多く遭遇する疾患の1つである。これまでは主としてミオパチーや下位運動ニューロン病変に伴う筋線維変化についての研究が行われてきた。しかし、上位運動ニューロン病変に伴う麻痺を呈したラットに対して運動を行い、その運動が骨格筋に及ぼす影響を調べた研究は少ない。そこで今回、中大脳動脈領域の脳梗塞モデルラットを作成し、骨格筋の中枢神経障害後の経時的形態学的変化と、中枢神経障害後の骨格筋に対する低～中強度の定期的な運動介入効果の影響について比較・検討した。

【方法】

実験動物は、8週齢のWistar系雄性ラット30匹を使用した。トレッドミル運動群と非運動群に15匹ずつに分け、1, 3, 5, 7, 14, 28日に各3匹ずつ無作為に分けた。脳梗塞は小泉らの方法に準じて作成した。運動群は術後1日より毎日20分間のトレッドミル走行を最長4週間行った。運動開始後1, 2, 3, 4週に運動機能および神経学的評価を行った。各時期に深麻酔下でヒラメ筋を摘出し、筋質重量計測後、凍結固定した。凍結連続切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン(H/E)染色、ATPase染色を行った。ヒラメ筋の筋線維タイプ構成比率、タイプIとタイプII線維の筋線維横断面積を測定した。筋湿重量、筋線維横断面積、筋線維のタイプ構成の運動群、非運動群の比較にはF検定を行った後、対応のないt検定を用い、左右の比較には対応のあるt検定を用いた。また、経時的群間比較には、一元配置分散分析(ANOVA)を行い、有意水準はいずれの検定においても5%未満とした。

【結果】

運動機能や神経学的評価において4週後で運動群が非運動群に比べ有意な改善を示した。筋質重量は、両群術後7日まで減少したがその後回復し、運動の有無による筋湿重量に有意な差はみられなかった。また、両群ともに、麻痺側・反対側ともに有意な差はみられなかった。H/E所見では、非運動群の麻痺側3日後と14日後を比較して14日後は3日後に比べて、一部の筋において、筋線維間の隙間がみられた。非運動群7日目の筋線維タイプ構成率で、麻痺側は反対側に比べて、タイプII線維の比率が多く、有意な差がみられた。また、麻痺側14日目の筋線維タイプ構成率で、非運動群は運動群と比べて、タイプII線維の比率が多く、有意な差がみられた。横断面積はタイプII線維が有意に小さく術7日後まで減少し、その後回復を示した。

【結論】

14日後の非運動群の麻痺側に一部、筋線維間に隙間が見られ、形態学的萎縮と思われる所見が確認され、筋タイプ構成では、非運動群でタイプI線維が減少し、タイプII線維の増加がみられた。筋線維横断面積では、非運動群はタイプII線維の萎縮が著明であり、運動群はタイプII線維は一時的に減少するものの、2週間後で回復また増加傾向にあった。このことから、中枢神経障害後、運動をすることで、タイプII線維の筋萎縮を抑制することが示唆された。

P-KS-36-6**麻痺側前肢への集中的リハビリテーションによる運動機能の改善は皮質赤核路を介して生ずる**石田 章真^{1,2)}, 伊佐かおる²⁾, 梅田 達也²⁾, 小林 憲太³⁾, 飛田 秀樹¹⁾, 伊佐 正²⁾¹⁾名古屋市立大学大学院医学研究科脳神経生理学, ²⁾生理学研究所認知行動発達部門,³⁾生理学研究所ウイルスベクター開発室**key words** 赤核・皮質脊髄路・運動野**【はじめに, 目的】**

脳血管障害後の麻痺側上肢に対する有効なリハビリテーション法の開発はセラピストにとって喫緊の課題であり, その為には正確な代償機構を把握することが肝要である。本報告ではモデル動物を用いた検討を行い, 麻痺肢へのリハビリテーションが傷害された中枢神経系の再編においてどのような作用を及ぼすかを捉えることを目的とする。

【方法】

Wistar 系雄ラットを用い, 内包部に collagenase を注入し内包出血モデルを作成する。出血後 1-8 日目においてラットの非麻痺肢を拘束し, 麻痺肢を集中的に使用させる。運動機能(リーチ機能)への影響を出血後 12 および 28 日に評価する。並行して皮質内微小刺激法による運動野のマッピングを出血前および出血後 1, 10, 26 日に実施する。出血後 30 日に運動野に神経トレーサーである biotin dextran amine (BDA) を注入し, 3 週間後に脳を取り出し, 運動野からの軸索投射の分布を観察する。特定の脳領域に対し新たな軸索投射が見られた場合, 同経路の選択的な機能遮断を行い, 運動機能への影響を確認する。具体的には, 豊富に軸索投射がみられた部位にレンチウイルスベクター (NeuRet-TRE-EGFP.eTeNT) を注入し, 引き続いて運動野にアデノ随伴ウイルスベクター (AAV1-CaMKII-rtTAV16) を注入する。これにより, 両ウイルスベクターに感染した神経細胞では, ドキシサイクリン投与に反応しテタヌス毒素が産生され, シナプス伝達が遮断される。十分に感染が生じた後, ドキシサイクリンを経口投与し経路を遮断すると共に運動機能の評価を行う。

【結果】

麻痺肢の集中的な使用により, リーチ機能の有意な改善を認めた。出血同側の運動野における麻痺肢の体部位再現マップに関し, 集中使用後にはマップの明らかな拡大が確認された。加えて, 同側の赤核において多数の BDA 陽性線維およびシナプスボタンが観察された。以上より, 麻痺肢の集中使用により皮質から赤核への投射が増大した事が示唆された。この皮質-赤核投射を選択的に機能遮断したところ, 麻痺肢の集中使用によりいったん改善したリーチ機能が, 再び著明に悪化した。

【結論】

内包出血モデルにおける麻痺肢の集中的な使用は, 出血同側の皮質赤核路を増強し運動野の再編を生じた。選択的遮断法により, 同経路が前肢の運動機能回復に対し因果関係を有することが証明された。これらの結果は, 皮質脊髄路に代わる皮質-脳幹-脊髄経路の recruitment を強く示唆するものであり, リハビリテーションの作用機序に対する考察において重要な知見であると考えられる。

P-KS-37-1**周期運動による慢性頸肩痛有訴者の鎮痛・気分改善効果および中枢性疼痛修飾系への影響**

山口 修平¹⁾, 鈴木 亨¹⁾, 中田 健太¹⁾, 藤井 裕也¹⁾, 山本亜沙美¹⁾, 倉知 朋代²⁾, 城 由起子³⁾, 松原 貴子¹⁾

¹⁾日本福祉大学健康科学部, ²⁾名古屋徳洲会総合病院リハビリテーション科,

³⁾名古屋学院大学リハビリテーション学科

key words 鎮痛・慢性疼痛・周期運動

【はじめに, 目的】自転車などの周期運動は, セロトニン(5-HT)分泌を促進し気分を改善すると報告されている。一方, 5-HT 作動性ニューロンによる下行性疼痛抑制系作動や鎮痛薬として5-HT 製剤など, 5-HT が鎮痛に作用することは周知の事実である。このことから, 我々は健常者において周期運動が気分改善に加え痛覚感受性の低下をもたらすことを報告したが, 慢性痛有訴者での効果は不明であり, 痛覚感受性への影響は確認したものの中枢性疼痛修飾系を介した鎮痛効果の確認には至っていない。そこで慢性痛有訴者における自転車周期運動による鎮痛効果を中枢性疼痛修飾系の指標とされる temporal summation (TS) や conditioned pain modulation (CPM) を用いて検証した。

【方法】健常男性 20 名 (20.5±1.4 歳: 健常群) と慢性頸肩痛有訴男性 17 名 (20.7±2.0 歳: 疼痛群) を対象に, 50%HRR での自転車運動を 1 回転/秒の周期で 20 分間行わせた。評価項目は, 疼痛群の頸肩痛強度 (VAS), 両群の僧帽筋筋硬度, 痛覚感受性, TS, CPM, 脳波, 爽快感 (VAS), 気分 (POMS 短縮版) とし, 運動前後に測定した。測定には熱痛覚閾値+2℃ の刺激による熱痛強度 (HPI, VAS にて測定) を用い, 痛覚感受性は頸肩部と大腿部の HPI, TS は非利き手側前腕に 10 回熱刺激を加えた時の各回 HPI の経時変化, 傾き, 1~4 (VAS-I)・5~7 (VAS-II)・8~10 (VAS-III) 回目の各平均値を算出した。CPM は TS 測定後に利き手手部を 3~5℃ の冷水に 1 分間浸漬した後, 非利き手前腕で HPI を測定した。脳波は国際 10-20 法にて, 気分の指標とされる前頭部 α1 パワー値の非対称性と頭頂部 α2 パワー値を算出した。統計学的解析は Friedman 検定および Tukey-type の多重比較検定, Wilcoxon の符号付順位検定, Mann-Whitney の U 検定を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】疼痛群の頸肩痛強度は運動後に低下した。筋硬度は疼痛群で運動前に高値を示し, 運動後に疼痛群のみ低下した。痛覚感受性は運動後に頸肩部で健常群のみ, 大腿部で両群とも低下した。TS は両群とも経時変化で運動前のみ 1 回目と比べ 10 回目で HPI が増大, 傾きおよび VAS-II・III が運動後に低下した。CPM は健常群のみ冷水曝露後の HPI が運動後に低下した。脳波は両群とも運動後に α1 が右側優位に変化し, α2 が増大した。また, 両群とも運動後に爽快感と POMS の「活気」は増大, 「緊張」と「抑うつ」は低下し, 疼痛群のみ「怒り」が低下した。

【結論】今回, 周期運動により疼痛群の自覚的頸肩痛を軽減し, 非有痛部の痛覚感受性低下と気分改善効果をもたらした。また, 疼痛群では周期運動により, 侵害受容を下行性に抑制する CPM は変化しなかったけれども, 上行性の侵害受容を増幅し中枢性感作の指標となる TS は健常群と同様に抑制された。よって, 周期運動は中枢性疼痛修飾系を賦活し, さらにその効果は慢性痛有訴者にも生じうる可能性が示唆された。

P-KS-37-2**有酸素運動による中枢性感作および中枢性疼痛抑制作用への影響
—異なる運動強度による中枢性疼痛修飾効果の比較—**藤井 裕也¹⁾, 鈴木 亨¹⁾, 中田 健太¹⁾, 山口 修平¹⁾, 山本亜沙美¹⁾, 城 由起子²⁾, 松原 貴子¹⁾¹⁾日本福祉大学健康科学部, ²⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部**key words 疼痛抑制・有酸素運動・中枢性疼痛修飾系**

【はじめに, 目的】近年, 有酸素運動の疼痛抑制 (exercise-induced hypoalgesia: EIH) 効果に関する報告が多く見受けられる。有酸素運動による EIH 効果は強度と時間に依存するという報告もあるが(Koltyn 2002, Hoffman 2004), EIH を誘導する有効な運動様式やそのメカニズムについて未だ一定した見解は得られていない。我々はこれまでに, 低強度の有酸素運動によっても即時的な痛覚感受性低下がみられることを報告した(岩佐 2015)が, 中枢性疼痛修飾系への影響および運動強度による違いまで検討するに至っていない。一方, 近年, 中枢性疼痛修飾系の指標として, 中枢性感作を示す temporal summation (TS) や中枢性疼痛抑制作用を反映する conditioned pain modulation (CPM) を用いた検証が行われている(Kong 2012, Nielsen 2009)。そこで本研究は, 異なる運動強度の有酸素運動による中枢性疼痛修飾系への影響について, TS と CPM を調べ, 比較検討した。

【方法】対象は健康男性 19 名 (19.7±1.3 歳) とし, トレッドミルによる有酸素運動を 40%HRR (低強度運動), 60%HRR (中強度運動), 75%HRR (高強度運動) の 3 強度とし, 全強度の運動をそれぞれ別日に 15 分間, 無作為に実施した。評価項目は TS, CPM とし, 運動前後 (pre, post0) と 15 分後 (post15) に計測した。TS は非利き手側の前腕背側に熱痛覚閾値+2℃ の熱刺激を刺激間隔 2 秒で 10 回与え, 各回の熱痛強度を VAS にて測定し, 刺激 1~4, 5~7, 8~10 回目の各平均値をそれぞれ VAS-I, II, III として算出した。CPM は TS 計測直後に利き手の手部を 3~5℃ の冷水に 1 分間浸漬した後, 再び TS を計測し, VAS-I を CPM 効果指標とした。統計学的解析は, TS および CPM 効果の経時的変化に, Friedman 検定と Tukey-type の多重比較検定を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】TS は VAS-I, II はすべての運動強度で明らかな変化を示さなかったが, VAS-III は低強度運動と中強度運動で pre と比較し post0 で有意な減少を示し, さらに低強度運動では post15 でも減少を認めた。一方, CPM は, 冷水浸漬後の VAS-I が高強度運動では pre と比較し post0 と post15 で, 中強度運動では post15 で有意な減少を示した。

【結論】今回, 15 分間の有酸素運動では, 低・中強度運動により上行性の侵害受容入力が増幅や中枢性感作を反映するとされる TS が抑制され, 低強度ほどその抑制効果は持続した。一方, CPM は侵害刺激入力を下行性に抑制する中枢性疼痛抑制作用を反映し, その効果は持続性を含め高・中強度運動によって著明な増強を示した。以上のことから, 有酸素運動による疼痛抑制効果には中枢性の疼痛修飾系が関与すると考えられるが, その作用機序は運動強度により異なる可能性が示唆された。

P-KS-37-3**肩凝りの増悪に中枢性感作や疼痛修飾系は関与するか**

山本亜沙美¹⁾, 鈴木 亨¹⁾, 中田 健太¹⁾, 藤井 裕也¹⁾, 山口 修平¹⁾, 下 和弘²⁾, 城 由起子³⁾,
松原 貴子¹⁾

¹⁾日本福祉大学, ²⁾愛知医科大学運動療育センター, ³⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部

key words 慢性疼痛・肩凝り・中枢性疼痛修飾系

【はじめに, 目的】

肩凝りは visual display terminal (VDT) 作業などに伴い, 女性により多く発症する疼痛症状のひとつであり(多田 2001, 小野 2003), 我々は VDT 作業により肩凝り有訴者の自覚的肩凝り強度が増悪することを報告した(星野 2014)。一方, 近年, 疼痛症状の病態機序における中枢性感作や中枢性抑制系の関与を調べるために時間的加重(temporal summation: TS)や conditioned pain modulation (CPM) を用いた検証が行われている(Slater 2015, Nijs 2014)。しかし, 肩凝りの発生や増悪とこれら中枢性疼痛修飾系の関係について検討した報告は見受けられない。そこで本研究は, 健常者と肩凝り有訴者を対象に VDT 作業による肩凝りの発生, 増悪ならびに TS, CPM を調べ, 肩凝りの病態機序への中枢性疼痛修飾系の関与を検証した。

【方法】

対象は健常女性 13 名(19.8±1.0 歳:健常群)と肩凝り有訴女性 15 名(20.3±1.1 歳:肩凝り群)とした。VDT 作業は椅座位でノートパソコンを用い, 20 分間の英文転記を行わせた。評価項目は自覚的肩凝り強度(VAS), 僧帽筋筋硬度, 熱痛覚強度, TS, CPM とし, VDT 作業前後に測定した。熱痛覚強度は非利き手側の前腕背側に熱痛覚閾値+2℃の熱刺激を与え VAS にて測定した。TS は熱痛覚強度測定を刺激間隔 2 秒にて 10 回連続で与え, 経時的变化を解析した。CPM は TS 測定後に利き側足部を 5~7℃の冷水に 1 分間曝露した後, 非利き手側の前腕背側の熱痛覚強度を VAS で測定した。統計学的解析は, 群内比較に Friedman 検定および Tukey-type の多重比較検定または Wilcoxon の符号付順位検定, 群間比較に Mann-Whitney の U 検定を用い, 有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

自覚的肩凝り強度, 僧帽筋筋硬度, 熱痛覚強度は両群ともに VDT 作業前に比べて VDT 作業後に両群とも有意に高値を示した($p<0.05$)。TS は 1 回目に比べて, VDT 作業前に健常群で 7 回目以降, 肩凝り群で 6 回目以降に増加し($p<0.05$), 作業後には健常群で 7 回目以降, 肩凝り群で 4 回目以降に増加した($p<0.05$)。CPM について, 冷水曝露後の熱痛覚強度は, 作業前には健常群のみ低下を示したが($p<0.05$), 作業後には両群ともに低下した($p<0.05$)。

【結論】

20 分間の VDT 作業により, 健常者, 肩凝り有訴者ともに自覚的肩凝りが発生, 増悪し, 僧帽筋筋硬度が増加するとともに, 熱痛覚強度が増大し痛覚感受性の亢進を認めた。TS は両群ともに作業前後で認められ, 作業による TS の増幅は認められなかった。一方, 肩凝り有訴者では CPM 機能が変調している可能性が示され, VDT 作業により肩凝りの増悪, 痛覚感受性の亢進に伴い, CPM 機能にみられる中枢性疼痛抑制系が作動しうることが示唆された。

P-KS-37-4**等尺性運動による疼痛抑制効果の検証****— 等尺性運動は中枢性疼痛修飾系にまで影響を及ぼすか —**中田 健太¹⁾, 鈴木 亨¹⁾, 藤井 裕也¹⁾, 山口 修平¹⁾, 山本亜沙美¹⁾, 城 由起子²⁾, 松原 貴子¹⁾¹⁾日本福祉大学健康科学部, ²⁾名古屋学院大学リハビリテーション学部**key words** 疼痛抑制・等尺性運動・中枢性疼痛修飾系

【はじめに, 目的】運動による疼痛抑制(exercise-induced hypoalgesia: EIH)について, 様々な運動様式による効果が検証されている。そのなかで等尺性運動による EIH 効果は運動強度に依存するといわれているが(Kelly 2011), 低強度であっても効果は認められており(Umeda 2010), 未だ有効な運動強度やそのメカニズムの解明には至っていない。近年, 疼痛抑制メカニズムの検証において, 中枢性感作(疼痛促進系)の抑制および中枢性疼痛抑制系を反映する指標として時間的加重(temporal summation: TS)やconditioned pain modulation(CPM)が用いられている。そこで本研究は, 等尺性運動による EIH 効果について, TSとCPMを指標に中枢性疼痛修飾系への影響を含め, 異なる運動強度で比較検討した。

【方法】対象は健常男性16名(20.5±1.5歳)とした。運動は利き手にて25%または80%maximum voluntary contraction(MVC)強度で握力計を最大2分間連続把持する等尺性運動とし, 全対象に実施順序を無作為に両強度の運動を別日に行わせた。測定項目はTS, CPMとし運動前後に測定した。TSは非利き手側前腕に熱痛覚閾値温度+2℃の熱刺激を5秒間(刺激間隔2秒間)10回連続で加え, 各回の熱痛覚強度(HPI)をVASで測定し, 1~4・5~7・8~10回目の各平均値(VAS-I・II・III)を算出後, VAS-IIIをVAS-Iで除した値を解析に供じた(Graven-Nielsen 2015)。CPMは, TS測定後, コンディショニング刺激として5~7℃の冷水に利き手同側の足部を1分間浸漬した後に非利き手側前腕で再びTSを測定し, VAS-IをCPM効果指標とした。統計学的解析は, 群内の経時変化にFriedman検定およびTukey-typeの多重比較検定またはWilcoxonの符号付順位検定, 強度間比較にWilcoxonの符号付順位検定を用い, 有意水準は5%未満とした。

【結果】両運動の強度と時間の平均は, 25%MVCで9.3±1.3kg, 120.0±0.0秒, 80%MVCで29.8±12.1kg, 29.5±12.1秒であった。TSは25%MVCで運動後に有意な低下を示したが, 80%MVCでは運動による変化を示さなかった。CPMは両強度ともに運動前, 後にそれぞれ有意に減少したが, 両強度とも運動によるVAS-Iの変化はなかった。

【結論】今回, 低強度の等尺性運動によってTSの抑制を認めた一方, 高強度運動ではTSの変化を認めず, また, CPM効果は低・高強度運動によってもみられなかった。TSは反復侵害刺激により上行性の侵害受容入力を増幅させ痛覚感受性が亢進する中枢性感作を示す一現象であり, 一方でCPMは侵害刺激入力を下行性に抑制する中枢性疼痛抑制作用を反映するもので(Kong 2012, Nielsen 2009), いずれも中枢性疼痛修飾系の指標として疼痛の病態メカニズムの解析に用いられる。等尺性運動は中枢性疼痛修飾系に影響を及ぼす可能性は示唆されるが, 中枢性疼痛修飾系を賦活するトリガーとなるべく至適運動強度と時間についてさらなる検討が必要である。

P-KS-37-5**妊娠期の骨盤アライメントの変化が骨盤周囲痛に与える影響**

森野佐芳梨^{1,2)}, 石原 美香³⁾, 山口 萌⁴⁾, 梅崎 文子⁵⁾, 畑中 洋子⁵⁾, 山下 守⁵⁾,
青山 朋樹⁴⁾, 高橋 正樹¹⁾

¹⁾慶應義塾大学大学院 理工学研究科, ²⁾日本学術振興会 特別研究員, ³⁾Pilates Studio Wohl,

⁴⁾京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻, ⁵⁾医療法人 葵鐘会

key words ウィメンズヘルス・骨盤・妊婦

【はじめに, 目的】

妊娠期には、腰痛、恥骨痛、仙腸関節痛、鼠径部痛などの骨盤周囲の疼痛が発生し、妊娠経過中の日常生活動作が阻害される。この主な原因としては、妊娠中に起こる関節弛緩と、胎児成長に伴う腹部膨隆および骨盤の傾斜角度の変化が挙げられている。このことから妊娠経過に伴い骨盤アライメントが変化し、疼痛発症に関連することが想定される。そこで本研究では、妊娠女性において骨盤アライメントと骨盤周囲の疼痛を縦断的に調査し、相互の関連性について検討することを目的とした。

【方法】

対象は産科婦人科クリニックに通院する妊婦 201 名 (31.0±4.6 歳) とし、妊娠 12 週, 24 週, 30 週, 36 週の計 4 回計測を行った。質問紙にて、Numerical Rating Scale を用いて計測時の腰痛、恥骨痛、仙腸関節痛、鼠径部痛の程度を調査した。骨盤アライメントの計測には、簡易計測器 Palpation Meter を上前腸骨棘と上後腸骨棘の下端に当て、静止立位時の上前腸骨棘間距離、上後腸骨棘間距離および骨盤前後傾角度の左右差(左右の骨盤前後傾角度の差)を計測した。統計解析では、妊娠中の各項目の変遷をみるために、骨盤アライメントに関しては反復測定分散分析を行い、疼痛発症割合を記述統計にて確認した。さらに、妊娠中の骨盤アライメント変化と疼痛悪化の関連を見るために、妊娠各時期のそれぞれの骨盤アライメント指標について、妊娠 12 週から 36 週にかけて各疼痛が悪化したか否かを要因とした反復測定分散分析を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

骨盤アライメントは、妊娠経過に伴い上前腸骨棘間距離、上後腸骨棘間距離が有意に広がり ($p < 0.05$)、骨盤前後傾角度の左右差に関しても大きくなる傾向を示した。仙腸関節痛の発症割合は妊娠 12 週の 22% から増加を続け、36 週では 53.7% と漸増傾向を示していた。骨盤アライメントと仙腸関節痛の関連については、分散分析の結果、疼痛悪化群は疼痛非悪化群に比べ骨盤前後傾角度の左右差の増加率が高く、有意な交互作用が認められた ($F(3, 597) = 4.198, p = 0.007$)。恥骨痛および鼠径部痛の痛みに関しては、有意な交互作用はみられなかったものの、妊娠初期段階から骨盤前後傾斜の左右差が大きいたことが疼痛悪化に影響している傾向がみられた。

【結論】

本研究では、妊娠中に骨盤前後傾角度の左右差が大きくなることで、仙腸関節痛の悪化に関連していることが明らかになった。これは、横断研究による骨盤アライメントの左右差と妊娠期の骨盤周囲痛の関連性の結果と一致している。今回の調査では骨盤アライメントの変化と仙腸関節痛が有意な交互作用を認めたが、恥骨痛や鼠径部痛とも関連する傾向を示しており、骨盤におけるさまざまな痛みと関連すると考えられる。これらのことから妊娠期の骨盤周囲の疼痛予防には、骨盤アライメントを評価し、骨盤前後傾斜の左右差を是正するアプローチを実施することが有効であると考えられる。

P-KS-37-6**TENS の周波数の違いが非刺激部位での伸張痛ならびに運動中の生理学的状態に及ぼす影響に関する検討**

志田 航平¹⁾, 吉田 英樹²⁾, 嶋田 有紗¹⁾, 天坂 興¹⁾, 中村 洋平¹⁾, 佐藤 輝¹⁾, 前田 愛¹⁾,
松本 健太¹⁾, 向中野直哉¹⁾, 前田 貴哉^{2,3)}

¹⁾弘前大学医学部保健学科理学療法専攻,

²⁾弘前大学大学院保健学研究科総合リハビリテーション科学領域, ³⁾弘前記念病院リハビリテーション科

key words TENS・周波数・運動

【はじめに, 目的】

TENS は鎮痛を目的とした非侵襲的治療法であるが, 症例によっては術創や体内金属などにより鎮痛を図りたい部位への実施が困難な場合がある。TENS による鎮痛には門制御や広汎性侵害抑制調節 (DNIC), 内因性オピオイド (EO) などが関与するが, DNIC や EO は TENS を実施していない非刺激部位での鎮痛を引き起こす可能性がある。また, TENS では周波数の違いに伴う鎮痛効果への影響も指摘されているが, 非刺激部位での筋の伸張運動中に生じる痛み (伸張痛) や運動中の交感神経や脳活の動といった生理学的状態に及ぼす影響については検討されていない。以上から本研究の目的は, TENS の周波数の違いが非刺激部位での伸張痛ならびに運動中の生理学的状態に及ぼす影響について検討することとした。

【方法】

健常者 16 名に対して, 両股・膝 90 度屈曲位とした背臥位で一側の膝最大自動伸展運動 (膝伸展) を実施する際に, 対側の大腿後面への低周波数 (3Hz) での TENS を実施する条件 (low-TENS), 高周波数 (100Hz) での TENS を実施する条件 (high-TENS), 電極は貼付するが TENS を実施しない条件 (sham-TENS) の 3 条件を無作為順序で 1 日以上の間隔を空けて実施した。low-および high-TENS は, 電極 (5cm×5cm の粘着パッド) を大腿後面の内側と外側の中央部付近に貼付した上で, パルス幅 250μsec の単相性矩形波を疼痛閾値以下の最大パルス振幅で 30 分実施した。膝伸展は各条件の TENS 開始直前 (基準), TENS 開始 15 分後, 30 分後, 45 分後 (TENS 終了 15 分後) に実施し, 各時点での膝伸展時の伸張痛の程度 (NRS) に加えて, 生理学的状態の指標として心拍変動周波数成分 (交感神経活動を反映する) の低周波数成分と高周波数成分の比: LF/HF と前頭前野の脳血流量 (酸素化ヘモグロビン量: HbO₂) を測定した。その上で, 各測定値の基準からの経時変化を多重比較検定にて分析した。

【結果】

NRS については, sham-TENS では経過を通じ明らかな変化を認めなかったが, low-および high-TENS では TENS 開始 45 分後を含む経過を通じた同程度の低下を認めた。LF/HF については, high-および sham-TENS では TENS 開始 45 分後を含む経過を通じた増加を認めたが, low-TENS では TENS 開始 45 分後を含む経過を通じた減少を認めた。HbO₂ については, high-および sham-TENS では経過を通じて明らかな変化を認めなかったが, low-TENS では TENS 開始 45 分後を含む経過を通じた増加を認めた。

【結論】

NRS の結果は, TENS が周波数の高低に関わらず非刺激部位の伸張痛を同程度軽減できることを示している。TENS 実施中での伸張痛の軽減には DNIC と EO, TENS 終了後での伸張痛の軽減には EO の関与が推察される。加えて, LF/HF と HbO₂ の結果は, high-TENS と比較して low-TENS の方が運動中のリラックス効果が高く (交感神経活動の抑制), 課題への集中力をより高められる (前頭前野の活動向上) 可能性を示唆している。TENS と運動療法の併用の観点から今後の更なる検討が必要である。

P-KS-38-1**一側足関節可動域制限が歩行の変動性に及ぼす影響**山口 智洋¹⁾, 新小田幸一^{2,3)}, 高橋 真^{2,3)}, 谷本 研二^{3,4)}, 阿南 雅也^{2,3)}¹⁾独立行政法人労働者健康福祉機構 九州労災病院中央リハビリテーション部, ²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 応用生命科学部門,³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 付属先駆的リハビリテーション実践支援センター,⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 博士課程後期 保健学専攻**key words** 歩行・フラクタル性・足関節可動域制限**【はじめに, 目的】**

近年, 生体力学の分野では動作の変動の質的な側面に着目し, 健全な生体システムから出力される変動は決定論的な性質(フラクタル性)を持ち, 長時間相関を示すことが注目されている。この長時間相関の強さを表わす値としてフラクタルスケーリング指数(以下, α)が用いられ, 健康者の歩行においてストライド時間(Stride Interval: 以下, SI)の α は, 快適スピードから遠ざかるほど高値を示すことが明らかにされている。しかし, 関節可動域制限が歩行の変動パターンに及ぼす影響はこれまでのところ明らかにされていない。

そこで本研究は, 一側足関節可動域制限がSIおよびセグメント角速度の変動性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は下肢に重篤な整形外科的疾患を有さない健康成人男性13人(年齢: 22.3 ± 1.5 歳)であった。課題動作は快適スピードでの平地歩行とし, 通常歩行条件(以下, 条件N)と, ダブルクレンザック足継ぎ手付き短下肢装具を装着し, 右足関節を底屈 5° , 背屈 5° に制限した歩行条件(以下, 条件S)の2条件で計測した。計測は20分間行い, 下腿, 大腿の加速度および角速度データを, 各セグメントの遠位70%の部位に装着した8チャンネル小型無線モーションレコーダ(マイクロストーン社製)を用いて取得した。MatLab R2014a(MathWorks社製)を使用してDetrended Fluctuation Analysisを行い, SI, 各セグメントの立脚期, 遊脚期の最大角速度の α を算出した。統計学的解析にはソフトウェアSPSS Ver.22.0(IBM社製)を用い, データの正規性を確認した後, 対応のあるt検定を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

SIの α は条件Sが条件Nよりも有意に高値を示した(条件N: 0.75 ± 0.13 , 条件S: 0.84 ± 0.11 , $p < 0.05$)。角速度の α は, 非制限側の下腿の遊脚期(条件N: 0.70 ± 0.08 , 条件S: 0.76 ± 0.09), 大腿の遊脚期(条件N: 0.65 ± 0.10 , 条件S: 0.70 ± 0.08), 制限側の下腿の遊脚期(条件N: 0.72 ± 0.09 , 条件S: 0.80 ± 0.05)において条件Sが条件Nよりも有意に高値を示した($p < 0.05$)。

【結論】

長時間相関は絶えず変化する状況に対する適応性を反映すると考えられており(Golberger AL, 2002), 熟練された動作では, 不慣れた状況に適応すると α が高値を示すことが明らかにされている(Nonaka T, 2014)。本研究で示されたSIから, 一側の足関節可動域に制限を受けた状況に適応し, 歩行を遂行したことが示唆された。また, 得られた角速度から, 制限側のアングルロッカー機能の低下や蹴り出しが困難となり, 下腿の角速度産生が損なわれても, 制限された足関節以外の関節が補完的に下肢セグメントの運動を制御して適応を図る運動パターンが示された。

さらに, 動作の変動性をフラクタル性から捉えることにより動作を行う環境条件への適応性を評価できる可能性を示唆した。

P-KS-38-2**歩行前の前脛骨筋電気刺激が歩行時の足底圧に与える抑制効果**守口 舞輝¹⁾, 前重 伯壮²⁾, 上野 瑞季²⁾, 寺師 浩人³⁾, 藤野 英己²⁾¹⁾神戸大学医学部保健学科, ²⁾神戸大学大学院保健学研究科, ³⁾神戸大学大学院医学研究科形成外科学**key words** 足底圧・電気刺激・前脛骨筋**【はじめに, 目的】**

歩行時の前足部圧の増加は立脚終期に起こる。前足部圧の増加は足底胼胝の形成を引き起こし、糖尿病患者では胼胝下潰瘍へと進行し足壊疽、切断へと至る例も少なくない。足関節背屈可動域の改善は前足部圧を減少させるとの報告があるが、可動域改善には長期間の介入が必要となる。そのため、潰瘍予防には短時間で効果的に前足部圧を減少させる介入が必要であると考えられる。一方、電気刺激(ES)は相反抑制により拮抗筋の筋活動を抑制すると報告されており、下腿三頭筋の過活動を抑制することで歩行中の前足部圧の増加を抑制できると考えられる。そこで、本研究では前脛骨筋へのESが歩行時の足底圧に与える影響を健常者で検証した。

【方法】

健常男性10名を対象とした。自然歩行での10m歩行時の足底圧を測定した後、端座位姿勢で電気刺激装置(ES-360, 伊藤超短波社製)を用いてESを前脛骨筋に加えた。ESは2500Hzを50Hzに変調した変調波を使用し、足関節の最大背屈が生じる強度で30分間、間欠的(on:10秒, off:10秒)に実施した。足底圧はF-scan(ニッタ社製)を用いて、後足部、中足部、前足部、全足底面における最大足底圧及び圧時間積分値を算出した。同時に、歩行速度、歩数、歩行率、ストライド長、立脚遊脚比を算出した。また、ES前後で足関節背屈可動域を測定した。各対象者における結果は、1歩行周期毎に算出し、10m歩行内の全歩行周期及び4回の10m歩行のデータの平均値を求めた。統計処理はデータの等分散及び正規性を確認して対応のあるt検定を用い、有意水準を5%とした。

【結果】

ESにより歩行中の前足部の最大足底圧は 355.4 ± 35.4 kPaから 330.7 ± 33.9 kPaに減少し、圧時間積分値も 33.0 ± 1.5 kPa・sから 30.8 ± 1.4 kPa・sへと有意に減少した。後足部及び全足底面に関しても同様に最大足底圧と圧時間積分値が有意に減少した。歩行速度、歩数、歩行率、ストライド長、立脚遊脚比、足関節背屈角度はES前後で有意な変化は認められなかった。

【結論】

前脛骨筋に対するESが歩行中の前足部、後足部及び全足底の最大足底圧および圧時間積分値を減少させ、これらの効果が、歩行速度やストライド長の変化を介さずに得られることが明らかとなった。本研究の結果から前脛骨筋に対するESは、即時的に足底圧を減少させる一手段として有効であると考えられる。

P-KS-38-3**正常歩行における下腿座標系上の円弧状圧中心軌跡と歩行周期の関係**秋山 徹雄¹⁾, 関屋 昇²⁾, 中村 大介²⁾, 加茂野有徳²⁾¹⁾横浜なみきリハビリテーション病院, ²⁾昭和大学保健医療学部**key words** 座標変換・圧中心・歩行周期**【はじめに, 目的】**

下肢機能に障害が発生すると歩行動作は顕著に阻害され, 下肢機能の代償として義足や装具が用いられることがあるが, その中でも足部機能を代償したものが多く, 近年の研究で, 歩行時の足部転がり運動に伴う足圧中心の軌跡を絶対空間ではなく身体座標系上の点として測定することにより, 機能的な足底形状を持つ義足や装具の可能性が示唆されている。しかし正常歩行における機能的足底形状の詳細が十分に明らかになっているわけではない。そこで本研究では足関節を原点とする身体座標系(今回は下腿座標系)上での足圧中心軌跡と歩行パターンとの関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

神経学的及び整形外科的疾患の既往のない健常成人男性 10 名を対象にした。被験者は赤外線反射マーカを全身に張り付けて 8m の歩行路を 5 速度で歩行した。データ計測には 2 枚の床反力計と三次元動作解析装置を用いた。測定されたデータは下腿座標系に座標変換された。下腿座標系上で片脚立脚時の足圧中心軌跡を求め, 歩行周期の各インシデント(踵接地, 足底接地, Heel rise, 反対側踵接地, 中足骨頭離地(以下 MP rise), 足尖離地)との対応関係を調べた。

【結果】

足圧中心軌跡は, どの速度でも下方凸の円弧形状を示したが, 立脚の最終部分には変曲点があり円弧から逸脱して下方に向かう一貫した形状を示した。しかし高速度歩行では一部の被験者でややバラつきが増大した。この足圧中心軌跡上で, 「足底接地」は普通以下の速度では縦軸の位置で生じたが, 速い速度では一部の被験者では下腿軸より前方へ移動する傾向があった。「Heel rise」は普通以下の速度では円弧範囲の後半で生じたが, 速い速度では円弧範囲終点に移動する傾向があった。「反対側踵接地」は普通以下の速度では変曲点上で生じたが, 速い速度条件では変曲点を越えて下方に移動していた。「MP rise」は普通以下の速度では変曲点を越えて下降した最下点付近で生じたが, 速い速度条件では MP rise と同時か, あるいは MP rise に先行して生じた。また速い速度になるほど立脚期全体に対する円弧形状を示す時間割合は縮小する傾向にあった。

【結論】

自動歩行モデルなどの先行研究から機能的足底形状(円弧形状足部)での歩行は滑らかな歩行を実現することが示されてきた。今回, 健常成人を対象とした歩行において「反対側踵接地の位置」が足圧中心軌跡の「円弧を示す範囲」と一致したことは, 人の歩行でも足部の転がり運動を最大限に利用していることを再確認する結果になった。しかし, 速度条件が速くなった際の一部の被験者のバラつきや, 「反対側踵接地の位置」の変化を考慮すると, 機能的足底形状には速度による制約があり, 低速から普通速度の歩行では成立するが, 高速度歩行では成立しないかもしれない。

P-KS-38-4**歩行初動作における腰椎屈伸と脊柱回旋の関連性**行方 満¹⁾, 廣江 圭史¹⁾, 磯野 浩之¹⁾, 田中 和哉²⁾¹⁾IMS グループ 医療法人社団 明芳会 横浜新都市脳神経外科病院,²⁾帝京科学大学 医療科学部 理学療法学科**key words** 歩行初動作・脊柱・回旋**【はじめに, 目的】**

片麻痺の歩行では、歩行初動作で下肢の振り出しが困難な症例や、体幹の代償により遊脚相でバランスを崩すこと、次の立脚相でバランスを崩す症例を経験する。そのような症例に対し、体幹運動の違いが遊脚相でのクリアランスやバランスを向上させ、かつ次の立脚相で支持しやすいアライメントを作り出すために重要であると考えている。第33回関東甲信越ブロック理学療法士学会において歩行初動作における腰椎屈伸、体幹回旋の関連性を報告したが、体幹回旋をより詳細なものとするため、本研究では、歩行初動作における腰椎の屈伸および脊柱回旋の関連性について解析、検討を行った。

【方法】

対象は健常男性21名とした。計測は光学式3次元動作解析システム(VICONMX, Oxford Metrics社製, MXカメラ7台)を用い3次元空間内の身体節の移動量を計測した。赤外線反射マーカーは第1, 7胸椎(以下Th1, Th7), 第1, 3腰椎(以下L1, L3)の棘突起を中心に左右5.5cm間隔に、また左右上後腸骨棘(以下PSIS)に貼付した。サンプリング周波数は100Hzとした。腰椎屈伸角度は、L1, L3とPSISの左右マーカーの midpoint を算出し、L1, L3の成す角とL3, PSISの成す角の合計とした。また、脊柱の回旋角度は、Th1, PSISの左右マーカーより算出した。歩行は、自由歩行と規定歩行(歩行初動脚が自由歩行と逆のもの)をそれぞれ10施行ずつ行い、同一被験者の中で多かった動作パターンをその被験者の歩行初動作パターンとした。歩行初動作は静止立位からつま先離地までとし、その間の腰椎角度、脊柱回旋角度を算出し、腰椎屈伸、脊柱回旋をパターン分類した。また、データの採用に関しては、不備があったものは除外した。

【結果】

被験者の歩行初動作パターンの決定で、ばらつきが多く除外した例は、自由歩行で1例、規定歩行で2例あった。歩行初動作において、自由歩行と規定歩行とも全例で腰椎が屈曲に動いていた。自由歩行では、振り出し側に対し、Th1, PSISが共に前方回旋するものが12例、共に後方回旋するものが3例、Th1が前方回旋、PSISが後方回旋するものが3例、Th1が後方回旋、PSISが前方回旋するものが2例であった。規定歩行では、振り出し側に対し、Th1, PSISが共に前方回旋するものが9例、共に後方回旋するものが5例、Th1が前方回旋、PSISが後方回旋するものが2例、Th1が後方回旋、PSISが前方回旋するものが3例であった。

【結論】

全例で腰椎が屈曲に動いているのは、椎間関節面の形状と関連しており、関節面が水平面に近くなることで、回旋に有利な関節構造になるためと考える。Th1, PSISが共に前方回旋するものが多く、歩行初動作において前方推進を図るための動きであると考えられる。健常者を対象とした本研究デザインにおいて、自由歩行と規定歩行の差異がみられなかったことから、健常者の歩行初動作においては胸腰椎を前方回旋するパターンが効率的なのではないかと推察される。

P-KS-38-5**歩行時の arm swing と体幹回旋運動の左右対称性**

平田 恵介¹⁾, 国分 貴徳²⁾, 一寸木洋平³⁾, 藤尾 公哉³⁾, 久保田圭祐⁴⁾, 園尾 萌香⁵⁾, 金村 尚彦²⁾

¹⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科リハビリテーション学専修博士前期課程,

²⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科, ³⁾東京大学大学院総合文化研究科,

⁴⁾医療法人葦の会石井クリニック, ⁵⁾医療法人名圭会白岡整形外科

key words Arm swing ・体幹回旋 ・対称性

【はじめに, 目的】歩行時の arm swing (腕振り) がバランスや推進力の面で不可欠であることをヒトは経験的に知っているが, 歩行制御への本質的な貢献は未だ明らかにされていない。先行研究では, 体幹回旋への寄与を arm swing 抑制条件との比較を行った報告から, 体幹回旋運動の減少や加速度への寄与が述べられているが, そのメカニズムは未解明である。一方で, 臨床上動作分析等において, arm swing の非対称性は非常に着目しやすいため, 無意識的に行われる arm swing と, 身体他体節との関係性が解明されれば, 理学療法介入を行う上で非常に有用な情報となり得る。本研究では arm swing と体幹回旋の左右非対称性に着目をし, 左右の arm swing amplitude と体幹の左右回旋の関連性を調査することで, arm swing の制御機能を明らかにすることを目的とした。

【方法】健康成人男性 13 名を対象に, 床反力付きトレッドミル (BERTEC 社) にて 0.9m/s の速度条件で通常歩行を 3 試行行った。データ計測は三次元動作解析装置 (カメラ 17 台, VICON 社, 200Hz) で剛体リンクモデル Plug in gait full body AI model を用い, 39 個の反射マーカーの三次元座標を記録した。計測はトレッドミル歩行が定常状態になってから 20 秒間記録し, うち各試行 16 歩行周期を解析した。

データから体幹回旋角度と, 体重及び上肢マーカー情報により算出した上肢質量中心点(以下 COM)の y 座標情報を用いて arm swing の前後振幅を得た。左右 COM の矢状面上の交点から前後方向のピークまでの距離の累積和を左右それぞれで算出し, arm swing amplitude の変数とした。対称性の尺度として Symmetrical Index(SI)を用い, 体幹の左右平均回旋角度と左右 arm swing amplitude それぞれの SI の相関係数を算出した。

【結果】 arm swing amplitude と体幹回旋は全被験者で非対称性を認めた。また, 13 名中 10 名が全試行を通じて, arm swing と体幹回旋の左右非対称性が同じ傾向を示した。しかし, 体幹の左右回旋と arm swing の左右振幅の対称性には有意な相関を認めなかった (相関係数 0.2277)。

【結論】 Arm swing は健康人の定常歩行であっても前後振幅に左右差があることが先行研究により明らかになっている。肩によって体幹と連結する上肢の swing は体幹回旋運動に影響することが予想され, 今回両者の非対称性を持ってその影響を示すことを試みたが, 直接の関連性を認めなかった。ただ左右の非対称性が被験者内で一貫していたことから, 今回用いた変数以外の因子が arm swing と関与している可能性が考えられる。本研究を踏まえ, さらに歩行における arm swing の制御機構が解明されることで, 歩行障害に対する理学療法介入の一助となると考える。

P-KS-31-1**加速度センサを用いた定量的動作評価システムの開発と再現性・妥当性の検証**河西 理恵¹⁾, 武田 朴²⁾¹⁾東京工科大学医療保健学部理学療法学科, ²⁾早稲田大学理工学術院総合研究所**key words** 動作分析・加速度センサ・再現性・妥当性**【はじめに, 目的】**

理学療法を行う上で、患者の動作や姿勢の評価は極めて重要だが、臨床現場におけるそれらの評価は医療スタッフによる視覚的な観察が中心である。観察による評価は簡便で費用がかからない等のメリットもあるが、個人の能力や経験の影響を受けやすく、定量化が困難である等の問題も多い。近年、安価な加速度センサが様々な分野で応用されている。そこで、本研究の目的は、加速度センサを用いた定量的動作評価システムを試作し、その再現性と妥当性について検証することとした。

【方法】

本システムの特徴は、小型加速度センサを体幹に装着し、動作に伴い発生する重力加速度の変化から体幹の角度を算出し、立ち上がり動作の定量評価を可能にすることである。測定には、3軸加速度センサと専用受信機(ロジカルプロダクト社製)を用いた。前後方向の加速度を解析対象とし、 $0V=90^\circ$ として動作中に体幹が最大前傾に達した時の角度(最大前傾角)、動作開始角、動作完了角、および最大前傾角と動作開始角の差(前傾角)を求めた。本システムの再現性と妥当性を検証するため、健常成人16名(男性11名、女性5名、平均年齢:20.5歳)の立ち上がり動作を測定した。加速度センサを被験者の第3腰椎棘突起に固定し、立ち上がり動作に伴う体幹の角度変化を測定した。測定は高さ45cmの椅子を使用し、3回行った。裸足で両腕を身体の前で組み、体幹中間位で前を向いた姿勢を開始肢位とし、足部は被験者が最も立ち上がりやすい位置に接地し、毎回その位置から動作を行った。また、運動加速度の影響を少なくするため、ややゆっくりの速さで立ち上がり動作を行うよう指示した。本システムの再現性を評価するため、腰部の前傾角に対する級内相関係数(ICC)を求めた。また、妥当性を評価するため、被験者の右肩峰、第3腰椎等に蛍光マーカーを貼付し、2次元の動画測定を行った。右肩峰と第3腰椎を結んだ線を体幹の傾斜とし、垂直面からの角度を求めた。加速度センサと動画から得た動作開始角と最大前傾角の相関を求め、本システムの妥当性を検証した。

【結果】

腰部前傾角のICC(1,1)は、0.792、ICC(1,3)は、0.852と高い再現性を示した。また、加速度センサと動画から得た腰部の動作開始角および最大前傾角の相関係数は0.94で、高い相関を示した。

【結論】

本研究の結果、我々が試作した定量的動作評価システムには良好な再現性と妥当性があることが確認できた。本システムの利点は、三次元画像解析装置や床反力計等による大規模装置に比べ、安価で測定が容易な点にある。また、スペースも要らず無拘束で測定できるため、患者や測定者の負担が少ない点も臨床現場での測定に適している。今後の課題として、動作中の運動加速度の影響等による誤差範囲について検証する必要がある。また、ジャイロセンサを併用し、歩行やバランス等の定量評価にも応用できるシステムの構築を目指す。

P-KS-31-2**加速度センサを用いた立ち上がり動作分析における滑らかさの指標
—平均情報量, RMS, Jerk cost の有用性の比較検討—**嶋村 剛史^{1,2)}, 森口 晃一²⁾, 羽田 清貴²⁾, 岡澤 和哉²⁾, 加藤 浩²⁾¹⁾社会保険 大牟田天領病院 リハビリテーション科, ²⁾九州看護福祉大学大学院 健康支援科学専攻**key words** 立ち上がり動作・滑らかさの指標・平均情報量 (エントロピー)**【はじめに, 目的】**

加速度センサを用いた分析は装着が容易で計測場所の制限もなく、臨床において簡便な評価ツールの1つとして知られている。近年では動揺性や滑らかさといった動作の質に関する研究は多数なされているが、立ち上がり動作に関しての研究は少ない。そこで、本研究の目的は加速度センサを用いた立ち上がり動作分析における滑らかさの評価として、これまでに報告されてきた代表的な平均情報量, RMS, Jerk cost のどの指標が最も臨床応用するのに有用であるかを比較検討することである。

【方法】

対象は健常成人男性 17 名 (20.5±0.5 歳)、加速度データの計測には 9 軸ワイヤレスモーションセンサ (Logical product 社製) を用い、被検者の第 3 腰椎棘突起部に位置するように固定用バンドで体幹に巻きつけた。サンプリング周波数は 100Hz とした。立ち上がり動作を 2 秒に設定 (着座動作も同様に設定) し、メトロノームを用いて立ち上がり動作を各 8 回ずつ繰り返し測定した。測定前には設定した動作の練習を十分に行った。測定した立ち上がり動作の最初 2 回、最後 1 回を除いた 5 回を解析対象とした。加速度センサより得られる前額軸の角速度データを 1 階積分して得られる角度データを用いて加速度センサ本体の経時的な傾きを算出し、補正後のデータを用いて左右、鉛直、前後、三軸合成の平均情報量 (エントロピー)、二乗平均平方根 (Root Mean Square : RMS)、躍度の二乗の総和 (Jerk cost) を各々算出し比較した。エントロピーはハニングの窓関数を用いて高速フーリエ変換によって時系列スペクトルを求め、第 1 成分を除く 20Hz までの成分を正規化したものから算出した。統計学的分析には IBM SPSS Statistics 19 (日本 IBM 社製) を使用し、Pearson の積率相関係数 (r) と Spearman の順位相関係数 (ρ) を用いて検討した。

【結果】

左右方向において RMS とエントロピー間で負の相関を認めた ($\rho=-0.62$, $p<0.01$)。鉛直方向において相関関係は認めなかった。前後方向において Jerk cost と RMS 間で正の相関を認め ($r=0.56$, $p<0.05$)、RMS とエントロピー間で負の相関を認めた ($r=-0.51$, $p<0.05$)。三軸合成において Jerk cost と RMS 間で正の相関を認めた ($r=0.56$, $p<0.05$)。

【結論】

先行研究では滑らかさの指標として RMS とエントロピーに正の相関があるという報告である。しかし、本研究では相反する結果となった。これは先行研究の動作は定常的な繰り返し動作の結果あり、極めて再現性が高い動作においては有効である。しかし、再現性が比較的低い繰り返し動作では有効な指標としては使用できない可能性が考えられる。Jerk cost においては単純に加速度の変化量を捉えるため有効であるが、方向が一定しない動作において有効ではない可能性が考えられる。エントロピーにおいては高周波成分が動作の滑らかさに影響するので動作の周波数帯を把握し、考慮した解析が必要になると考える。つまり、動作に合わせた指標の検討が必要である。

P-KS-31-3**角速度センサを用いた歩行時の体幹傾斜角度の測定
—若年者と高齢者の比較—**潮平 健太^{1,2)}, 金子 秀雄²⁾, 梶山 顕弘¹⁾¹⁾柳川リハビリテーション病院, ²⁾国際医療福祉大学大学院**key words** 角速度センサ・歩行・体幹傾斜角度**【はじめに, 目的】**

臨床でしばしば観察される跛行の1つに、体幹の前傾や側方傾斜がある。これらの定量的評価に3次元動作解析装置が用いられるが、機器が高価で操作に熟練を要し、測定場所が限定される。そのため、近年は小型で軽量であり、測定場所の制約を受けにくい加速度や角速度センサが注目されている。しかし、角速度センサを用いて体幹傾斜を測定し、健常者の体幹傾斜がどの程度であるかを示した報告はない。そこで本研究では、角速度センサを用いて健常な若年者と高齢者における体幹傾斜角度の測定を試み、体幹傾斜角度の参考値を得ることと加齢による影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、性別と体型によりマッチングさせた健常若年者20名(男性9名, 年齢 24 ± 2 歳, 身長 161.4 ± 6.8 cm, 体重 56.4 ± 7.1 kg, BMI 21.6 ± 2.1 kg/m²: 若年群)と独歩で日常生活が自立した地域在住の健常高齢者20名(男性9名, 年齢 68 ± 3 歳, 身長 159.6 ± 7.5 cm, 体重 56.0 ± 7.3 kg, BMI 21.9 ± 1.5 kg/m²: 高齢群)とした。除外基準として、明らかな脊柱変形、整形外科的疾患または神経学的疾患を有する者とした。使用機器は、外形寸法 $40\text{mm} \times 20\text{mm} \times 30\text{mm}$ 、質量約30gの角速度センサ(LOGICAL PRODUCT製: 以下、センサ)を用い、10m歩行(加速・減速路3mの計16m)の体幹傾斜角度を測定した。測定手順は、椅座位にて体幹直立位で胸骨体に合わせて装着した胸部固定用ベルト(GoPro Chest Mount Harness WGCHM30)にセンサを貼付した。なお、センサの鉛直はデジタル水準器(アカツキ製作所DI-100M)を用いて確認した。センサ装着後、裸足にて快適速度での10m歩行を3回試行した。サンプリング周波数は500Hz、測定時間は30秒間とし、測定データに対してドリフト補正を行った。データ解析は、歩行開始5歩目~10歩目を解析区間とし、解析区間における最大側方傾斜角度、最大前傾角度、平均側方傾斜角度(1歩行周期毎の最大側方傾斜角度の平均)、平均前傾角度として算出し、3試行の平均値を分析に用いた。統計処理はSPSS statistics 22 (IBM)を用いた。若年群と高齢群の最大体幹傾斜角度、平均体幹傾斜角度の比較には対応のないt検定を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

前額面において、体幹の最大側方傾斜角度は若年群 $2.5 \pm 0.9^\circ$ 、高齢群 $3.9 \pm 1.3^\circ$ 、平均側方傾斜角度は若年群 $1.8 \pm 0.9^\circ$ 、高齢群 $3.2 \pm 1.2^\circ$ 、矢状面において、最大前傾角度は若年群 $3.5 \pm 4.1^\circ$ 、高齢群 $2.1 \pm 2.9^\circ$ 、平均前傾角度は若年群 $2.2 \pm 3.8^\circ$ 、高齢群 $0.93 \pm 2.9^\circ$ であった。若年群と高齢群の最大側方傾斜角度、平均側方傾斜角度に有意差を認めた($p < 0.05$)が、最大前傾角度、平均前傾角度に有意差は認めなかった。

【結論】

角速度センサにより測定した歩行時の側方傾斜角度は先行研究に類似した値を示し、高齢者は若年者より側方傾斜角度が有意に増加していることがわかった。これらの結果から角速度センサは、体幹傾斜の定量的評価や加齢変化の識別に有用であることが示唆された。

P-KS-31-4**リサージュ波形を用いた歩行評価のフィードバック手段としての可能性**貴嶋 芳文¹⁾, 木山 良二²⁾, 大重 匡²⁾, 藤元登四郎¹⁾, 関根 正樹³⁾, 田村 俊世³⁾¹⁾藤元総合病院, ²⁾鹿児島大学医学部保健学科, ³⁾大阪電気通信大学医療福祉工学部**key words** リサージュ波形・片麻痺・加速度計**【はじめに・目的】**

3軸加速度計を用いた歩行評価は、床反力や立位での重心動揺などの相関が報告されており、臨床場面での評価ツールとして有用性が示されている。XY平面上にプロットして得られるリサージュ波形は、歩行中の加速度の偏倚量を視覚的に捉えることができ、患者へのフィードバック手段として、臨床応用が期待できる。しかし、リサージュ波形を用いた先行研究は少なく、歩行の特徴を定量化できるかは明らかになっていない。そこで、本研究は、健常高齢者と片麻痺者における、歩行中の加速度指標を比較し、Lissajous Index (LI) の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健常高齢者21名(男性8名、女性13名、平均年齢 63 ± 4 歳)、片麻痺者30名(Br. Stage IV15名、V15名、右片麻痺11名、左片麻痺19名、男性23名、女性7名、平均年齢 64 ± 14 歳)であった。3軸加速度センサの感度方向は、立位姿勢においてそれぞれ後方向、右方向、上方向を正とした。対象者の腰椎L3レベルに3軸加速度センサを装着し、室内16mの直進路を快適速度で歩行した。中央10m解析区間から定常状態である中央の5歩行周期を抽出し、加速度のRoot Mean Square (RMS)、Root Mean Square ratio (RMSR)、Autocorrelation (AC)の定常性および対称性を算出した。LIは、5歩行周期を加算平均し、前額面におけるLI(第1、第2象限)の左右偏倚量と、矢状面におけるLI(第2、第3象限)の上下偏倚量を算出した。健常高齢者と片麻痺者の各指標を、対応のないt検定を用い比較した。すべての統計解析は、統計ソフトR-2.8.1を用い、統計学的な有意水準は5%とした。

【結果】

健常高齢者と片麻痺者の比較では、前後・上下・左右のRMSとAC(定常性、対称性)、上下RMSR、矢状面LIにおいて、健常高齢者で有意に高値を示した($P < 0.01$)。前額面LI、前後・左右RMSRにおいては、片麻痺者で有意に高値を示した($P < 0.01$)。

【結論】

今回の結果から、前額面LIと矢状面LIを用いて歩行の特徴を定量化することができ、歩容のフィードバック手段として有用であることが示唆された。前額面LIでは、片麻痺者で左右偏倚量が大きくなり、左右のAC対称性や定常性、RMSRにも有意差を認めることから、左右の対称性を反映したと考えられる。矢状面LIにおいては、片麻痺者で有意に低値を示し、第2象限の比率が小さく、上下RMSRも小さいことから、歩行中の上方運動を反映する可能性が高いと思われる。今後は、臨床における歩行フィードバック手段の一つとして、有用性が期待できる。

P-KS-31-5**関節位置覚測定アプリケーション「The sense of position」の開発と検討
—肘関節の利き手と非利き手に着目して—**小野田 公¹⁾, 霍 明²⁾, 丸山 仁司³⁾¹⁾国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科, ²⁾姫路獨協大学医療保健学部理学療法学科,³⁾国際医療福祉大学**key words** 関節位置覚・アプリケーション・スマートフォン**【はじめに, 目的】**

2014年3月の調査で日本でのスマートフォン(以下スマホ)世帯普及率が54.7%, タブレット端末が20%となった。それにもないアプリケーション(以下アプリ)開発が盛んになり, リハビリテーション(以下リハビリ)の分野でも研究・教育に利用されている。今回, 新しく開発した関節位置覚測定アプリ「The sense of position」は, スマホなどのモバイル端末を使用して関節位置覚の測定が可能となる。測定関節部の動作肢遠位に端末を装着して, 音声従い動作を行なうことで測定ができる。本研究では開発したアプリを使用して肘関節の関節位置覚を測定し, 利き手・非利き手に着目して分析を行うことを目的とした。

【方法】

若年健常者10名(男性7名, 女性3名:年齢 21.0 ± 1.3 歳, 身長 173.2 ± 5.1 cm, 体重 62.6 ± 6.5 kg)を対象とした。利き手は全て右側であった。

今回, モバイル端末 iPod touch (Apple Inc, Cupertino, CA) を使用し, 新しく開発した関節位置覚測定アプリ「The sense of position」(Version 1.0.2)を用いて測定を実施した。被験者の測定肢位は背臥位で測定側前腕に端末上部を両側茎状突起レベルにあわせ装着した。測定方法は Automatic mode を使用して自動測定され, 被験者は端末からの音声に従い測定課題を実施した。測定課題は, 肘関節の垂直位置を記憶して, 記憶した角度を再現することとした。記憶角度と再現角度の差は自動的に算出され, その値を関節位置覚の指標とした。両上肢で3回測定し, 平均値を分析に用いた。統計処理として対応のないt検定を用いて差の検定を行なった。

【結果】

今回の結果より肘関節において記憶角度からの差は利き手では最大で 6.25° , 最小で 0.11° であった。また, 非利き手では最大で 11.48° , 最小で 0.62° であった。利き手と非利き手との分析により非利き手では増加傾向を示した ($p=0.051$)。

【結論】

今回, 新しく開発したモバイル端末アプリを使用して関節位置覚測定を実施したが, 特に問題なく測定することが可能であった。関節位置覚の測定では模倣法が多く使用されており, 目視により左右の上肢の位置の差によって判定されている。新しく開発したアプリでは, 自動で各関節の結果を数値化することが可能であるため有用であることが示唆された。結果から記憶角度からの差は, 利き手では最大で約 6° であったが, 非利き手では最大で約 11° あった。また, 分析の結果から非利き手の方が利き手よりも増加傾向を示した。このことから健常人の肘関節の関節位置覚を測定する際に利き手と非利き手を考慮する必要があることが示唆された。

今回の研究によりスマホなどのモバイル端末のアプリで身体機能の測定が可能となることが示唆された。今まで機器の設定や使用が難しかった測定が臨床現場で手軽で簡単に測定が可能となることが考えられる。

P-KS-31-6**歩行中の注意機能を評価する Probe Reaction Time 計測スマートフォンアプリケーションの開発**鈴木 智高^{1,2)}, 平石 雅裕¹⁾, 東 登志夫²⁾, 菅原 憲一¹⁾¹⁾神奈川県立保健福祉大学リハビリテーション学科理学療法専攻,²⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻**key words** 注意機能・反応時間・スマートフォン**【はじめに, 目的】**

運動機能のみならず注意機能の低下は転倒リスクを増大させる (Holtzer, et al., 2007)。Probe reaction time (PRT) は二重課題下の注意機能を評価することができ、歩行能力評価における有用性が示唆されている (Regnaud, et al., 2005)。しかし、PRT 計測には特殊な機器が必要であり、また、トレッドミル上での歩行に制約されることが多い。

そこで、普及著しいスマートフォンで歩行中の PRT を計測できるアプリケーションを開発し、その正確度を検証した。本 PRT アプリは、1) 歩行能力と注意機能の評価、2) 二重課題下の注意負荷量評価、3) リハビリテーションの介入効果判定を簡便に行えるツールである。

【方法】

端末による振動刺激を反応合図、端末片手持ち中の手関節背屈運動を反応課題としてアプリを設計し、この時間差を PRT とした。さらに、歩行中の PRT 課題は歩行速度に干渉すると想定されるため、PRT と同時に歩行時間を計測する機能を設けた。

絶対的基準として 3 軸加速度・角速度センサ (サンプリング周波数 1000Hz) を端末背面に固定し、同時計測により正確度を検証した。機器の正確度に個人特性が及ぼす影響は少ないため、健康成人 2 名で検証を実施した。また、汎用性を考慮しサンプリング周波数の異なる新旧 2 機種、Nexus 6 (約 226Hz) と Galaxy SII (約 101Hz) を検証に用いた。80m 歩行中に PRT10 試行と歩行時間を計測し、30 セット繰り返した。PRT100 試行、歩行時間 30 セットを解析対象とし、参加者、機種各々において方法間 (アプリ-外部センサ) の絶対誤差算出のため Bland-Altman 解析を行った。

【結果】

両参加者の PRT に関して、Nexus の偏りおよび 95% 信頼区間は 16.8 (16.5—17.0), 17.4 (17.0—17.7) ms, 精密度は 1.7, 2.7 ms, PRT の平均は 222, 261ms であった。Galaxy では偏り 20.6 (20.1—21.0), 20.6 (20.2—21.0) ms, 精密度 5.2, 4.5ms, 平均 213, 235ms であった。

歩行時間に関して、Nexus は偏り -3.5 (-2.7—4.2), -3.3 (-2.6—4.1) ms, 精密度 3.8, 4.0ms, 平均 60.6, 60.4s であった。Galaxy は偏り -9.9 (-9.1—10.7), -11.9 (-11.1—12.7) ms, 精密度 4.6, 4.6ms, 平均 59.3, 60.7s であった。

【結論】

PRT の正確度に関して、各機種で一定の偏り (系統誤差) が認められた。これはアプリ側の振動制御と実際に端末が振動するまでの遅延であろう。%誤差 (2×精密度/平均) は 1.5—4.9% と十分に低値であったが、偏りと精密度はサンプリング周波数に依存しているようだ。歩行時間に関して、系統誤差は極低値であり、%誤差が 0.0% であることから、殆ど誤差はない。

以上のことから、端末のセンサは相当に正確であり、本アプリの PRT 計測は十分な正確度であるといえる。ただし、現状のデータでは端末の性能に注意すべきだろう。課題中の注意機能を評価する本アプリは、使用するひと、環境を問わず、課題設定も比較的自由であるため、転倒予防、認知症予防を主とした幅広い臨床応用が期待される。

P-KS-39-1**足趾把持力に影響を及ぼす因子の検討**相馬 正之¹⁾, 村田 伸²⁾, 甲斐 義浩²⁾, 中江 秀幸¹⁾, 佐藤 洋介¹⁾, 村田 潤³⁾, 宮崎 純弥²⁾¹⁾東北福祉大学健康科学部リハビリテーション学科, ²⁾京都橘大学健康科学部理学療法学科,
³⁾長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科保健学専攻**key words** 足趾把持力・影響因子・健常成人女性**【はじめに、目的】**

足趾把持力発揮に影響を及ぼす因子として、体重、足部柔軟性と足部アーチ高率の3つの因子を明らかになっている(村田ら2003)。近年、新たに足趾把持力発揮に関連する諸因子が報告されていることから、再度、それらの因子を含めた上で、検証が必要と考えられる。

本研究では、若年者の足趾把持力発揮に影響を及ぼす因子を明らかにするため、過去に足趾把持力に関連すると報告された項目を中心に測定し、各因子と足趾把持力との関連を検討した。

【方法】

対象は、健常成人女性12名(平均年齢 21.2 ± 0.4 歳、身長 159.6 ± 3.7 cm、体重 51.5 ± 4.8 kg)とした。測定項目は、足趾把持力と足趾把持力発揮時の足関節角度、大腿直筋と大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋内側頭の筋活動量、足部柔軟性、足部アーチ高率、体重とした。

統計処理は、足趾把持力と他の測定値との関係について、ピアソンの相関係数を用いて検討した。さらに、足趾把持力に影響を及ぼす因子を抽出するため、従属変数を足趾把持力とした重回帰分析のステップワイズ法(変数減少法)を行った。

【結果】

得られた測定値は、足趾把持力が 15.9 ± 4.3 kg、足部柔軟性が 2.9 ± 0.8 cm、足部アーチ高率が19.9cm、足関節背屈角度が $2.9 \pm 0.8^\circ$ であった。また、%IEMGは、大腿四頭筋が $3.1 \pm 1.6\%$ 、大腿二頭筋が $31.9 \pm 20.8\%$ 、前脛骨筋が $35.3 \pm 19.3\%$ 、腓腹筋内側頭が $50.9 \pm 19.2\%$ であった。

足趾把持力と有意な相関を示したのは、相関係数が高い順に、足部アーチ高率($r=0.69$)、前脛骨筋の%IEMG($r=0.67$)、足部柔軟性($r=0.66$)、腓腹筋内側頭の%IEMG($r=0.61$)、足関節背屈角度($r=0.60$)であった。

ステップワイズ重回帰分析の結果、足趾把持力に影響を及ぼす因子として抽出された項目は、足部アーチ高率および前脛骨筋の%IEMGの2項目であり、標準偏回帰係数は順に0.54($p<0.01$)、0.51($p<0.01$)であった。

【結論】

本研究における単相関分析の結果、足趾把持力と足部柔軟性、足部アーチ高率、足関節背屈角度および前脛骨筋、腓腹筋内側頭の%IEMGの5項目と有意な相関が認められた。この5項目は、先行研究においても相関が認められており、本結果では、これを追認した。

重回帰分析によって、足趾把持力に独立して影響を及ぼす因子として抽出されたのは、足部アーチ高率と前脛骨筋の%IEMGの2項目であり、足部アーチ高率とが高いほど、前脛骨筋の%IEMGが大きいほどに足趾把持力が強いことが確認された。足部アーチ高率は、内側縦アーチの指標として用いられることが多く、内側縦アーチは、骨や靭帯、前脛骨筋、後脛骨筋、長母指屈筋、長指屈筋、母指外転筋の筋群より構成される。これらの筋群には、足趾把持力の主動作筋である長母指屈筋、長指屈筋、足趾把持力発揮時に重要な前脛骨筋が含まれる。これらの知見から、足部アーチと足趾把持力は、密接な関係にあり、相互的に作用していることが示された。

P-KS-39-2**足部ロッカー機能と足底圧分布との関連性**

神先 秀人, 永瀬外希子, 南澤 忠儀, 高橋 俊章, 赤塚 清矢, 眞壁 寿, 伊橋 光二

山形県立保健医療大学

key words 足部ロッカー機能・足底圧分布・COP

【はじめに, 目的】歩行の立脚相において床と足部の間にみられる3つのロッカー機能のメカニズムに関して, 下肢関節モーメントや角度変化, 筋電図学的分析に基づいた報告は散見される。しかし, 床面と足底面で生じる圧の変化や足圧中心(COP)に焦点を当てて各機能による役割を検討した報告はみられない。本研究の目的は, ヒールロッカー(HR)とアンクルロッカー(AR)に焦点を当て, 各ロッカー機能に制限を加えた際の, 足底各部位への圧分布と足圧中心(COP)の描く波形から, 各ロッカー機能の役割や制限時の足部への影響と代償について検討することである。

【方法】健康女性8名(19-21歳)を対象とした。実験は, ①裸足, ②短下肢装具装着で足関節の運動制限なし(フリー), ③短下肢装具装着での90度底屈制動(HR制限), ④短下肢装具装着での90度背屈制動(AR制限)の4課題の快適速度での歩行を各3試行実施した。実験順序は, ①の課題を最初に行い, ②~④はランダムに行った。足圧分布は, 99個のセンサーが内蔵されたインソール型圧力分布測定システム(novel社, Pedar)を用いて, サンプリング周波数100Hzで測定した。センサー部を後足, 中足, 前足, 足趾の4部位に分け, 各部位を構成する各センサーの1歩行周期中の最大圧の平均値を, さらに3試行分で平均し, 各部位への圧分布の比較を行うとともに, 足圧中心軌跡の特徴を観察した。4条件間の平均最大圧の比較には, 反復測定分散分析およびBonferroni法による多重比較を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】フリー時には裸足時と比べて, 同側後足部への平均最大圧の減少と中足部の有意な増加がみられた。HR制限時には, 同側後足部への最大圧が裸足やAR制限時と比べて有意に低値を示したが, 中足部では逆の結果を示した。AR制限では, 同側中足部と前足部の平均最大圧が他の3条件と比べて有意な低下を示した。また, 裸足時と比較して対側前足部の平均最大圧の有意な増加がみられた。COPの軌跡では, 裸足や制限無しの条件と比較して, HR制限では同側の後方部分が, AR制限では前方部分の欠けた特徴的で短い軌跡を描いた。

【結論】AR制限に認められた同側中足部と前足部の平均最大圧の減少は立脚期における下腿の前方への回転が制限を受け, 足部前方への重心移動が妨げられることが主な要因と考えられた。また, 対側前足部の最大圧の増加はAR制限による下腿に対するブレーキ作用に抗して, 代償的に対側下肢によるPush-offが増大する可能性が示唆された。COP軌跡の結果からは, HR制限では立脚初期の後足部への荷重が減少していること, AR制限では立脚中期以降の下腿の前方への回転運動やPush-offが妨げられ円滑な前方への重心移動が阻害されていることを示すものと考えられた。

P-KS-39-3**Modified Navicular Drop と Dynamic Navicular Drop の関係
歩行動作に着目して**

星野 裕樹, 林 真友美, 城下 貴司

群馬パーズ大学

key words 内側縦アーチ・歩行・舟状骨

【はじめに, 目的】 Navicular Drop Test (以下 ND) とは, 静的な足内側縦アーチの測定法であり, 座位での床から舟状骨結節までの高さから立位での床から舟状骨結節までの高さの差である。城下が報告した Modified ND とは, ND の方法に加え, 座位時の足部荷重量を 20% として測定する方法である。Dynamic ND (以下 DND) は動的な足内側縦アーチの測定法であり, 歩行での踵接地時の舟状骨結節の高さから最も舟状骨結節が低下した時の高さの差である。Michael は ND と DND の関係性について研究し, 有意な相関があったと報告した ($r=0.4$, $r^2=0.1$, $p<0.001$)。土居が ND と足関節内の底屈モーメント (以下 AM) の関係性について研究し, AM において ND の小群が大群に比べ有意に小さい値になったと報告した(大群: $2.0 \pm 0.7 \text{Nm/kg} \cdot \text{m}$, 小群: $1.4 \pm 0.5 \text{Nm/kg} \cdot \text{m}$)。本研究の目的は静的な足内側縦アーチと動的な足内側縦アーチの関係を明確にすることである。

【方法】本研究の対象者は6ヶ月以内に著名な整形外科疾患の既往のない健康成人15名とした。本研究ではデジタルノギス, 体重計, 昇降式ベッドを使用し, 城下が推奨する Modified ND を用いて, 静的な足内側縦アーチを測定した。本研究では三次元動作解析装置, 赤外線カメラ9台, 床反力計3枚, 反射マーカー38個を使用し, DND を測定した。DND, AM, 動的足関節背屈角度 (以下 AA) の測定をするために, 本研究では38個の反射マーカーを対象者に貼付した。本研究において, DND 測定時の定常歩行条件は床反力計1枚につき一足接地とし, 対象者に指示した。検査者は各対象者5回ずつ DND の計測を行った。本研究の解析方法は Modified ND が5mm 以上であった場合を大群とし, Modified ND が5mm 未満であった場合を小群として分類した。本研究の統計方法は単回帰分析と Mann-Whitney の検定を用いた。

【結果】 Modified ND と DND に相関はみられなかった ($r=0.3$)。DND は Modified ND 大群 ($5.8 \pm 0.4 \text{mm}$) と小群 ($4.5 \pm 0.7 \text{mm}$) 間に有意差は見られなかった ($p=0.2$)。Modified ND と AM に相関はみられなかった ($r=0.2$)。AM は Modified ND 大群 ($1.41 \pm 0.03 \text{Nm/kg}$) と小群 ($1.43 \pm 0.04 \text{Nm/kg}$) 間に有意差は見られなかった ($p=0.4$)。Modified ND と AA の最大値に相関はみられなかった ($r=0.1$)。AA の最大値は Modified ND の大群 ($13.0 \pm 1.2^\circ$) と小群 ($12.4 \pm 1.7^\circ$) 間に有意差は見られなかった ($p=1.0$)。

【結論】 Modified ND と DND は Michael の研究と異なる結果となった。しかしながら, Modified ND 大群では DND も大きい値を Modified ND 小群では DND も小さい値を示し, 生データからは先行研究と類似した傾向を示した。一方, 足関節内の底屈モーメントに関しては土居と異なる結果となった。足関節内の底屈モーメントの相関は得られない可能性が示唆された。Modified ND と動的背屈角度の最大値の相関は得られなかったが, 生データからは Modified ND 大群では, 動的背屈角度も大きい値となる可能性が示唆された。

P-KS-39-4**衝撃吸収からみた、足部内側縦アーチの適切な評価**

石島ゆり野¹⁾, 新小田幸一^{2,3)}, 緒方 悠太⁴⁾, 武田 拓也⁴⁾, 岩本 義隆⁴⁾, 澤田 智紀⁴⁾,
徳田 一貫⁴⁾, 谷本 研二⁴⁾, 阿南 雅也^{2,3)}, 高橋 真^{2,3)}

¹⁾医療法人おると会 浜脇整形外科リハビリセンター リハビリテーション科, ²⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院 応用生命科学部門,

³⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究院付属先駆的リハビリテーション実践支援センター,

⁴⁾広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 保健学専攻

key words 足部内側縦アーチ・歩行・評価

【はじめに、目的】

歩行は、下肢への荷重と非荷重を繰り返しながら身体を前方へ運ぶ動作であり、荷重の受け継ぎは立脚期において重要な課題の1つである。このとき不可欠となるのが衝撃吸収であり、寄与する因子の1つに足部内側縦アーチ(以下、MLA)がある。MLAは特に立脚初期での衝撃吸収に寄与し、MLAが有する機能が果たせない場合、衝撃吸収が十分に行われなことは容易に推察できる。実際に MLA と障害・疾患との関連が数多く報告されているため、MLAは重要な臨床的指標であり、簡便かつ定量的に評価するために様々な形態学的評価が研究されている。しかしながら、どの評価が適切であるか、衝撃吸収機能の観点からは検討されていない。そこで本研究では、歩行中の MLA の機能を推定するための適切な評価を特定することを目的として、運動力学的観点から検討を行った。

【方法】

被験者は健康若年成人女性 25 人(年齢: 21.7 ± 1.6 歳, 身長: 157.5 ± 4.4 cm, 体重: 50.6 ± 5.8 kg)であった。MLA の評価は、座位、立位、片脚立位でのアーチ高率(以下、AHI)と Navicular drop test(以下、NDT)の計4つとした。AHIは舟状骨高を足長で除した値とし、NDTは座位時の舟状骨高から立位時の舟状骨高を引いた値とした。被験者の感じる快適スピードでの歩行の模様を、赤外線カメラ6台と赤外線反射マーカを用いた3次元動作解析システム Vicon MX (ViconMotion System 社製)、8基の床反力計(テック技販社製)により計測した。MLAが衝撃吸収に寄与できているかを判断するためのパラメータに、Loading rate(以下、LR)を用いた。LRは、初期接地から床反力鉛直成分(以下、Fz)の第1ピークに達した瞬間までの時間を100%で時間正規化し、20%時から80%時までのFzの差分を時間で除すことで算出し、その値が大きいほど衝撃吸収の低下を示す。統計学的解析にはSPSS Ver.22.0J(日本アイ・ビー・エム社製)を用いた。得られたデータに対し Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認した。MLAの評価とLRの相関分析は、データに正規性が認められた場合には Pearson の積率相関係数を、正規性が認められなかった場合には Spearman の順位相関係数を用いた。なお、有意水準は5%未満とした。

【結果】

3条件下のAHIの評価とLRの間に有意な相関関係が示されなかったが、NDTとLRの間には有意な正の相関($0.407, p < 0.05$)を示した。

【結論】

歩行のように下肢への荷重量が時々刻々と変化する動作を捉えるには、単一姿勢での舟状骨高を基に算出したAHIでは困難であることが推察される。一方、足部への荷重量を変化させて測定するNDTとLRの間には有意な正の相関を示したことから、NDTの値が高いほど、歩行中の衝撃吸収を十分に行うことができず、MLAの機能が低下していることが示唆された。したがって、歩行中の MLA の機能を捉える評価として、NDTを用いることが有用であると考えられる。

P-KS-39-5**足関節背屈に伴う下腿回旋動態の左右差
下腿の捻転からの検討**佐藤 俊彦¹⁾, 江戸 優裕^{1,2)}¹⁾新葛飾ロイヤルクリニック, ²⁾文京学院大学保健医療技術学部理学療法学科**key words** 足関節背屈・下腿回旋・左右差**【はじめに, 目的】**

ヒトの骨格形態には左右差がある。下肢の関節疾患の理学療法において、最も知られているのは下腿の捻転の左右差であると推察される。健常な日本人ではほとんどが、相対的にみて右下腿は外捻位、左下腿は内捻位を呈する(橋本ら 2015)。こうした下腿の捻転の左右差は、足関節運動に影響する可能性がある。そこで本研究の目的は、まず足関節背屈に伴う下腿回旋の動態を明らかにし、その結果について下腿捻転の左右差の観点から検討することである。

【方法】

対象は健常成人 12 名 [男性 6 名・女性 6 名: 年齢 22.3 ± 1.7 歳・身長 165.3 ± 10.0 cm・体重 60.0 ± 8.5 kg] とし、全例が右下腿は外捻位、左下腿は内捻位であった。計測は三次元動作解析装置 VICON-NEXUS (VICON 社) を使用した。マーカーの貼付位置は、両側の脛骨粗面・腓骨頭・内果・外果・踵後面・踵内側・踵外側の計 14 点とした。計測肢位は足関節底屈 20 度・底屈 10 度・底背屈中間位・背屈 10 度・背屈 20 度・最大背屈位の 6 条件とし、各肢位における下腿回旋角度と後足部回内外角度を算出した。なお、足関節肢位は計測肢をエアスタビライザーに載せた半荷重下において、レーザー墨出し器(シンワ社)により下腿を鉛直に保持した状態で水準器(ミットモ社)を用いて規定した。また、足関節底背屈による Skin movement artifact に配慮し、内外果マーカーは各肢位で同一検者が貼付し直した。統計学的分析は Friedman 検定と post-hoc 検定に Tukey 法を用い、危険率 1% ($p < 0.01$) で検討した。

【結果】

右下腿は足関節背屈に伴って下腿が内旋し、最大背屈位に対して中間位・底屈 10 度・底屈 20 度において有意差を認めた。これに対して、左下腿は足関節背屈に伴って下腿が外旋し、最大背屈位に対して底屈 10 度・底屈 20 度、背屈 20 度に対して底屈 10 度・底屈 20 度において有意差を認めた。後足部の回内外はいずれの肢位間でも有意差を認めなかった。

【結論】

本研究により足関節背屈に伴って右下腿は内旋し、左下腿は外旋した。こうした下腿回旋動態の左右差には水平面における距腿関節軸の向きの左右差が関与したと考える。下腿形状の左右比較において、右は外捻位、左は内捻位である(橋本ら 2015)ため、右の距腿関節軸は左よりも外捻位をとっている。距腿関節の背屈は ankle mortise に距骨を楔として嵌り込ませることで回旋自由度を減少させる(吉野ら 2007)。このことから、本研究のように足部の水平面上の動きが生じにくい環境では、足関節背屈により距骨滑車上で回旋自由度を失った右下腿は内旋運動を生じると推察する。これとは反対に、左下腿は下腿内捻により距腿関節軸が内旋しているため、背屈により外旋運動が生じたと考える。このような下腿回旋の左右差は、距腿関節構造と一致した運動であるため、これから逸脱する場合はメカニカルストレスを生じる可能性がある。下腿捻転の評価とともに足関節動態を把握する必要がある。

P-KS-39-6**扁平足における床反力による歩行解析
—歩行速度の変化による床反力垂直成分の変化に注目して—**下村 咲喜¹⁾, 兼岩 淳平¹⁾, 三津橋佳奈²⁾, 前沢 智美³⁾, 工藤慎太郎^{1,4,5)}

¹⁾森ノ宮医療大学保健医療学部 理学療法学科, ²⁾伊藤整形外科 リハビリテーション科,
³⁾四軒家整形外科クリニック リハビリテーション科, ⁴⁾森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科,
⁵⁾森ノ宮医療大学卒業教育センター

key words 扁平足・床反力・歩行速度

【はじめに, 目的】扁平足は衝撃吸収能の低下や運動連鎖により, 足部やその近位のセグメントに疼痛や異常動作を惹起すると考えられている。扁平足の歩行に関して, 諸家により中足部内側の接触面積の増大や最高圧の上昇, 前足部外側の荷重量の低下などの現象が報告されている。一方で, Saharらは, 非疲労条件では扁平足の歩行中の床反力の特徴は認めないものの, 疲労条件では床反力に異常を認めたとしている。その中では歩行速度は規定されていなかったが, 我々は歩行速度の変化により筋活動が変化すると考え, 歩行の速度条件を設定し, また, 床反力の特徴を正常足群と扁平足群で比較することを目的とした。

【方法】対象は明らかな整形外科的疾患や足部に疼痛のない健常成人19名(体重 59.8 ± 9.5 kg, 身長 168.1 ± 6.8 cm)とした。対象者の足部アライメントをFoot Posture Index-6により, 正常足群;10肢, 扁平足群;9肢に分類した。歩行解析にはAMTI社製床反力計(記録周波数1000Hz)を用い立脚期の床反力の垂直成分(F_z)を算出した。運動課題は裸足歩行とし, 自由歩行, コントロール速度(113steps/min), 最大歩行速度の3条件で十分な練習後, 各5回ずつ計測した。 F_z の最初の上向きのピーク値を p_1 , 立脚中期の下向きのピーク値を p_2 , 立脚後期にみられる2つ目の上向きのピーク値を p_3 とした。 p_1 と p_2 の差分, p_2 と p_3 の差分をそれぞれ, p_1-2 , p_2-3 とした。それぞれ5回の平均値を求め, 体重で除したものを速度変化の条件間, 正常足群と扁平足群で比較検討した。統計学的手法には速度条件間および足部タイプ間に二元配置分散分析と多重比較検定(Bonferroni)の方法を用い, 有意水準5%未満とした。

【結果】正常足群と扁平足群間で有意差は認めなかったが, 速度変化によって p_1-2 , p_2-3 で有意差を認めた。 p_1-2 の自由歩行は $0.07 \pm 0.02\%$, コントロール速度は $0.07 \pm 0.02\%$, 最大歩行速度は $0.12 \pm 0.03\%$, p_2-3 の自由歩行は $0.07 \pm 0.02\%$, コントロール速度は $0.06 \pm 0.02\%$, 最大歩行速度は $0.06 \pm 0.02\%$ で, 最大歩行速度とその他2群に有意差を認めた。

【結論】扁平足では足アーチの低下により接触面積や足圧が変化すると報告されている。本研究の結果, 歩行速度の違いにより床反力ピーク値は変化するものの, 変化の様態について無症候性の扁平足群と正常足群を比較して, 有意差を認めなかった。これは, 衝撃吸収能を示すピーク値に有意差がないことから, 無症候性の扁平足群では, アライメントの破たんはあるものの衝撃吸収能力に差がないことを示している。Saharらの報告では, 疲労条件下において扁平足群の p_2 は有意に増大し p_3 は減少していた。しかし, これらは疲労方法が全身運動であるため, 本当に足アーチ保持筋の作用によるものか判断が難しい。そのため, 今後は足アーチ保持筋に疲労を与え, 床反力ピーク値の変化をみていきたい。また, 痛みを有している扁平足と比較し, より明確に歩行の特徴を明らかにする必要があると考える。

P-KS-40-1**高齢者の頭部前方突出姿勢が舌筋力に与える影響**小串 直也¹⁾, 中川 佳久²⁾, 宮田 信彦³⁾, 羽崎 完⁴⁾¹⁾大阪電気通信大学 大学院 医療福祉工学専攻, ²⁾同仁会 耳原総合病院 リハビリテーション室,³⁾寺西報恩会 長吉総合病院 リハビリテーション科,⁴⁾大阪電気通信大学 医療福祉工学部 理学療法学科**key words** 舌筋・頭蓋脊椎角・嚥下障害**【はじめに, 目的】**

高齢者の多くは加齢に伴い特有の不良姿勢をとり, その中でも頭部前方突出姿勢は臨床において頻繁に観察される。頭頸部は嚥下機能と強く関係していることから, 頭部前方突出姿勢は嚥下機能に影響を与えると考える。また, 嚥下時の食塊移送には舌の運動が重要であり, 舌筋力の低下は嚥下障害の原因のひとつである。しかし, 高齢者の頭部前方突出姿勢が舌筋力に与える影響についての報告はない。そこで, 本研究は高齢者の頭部前方突出姿勢が舌筋力に与える影響について検討した。

【方法】

対象はデイサービスを利用している神経疾患の既往のない虚弱高齢者 16 名 (平均年齢 85.6 ± 7.7 歳) とした。使用機器は舌筋力計 (竹井機器工業株式会社製) と舌圧子 (メディポートホック有限会社製) を用いた。測定は舌突出力と舌挙上力の 2 項目とし, 各 2 回ずつ測定した。舌突出力の測定は口唇に舌圧子を当て, 舌を最大の力で突き出させた。舌挙上力の測定はまず被験者に開口させ, 口腔内で舌圧子を固定し, 舌を最大の力で押し上げさせた。また, 被験者の第 7 頸椎棘突起にマーカーを貼り付け, 測定中の頭頸部をデジタルビデオカメラ (SONY 社製) により撮影した。その後, Image J にて第 7 頸椎棘突起を通る床との水平線と第 7 頸椎棘突起と耳珠中央を結んだ線のなす角を計測し, 舌突出力測定中および舌挙上力測定中の頭蓋脊椎角 (以下 CV 角) を算出した。測定肢位は端座位とし, 頭部をアゴ台 (竹井機器工業株式会社製) に固定した。分析は各々 2 回の平均値を代表値とし, 舌筋力と CV 角の関係を明らかにするために, Spearman の順位相関係数を求めた。

【結果】

舌突出力は平均値 0.23 ± 0.10 kg, 舌突出力測定中の CV 角は平均値 $29.50 \pm 5.79^\circ$ となり, 相関係数 $R=0.70$ で有意な正の相関を認めた ($p < 0.01$)。舌挙上力は平均値 0.22 ± 0.09 kg, 舌挙上力測定中の CV 角は平均値 $29.57 \pm 5.74^\circ$ となり, 相関係数 $R=0.72$ で有意な正の相関を認めた ($p < 0.01$)。

【結論】

今回, 高齢者の舌筋力と CV 角の間に有意な正の相関を認めた ($p < 0.01$)。このことから, 高齢者の舌筋力と頭部前方突出姿勢は関係していることが明らかになった。舌筋力の低下は嚥下障害における原因のひとつであり, 実際に嚥下障害患者に対して舌負荷運動が実施される。また, 舌と姿勢の関係について頸部の屈伸や回旋が舌運動や舌圧に与える影響については報告されてきた。しかし, 高齢者の頭部前方突出姿勢と舌筋力の関係については報告されていなかった。CV 角は頭部前方突出の程度を表現しており, 加齢とともに小さくなる。頸椎の過剰な前彎を伴う頭部前方突出姿勢では舌骨下筋群が伸張され, 舌骨を下方に引くと考えられる。舌骨には舌筋の一つである舌骨舌筋が付着しており, 舌骨の下方偏位は舌の運動を阻害するため, 舌筋力と CV 角の間に有意な相関を認めたと考える。したがって, 舌筋力の向上には姿勢の改善が必要であると考えられる。

P-KS-40-2**片脚立位時間が歩行自立の可否に及ぼす影響
～高齢入院患者における検討～**津田 泰路¹⁾, 加嶋 憲作¹⁾, 河邑 貢¹⁾, 大菊 覚¹⁾, 馬淵 勝¹⁾, 山崎 裕司²⁾¹⁾独立行政法人国立病院機構 高知病院, ²⁾高知リハビリテーション学院**key words** 片脚立位時間・歩行自立度・高齢者**【はじめに, 目的】**

本研究の目的は、片脚立位時間が歩行自立度に与える影響について検討し、片脚立位保持検査が独歩自立の可否を判別する指標となり得るか否かを明らかにすることである。

【方法】

対象は、65歳以上の高齢入院患者309名(男性165名, 女性144名)である。中枢神経疾患や明らかな荷重関節の整形外科的疾患、認知症を有する者は対象から除外した。片脚立位保持検査は、開眼にて両手を腰に当て、一側の下肢を5cm以上挙上するよう指示した。測定は、30秒を上限として左右2回ずつ計測し、最高値を採用した。歩行自立度は、独歩自立群(院内の移動を独歩にて可能)と、非独歩自立群(院内の移動に監視もしくは介助や補助具を要する)の2群に選別した。また、片脚立位時間を2秒未満群、2～5秒未満群、5～10秒未満群、10～15秒未満群、15秒以上群の5群に区分し、独歩自立例の割合を群ごとに算出した。統計学的解析には、対応のないt検定、 χ^2 検定を用いた。また、Receiver Operating Characteristic 曲線(以下、ROC 曲線)より、独歩自立のための片脚立位時間のカットオフ値を決定した。いずれも危険率5%を有意水準とした。

【結果】

独歩自立例は187名、非独歩自立例は122名であった。平均片脚立位時間は、独歩自立群、非独歩自立群の順に、 16.5 ± 10.9 秒、 1.7 ± 2.6 秒であり、有意差を認めた($p < 0.01$)。片脚立位時間区別にみた独歩自立例の割合は、2秒未満群、2～5秒未満群、5～10秒未満群、10～15秒未満群、15秒以上群の順に、17%、45%、74%、91%、100%であり、片脚立位時間が短いほど有意に低下した($p < 0.01$)。独歩自立群において片脚立位保持が不能な症例を3名認めた。また、ROC 曲線における曲線下面積は0.93(95%CI: 0.90-0.96)であり、片脚立位時間は独歩自立の可否を判別する因子であった。感度と特異度の和が最大となる片脚立位時間は、4.3秒であった。4.3秒をカットオフ値とした場合、感度は83%、特異度は88%、陽性的中率は91%、正診率は85%であった。

【結論】

本研究では高齢入院患者を対象として、片脚立位時間が歩行自立度に及ぼす影響について検討した。片脚立位時間が15秒以上では全例が独歩自立していたのに対して、15秒を下回る場合、片脚立位時間の減少にしたがって独歩自立例の割合は減少した。また、ROC 曲線解析より算出した独歩自立の可否を判別する片脚立位時間の最適なカットオフ値は4.3秒であり、曲線下面積、感度、特異度、陽性的中率、正診率のいずれも良好な値であった。これらのことより、片脚立位時間は歩行自立度と関連性があり、片脚立位保持検査は独歩自立の可否を判別する有益な指標と考えられた。一方、片脚立位保持が困難な者においても独歩自立例を認めた。以上のことから、片脚立位保持検査は高齢入院患者の歩行自立度を判別する指標となり得るものの、独歩自立の可否をより正確に判別するには下肢筋力測定や他の立位バランス評価を併用する必要があると考えられた。

P-KS-40-3**高齢者における歩行能力と下肢運動連動性との関連性**

小栢 進也, 淵岡 聡

大阪府立大学 地域保健学域 総合リハビリテーション学類 理学療法学専攻

key words 運動連動性・歩行・高齢者**【はじめに, 目的】**

ヒトの多関節運動では関節やセグメント間で運動を連動させて、効率のよい動作を行っている。加齢に伴って協調性が低下すると、セグメント間での運動の連動性も低下すると考えられている。しかし、連動性低下と歩行能力の関連性は明らかではない。運動の連動性を調べた過去の研究では、Continuous relative phase (CRP) を用い、2つセグメント間での運動の位相差が論じられている。そこで、本研究では歩行解析に CRP を用い、高齢者におけるセグメント間での運動連動性と歩行速度の関連性を検討した。

【方法】

対象は60歳以上で日常生活が自立した地域在住女性高齢者91名(年齢73.1±6.0歳)とした。体表に反射マーカを張り付けた後、三次元動作解析装置を用いて快適速度での歩行を測定した。次に1歩行周期の矢状面角度データを用い、足部・下腿・大腿におけるCRPの値を求めた。CRPは横軸に角度、縦軸に角速度をプロットしたベクトル座標系から周期運動の位相を調べるもので、CRP差が0°は2セグメントが同位相、180°は逆位相で動いていることを表す。CRPの変動が大きいと連動性低下を表すため、CRPの標準偏差(DP: Deviation Phase)を用いてセグメント間の運動連動性を評価した。DPは値が高いほど連動性低下を意味する。まず、セグメント角度・角速度が-1から1の範囲で表せるよう、最大値と最小値を用いて標準化した角度、角速度を求めた。次に分母を角度、分子を角速度としたアークタンジェントからCRPを求め、近位と遠位のセグメントCRP差を算出した。最後に、足部-下腿、下腿-大腿におけるDPを求めた。各セグメント間のDPはpearsonの相関係数を用いて歩行速度、ステップ長、ステップ時間、年齢、身長、体重との関連性を検討した。また、重回帰分析のステップワイズ法を用いて歩行速度に関連する因子を検討した。

【結果】

DPは歩行速度(足部-下腿 $r=-0.41$ 、下腿-大腿 $r=0.46$)、ステップ時間(足部-下腿 $r=0.54$ 、下腿-大腿 $r=-0.37$)と強い関連性を認めた。一方、ステップ長、年齢、身長、体重とは関連性が低かった。重回帰分析の結果より、歩行速度を説明する独立変数として足部-下腿DP($\beta=-0.26$)、下腿-大腿DP($\beta=0.35$)、年齢($\beta=-0.26$)が検出された。自由度調整済み決定係数は0.35であった。

【結論】

歩行速度は足部-下腿DPと負の相関、下腿-大腿DPと正の相関を示した。DPは値が高いほど連動性低下を示すため、歩行速度が低下した高齢者は足部-下腿の連動性が低く、下腿-大腿の連動性は逆に高いことがわかった。特にこの傾向はステップ時間で強く認められ、ステップ時間が短いほど連動性は足部-下腿で低く、下腿-大腿で高い。若年者では歩行速度低下により足部-下腿、下腿-大腿の連動性は共に低下すると報告されており、高齢者を対象とした本研究の結果と異なる。高齢者の歩行速度低下の特徴として、大腿-下腿の連動性が増加する点にあることが示された。

P-KS-40-4**前額面上における姿勢アライメントに着目した高齢者の方向転換動作の分析**

黒澤 千尋, 島津 尚子

神奈川県立保健福祉大学

key words 三次元動作解析・移動動作・体幹側屈

【はじめに, 目的】方向転換動作には, 瞬間的な方向転換と, 連続的な方向転換がある。連続的な方向転換動作には Timed Up and Go test (TUG) 等があり, 移動能力評価として活用されている。我々は TUG 所要時間と課題中の総軌跡長との関連を分析した結果, TUG 所要時間が長い高齢者ほど方向転換区間の総軌跡長が長くなる傾向がみられた。そこで今回, 前額面上の姿勢アライメントに着目し, 高齢者における方向転換動作の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健常高齢者 19 名(対照: 健常若年者 9 名)で, 計測課題は最大努力歩行下の TUG とした。計測機器は三次元動作分析装置(VICON612: 赤外線カメラ 10 台)を使用し, 赤外線反射マーカは 36 点貼付した。頭部・骨盤・左右の足関節中心の位置関係から姿勢を分析するため, 身体重心の進行方向に対する前額面上の頭部中心点(Head), 骨盤中心点(Pelvis), 左右足関節中心点(Ankle)を算出した。また, 左右上後腸骨棘の中点(CPSI)を算出し, 目印(ソフトコーン)の X 座標(左右)通過から方向転換後, 目印の X 座標(左右)通過までを方向転換区間と定義した。この区間における水平面上の CPSI 総軌跡長(総軌跡長), 目印と CPSI の距離(曲率半径)を算出した。方向転換時, 身体は内方傾斜するが, この身体の傾斜の指標として Head-Ankle のなす線の傾斜角度(H-A angle)を, 体幹側屈の指標として Head-Pelvis のなす線の傾斜角度(H-P angle)を算出した。H-A angle と H-P angle を比較し, H-P angle の方が小さかった高齢者 11 名を Normal 群(N 群), 大きかった高齢者 8 名を Trunk 群(T 群)と分類した。統計学的処理には, マンホイットニーの U 検定を用い, N 群と T 群における総軌跡長・曲率半径を比較した(有意水準 5% 未満)。

【結果】若年者の方向転換では, H-A angle より H-P angle の方が小さく, 体幹の側屈は小さかった。また, 総軌跡長は平均 $0.59 \pm 0.10\text{m}$, 曲率半径は平均 $0.18 \pm 0.03\text{m}$ であった。N 群において, 総軌跡長は平均 $0.71 \pm 0.24\text{m}$, 曲率半径は平均 $0.22 \pm 0.08\text{m}$ であった。T 群において, 総軌跡長は平均 $0.90 \pm 0.26\text{m}$, 曲率半径は平均 $0.28 \pm 0.08\text{m}$ であった。統計の結果, N 群と T 群における総軌跡長, 曲率半径はどちらも有意な差が認められた。

【結論】若年者の方向転換において, H-A angle より H-P angle の方が小さく, 体幹の立ち直りがみられた。N 群と T 群を比較すると, 若年者と同様に体幹の側屈が小さかった N 群に比べ, T 群では体幹の側屈が大きくなり, 体幹の立ち直りがみられなかった。また, T 群では総軌跡長と曲率半径が増大し, 大回りの方向転換をする傾向がみられた。このことから方向転換時の前額面上アライメントと方向転換のパフォーマンスとの関連が示唆された。今後, 大回りの方向転換になる要因について詳細に分析を進めることによって, TUG 所要時間だけでは評価することのできない新たな移動能力評価の指標としての応用を目指したい。

P-KS-40-5**高齢者における最大呼気流速と腹部筋群の筋厚との関係**石田 弘¹⁾, 黒住 千春¹⁾, 森好 光²⁾, 末廣 忠延¹⁾, 渡辺 進¹⁾¹⁾川崎医療福祉大学, ²⁾宿毛診療所**key words** 超音波・呼気筋・筋厚

【はじめに, 目的】気道内の痰を移動させるためには速い呼気流速が必要で, 腹部筋群(腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋)が呼気流速に寄与する主要な筋群とされている。しかし, 呼気流速への貢献度が高い腹部筋は明確にされていない。先行研究では, 大学生を対象とし, 最大呼気流速と外腹斜筋の筋厚との間に有意な相関関係が示されている(Ishida, et al., 2014)。本研究の目的は, 高齢者における最大呼気流速と腹部筋群の筋厚との関係を明らかにすることとした。

【方法】対象は某診療所の通所リハビリテーションを利用し, 杖あるいは補助具なしで歩行が自立している女性24名(平均年齢 81.8 ± 6.6 歳, 身長 149.0 ± 7.1 cm, 体重 49.9 ± 8.5 kg)とした。最大呼気流速はフィリップス・レスピロニクス社製のアセスピークフローメータで測定した。測定は端座位で, 最大吸気位から最大限の力で急速に息を呼出させた。3回の計測を行って最大値を代表値とし(L/min), 月岡ら(1996)の予測式から算出した値で正規化した(%)。腹部筋群の筋厚はメディケアー社製の白黒ロコモ計測・観察装置(JA6)の12MHzのリニア型プローブを使用し, Bモードで計測した。測定は背臥位で, 腹直筋は臍の右側4cm, 側腹部(外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋)の筋厚は右肋骨弓下端と腸骨稜上端の間で中腋窩線の2.5cm前方で画像化を行った。撮影は各2回行い, 画像処理ソフトImageJ 1.45を用いて計測した各筋の筋厚(mm)の平均値を体重で除した値(mm/kg)を解析に用いた。統計にはIBM SPSS Statistics 22.0を使い, 予測値で正規化した最大呼気流速と体重で除した各筋の筋厚の相関をみるためにPearsonの相関係数を用いた($p < 0.05$)。

【結果】最大呼気流速と予測値で正規化した値はそれぞれ 279.6 ± 46.3 L/minと $97.7 \pm 17.9\%$ であった。以下, 各筋の筋厚, 体重で除した筋厚, 相関係数, p値を示す。腹直筋は 7.3 ± 1.4 mm, 0.15 ± 0.03 mm/kg, $r=0.434$, $p=0.034$, 外腹斜筋は 4.5 ± 1.2 mm, 0.09 ± 0.03 mm/kg, $r=0.323$, $p=0.124$, 内腹斜筋は 7.2 ± 1.7 mm, 0.15 ± 0.05 mm/kg, $r=0.539$, $p=0.007$, 腹横筋は 2.9 ± 0.9 mm, 0.06 ± 0.02 mm/kg, $r=0.470$, $p=0.021$ であった。

【結論】高齢者を対象とした本研究では, 最大呼気流速と腹直筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚との間に有意な相関があった。一方, 最大呼気流速と外腹斜筋の筋厚との間に有意な相関はなく, 大学生を対象とした先行研究で示されている関係とは異なっていた。

P-KS-40-6**虚弱高齢者における反重力トレッドミルトレーニングの即時効果について**楠 正和¹⁾, 宮原 洋八²⁾¹⁾医療法人社団シマダ 嶋田病院, ²⁾西九州大学 リハビリテーション学部**key words** 虚弱高齢者・免荷歩行・歩幅**【目的】**

虚弱高齢者が、反重力トレッドミルでの免荷歩行をおこなうことで、歩行パターンがどのように変化するのか、また、即時効果として歩行パターンの変化が、運動学習により平地歩行に汎化するかを明らかにすることである。

【方法】

対象は、通所リハビリテーション利用者 26 名(平均年齢 76.2±8.1 歳)とした。プロトコルは、Anti-Gravity Treadmill® (以下 ALTER-G) を使用し、免荷量を 20% に設定した。歩行速度は、主観的運動強度(Borg scale)を用いて、中等度 11(楽である)~13(ややきつい)の強度で設定し、一定速度で歩行させた。歩行時間は 5 分から最大 10 分施行した。

介入前後の平地歩行と ALTER-G 歩行の歩行速度、体幹加速度から歩行パラメーター(1 歩行周期、歩幅、歩行率)、歩行の動揺性評価として最大振幅値を計測した。また、介入前後の主観的な「歩きにくさ」・下肢の「重だるさ」の程度を Visual Analogue Scale で評価し、バランス評価として TUG (Timed Up & Go Test) を測定した。

統計処理は、歩行パラメーターと最大振幅値の比較を Friedman 検定後、多重比較にて Bonferroni 法を用いた。「歩きにくさ」・「重だるさ」と TUG の比較は、ウィルコクソン符号順位検定にて行った。統計解析には SPSS ver.21.0 を用い有意水準は 5% とした。

【結果】

ALTER-G の歩行時間は、平均 7.5±2.2 分施行した。

介入前の平地歩行と ALTER-G 歩行の比較では、歩行速度 (1.13→0.85m/sec)、歩行率 (122→99steps/min) は有意に減少 ($p < 0.01$) し、1 歩行周期 (1.00→1.26sec) は有意に増加した ($p < 0.01$)。歩幅 (0.55→0.52m) に有意差はみられず、最大振幅値の側方と垂直方向は有意に減少した ($p < 0.01$)。

介入前後の平地歩行の比較では、歩行速度 (1.13→1.24m/sec)、歩幅 (0.55→0.59m) は有意に増加 ($p < 0.05$) し、歩行率 (122→125steps/min) と 1 歩行周期 (1.00→0.97sec) に有意差はみられなかった。最大振幅値は、前後方向のみ有意に増加した ($p < 0.01$)。「歩きにくさ」や「重だるさ」と TUG (10.7→9.4 sec) は、有意に減少した ($p < 0.01$)。

ALTER-G 歩行と介入後の平地歩行との比較では、全ての項目で有意差がみられた。

【結論】

ALTER-G 歩行は、介入前の平地歩行と比較し遅い速度設定とはなったが、歩幅には有意差がみられず、歩行率が有意に低下した。このことから相対的に歩幅を拡大した歩行パターンに変化したことが示唆された。

ALTER-G トレーニングの即時効果は、歩行速度の増加がみられ、その要因は歩幅の拡大によることが示唆された。また、歩行速度が増加しても歩行の安定性は維持できており、TUG の時間短縮や主観的な「歩きにくさ」・「重だるさ」の改善効果もみられた。

今回の結果から、虚弱高齢者における ALTER-G トレーニングは、歩幅が拡大した歩行パターンに変化し、平地歩行に汎化したことで、歩行能力やバランス能力改善の即時効果がみられたと考える。

P-KS-41-1**テンポの変化が打鍵時の上肢及び手指の運動制御に与える影響**小林 章^{1,2)}, 青木 健太³⁾, 園尾 萌香⁴⁾, 国分 貴徳⁵⁾, 高柳 清美⁵⁾, 金村 尚彦⁵⁾¹⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科リハビリテーション学専修,²⁾医療法人研整会 松田整形外科 リハビリテーション科, ³⁾医療法人一成会 さいたま記念病院 リハビリセンター,⁴⁾医療法人名圭会 白岡整形外科 リハビリテーション科, ⁵⁾埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科**key words** 打鍵動作解析・運動制御・ピアニスト**【はじめに, 目的】**

ピアニストは幼い頃より練習を積み重ね、長期間の練習のために腱鞘炎や手根管症候群で悩まされることが少なくない。これらは主に過用が原因とされ、症状改善のために“練習を休む事”が言い渡される。しかしながら、近年では単純なオーバーユースに加え、誤った身体の使い方によっても障がいが生じると指摘されている。古屋らによれば、打鍵時、近位関節を積極的に用いて手指へ効率的に力を伝達し、末梢の耐疲労性を得ていると報告した。誤用が障害発生の要因の一つであり、ピアニストが有する打鍵動作に特化した上肢の運動戦略が解明されれば、運動療法を駆使して治療を行う理学療法士に介入の可能性が広がる。従って本研究の目的は、テンポを変化させた打鍵動作の効率性を運動学的観点から調査することである。

【方法】

計測には3次元動作解析装置 VICON を使用した。肩関節から手関節までの角度を Plug-in-gait モデルを用いて算出、手指関節角度は各マーカーの位置座標から先行研究を参考に余弦定理を用いて算出した。対象者は右利きのピアノ未経験者6名(年齢 25.6 ± 4.4 歳)とした。実験課題は右手中指で鍵盤を 100, 120, 140, 160bpm で 50 回打鍵し、内 40 回を解析対象とした。解析区間は中指 MCP マーカーの最高点から鍵盤の最下点とした。関節寄与率は $\text{est}\Delta\text{TIP}/\Delta\text{TIP}$ により算出し、関節効率性(τ)は各関節の $\text{est}\Delta\text{TIP}$ の合計をその絶対値の合計で除し算出した(Goebelら, 2013)。打鍵テンポが最も良かった1名(A)、最も悪かった1名(B)及び全被験者の平均を比較した。

【結果】

テンポが速くなるにつれて(値はそれぞれ 100, 160bpm の値)、B と比較して A は肩関節 (A : 0.01 ± 0.02 , 0.48 ± 0.38 , B : 0.10 ± 0.04 , 0.07 ± 0.04), PIP 関節 (A : 0.10 ± 0.08 , 0.72 ± 0.17 , B : 0.13 ± 0.02 , 0.12 ± 0.02) の寄与度が大きくなる傾向があった。一方、手関節 (A : 0.42 ± 0.22 , -0.79 ± 0.67 , B : 0.10 ± 0.06 , 0.21 ± 0.05), MCP 関節 (A : 0.05 ± 0.10 , -0.88 ± 0.42 , B : -0.07 ± 0.03 , -0.16 ± 0.03) の寄与度は小さくなる傾向があった。

また打鍵効率性は、被験者 A (0.85 ± 0.16 , 0.37 ± 0.10) は低下していく傾向があるが、被験者 B (0.81 ± 0.04 , 0.67 ± 0.04) は大きな変化は見られなかった。

【結論】

打鍵動作解析は、手指のみ、あるいは上肢のみの研究が多く行われているが、肩関節から手指先端まで含めた解析は少ない。最も正確に打鍵できた A はテンポが速くなるにつれて末梢関節から近位関節を用いる傾向があった。一方、B はテンポが速くなるにつれてキーストロークに寄与する関節が抹消に移行する傾向があった。A は素早く打鍵するためにサイズの大きな筋を用いていると考えられる。

一見すると B の方が打鍵効率は良いが、テンポによらず打鍵戦略に変化はない。B は末梢関節の寄与率が大きく、易疲労性を示す可能性がある。また PIP 関節は A に比べ B は打鍵時に伸展し、DIP 関節や深指屈筋腱に力学的ストレスが増大する可能性がある。

P-KS-41-2**手指屈曲運動での手根管部正中神経の移動と変形**早矢仕宇理¹⁾, 丹羽 達貴²⁾, 森川 琢也³⁾, 安倍 基幸⁴⁾¹⁾医療法人和光会 山田病院, ²⁾医療法人社団誠道会 各務原リハビリテーション病院,³⁾愛知県一宮市立木曾川市民病院, ⁴⁾星城大学リハビリテーション学部**key words** 屈筋腱滑動・正中神経・エコー**【はじめに, 目的】**

手根管症候群 (carpal tunnel syndrome : CTS) は、最も頻度の多い絞扼性末梢神経障害である。しかし、特発性 CTS の詳しい発症のメカニズムは明らかではない。近年、健常者の手根管部の正中神経は、手指屈曲で屈筋腱の影響により移動する事がエコーを用いて報告されている。過去の報告では側方移動に関してのものが多く、手指屈曲運動により正中神経へのストレスが示唆されている。一方我々は側方のみではなく深部への移動や正中神経そのものの変形も手指屈曲運動によって起こりうることを観察している。そこで本研究はエコーを用いて全ての手指の屈曲時における正中神経の側方・深部への移動や正中神経の変形を評価することにより、正中神経がどのような動態になるかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象者は、CTS や手関節に外傷の既往が無い身長 160cm 台の 20 歳から 25 歳の男性 10 名、女性 10 名の右 20 手とした。対象者の手の大きさ (中指先端と手関節クリーゼ線の長さ)、前腕長を測定した。エコー評価は、東芝製 Xario, 12MHz プローブを使用し、エコー B モードで測定した。測定肢位は手関節中間位、肘関節屈曲位、前腕回外位とした。短軸像で手根管 inlet である舟状骨と豆状骨の頂上間距離を測定し手根管の大きさの指標とした。次に各指の伸展位から屈曲位 (hook grip) までの動画を保存し、正中神経の移動距離を同一の計測点より測定した。変形は扁平比 (正中神経の長径を短径で除したものを) 算出し、変化量をパーセントで示した変形率 (伸展時扁平比と屈曲時扁平比の差の絶対値を安静時扁平比で除したものを) で算出した。統計処理は tukey 法の多重比較検定を用い、危険率は 5% 未満とした。

【結果】

手の大きさ、前腕長、エコーでの舟状骨と豆状骨の頂上間距離に大きな差はなく、男女間の有意差はなかった。手指伸展位から屈曲を行った際の側方・深部への正中神経移動距離は、中指がそれぞれ平均 1.62mm, 0.89mm と最も大きく動き、次に示指が大きかった。中指と小指間にそれぞれ有意差を認めた ($p < 0.05$)。正中神経変形率は示指屈曲時が平均 42.9% と最も大きな変化を示し、次に中指が平均 28.2% と大きかった。示指と環指、示指と小指間に有意差を認めた ($p < 0.05$)。

【結論】

本研究の結果、示指と中指の手指屈曲運動が手根管内の正中神経の移動距離や正中神経そのものの変形に最も影響を与えることが示された。示指・中指は手根管部で正中神経の近傍を走行していることに加え、指の長さから屈筋腱の滑動距離が比較的大きいことが今回の結果に影響したと推測される。特発性 CTS は近年、滑膜下結合組織の変性、線維化などを認めることが報告されているが、これらの変化に至るメカニズムは不明である。今回の正中神経の動態より示指や中指の浅・深指屈筋腱の滑動が正中神経にストレスを与えている可能性があるが、健常者を対象としているため特発性 CTS の動態も今後検討すべきである。

P-KS-41-3**骨盤傾斜角度が上肢挙上時の背筋活動に及ぼす影響**津嶋 勇一¹⁾, 吉岡 準平¹⁾, 藤田 和樹²⁾, 水野 勝則³⁾¹⁾福井総合病院リハビリテーション課理学療法室,²⁾福井医療短期大学リハビリテーション学科理学療法専攻, ³⁾福井総合病院診療部整形外科**key words** 骨盤傾斜角度・背筋・筋電図**【はじめに, 目的】**

椎体圧迫骨折患者に対する理学療法として、脊柱後弯予防・改善を目的とした背筋の筋力増強が推奨されている。立位で上肢挙上位を保持する筋力トレーニングは、臨床上、疼痛が強く立位保持困難な症例に対し端座位で実施する機会が多いが、立位に比べ骨盤後傾位のトレーニングになりやすい。本研究では骨盤傾斜角度が上肢挙上時の背筋の筋活動に及ぼす影響を調査した。

【方法】

対象は整形外科的疾患の既往がなく、指床間距離テストが0cm以下の健常男性10名(年齢 23.5 ± 1.9 歳, 身長 173.2 ± 5.5 cm, 体重 65.4 ± 4.0 kg)とした。筋電図(以下, EMG)測定はTelemetry DTS(Noraxon U.S.A. Inc.社製, サンプル周波数1500Hz, 計測周波数帯域10~500Hz)を使用し, 利き手側の僧帽筋上部, 中部, 下部線維, 腰部脊柱起立筋, 多裂筋の5筋に銀塩化銀表面電極を貼付した。また上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線に垂直になるように傾斜計を装着し, 骨盤傾斜角度をEMGと同期させた。測定肢位は肩峰-大転子を垂直線上に配列させた股関節90度屈曲位の端座位とし, 前方のマーカークに合わせて上肢90度挙上位を保持させた。また姿勢評価として第7頸椎-第4胸椎-第7胸椎がなす角を上位胸椎角, 第7胸椎-第10胸椎-第1腰椎がなす角を下位胸椎角, 第1腰椎-第3腰椎-第2仙椎がなす角を腰椎角とした。測定条件は重錘非装着時における骨盤前傾5度, 重錘1kg装着時における前傾5度, 後傾5度, 後傾15度とした。上肢挙上保持は10秒間とし, 測定は3回行い, また休息時間は30秒とした。EMGは生波形を全波整流した後, 波形が安定した3秒間を選択し積分値(以下, IEMG)を求めた。さらに重錘装着時の各課題のIEMGを重錘非装着時のIEMGで除き%IEMGを算出した。統計解析は一元配置分散分析および多重比較検定を行い, 危険率は5%とした。

【結果】

%IEMGについて僧帽筋上部線維は骨盤前傾5度と比較した後傾15度で有意な増加(137.1-204.7%)を認め, 中部線維は骨盤前傾5度と比較した後傾15度で有意な増加(121.7-153.0%)を認めた。また多裂筋は骨盤前傾5度と比較して後傾5度, 15度で有意な減少(111.3%-87.6%-70.9%)を認めた。姿勢評価では腰椎角が骨盤後傾に伴い屈曲した。

【結論】

骨盤後傾によって脊柱安定化機構が筋系から靭帯系へ移行するため, 骨盤後傾に伴い多裂筋の筋活動は減少し, 代償的に僧帽筋上部, 中部線維の筋活動が増加した。したがって, 端座位での上肢挙上トレーニングは, 多裂筋の筋活動が得られにくく肩甲帯周囲筋の過活動を生じさせるため背筋の筋力増強効果は少ない。

P-KS-41-4**有訴部位からみた肩こりに対する疼痛発生因子の検討**西野 雄大¹⁾, 増田 一太¹⁾, 笠野由布子²⁾¹⁾いえだ整形外科リハビリクリニック リハビリテーション科,²⁾中部学院大学 看護リハビリテーション学部 理学療法学科**key words** 肩こり・頸椎アライメント・肩甲骨神経**【はじめに、目的】**

肩こりは様々な定義が提唱されており、その多くは「後頭部から肩、肩甲部」にかけての範囲での症状を指す。また我が国における肩こり有訴者は欧米に比べ非常に多いが、肩こり自覚度と筋硬度の関係性は無いとの報告もあり、その病因は十分に解明されているとはいえない。そして、先行研究により肩こりの定義内には肩甲骨神経由来の肩甲骨背部痛が包括されている可能性を報告した。そこで今回、肩こりの有訴症状の部位を分類し、それぞれの疼痛発生メカニズムを検討したので報告する。

【方法】

対象は平成26年12月～平成27年9月までに来院した椎間関節症および神経原性疾患が否定された「本態性肩こり」の症状を有する23名とした。平均年齢は57.3±16.7歳であった。有訴部位により頸部から肩甲上部の範囲の疼痛を主訴とする群(以下、U群)と肩甲骨背部痛群(以下、S群)で分類した。測定内容はVisual analogue scale、頸部・肩甲骨周囲筋の圧痛、頸椎・胸椎ROM、肩峰床面距離、X線画像により頸椎前弯距離、C2-7角、鎖骨の傾き、なで肩の有無を確認した。圧痛・なで肩の有無に対してはカイ二乗検定を、その他の項目の比較には対応のないt検定を実施した。さらに上位項目に対してステップワイズ法による判別分析を用いて疼痛要因を分析した。統計学的処理の有意水準は5%未満とした。

【結果】

U群と比較してS群において中斜角筋の圧痛に有意差を認めた($p<0.05$)。また頸椎前弯距離、C2-7角においても2群間で有意差を認めた($p<0.05$)。判別分析ではU群の発症に強く関連する因子は頸椎前弯距離、C2-7角、頸椎伸展可動域、なで肩、S群は頸椎前弯距離、C2-7角、頸椎伸展可動域、中斜角筋であった。

【結論】

肩こりの有訴部位の違いを検討したところU群17名、S群6名に分類され、3:1の比率でU群が多かった。本研究の結果から頸椎前弯距離、C2-7角、頸椎伸展可動域、なで肩、斜角筋が2群間で有意な関係性を認めた。U群はS群に比べてストレートネックやなで肩が多く、竹井やHarrisonらの報告を裏付ける結果であった。そのため肩甲骨筋を中心とした頸部伸筋群の緊張が高まり頸部から肩甲上部の範囲の疼痛が発生したと考えられた。一方、S群は頸椎前弯が正常よりも増強傾向であり、なで肩が有意に少なかったためU群に比べて下位頸椎と第1肋骨との距離が短縮し、中斜角筋の筋活動量が増大しやすい。また中斜角筋は頸椎伸展位で伸張されるため、頸椎伸展時には同筋の過活動が助長され肩甲骨背部痛が発生したと考えられた。本研究により、一般的な肩こりの定義内での頸部から肩甲上部の範囲での疼痛には頸椎アライメントやなで肩の有無が関与し、肩甲骨背部痛には中斜角筋での肩甲骨神経の entrapment neuropathy が関与する可能性が示唆された。

P-KS-41-5**日常生活動作である挙手の利き手と非利き手の肩甲上腕リズムと筋活動
—三次元動作解析装置とテレメトリー筋電計を用いた検討—**吉崎 邦夫¹⁾, 佐原 亮²⁾, 遠藤 和博²⁾, 浜田純一郎³⁾, 古川 勉寛¹⁾, 渡邊 哲朗¹⁾, 諸角 一記¹⁾¹⁾郡山健康科学専門学校, ²⁾桑野協立病院 リハビリテーション科,³⁾桑野協立病院 整形外科・スポーツ部門**key words** 肩関節・肩甲上腕リズム・表面筋電図**【はじめに, 目的】**

上肢挙上に関する多くの研究は、肩甲骨面において肘関節伸展位で挙上(挙上)している。しかし、日常生活でよくみられる動作は、上肢を肘関節屈曲から伸展しながら挙げる運動(挙手)である。本研究の目的は、挙手における利き手と非利き手間において、肩甲上腕リズム(SHR)と肩甲骨周囲筋の筋活動について違いがあるか調査することである。

【方法】

肩痛の既往がない健康成人 男性 15 名, 平均年齢 24 歳(19~30 歳)を対象とした。体表マーカーは、烏口突起, 肩峰角, 肩甲棘内縁, 上腕骨外側および内側上顆, Th2, Th7 及び L5 棘突起に挙手動作の中間位で触知し体表に貼付した。測定は、基本的立位姿勢から挙手を利き手と非利き手を自然に 3 秒間で最大となるように 3 回試行した。その画像データを三次元動作解析装置で取り込み解析した。筋電図は、三角筋中部線維(DM), 僧帽筋上部線維(TU), 僧帽筋下部線維(TL)及び前鋸筋下部線維(SA)上の皮膚表面を前処理して表面電極を貼付し、運動中にテレメトリー筋電計を用いて取り込み、三次元動作解析装置と同期した後、多用途生体情報解析システムを用いて解析した。SHRは上腕骨外転角度と肩甲骨上方回旋角度から算出した。筋電図は0度から10度ごとに抽出し、各波形はフィルタ処理、基線算出したのち振幅積分を行い各角度間の筋電図積分値を求めた。4筋の積分筋電図を比較するため、上腕骨外転角度100~110度における4筋の積分値を合計し、各筋の角度間の積分値を除いて百分率(%IEMG)で表した。各筋の0度から130度まで10度毎の%IEMGの変化を比較した。統計解析はIBM SPSS Statistics 22を使用し、反復測定の分散分析(P<0.05)を用いた。

【結果】

挙手動作におけるSHRは、setting phaseとされている0~60度までは不安定で数値が安定せず、また安定した60~130度では利き手側平均3.4非利き手側平均3.2であり有意な差はなかった。筋活動においては、利き手側と非利き手側ではTUに有意な差があり交互作用がみられた。TUの利き手側筋活動は非利き手側に比較して挙手動作の初期から100度まで高く110~130度で逆転して利き手側が高くなる傾向がみられた。DM, TLおよびSAでは有意な差がなかった。

【結論】

挙手におけるSHRの解析では、利き手側と非利き手側では差がないが、筋活動ではTUは上腕骨外転角度の増加に伴い%IEMGパターンに差があり交互作用がみられた。従って、挙手動作では、関節可動域の評価において利き手と非利き手または左右の比較を行うことは妥当であることが推察される。しかし、筋活動は、利き手側と非利き手側においてTUに差があり、一概に両腕を同一とみて比較することはできないことが示唆された。今後は、棘上筋, 棘下筋, 肩甲下筋, 小円筋について調査し、setting phaseと個人差についての詳細な検討が必要である。

P-KS-42-1**両脚・片脚起立移行時の足圧分布中心の解析**

久保 雅義

新潟医療福祉大学

key words バランス・時系列データ・片脚起立**【はじめに, 目的】**

高齢者のバランス不良は加齢に伴う筋力の低下と関連付けられることが多く、転倒予防策にも筋力強化がプログラムとして取り入れられている。しかし、筋力がバランス能力に寄与するメカニズムについては必ずしも明確にされていない。バランスの評価の一つである足圧分布中心(COP)はその周波数帯により異なるバランスメカニズムを反映しているとされている。今回の研究の目的は、片脚起立のバランスメカニズムの理解を助けるために、健康被検者が、安定した両脚支持期からより不安定な片脚支持期へと移行する際のバランスメカニズムの変化をCOPの周波数分析することにある。

【方法】

健康大学生を被検者として、床反力計上での閉眼での片脚起立を行わせ、両脚での安静立位から片脚起立そしてバランスをくずすまでの足圧分布中心(COP)の変化を1000Hzのサンプリングレートで記録した。得られたCOPの時系列データを左右方向(COP_x)・前後方向(COP_y)に分け、さらに信号の非正常性を取り除くため隣り合うデータポイントの差分のデータへと変換した(dCOP_x, dCOP_y)。

それぞれの差分データに対してhaarをウェーブレットとして、近似(A5)と詳細(D1…D5)へと離散ウェーブレット変換を行った。A5およびD1…D5に対して、時系列上で分散の変化するポイントを検知した。信号処理にはMATLAB(2015b, Mathworks)をもちいた。両脚支持期と移行部そして片脚支持期含む3秒間を解析区間とし、移行前後の区間でのA5, D1…D5の分散の変化を対応のある t 検定をもちいて解析した。

【結果】

COP_x, COP_yともに両脚立位から片脚立位に移行することにより、ほとんど振動しない状態からより大きな振動状態へと移行した。左右方向のdCOP_xでは、より低い周波数成分を反映しているA5が片脚起立への移行を期にCOP_xの振動に呼応してその振幅は有意に増加するが、分散には有意な変化はない。これに対して、より高い周波数成分を反映している成分、例えばD1, D2では移行を期に分散が有意に減少し($p < 0.05$)、その後はCOPの変位に呼応する変化はみられない。前後方向のdCOP_yの振る舞いも同様で、片脚立位への移行にともない、低周波成分のA5がCOP_yの振幅変化に呼応する振幅の変化をするのに対して、高い周波数成分はその分散が有意に減少した($p < 0.05$)。

【結論】

両脚立位から片脚立位への移行により変化する支持規定面であり、左右方向のdCOP_xの変化は支持基底面の減少とそれに対応するバランスメカニズムの変化を反映していると考えられる。dCOP_yは直接支持基底面の変化をうけていないにもかかわらず同様の変化を示したことは、前後方向のバランス制御が左右方向のバランス制御と独立できないことを示唆している。

P-KS-42-2**二重課題条件下における最小つま先距離に関連する下肢関節角度についての検討**大泉 真一¹⁾, 佐々木賢太郎²⁾, 木村 剛³⁾, 矢代 郷⁴⁾¹⁾恵寿総合病院, ²⁾金城大学大学院リハビリテーション学研究所, ³⁾金城大学社会福祉学部,⁴⁾富山大学附属病院**key words** 二重課題・最少つま先距離・下肢関節角度**【はじめに, 目的】**

日常生活では外部環境に注意を向けながら動作を遂行しなければならず, 注意機能がつまずき動作に強く影響していることが示唆されている。そこで, 本研究では若年者および高齢者での二重課題条件で最小つま先距離(minimum toe clearance: MTC)に関連する下肢関節角度について検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常若年者 15 名(男性 8 名, 女性 7 名, 20.5±1.3 歳)と健常高齢者 15 名(男性 8 名, 女性 7 名, 68.6±4.9 歳)とした。3次元動作解析装置(VICON MX, Oxford Metrics 社製)を用い, 通常の歩行(single task: ST)を 3 回実施した。その後, ディスプレイに映写された 1 桁の足し算を解答しながら歩行する(dual task: DT)を 3 回施行した。被検足は非利き足として, 歩行中の MTC(立脚側と遊脚側の爪先が矢状面上で揃う時点の遊脚側母趾の床からの距離), 股関節, 膝関節, 足関節, 骨盤の矢状面上の関節角度を抽出し, 各群で平均値を求め ST と DT 時における若年者と高齢者の下肢関節角度変化を検討した。MTC は抽出する歩行周期は遊脚中期(mid swing: MSw), 遊脚初期(initial swing: ISw), 前遊脚期(pre swing: PSw), 立脚後期(terminal stance: TS)とした。統計学的処理として, ST と DT の MTC を対応のある t 検定を用いて比較した。さらに MTC と各期における下肢関節角度の関連性について, Shapiro-Wilk 検定を行い, 正規性が認められれば Pearson の積率相関係数を用い, 正規性が認められなければ Spearman の順位相関係数を用いて, ST, DT それぞれで検討した。すべて 5% 水準にて有意判定を行った。

【結果】

若年者において DT の MTC は ST に比べて有意に低下した ($p < 0.0001$)。若年者の ST における MTC では, MSw ($r = 0.43$, $p < 0.05$), ISw ($r = 0.50$, $p < 0.005$), PSw ($r = 0.56$, $p < 0.001$) の膝関節屈曲, PSw ($r = 0.46$, $p < 0.05$) の股関節伸展, TS ($r = 0.39$, $p < 0.05$) の足関節背屈と有意な正の相関関係が認められた。DT では MSw ($r = 0.52$, $p < 0.005$), ISw ($r = 0.43$, $p < 0.05$), PSw ($r = 0.41$, $p < 0.05$) にかけて膝関節屈曲に正の相関関係が認められた。一方, 高齢者の ST では ISw ($r = -0.45$, $p < 0.05$) での骨盤前傾にのみ負の相関関係が認められた。DT では MSw ($r = -0.63$, $p < 0.001$), ISw ($r = -0.60$, $p < 0.005$) PSw ($r = 0.65$, $p < 0.001$) まで骨盤前傾に負の相関関係が認められ, TS ($r = -0.45$, $p < 0.05$, $r = -0.62$, $p < 0.001$) では股関節伸展, 骨盤前傾に負の相関関係が認められた。

【結論】

若年者では DT によって立脚期での股関節伸展や足関節背屈角度が減少するのに対し, 高齢者では骨盤の前傾角度の増大が MTC の高さに負の影響を及ぼす可能性が示された。本研究の結果から, 前方で提示される計算課題によって注意が分配されることで, 若年者と高齢者の歩行では MTC に影響を及ぼす下肢関節角度は異なることが示された。

P-KS-42-3**重心動揺リアルタイムフィードバックを用いた脳卒中片麻痺患者の左右荷重配分の調整**橋本宏二郎¹⁾, 足立 淳二¹⁾, 菅沼 惇一¹⁾, 奥埜 博之¹⁾, 河島 則天²⁾¹⁾摂南総合病院リハビリテーション科, ²⁾国立障害者リハビリテーションセンター研究所**key words** 脳卒中片麻痺・立位姿勢・重心動揺リアルタイムフィードバック装置**【はじめに, 目的】**

脳卒中患者では、片側性の運動麻痺による麻痺側の支持性低下などによって、左右非対称な立位姿勢をとるケースが臨床上多くみられる。また、感覚障害を伴う場合には、立位姿勢を維持する上での残存機能が十分であるにも関わらず、患側からの感覚フィードバックを有効に活用できないことが一因となり、健側への過度な依存を示すケースが散見される。本研究では、脳卒中片麻痺患者の立位姿勢時の左右非対称性を改善するための1手段として、重心動揺リアルタイムフィードバック装置を用いて左右方向の重心動揺量を操作的に減弱させ、患側への荷重配分を促す介入的アプローチを行い、その有効性を検証したので報告する。

【方法】

対象は当院でリハビリテーションを実施している脳卒中片麻痺患者9名(左麻痺3名, 右麻痺6名)であった。全症例、手放しで立位保持が可能であり、軽度の感覚障害を呈していた。立位時における患側への荷重配分を促し、立位姿勢の安定性を高めることを目的として、重心動揺リアルタイムフィードバック装置(BASYS, テック技販社製)を用いた介入を実施した。対象者は装置上で足部位置を左右対称に規定した立位姿勢をとり、左右方向の重心移動を行うよう指示を与えた。この時、足圧中心(Center of Pressure: COP)の左右方向の変位に応じて、COPと同方向(in-phase)に床面を動作させることで動揺量を減弱させるフィードバック操作を与えた。設定を段階的にCOP動揺量の約5%、10%、15%と増加させることで左右方向の動揺量の拡大と、健患側への均等な荷重配分を企図した調整的介入を行った。介入効果の評価として、30秒間の静止立位および随意的な左右動揺時のCOP計測をサンプリング周波数1000Hzにて実施した。評価項目は、COPの95%楕円信頼面積、総軌跡長、COP動揺の前後左右の平均位値、及び最大範囲とした。介入前後の平均値の差の検定には対応のあるt検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

in-phase条件(5%、10%、15%)での介入により、介入前後の静止立位時においてCOP左右方向の平均位置が有意に変化した($p < 0.05$)。全症例の内訳を見ると、9名中7名(うち3名は介入前より麻痺側への荷重優位)においてCOPの患側方向へのシフトを認めた。また、統計的有意差はないも95%楕円信頼面積で9名中5名、総軌跡長で6名が減少を示した。随意的な左右動揺時の左右最大値では介入前後で6名が麻痺側へのCOP増大を示した。

【結論】

脳卒中片麻痺患者では、片側性の運動感覚麻痺の影響から左右非対称の立位姿勢を呈し、本来的な左右対称的な姿勢調節を行うことに困難を伴うことが想定される。本研究で実施した重心動揺リアルタイムフィードバックは、本人の明確な意図を伴うことなく左右方向の重心移動量を拡大し、残存機能を活用した患側への荷重配分を実現しようとするもので、より適切な立位姿勢戦略を実現する上での調整的介入の手段となる可能性が示唆された。

P-KS-42-4**健常成人における上半身質量中心点と下半身質量中心点位置の検討
重心測定板法と三次元動作解析装置との比較**川合 健太^{1,2)}, 福井 勉^{2,3)}¹⁾社会医療法人 河北医療財団 河北リハビリテーション病院,²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科, ³⁾文京学院大学 スポーツマネジメント研究所**key words** 上半身質量中心点・下半身質量中心点・重心測定板法

【はじめに, 目的】身体重心点(以下;COM)の観察は重要であるが,動作時のCOMの位置は変化するため,観察は難しい。福井は,上半身質量中心点(以下;UCOM),下半身質量中心点(以下;LCOM)の中心がCOMに近似するとし,観察の有用性を述べている。近年では,三次元動作解析装置で,UCOM,LCOMを算出する検討が散見されるが,肢節を剛体と捉える点や肢節質量,重心位置は屍体や数学モデルより推定しているものが多く,実測値と異なる可能性がある。また,COMは骨盤内に位置するため,骨盤を上半身,下半身どちらに入れるかによってUCOM,LCOMの位置が変化する。以上より算出されるUCOM,LCOMの妥当性を確かめる必要性を感じた。そこで我々は,COM計測により正確と言われる重心測定板法を計測に用いてUCOM,LCOMを算出し,三次元動作解析装置で算出したUCOM,LCOMとの差異を検討することを目的とした。

【方法】対象は,健常成人18名(男性13名,女性5名,平均年齢 25.4 ± 2.0 歳,平均身長 168 ± 6.8 cm,平均体重 60 ± 14.8 kg)であった。三次元動作解析装置(Vicon Motion Systems社製, MXカメラ10台)と床反力計(AMTI社製)1枚,木製板1枚,別の木製板2枚を使用した。重心測定板法では,木製板1枚を使用し,両端に尖った支点を取り付け,片端を床反力計に乗せた。その後,木製板の上に背臥位姿勢をとらせた。てこのつりあいにて重心位置を計算し, Wを全質量, Fを頭部側の床反力計にかかる力, Dを足部側支点から頭部側支点の距離, 足底部からCOMの距離をCOMDとし, $COMD = D \times F / W$ からCOMを算出した。その後, COMを境に2分し,別の木製板2枚を配置した。上半身質量をUW, 頭部側の床反力計にかかる力をUF, 重心側支点から頭部側支点の距離をUD, COMからUCOMの距離をUCOMDとし, $UCOMD = UD \times UF / UW$ からUCOMを算出した。同様に下半身質量をLW, 重心側支点から足部側支点をLD, 足部側の床反力計にかかる力をLF, COMからLCOMの距離をLCOMDとし, $LCOMD = LD \times LF / LW$ からLCOMを算出した。上半身と下半身の質量は,COMを算出したデータを参考に,質量分布より推定した。三次元動作解析装置では,身体標点として反射マーカーを42個貼付し,立位姿勢を10秒間測定した。UCOMは,COMより上部,LCOMはCOMより下部として演算した。UCOM,LCOMの演算データとして上部骨盤,下部骨盤の質量,重心位置を求めるため,Zatsiorosky and Seluyanovの先行研究を用い,肢節重心位置,質量比の推定をした。

【結果】身長に対する足底からの高さを示す。重心測定板法におけるUCOMの平均値は $71.72 \pm 0.93\%$,LCOMの平均値は, $35.62 \pm 1.8\%$ であった。三次元動作解析装置におけるUCOMの平均値は, $70.69 \pm 0.9\%$,LCOMの平均値は, $35.49 \pm 0.6\%$ であった。

【結論】Zatsiorosky and Seluyanovの先行研究は,本研究の被験者と人種が異なることに考慮は必要であるが,三次元動作解析装置で算出したUCOM,LCOMは,ほぼ妥当と考えられる。今後,身体運動の分析をする際に,UCOM,LCOMを以前よりも正確に算出することが出来ると考える。

P-KS-42-5**荷重位置の違いが前脛骨筋および腓腹筋の筋活動に及ぼす影響**

岡山 裕美

岸和田盈進会病院

key words 表面筋電図・荷重練習・アキレス腱**【はじめに、目的】**

臨床場面において、荷重練習を実施する疾患には骨折の受傷後やアキレス腱の断裂後があり、骨折受傷後では骨や軟骨、アキレス腱断裂後では軟部組織への力学的負荷を考慮しなければならない。特にアキレス腱断裂後の理学療法では、背屈角度の増加と底屈筋の収縮の増大によるアキレス腱への牽引負荷に注意しなければならない。足関節底屈筋の収縮について、荷重量や荷重位置を変化させての報告はいくつかみられるが、足関節肢位を規定したものはなく、アキレス腱断裂後の理学療法において底屈筋の影響を知るには不十分である。そこで本実験では、足関節背屈角度を一定とした状態での荷重量と荷重位置の違いが足関節底屈筋と背屈筋の筋活動に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

対象は健康成人男性 10 名 (平均 27.6 ± 5.0 歳) とした。足関節肢位が背屈 0 度となるよう非伸縮性のコットンテープ (日東電工株式会社, ニトリート CB38) で固定した被検者の安静立位および荷重位置と荷重量を変化させた立位における下肢筋の表面筋電図を記録した。表面筋電図の計測には表面筋電計 Myosystem1400 (Noraxon 社) を用いた。被検筋は両前脛骨筋、腓腹筋内側頭および外側頭とした。記録条件としてサンプリング周波数を 1kHz、周波数帯域は 10 から 500Hz とした。運動課題は各 10 秒間とした。得られた生波形を整流化し平均振幅値を算出した。荷重時の振幅値を安静立位時における同名筋の振幅値で除して筋電図積分値の相対値を求めた。荷重量は体重計を用いて同定し、体重の 1/3、1/2、2/3、全荷重の 4 種類を設定した。また、荷重位置は中足趾節間関節 (前足部)、踵骨 (後足部)、前足部と後足部の荷重が均一になる位置 (中足部) の 3 条件とし、該当部位へ筋電図の記録電極を配置することにより同定した。記録時には、ゴニオメータを用いて足関節背屈肢位の測定もおこなった。

統計学的処理は、荷重位置の違いによる筋電図積分値の相対値を一元配置分散分析と Turkey の多重比較検定を行い検討した。なお、有意水準は危険率 5% とした。

【結果】

前脛骨筋はすべての荷重量において前足部および中足部と比較し後足部において有意に高値を認めた。腓腹筋内側頭では 1/3 では荷重位置の違いによる有意な差は認めなかったが、1/2・全荷重では後足部と比較し前足部において有意に高値を認め、2/3 では中足部および後足部と比較し前足部において有意に高値を認めた。腓腹筋外側頭はすべての荷重量において中足部および後足部と比較し前足部において有意に高値を認めた。

【結論】

足関節背屈可動域を制限した環境下で前足部への荷重量を増加させた場合、背屈角度の増加によるアキレス腱への牽引負荷の影響は除外される一方で、足関節底屈筋群の活動の増加による牽引負荷の増大を考慮しなければならない。今後は足関節背屈の影響と収縮の影響をさらに分けて検討する必要がある。

P-KS-43-1**下肢のスタンスと体幹の可動性の関係**新開谷 深^{1,2)}, 山本 敬三²⁾¹⁾日本福祉リハビリテーション学院, ²⁾北翔大学大学院生涯スポーツ学研究所**key words** スタンス・体幹回旋動作・荷重**【はじめに, 目的】**

ゴルフやスノーボード等のスポーツにおいて、両足間の距離(以下スタンス幅)や両足の開き具合(以下スタンスアングル)は重要な因子である。これら脚の位置(以下スタンス)は現場では経験的に指導されている。下肢の関節角度と体幹の関連を調べているものは少ない。目的は、スタンス幅・スタンスアングルが、体幹の可動域や荷重にどのような影響を及ぼすのか明らかにするものである。

【方法】

対象は健康男性 11 名、平均年齢は 21.5±1.7 歳、平均身長は 171.3±6.5cm、平均体重は 65.4±9.1kg だった。

運動課題は、立位で膝関節が屈曲しないように体幹を最大左右回旋させた。立位の設定は、スタンス幅を 42cm と 52cm とした。スタンスアングルは踵の中心と第 2 趾を結ぶ線と前額軸とのなす角度を用い 5 パターン設定した。まず、STANCER(ジャイロテクノロジー株式会社)で、スタンス幅 42cm・52cm 各々の下肢の最大内外旋角度の平均値を求め、これをセンター角とし、それに 15°、30° を加減したものを設定角とした。条件名は-30°、-15°、0°、+15°、+30° とした。

計測には赤外線カメラ 12 台を含む光学式モーションキャプチャ(MAC3D, Motion Analysis 社)、床反力計(BP6001200, AMTI 社)を使用した。サンプリング周波数は、床反力は 1kHz、モーションキャプチャは 100Hz とした。反射マーカは以下の様に貼付した。脊柱の第 1・第 4・第 7 胸椎、第 1 腰椎の棘突起を頂点とする三角形に 3 つずつ貼付し各々に局所座標系を設定した。他、両肩峰、骨盤以下はヘレンハイズマーカセットに準じ両側に貼付した。計測時はスタンスを自由に設定できる自作の器具で足部を固定した。

計測データの分析では Visual3D (C-Motion 社) を用いた。分析パラメーターは、床反力、体幹 (T1, T4, T7, L1)・骨盤角度とした。なお、体幹・骨盤角度については、グローバル座標系に対して算出した。左右の荷重は左右床反力の垂直成分にて対称性指数 (Symmetry Index : SI, 左右差を左右の平均値で除した値) を算出した。統計処理では、体幹・骨盤の回旋可動域の条件間の比較をするために ANOVA 後、多重比較を行った。

【結果】

骨盤と体幹の回旋可動域はスタンス幅 42cm においてスタンスアングル 0° が-30° より有意に大きかった。スタンス幅の違いによる効果は認められなかった。荷重の SI はスタンスアングルが大きくなるに従い回旋側に荷重が増えており、+30° は-30° より有意に大きかった。

【結論】

スタンスアングルの違いにより、体幹の可動域が変化する可能性が示唆された。スタンスアングルがセンター角付近であると体幹の回旋可動域が大きくなっていた。スタンスアングルを大きくすると体幹の回旋可動域は減少するが、回旋側の荷重量が増える。荷重を重視するのか、回旋可動域を重視するのか、運動の特性に合わせスタンスアングルを設定することで、外傷の予防やパフォーマンス向上につなげられると考えられる。

P-KS-43-2**骨盤回旋が下位胸郭形状および胸郭位置に与える影響**土屋 博貴^{1,2)}, 石塚 達也^{3,4)}, 西田 直弥⁴⁾, 小林 弘幸^{2,5)}, 林 美緒^{2,3)}, 柿崎 藤泰²⁾¹⁾医療法人社団 一成会 たちばな台病院, ²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科,³⁾IMS (イムス) グループ 板橋中央総合病院, ⁴⁾東京医科大学大学院 医学研究科,⁵⁾IMS (イムス) グループ 新葛飾病院**key words** 左右骨盤回旋・胸郭形状・胸郭位置**【はじめに, 目的】**

胸郭は骨盤上に位置しているため、骨盤肢位や運動は胸郭アライメントに影響を及ぼす。临床上、骨盤回旋時に胸郭形状が変化し、これにより胸郭の位置変化が生じることを経験する。これは、骨盤回旋の動きが腰椎を介して胸椎の配列に変化を与えた結果であると捉えている。そこで本研究の目的は、骨盤回旋が胸郭形状と胸郭位置に与える変化を明らかにすることとした。

【方法】

対象は、健康成人男性 10 名 (平均年齢 25.2 ± 3.5 歳) とした。骨盤回旋時の骨盤・胸郭の動きの計測に三次元動作解析装置 VICON-MX (VICON 社製) を用いた。赤外線反射マーカ貼付位置は、剣状突起 (A 点)、第 10 胸椎棘突起 (B 点)、B 点を通る水平線上に左右等距離に位置する点 (C 点、左右各 3 点)、骨盤と胸郭セグメントを定義するために左上前腸骨棘、左上後腸骨棘、頸切痕、第 1 胸椎棘突起の計 14 点とした。下位胸郭前後径を A-C 点間の距離として算出し、左右それぞれ総和に対する比率を算出した。測定肢位は、回転板上に骨盤前後傾 0° で両手を組んだ端座位とした。測定課題は、安静呼吸位においてメトロノームに合わせて 7 秒間回転板を他動的に回すこととし、回転範囲として同側への体幹回旋の代償が起きる前までの範囲とした。測定条件として胸郭位置を前額面に対し平行に保持させるよう両肩峰前に障害物を設置し、被験者の目線の高さに設置した前方の指標を注視するよう指示した。測定実施前に、数度練習し習熟させてから測定した。なお、骨盤セグメントが安静時から左右 5° 回旋位での下位胸郭前後径と胸郭中心位置を算出した。各値は、左右骨盤回旋 3 施行のそれぞれ平均値を解析値とした。

統計処理は、安静時の下位胸郭前後径左右比率を対応のない t 検定で、骨盤左右回旋課題の比較を対応のある t 検定を用いて検討した。解析には統計ソフトウェア IBM SPSS Statistics 21 (IBM 社製) を使用し、有意水準はそれぞれ 5% 未満とした。

【結果】

安静時の下位胸郭前後径は左側に比べ右側で有意に大きかった ($p < 0.01$)。また、安静時に比べて骨盤右回旋では下位胸郭前後径の左右差が有意に増大、左回旋時では有意に減少した ($p < 0.01$)。また、骨盤右回旋時の胸郭中心位置は骨盤左回旋に比べ、有意に後方へ移動した ($p < 0.01$)。

【結論】

本研究結果から下位胸郭形状は定型的な左右非対称性を呈しており、骨盤右回旋で胸郭形状の非対称性が増大して胸郭位置が後方化した。これは骨盤を右回旋させることで寛骨と仙骨の位置関係から胸腰椎の配列により強い捻れが生じ、胸郭形状の非対称性が強まる。この捻れが脊柱の屈曲を生じさせることで胸郭位置が後方化したことが示唆される。そして骨盤左回旋では逆の現象が生じていることが考えられる。以上のことから、左右骨盤回旋でそれぞれ胸郭形状と胸郭位置変化に異なる変化が生じることが分かり、この運動特性を加味した理学療法が重要であると考える。

P-KS-43-3**片脚ブリッジ運動時の足部荷重率と股関節伸展筋力の関連性**森 俊介¹⁾, 高橋 由依¹⁾, 世古 俊明²⁾, 隈元 庸夫³⁾, 金子 諒介⁴⁾, 工藤 夢子¹⁾, 吉川 文博¹⁾¹⁾医療法人 愛全会 愛全病院 リハビリテーション部,²⁾北海道千歳リハビリテーション学院 理学療法学科,³⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科, ⁴⁾愛全会 訪問看護ステーション とよひら**key words** 片脚ブリッジ運動・足部荷重率・股関節伸展筋力**【はじめに, 目的】**

片脚ブリッジ運動時には股関節, 体幹伸展筋の強い筋活動が認められる。そのため円背などの理由で腹臥位での股関節, 体幹伸展筋力測定が困難となる場合, 片脚ブリッジ運動の可否で大まかに筋力を推察することがある。我々は第50回本学会にて, 有患者を対象に片脚ブリッジ運動時に最大努力で足底の体重計を押ししたとき(片脚 press)の荷重率(%BW)が, 起立と歩行能力と関連することから, 片脚 press は股関節, 体幹伸展筋力の定量的な測定法となり得る可能性を報告した。しかし, %BW と股関節, 体幹筋力との関連性については未検討であり, 今後の課題とされていた。本報告の目的は, 片脚 press 時の%BW と股関節, 体幹筋力との関連性を明らかにし, %BW が示す測定値の意義について検討することである。

【方法】

対象は健康成人男性 11 名(平均年齢 26.0±4.5 歳, 平均体重 58.0±5.8kg)とした。施行運動は背臥位で両上肢腕組み, 足底に体重計(MODEL 1513, タニタ社)を設置し, 膝関節 110° 屈曲位からの片脚 press とした。なお, 非拳上側下肢は伸展位, 運動中は骨盤の回旋が伴わないよう指示した。また%BW は最大荷重値を計測し, 体重で除した値を算出した。股関節伸展筋力値(膝屈曲位, 膝伸展位), 股関節外転筋力値, 体幹伸展筋力値の測定には, 徒手筋力計(HHD; Mobie, 酒井医療)を用い, 徒手筋力検査法(MMT)段階5の測定肢位に従った。測定時には固定用ベルトを使用し make test を実施した。股関節伸展, 外転筋力測定は従来の抵抗部にセンサーパッドを設置し, トルク値(kgf・m)を算出後, 体重で除した値(kgf・m/kg)を求めた。体幹伸展筋力は Th7 レベルにセンサーパッドを設置し, 体重で除した値(kgf/kg)を求めた。%BW と各筋力値は各々 2 回ずつ測定した。統計解析は, %BW と各筋力値の再現性は ICC (1, 1)を用いて, %BW と各筋力値との関連は Pearson の積率相関係数を用いて検討した。有意水準は 5% とした。

【結果】

ICC (1,1) の結果, %BW で 0.93, 股関節伸展筋力値(膝屈曲位)で 0.98, 股関節伸展筋力値(膝伸展位)で 0.91, 股関節外転筋力値で 0.97, 体幹伸展筋力値で 0.92 と高い再現性を示した。%BW は股関節伸展筋力値(膝屈曲位)との間にのみ有意な相関を認めた (r=0.69)。

【結論】

%BW は, 膝関節屈曲位での股関節伸展筋力値と関連を認めたことから, 大殿筋による股関節伸展筋力を反映する可能性が示唆された。このことから, 片脚 press は円背や下肢の可動域制限を有する高齢者の股関節伸展筋力の測定法となり得る可能性がある。

P-KS-43-4**不安定板上座位での体幹セグメント間協調性の定量化の試み
健常若年者・健常高齢者・小脳性運動失調者での比較**春山幸志郎^{1,2)}, 笠井 健治^{2,3)}, 牧野 諒平^{2,3)}, 星 文彦⁴⁾, 西原 賢⁴⁾¹⁾国立病院機構東埼玉病院リハビリテーション科, ²⁾埼玉県立大学大学院保健医療福祉研究科,
³⁾埼玉県立総合リハビリテーションセンターリハビリテーション科, ⁴⁾埼玉県立大学理学療法学科**key words** 協調性・体幹・不安定板**【はじめに, 目的】**

小脳性運動失調者は歩行障害を含む協調性障害を呈することが一般的である。歩行障害は主に体幹の協調性障害を反映されると考えられているが、体幹の協調性障害に対して利用可能な評価法は乏しい。そこで本研究の目的は、不安定板上での体幹セグメント間協調性を定量化するために、上下部体幹の角度変位の相関係数を算出し、年齢や病態、不安定板傾斜の加速度、パフォーマンスとの関連を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健常若年者6名(24.7±3.9歳)、健常高齢者7名(63.9±3.7歳)、小脳性運動失調者6名(58.2±2.3歳)とした。測定条件は被験者の身体に三軸モーションセンサー(NORAXON, MYOMOTION)を4ヶ所(後頭隆起、第3胸椎、第3腰椎、不安定板)、表面筋電図計(NORAXON, MYOMUSCLE)を8ヶ所(左右の僧帽筋、胸部・腰部傍脊柱筋、内外腹斜筋重複部位)に貼付し、側方方向の一軸性不安定板(Tumble Forms2[®], PC-4811)上に足底非接地での端座位とした。測定課題は、不安定板上での静的課題と動的課題(メトロノーム50bpmに合わせた側方随意的傾斜)の2条件を各30秒間、3試行実施した。主要評価項目として、側方方向の角度データから上下部体幹間の相互相関係数を算出した。副次評価項目として、不安定板傾斜の安定性あるいは円滑性として不安定板側方加速度 root mean square(以下、RMS)、左右対となる筋間の活動波形相関、Trunk Impairment Scale、歩行速度と変動係数、Scale for the assessment and rating of ataxia と 軀幹協調機能ステージを評価した。得られた結果から、体幹セグメント間協調性、不安定板側方加速度RMS、筋電図データについてグループ間での差を一元配置分散分析、主要および副次評価項目の関連をPearsonの積率相関係数あるいはSpearmanの順位相関係数で分析した。さらに特徴的な変数に基づきクラスター分析を実施した。有意水準は5%とした。

【結果】

静的課題では全指標で群間差を認めなかった。動的課題では、体幹セグメント間協調性において健常若年者が他群よりも有意に体幹セグメント間の逆相関がみられた。不安定板側方加速度RMSは健常高齢者と比較して小脳性運動失調者で有意に高かった。左右対の筋活動の相関係数は、胸部傍脊柱筋のみ健常若年者で他群よりも有意に逆相関を示した。体幹セグメント間協調性と不安定板側方加速度RMSの二変量についてのクラスター分析では、概ね各対象者群にしたがった分布を示した。小脳性運動失調者での体幹セグメント間協調性と副次評価項目との相関は認めなかった。

【結論】

上下部体幹セグメント間の逆方向の角度変位は加齢により減少し、不安定板傾斜は小脳性運動失調者で円滑性の低下を認めた。この二変量に基づいて3群は良好に分類可能であった。

P-KS-43-5**骨盤前後傾運動における胸郭-骨盤間の運動学的解析**

真水 鉄也^{1,2)}, 川崎 智子^{2,3)}, 多米 一矢³⁾, 平山 哲郎^{3,4)}, 本間 友貴⁴⁾, 茂原亜由美⁴⁾,
柿崎 藤泰²⁾

¹⁾戸田中央リハビリクリニック, ²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科, ³⁾広尾整形外科,

⁴⁾昭和大学大学院 医学研究科

key words 骨盤前後傾・水平面運動・運動パターン

【はじめに, 目的】

骨盤前後傾運動の機能評価において胸郭-骨盤間の水平面運動を注意深く観察すると、前後傾運動に伴った運動パターンが存在する。これらのベースには、我々の研究で明らかになってきているヒトに見られる特徴的な胸郭形状の非対称性²⁰¹⁵⁾や左側方偏位²⁰¹²⁾が存在し、それぞれの運動に影響を及ぼしているものと推測している。骨盤と胸郭は脊柱やそれらに関係を持つ筋群によりお互いに影響を及ぼし、体幹の安定に関わる大きな要因となるため、各運動に応じた胸郭-骨盤間の位置関係を適切に把握することは重要である。

そこで本研究では、健常成人における骨盤前傾および後傾運動に伴う胸郭-骨盤間の水平面運動を観察することで、個人間に共通した水平面運動パターンを理解することを目的とした。

【方法】

対象は既往のない健常成人男性 17 名(平均年齢 26.7±3.4 歳)とした。測定肢位は頸部後方で棒を支持した端座位とした。課題動作は視線を前方へ注視させた腰部主体の骨盤前傾・後傾運動とした。計測には 3 次元動作解析装置 (VICON-MX, VICON 社)を用い、胸郭セグメントと骨盤セグメントの水平面角度を算出した。胸郭セグメントは剣状突起、剣状突起を背面に投影した棘突起上の点、剣状突起から左右それぞれ等間隔に位置する点にマーカーを貼付した。また、骨盤セグメントは両上前腸骨棘、両上後腸骨棘にマーカーを貼付し、それぞれセグメントを作成した。開始肢位、前傾 15°、後傾 15°での骨盤セグメントに対する胸郭セグメントの水平面角度をそれぞれ算出し、3 回実施した平均値を代表値とした。

統計処理は開始肢位と骨盤前傾位、後傾位における骨盤セグメントに対する胸郭セグメントの水平面角度をそれぞれ対応のある *t* 検定を用いて比較検討した。なお、有意確率は 5% 未満とした。

【結果】

骨盤セグメントに対する胸郭セグメントの水平面角度は、前傾運動において開始肢位と比較し前傾位で右回旋角度が増大し ($p < 0.05$)、後傾運動においては開始肢位と比較し後傾位で左回旋角度が増大した ($p < 0.01$)。

【結論】

本研究結果より骨盤の矢状面運動は体幹との協調的な水平面運動を生じさせ、特徴的な運動パターンを形成することが示唆された。この現象は、測定肢位による違いがあるものの Fujihara ら²⁰¹³⁾の報告と類似するものであり、脊柱屈伸運動に伴った水平面上の運動パターンが存在するものと考えられる。以上のことから、骨盤前傾運動では体幹の右回旋、骨盤後傾運動では体幹の左回旋を産生する活動が関与し、これらは効率よく動作を遂行するための運動パターンであると考えられる。

よって今回得られた結果は、体幹の不安定性を呈する疾患に対する基準値となりえ、体幹の不安定性を定量化できる評価として臨床に活用できる可能性があると考えられる。

P-KS-44-1**外側広筋の動態と筋硬度・圧痛の関係
筋の動態は何の影響を受けるのか？**工藤慎太郎^{1,2,3)}, 中村 翔⁴⁾¹⁾森ノ宮医療大学 保健医療学部理学療法学科, ²⁾森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科,³⁾森ノ宮医療大学卒業教育センター, ⁴⁾宮本整形外科クリニック リハビリテーション科**key words** 超音波画像診断装置・外側広筋・滑走性**【はじめに, 目的】**

外側広筋 (VL) の滑走性の低下は、膝屈曲可動域制限や、VL の伸張性の低下を惹起するため、臨床上問題となるが、その計測手法は確立されていない。一方、超音波画像診断装置 (US) は、運動器の形態や動態を高い再現性のもと計測できる (佐藤, 2015)。我々は膝自動屈曲に伴い、VL が後内側に滑走することを示している (中村, 2015) が、この動態が筋の硬度や張力、疲労など、どのような要素を反映しているかは不明である。我々は VL の動態に合わせた徒手的操作により、VL の伸張性や圧痛と共に、筋の動態が改善することを明らかにしている (中村, 2015)。そこで VL の動態には筋硬度や圧痛が関係していると仮説を立てた。本研究の目的は VL の膝屈曲運動時の動態が筋の柔軟性や圧痛を反映しているか検討することである。

【方法】

健康成人男性 20 名 40 肢 (平均年齢 20.0 ± 2.3 歳, 身長 167.4 ± 5.8 cm, 体重 59.9 ± 6.9 kg) とした。US には My-Lab25 を用い、自動屈曲運動時の VL の後内側への変位量 (VL 変位量) を計測した。測定モードは B モード, リニアプローブを用い、腹臥位にて大腿中央外側にて VL と大腿二頭筋を短軸走査で確認し、プローブを固定した。膝関節完全伸展位から 90 度屈曲位までの自動運動中のエコー動画から、完全伸展位と 90 度屈曲位の画像を抽出し VL 外側端が移動した距離を VL 変位量として Image-J を用いて計測した。また筋硬度、圧痛を大腿中央外側にてそれぞれ筋硬度計、圧痛計を用いて計測した。さらに、自作した装置に徒手筋力測定器を設置し、膝他動屈曲時の抵抗力 (以下、抗力) を測定した。VL 変位量と筋硬度、圧痛、抗力の関係性を検討した。統計学的処理には R2.8.1 を使用し、Spearman の順位相関係数 (有意水準 5% 未満) を用いた。

【結果】

VL 変位量と抗力は $r=0.51$ と有意な相関関係を認めた。また VL 変位量と筋硬度は $r=0.71$ と有意な相関関係を認めた。一方、VL の動態と圧痛は有意な相関関係を認めなかった。

【結論】

本研究の結果、VL 変位量は VL の筋硬度を反映するが、圧痛の程度は反映しないものと考えられた。抗力は筋の長軸上に発生する弾性力を示すのに対して、筋硬度計による計測は、筋以外の皮下組織や皮膚の硬度も反映する (Ichikawa, 2015)。我々の先行研究では、大腿外側の筋硬度計を用いた計測は、VL の硬度と相関を認めず、周囲の結合組織の硬度と相関を認めた (洞庭, 2015)。つまり、大腿外側部の筋硬度計による硬度は皮下組織や外側筋間中隔などの VL 周囲の結合組織の硬度を反映していると考えられる。筋周囲の結合組織は隣接する筋間との滑走性を保証する。すなわち、VL 変位量は VL の硬度とともに、周囲組織との滑走性を反映するものと考えられた。蒲田らは筋間の滑走性の重要性を指摘しているが、定量的測定は困難であった。US による VL の動態評価は VL 周囲の滑走性を定量的に測定でき、今後の外傷予防や疼痛発生機序の解明に有効になる可能性がある。

P-KS-44-2**運動課題の違いが passive stiffness の変化に及ぼす影響
推定筋量率による 2 群間の比較**

寺田 茂, 早川 省三, 宮田 伸吾, 松井 伸公, 内山 圭太, 北川 孝

金沢赤十字病院

key words stiffness・推定筋量率・運動課題

【はじめに, 目的】臨床において, joint stiffness の変化は様々な影響を及ぼす。関節拘縮や痙縮を有する場合は joint stiffness が增大しており, 逆に joint stiffness の低下はスポーツ分野ではエネルギー損失を増大させる結果, 力の伝達効率が悪化しパフォーマンスを低下させる。したがって joint stiffness の状態を把握し, その変化を知ることはリハビリテーションにおける治療方針の決定や効果判定を行う際に重要である。joint stiffness は passive stiffness と dynamic stiffness とに分類され, passive stiffness は運動履歴によって変化することが知られている。passive stiffness を規定する因子は筋, 腱, 結合組織など多岐にわたり, その中でどの要因が影響しているのかは判別が困難である。そこで今回, 等速性他動運動および等尺性筋収縮が passive stiffness に与える影響を推定筋量率の違いから検討した。

【方法】対象は健常男性 20 名であった。被験者の身体的特性として身長, 体重, 体脂肪率を測定し推定筋量率を算出, 平均値を基準として 2 群 (低値群: A 群, 高値群: B 群) に分け比較した。passive stiffness の指標として pendulum test (PDT) 時の下腿自由落下角加速度を用いた。2つの加速度計を貼付したプラスチック製の板を被験者の下腿に装着し, 等速性他動運動課題と大腿四頭筋 (Q), ハムストリングス (H) の最大等尺性収縮課題を行った。それぞれの課題前後で, PDT 時の下腿自由落下角加速度を計測し, 角加速度増加率 (課題後/課題前 \times 100) を算出し検討した。統計分析は SPSS Ver.11 を使用して対応のない t test を用いた。

【結果】等速性他動運動後の角加速度増加率は, A 群 $108.7 \pm 17.9\%$, B 群 $114.4 \pm 27.1\%$, Q 課題で A 群は $91.9 \pm 13.5\%$, B 群 $78.4 \pm 12.3\%$, H 課題で A 群 $99.2 \pm 16.3\%$, B 群 $107.4 \pm 20.2\%$ となり, Q 課題の B 群において有意に低値を示した ($P < 0.05$)。

【結論】PDT 時, 下腿の振り子運動状減衰振動は下腿部にかかる重力, 膝関節の粘弾性, Q と H の伸張反射により影響を受ける。従って角加速度増加率が 100% 以上では膝関節の運動抵抗は減少し, 逆に 100% 以下の場合は増大したと捉えることが出来る。本研究では Q 課題後に B 群で有意に角加速度増加率が低値を示した。この結果から筋量率が高い方が大腿四頭筋の筋収縮後に運動抵抗の増大を生じることが示唆された。また, 等速性他動運動において角加速度増加率は 100% 以上となり, 運動抵抗が減少する傾向を示したが, 筋量率による差は有意なものではなかった。これは, 下腿自由落下時の減衰振動は下腿の形状や長さ, 重量などの影響を受ける。しかし今回は身体の形態的な個体差は考慮しておらず, また被験者は比較的筋量率の高いものが多く, 下肢の局所筋量を指標としていなかったことも一因である考えられた。近年 PDT における個人差軽減のモデルが考案されており, 今後は補正を加えた上, 幅広い対象で局所筋量を反映したデータによる検討が必要であると思われる。

P-KS-44-3**ダイナミックストレッチングの運動速度の違いが筋柔軟性向上効果および筋力に違いを与えるか？
—ストレイン・エラストグラフィによる検討—**

木元 裕介^{1,2)}, 佐竹 将宏²⁾, 岩澤 里美^{2,3)}, 菊地 和人^{2,4)}, 皆方 伸¹⁾, 伊藤 優也¹⁾,
齊藤 恵子¹⁾, 安藤 裕哉¹⁾, 菊谷 明弘¹⁾, 加賀屋勇気¹⁾

¹⁾秋田県立脳血管研究センター, ²⁾秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻理学療法学講座,

³⁾秋田県立リハビリテーション・精神医療センター, ⁴⁾国立病院機構あきた病院

key words ストレッチング・エラストグラフィ・筋硬度

【はじめに, 目的】

本研究の目的は、関節運動速度の違う2種類のダイナミックストレッチング(以下、DS)が筋硬度と筋力に与える効果の違いを比較することである。DSは実施後にスタティックストレッチング(以下、SS)のような筋力低下が無いとされ、既にスポーツ現場ではSSに代わるストレッチングとして注目されている。今後は理学療法の対象である高齢者や患者などへ臨床応用が期待される方法であるが、一般的なDSは関節運動速度が50rpm以上であり、素早い関節運動が要求されるため臨床現場には不向きな一面がある。そこで関節運動速度が10rpmのゆっくりとしたDSの場合、その効果が一般的なDSの速度(50rpm)と違いが出るのかを比較した。近年、ストレイン・エラストグラフィによってストレッチング前後の筋硬度評価を直接的に評価できるようになった。本研究においてもストレイン・エラストグラフィによりDSの運動速度の違いが筋硬度に対してどのような効果を及ぼすのかを検討した。

【方法】

対象は健康成人15名(平均年齢20.3±1.2歳、男性7名女性8名)とした。研究デザインをランダム化クロスオーバー試験とし、左腓腹筋を対象に1回6秒、12回の関節運動を50rpmの速度で行う一般的なDSを受ける介入(以下、通常のDS)、通常のDSと同様の方法で運動速度を10rpmとしたDSを受ける介入(以下、ゆっくりしたDS)、1分間のSSを受ける介入、1分間の安静を保つコントロール介入の4回の実験条件をランダムに与えデータを収集した。測定は介入の前後に行い、腓腹筋内側頭の筋硬度、足関節底屈ピークトルクを測定した。筋硬度は超音波診断装置AVIUS(日立アロメディカ社製)のストレイン・エラストグラフィモードを用いた。これにより筋硬度を示すStrain Ratioが算出され、値が小さければ筋硬度が低く、値が大きければ筋硬度が高い。足関節底屈ピークトルクはCYBEX NORM(CSMi社製)を用いた。統計処理はSPSS21.0を用い介入前後の値に有意差があるか検討した。

【結果】

Strain Ratioは、通常のDSにおいて介入前0.027±0.011(平均値±標準偏差)から有意に介入後0.016±0.009へ低下し(p<0.01 効果量r=0.79)、ゆっくりしたDSも介入前0.026±0.015から有意に介入後0.012±0.009へ低下した(p<0.01 効果量r=0.80)。またSSも介入前0.029±0.021から有意に介入後0.015±0.008へ低下した(p<0.01 効果量r=0.80)。コントロールは有意な変化がみられなかった。また足底屈ピークトルクは、通常のDS、ゆっくりしたDS、およびコントロールにおいて有意な変化は認めなかったが、SSにおいて介入前73.8±27.8Nmから介入後71.6±27.5Nmへ有意に低下した(p<0.01 効果量r=0.70)。

【結論】

ゆっくりしたDSは、通常のDSおよびSSと同様に筋硬度を低下させ、通常のDSと同様にSSのような筋力低下を認めなかった。ゆっくりとしたDSは今後臨床における活用が期待できる手法と考えられた。

P-KS-44-4**起立板を使用したストレッチ時間の違いが脊柱形態と重心動揺に及ぼす影響**梶原 侑馬^{1,2)}, 森田 正治¹⁾, 黒川 幸雄¹⁾¹⁾国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所 保健医療学専攻,²⁾化学療法研究所附属病院 リハビリテーション室**key words** 脊柱アライメント・スタティックストレッチング・重心動揺**【はじめに、目的】**

立位における脊柱のアライメント・可動域・平衡機能は腰痛に影響を与えるとされている。リハビリテーションや健康増進の現場では様々な運動介入が行われているが、難易度が高く目的とした効果が得られないものも存在する。そこで今回、実施頻度が多く簡便な下腿三頭筋静的ストレッチ (SST) が筋硬度及び脊柱アライメント・重心動揺に及ぼす影響について検討した。

【方法】

整形外科疾患を有さない健康男性 31 名を対象とした。平均年齢は 24.3 ± 3.2 歳, 平均身長は 170.8 ± 5.6 cm, 平均体重は 64.2 ± 7.2 kg であった。足関節訓練起立板を使用し, 対象者は起立板調整角度 30 度で自重を利用し SST を 60 秒及び 120 秒で行った。60 秒と 120 秒の順序は無作為とし, 各介入は 10 分以上休息をとった。SST 介入前後の測定として, 下腿三頭筋の筋硬度は筋弾性計 PEK-1 (井元製作所) を用いた。また, 脊柱測定は Spinal Mouse (インデックス社) を用い, 胸椎後弯角, 腰椎前弯角, 仙骨傾斜角, 可動域の値を採用した。重心動揺はグラビコーダ GS-7 (アニマ社) を使用し, 開眼にて, 足位は閉足直立とした。統計解析として, 下腿三頭筋 SST の介入前後変化は一元配置分散分析反復測定法を用い多重比較 (Bonferroni 法) も行った。腰椎アライメントあるいは可動域と重心平均中心変位あるいは総軌跡長との相関分析はピアソンの積率相関分析を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

下腿三頭筋の筋硬度は SST 後に有意差を認めなかった。脊柱のアライメントにおいて, 胸椎後弯角は SST 後の有意差を認めなかったが, 腰椎前弯角・仙骨傾斜角は 120 秒 SST 介入後に有意に高値を示した。前屈可動域は SST 介入後に腰椎で有意に高値を示した。伸展可動域は有意差を認めなかったが胸椎・腰椎において可動域が大きくなる傾向にあった。開眼重心動揺において外周面積・総軌跡長・単位面積軌跡長では有意差を認めなかったが外周面積では増大傾向, 総軌跡長では低下傾向, 単位面積軌跡長では低下傾向にあった。SST 後の重心平均中心変位は有意に前方へ移動した。腰椎アライメントあるいは可動域と重心平均中心変位あるいは総軌跡長の間には相関関係を認めなかった。

【結論】

生理的腰椎前弯不足・可動域低下は腰痛など様々な障害を引き起こすことが報告されている。本研究において 120 秒の SST は, 腰椎前弯不足を改善させ, 脊柱特に腰部の可動域改善に有効であった。SST は筋硬度には影響を与えなかったが, 足圧中心の前方変位を増加させた。SST 効果は期待できたが, 足圧中心前方移動が腰椎アライメント・可動域の要因にまでは及ぼさなかった。120 秒以上の SST がニュートラルポジションの崩れを改善させ腰痛改善・予防に有効である可能性が示唆された。

P-KS-44-5**Hamstrings に対する 4 週間のセルフストレッチングが作業関連性腰痛に与える影響**小出 梨菜¹⁾, 坂野 裕洋¹⁾, 豊田 慎一²⁾, 内川 智貴³⁾, 柳瀬 準⁴⁾, 渡辺 将弘⁵⁾¹⁾日本福祉大学 健康科学部, ²⁾星城大学リハビリテーション学院,³⁾前原整形外科リハビリテーションクリニック リハビリテーション科,⁴⁾前原外科・整形外科 小児科 リハビリテーション科, ⁵⁾東海記念病院 リハビリテーション科**key words** セルフストレッチング・hamstrings・作業関連性腰痛

【はじめに, 目的】作業関連性腰痛の発生機序には, 日常的な不良姿勢の継続により hamstrings を主とした大腿後面の骨格筋に筋短縮が生じ, 骨盤後傾位となることで腰椎・骨盤リズムが乱れ, 腰部への機械的ストレスが増大することが原因のひとつと考えられている。そのため, 一般的な理学療法では, 自主訓練として hamstrings のセルフストレッチングが指導される事が多い。しかし, hamstrings に対するセルフストレッチングと hamstrings の伸張性や作業関連性腰痛との関連性について検討している報告は数少ない。そこで本研究では, hamstrings に対する 4 週間のセルフストレッチングが hamstrings の伸張性や骨盤前傾角度, 作業関連性腰痛の発現に与える影響について検討した。

【方法】対象は健常大学生 30 名とし, hamstrings に対するセルフストレッチングを週 5 日の頻度で実施する 10 名 (ham 群), 大腿四頭筋に対するセルフストレッチングを週 5 日の頻度で実施する 10 名 (quad 群), セルフストレッチングを行わない 10 名 (con 群) に無作為に振り分けた。実験は 4 週間の介入研究とし, 介入前後に SLR 角度, hamstrings の stiffness と tolerance, 骨盤前傾角度, 2 分間の重量物リフト動作に伴う作業関連性腰痛の程度を評価した。統計学的解析は, 群間比較に Kruskal-Wallis 検定と Mann-Whitney 検定を用い Bonferroni の修正を加えた。群内比較では Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】SLR 角度は, ham 群と quad 群において, 介入後に有意な増加を認めしたが, 群間には差を認めなかった。stiffness は, 統計学的な有意差を認めなかったが, ham 群は介入後に減少傾向 ($P=0.026$) を示した。tolerance は, ham 群と quad 群において, 介入後に有意な増加を認め, quad 群は con 群と比較して介入後の値が有意に高値を示した。骨盤前傾角度は, 統計学的な有意差を認めなかった。作業関連性腰痛の程度は, ham 群のみで介入後に有意な軽減を認めた。

【結論】本研究結果から, hamstrings に対する 4 週間のセルフストレッチングによって, 作業関連性腰痛の発生を軽減できることが明らかとなった。しかしながら, SLR 角度や骨盤前傾角度, hamstrings の tolerance については, hamstrings に対するセルフストレッチングのみに特徴的な変化を認めなかった。このことから, 作業関連性腰痛の発生機序に hamstrings に起因する股関節可動性の低下や骨盤後傾位などの影響は低く, その他の要因が関与する可能性が推察された。しかしながら, 統計学的な有意差は認めなかったものの, hamstrings に対するセルフストレッチングによって stiffness は減少傾向を認めたため, hamstrings の筋腱複合体の粘弾性については, 作業関連性腰痛に影響している可能性が残る結果となった。

日本基礎理学療法学雑誌 投稿規定

改訂：2015（平成 27）年 12 月 22 日

1. 目的

日本基礎理学療学会の会誌として、理学療法に関する学術的情報公開の場を提供し、理学療法の基礎研究を通して理学療法学の発展に貢献することを目的とする。

2. 投稿記事の種類

原著、症例報告、短報、総説、その他編集委員会で掲載を承認されたものとする。投稿原稿は他紙に掲載予定がなく未発表の邦文とし、他紙への同時投稿は認めない。また、総説は編集委員会からの依頼原稿を原則とする。

3. 投稿者の資格

本誌への投稿記事は、理学療法学の発展に寄与する論文であれば会員に限らず受理する。

4. 本文の字数および図表の枚数

〔原著、症例報告〕

原則として文献を含め 12000 字以内とする（図表は含めない）。図表は 10 枚以内とする。

〔短報〕

原則として文献を含め 6000 字以内とする（図表は含めない）。図表は 4 枚以内とする。

〔総説〕

依頼時に規定する。

5. 執筆要項

- 1) 原稿は Windows 版の Microsoft word、またはテキストファイルを用いて A4 判の用紙に横書きで作成する。用紙には左端に通しで行番号を入れ、一段組み 12 ポイントの文字で、ダブルスペースにて 40 字×20 行（1 ページ当たり 800 字）で入力する。また、下部中央にはページ番号を挿入する。常用漢字、ひらがな、現代かなづかいを用い、文献、人名、薬品名、生物学名などは原語を用いる。
- 2) 英数文字や記号は半角とし、原則として特殊文字は使用しない。ただし、特殊文字で表記せざるをえないものについては、表記文字とその表記場所を記載したリスト（1 部）を添付し、提出する原稿にもその表記場所を朱字でマークする。
- 3) 数字は算用数字を用い、度量衡単位は国際単位系（SI 単位）を用いる（長さ：m、質量：kg、時間：s、温度：℃、周波数：Hz 等）。
- 4) 原著、症例報告、短報については原則として緒言（はじめに）、対象と方法（症例

報告)、結果(経過)、考察、文献等の小見出しをつけ、これらの順に構成・記載する。

- 5) 表紙には論文タイトル、著者氏名(著者の資格を示すもの、例えば PhD、PT など)、所属および投稿責任者(Corresponding author)の連絡先(住所、電話番号、FAX 番号、E-mail address)、専門領域(別紙1:論文の分野における、学術領域別及び理学療法領域別の専門領域をそれぞれ1つ以上)、投稿記事の種類、原稿の枚数、図表の枚数、5つ以内のキーワードを記載する。
- 6) 英文で表題、著者名、所属、要旨(200語前後)と5つ以内のキーワードを記載する。
- 7) 図表は本文とは分けて記載する。図表および図表説明は、すべて**英語表記**とする。記載順序は、文献の後に、図表説明、表、図の順とする。また、図表はそれぞれ各1枚に記載すること。
- 8) 図表の説明には、図表の番号、タイトルおよび簡潔な説明を含む。
- 9) 図の中の線(直線、曲線など)、文字、数字、記号などは、縮小印刷した場合にも判読可能な大きさとする。特に、写真に関しては縮小・拡大しても印刷に耐える程度の解像度を有すること。
- 10) 引用文献は必要最小限にとどめ、引用順に通し番号をつけ、本文の最後に「文献」として引用順に列挙する。番号は本文中の引用箇所の右肩上に右片カッコにしてつける(すべて半角文字を用いる)。著者は全て連記する。
- 11) 文献の記載方法は以下の例に従う。

(雑誌の場合)

- 1) Yoshimura A, Fujitsuka C, Kawakami K, Ozawa N, Ojala H, Fujitsuka N: Novel myosin isoform in nuclear chain fibers of rat muscle spindles produced in response to endurance swimming. *J Appl Psychol* 73:1925-1931, 1992
- 2) 曾我部正博, 成瀬恵治, 曾我浩之: 膜伸展によって活性化されるイオンチャンネル. *心臓* 24: 333-343, 1992

(書籍の場合)

- 3) King A, Cavanaugh JM: Neurophysiologic basis of low back pain. In *The Lumbar Spine*. Wiesel SW, Weinstein JN, Herkowitz H (Ed.). Philadelphia, WB Saunders, pp 74-80, 1996
- 4) 熊沢孝朗: 痛みのメカニズム. 新医科学大系 7. 星猛(編). 東京, 中山書店, pp 153-167, 1995

6. 倫理

実験はヘルシンキ宣言に基づく倫理基準、あるいはわが国の医学系研究に関する倫理指針・動物実験関連法規を遵守して実施されなければならない。当該研究がこれらのガイド

ラインに従って実施されたことを投稿論文内に明記し、さらに所属機関の倫理委員会、あるいは実験動物委員会等が発行した承認書の承認番号を論文中に記載するものとする。

7. 利益相反

利益相反がある場合は、その旨原稿に明記すること。なお、利益相反に関しては、厚生労働省の指針を参照すること。

8. 投稿手続

Microsoft word で作成した投稿原稿（原稿ならびに図表）を、メールに添付し、編集委員会（jjptf-adm@umin.ac.jp）宛に送付する。なお、原稿受付年月日は原稿が編集委員会に到着した日とし、受理年月日は原稿の審査が終了し、掲載可能となった日とする。

9. 引用・転載の許諾について

他著作物からの図表の引用・転載については、著作権保護のため原出版社および原著者の許諾が必要である。引用・転載を行う場合は投稿者があらかじめ許諾を得て、その旨を図表説明に明記すること。

10. その他

- ・ 掲載された論文等の著作権は日本基礎理学療法学会に属する。
- ・ 採用された原稿の印刷校正は投稿者の責任において行い、初稿のみとする。
- ・ 掲載料はカラーページ（実費負担）を除き、すべて本学会の負担とする。

日本基礎理学療法学会 編集委員会

〒060-8556

札幌市中央区南1条西17丁目

札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科

TEL : 011-611-2111

FAX : 011-611-2150

E-mail: jjptf-adm@umin.ac.jp

論文の分類

I. 学術領域別

I-1 解剖学

I-1-a 肉眼解剖

I-1-b 組織学

I-1-c 画像解剖

I-2 生理学

I-2-a 神経（認知科学含）

I-2-b 運動器（筋・骨格）

I-2-c 呼吸・循環

I-2-d 血液・免疫

I-2-e 体液・内分泌

I-2-f 加齢・性差

I-2-g 疼痛

I-3 運動学

I-4 公衆衛生・健康科学

I-5 生化学

I-6 分子生物学

I-7 福祉工学

I-8 再生医療

I-9 その他

II. 理学療法領域別

II-1 神経

II-2 運動器

II-3 内部障害

II-4 物理療法

II-5 予防

II-6 高齢者

II-7 小児

II-8 ガン

II-9 その他

編集委員会

編集委員長

山田 崇史

副編集委員長

岩本えりか

編集委員（アイウエオ順）

縣 信秀	石田 和人	今北 英高	金井 章	菊池 真
肥田 朋子	坂本 淳哉	島田 裕之	白銀 暁	菅原 憲一
高橋 真	竹中 菜々	谷口 圭吾	玉木 彰	中 徹
中野 治郎	藤野 英己	李 相潤		

日本基礎理学療法学雑誌

第20巻第1号

2016年8月10日 発行

編集
発行

日本基礎理学療法学雑誌 編集委員会

〒060-8556

札幌市中央区南1条西17丁目

札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科

TEL : 011-611-2111 FAX : 011-611-2150

E-mail : jjptf-adm@umin.ac.jp

印刷
製本

社会福祉法人 北海道リハビリ

〒061-1195

北海道北広島市西の里507番地1

TEL : 011-375-2116 FAX : 011-375-2115
