

ISSN 2186-0742
JPTF

JAPANESE JOURNAL OF

PHYSICAL

THERAPY

FUNDAMENTALS

日本基礎理学療法学雑誌

Volume 16 No 1 2012

第2回 日本基礎理学療法学会学術大会 抄録集

日本基礎理学療法学会

Japanese Association of Physical Therapy Fundamentals

<http://square.umin.ac.jp/mbpt/>

第2回日本基礎理学療法学会学術大会

参加申込書

氏名

所属

参加費

- | | |
|----------------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> 会員・臨時会員 | 2,000円 |
| <input type="checkbox"/> 学生会員 | 500円 |
| <input type="checkbox"/> 非会員 | 2,500円 |
| <input type="checkbox"/> 学生非会員 | 1,000円 |

年会費

- | | |
|---------------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> 会員 | 5,000円 |
| <input type="checkbox"/> 学生会員 | 2,000円 |
| <input type="checkbox"/> 臨時会員 | 2,000円 |
| <input type="checkbox"/> 臨時学生会員 | 500円 |

第2回日本基礎理学療法学会学術大会

抄 録 集

開催日：2012年5月24日（木）

14：00～ 受付開始

会 場：兵庫医療大学 オクタホール

（〒650-8530 神戸市中央区港島1丁目3-6）

主 催：日本基礎理学療法学会

大会長：玉木 彰（兵庫医療大学）

ご 挨拶

第2回日本基礎理学療法学会学術大会

大会長 玉木 彰

このたび、第2回日本基礎理学療法学会学術大会を神戸市ポートアイランド内にある兵庫医療大学で開催いたします。

本学術大会は、一昨年まで理学療法の医学的基礎研究会学術集会として開催して参りましたが、昨年より学会組織となり、2011年5月に第1回の学術大会が宮崎市で開催されました。今回は第2回目となりますが、開学してまだ6年目という歴史の浅い兵庫医療大学で開催できることをとても嬉しく思います。

さて本年の学術大会のメインテーマは前回の「基礎研究から考える理学療法の現状と今後の展開」を引き継がせて頂き、サブテーマとして『移植・再生医療と理学療法』としました。ご承知の通り、近年における医療技術の進歩は目覚ましいものがあり、その中でも移植・再生医療は最先端医療とも言われる領域で、今後も更なる発展が期待されています。

本邦では1997年に臓器移植法が制定され、心臓・肺・肝臓などの臓器移植が実施されるようになりました。また、臓器だけでなく整形外科では骨・軟骨移植、血液内科では骨髄移植などが行われており、移植医療における理学療法の役割も高くなっています。さらに再生医療においても、近年、ES細胞、iPS細胞などの研究が飛躍的に進み、これまでは治療が困難とされていた難病に対しても、近い将来、劇的な効果が認められるようになると思われます。そしてこれらの領域においても、理学療法の関わりが必要になることでしょう。

本学術大会ではまず特別講演として、本邦において初めて心臓移植に成功された本学学長である松田 暉先生に、「心不全治療における心臓移植の役割 - 移植現場からの提言 -」というタイトルで、心臓外科医の立場から御講演頂くことになっております。またパネルディスカッションでは、三名の先生方に移植・再生医療に関するトピックスについてお話頂く予定です。

なお一般演題では過去最高となる36演題のポスター発表を予定しており、十分な討議の時間を確保しております。今回は動物実験などの基礎的な研究から、ヒトを対象とした臨床的研究など幅広い内容がエントリーされており、ディスカッションが盛り上がることは間違いないと思います。

本学術大会の会場である本学は、神戸のベイエリアという絶好のロケーションにあり、ポスター発表においてディスカッションが活発となる頃には、会場からハーバーランドのイルミネーションが輝いて見えてくることでしょう。

是非多くの研究者が神戸に集い、熱気溢れる討論が行われることを願って止みません。

本学術大会は会員の方はもとより、当日のみの参加も大歓迎ですので、お誘い合わせの上、参加頂きますよう宜しくお願い致します。

日本基礎理学療法学雑誌

第16巻1号 2012年

目 次

学術大会日程	1
会場のご案内	2
参加者へのお知らせ	3
演題発表要領	4
特別講演	5
パネルディスカッション抄録	7
一般演題抄録	13

学術大会日程

- 14：00～ 受付開始
- 14：30～15：00 総会
- 15：00～15：40 特別講演
- 講師 松田 暉 先生（兵庫医療大学 学長）
「心不全治療における心臓移植の役割－移植現場からの提言－」
- 15：45～17：00 パネルディスカッション
- 蜷川 菜々先生（名古屋大学医学系研究科 博士課程後期課程）
「傷害筋への間葉系幹細胞移植後の理学療法」
- 櫻井 英俊先生（京都大学iPS細胞研究所 臨床応用研究部門）
「デュシェンヌ型筋ジストロフィー症への治療戦略」
- 玉木 彰 先生（兵庫医療大学大学院 医療科学研究科）
「肺移植の現状と理学療法の役割」
- 17：15～18：15 一般演題（ポスター発表）
- 18：15 終了

会場のご案内

会場：兵庫医療大学 オクタホール

〒650-8530 神戸市中央区港島1丁目3-6

交通アクセス

【空港から】

・大阪国際空港（伊丹）よりモノレール「蛍池」駅まで3分，阪急電車「蛍池」駅から「三宮」駅まで30分

・関西国際空港よりJR「三ノ宮」駅まで80分

※神戸空港からは三宮を経由せずポートライナー直通で「みなとじま（キャンパス前）」まで10分

【新幹線で】

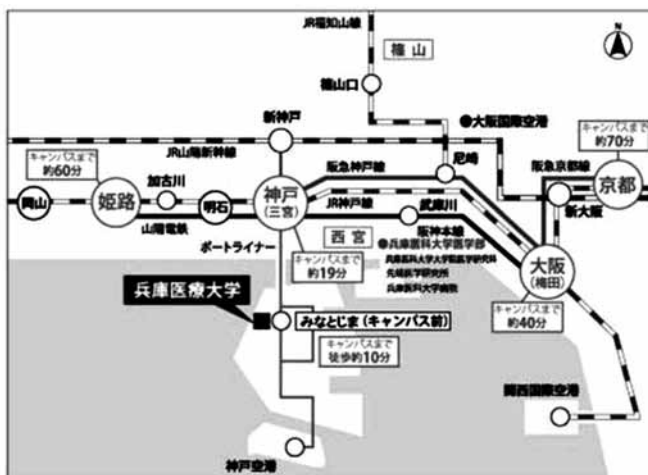
・「新神戸」駅より神戸地下鉄「三宮」駅まで2分

・「新大阪」駅よりJR「三ノ宮」駅まで30分

【三宮からのアクセス】

・ポートライナー「三宮」駅より「みなとじま（キャンパス前）駅」まで10分，駅から大学まで徒歩10分（ポートライナーは行き先問わず「みなとじま（キャンパス前）」に停車）

・神姫バス「ポーアイキャンパス線三宮バス停」（三宮そごう前）から「ポーアイキャンパス行き」に乗車12分，ポーアイキャンパス東バス停下車すぐ



参加者へのお知らせ

◆学術大会会場整理費

5月24日(木)14:00より、兵庫医療大学 オクタホールにて受付を開始いたします。本誌綴じ込みの参加申込書に氏名・所属を記入の上、参加費(会場整理費)を添えて受付に提出し参加登録を行ってください。なお、参加費は以下の通りです。

会員・臨時会員	2,000円
学生会員	500円
非会員	2,500円
学生非会員	1,000円

◆入会費および年会費

受付の際に下記の年会費をお支払いください。

なお、入会を希望される方は受付にて入会手続きを行った上、入会費と年会費をお支払いください。

入会費	1,000円
年会費	
会員	5,000円
学生会員	2,000円
臨時会員	2,000円
臨時学生会員	500円
賛助会員	10,000円

演題発表要領

◆パネルディスカッション

話題提供者へお願い

1. パネルディスカッションの時間帯は15:45~17:00です。打ち合わせがありますので14時までに会場へお越してください。
2. 発表形式は液晶プロジェクターによる口頭発表です。Microsoft Power Point で作成したデータをUSBフラッシュメモリーに記録して御持参ください。
3. スライド枚数に制限はありません。動画・アニメーションを使用しても構いませんが、音声効果を使用する場合はあらかじめ世話人または事務局のほうにお知らせください。
4. 発表時間は質疑応答を含めて20分です。すべての話題提供者による発表が終了した後、討議を進めていきます。
5. 液晶プロジェクター以外の装置（スライド、OHP）の使用はできません。

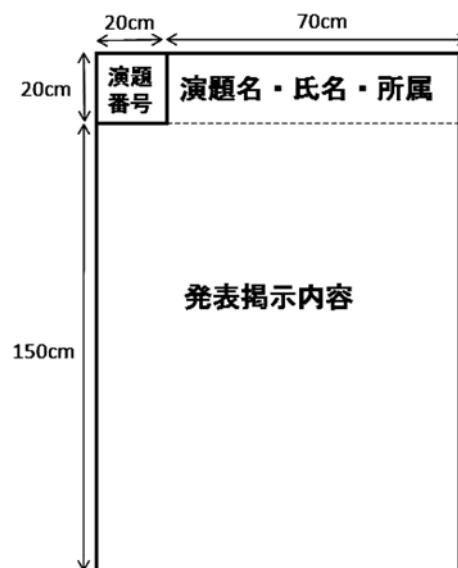
◆一般演題発表

1. 発表はすべてポスターとし、口述発表は行いません。一般演題の時間帯は17:15~18:15で、自由討論となっております。
2. 演者は指定された時間帯にポスターの貼付および撤去を行ってください。ポスターは指定の場所に専用の画鋏等（主催者側で準備）を用いて貼付してください。自由討議時間内は各自のポスターの前で待機して自由に討議してください。自由討議終了後は速やかにポスターを撤去してください。
3. ポスターは縦170cm×横90cmの範囲に収まるように準備してください。

演題番号用として左上の縦20cm×横20cmは余白としてあけておいてください。

演題番号は学術集会主催側で用意します。

ポスター貼付時間	14:00~14:30
ポスター提示時間	14:30~18:15
自由討議時間	17:15~18:15
ポスター撤去時間	18:15~18:30



5月24日 (木) 15:00~15:45

特別講演

心不全治療における心臓移植の役割
—移植現場からの提言—

講師 松田 暉 先生 (兵庫医療大学 学長)
兵庫医療大学 オクタホール

心不全治療における心臓移植の役割 －移植現場からの提言－

兵庫医療大学 松田 暉

1. はじめに

近年、慢性心不全患者の増加、特に入院治療を要する重症例の増加が欧米や本邦でも指摘され、医学的とともに社会的な視点から注目されている。慢性心不全に対する薬物治療の進歩は目覚ましいが、一方では末期的心不全への侵襲的治療、CRT（心臓再同期療法）や外科治療の役割も大きくなっている。また、この20年ほどで補助人工心臓や心臓移植が我が国でも最終的な治療法の選択肢として登場している。本講演では、重症心不全への心臓移植と関連する治療としての植込み型補助人工心臓について、最近の動向を紹介するとともに、心不全治療におけるチーム医療の重要性についても言及したい。

2. 心不全の重症度

慢性心不全は高血圧、虚血性心疾患、心筋症などの様々な循環器疾患の臨床経過のなかで生じる、心臓の代償不全である。心不全の分類としてこれまで標準的に用いられてきたNYHA分類は、その限界が指摘され、約10年前より米国からステージ分類が提唱された。心不全が進行性であるという視点から、発症と進行を考慮した分類といえる。AからDに分類され、Dは最大の治療を行っても安静時でも症状があって入退院を繰り返し、特殊な治療（移植や補助心臓）を擁するものとなっている。このステージDに相当する末期的心不全は補助人工心臓や心臓移植の適応が考えられる。補助人工心臓の国際レジストリーが進むなかで登場したIntermacs-Profileについても紹介したい。

3. 心臓移植

適応基準としては、不治の末期的状態にあり、以下のいずれかの条件を満たす場合、a) 長期間またはくり返し入院治療を必要とする心不全、b) β 遮断薬およびACE阻害薬を含む従来の治療法ではNYHA 3度ないし4度から改善しない心不全、c) 現存するいかなる治療法でも無効な致死的重症不整脈を有する症

例、である。年齢は60歳未満が望ましいこと、本人および家族の心臓移植に対する十分な理解と協力が得られること、である。

これまでの成績をまとめると、1999年2月から2011年12月までに、総数120例で、全てがstatus-I。年齢は8-62(37.5)歳、VADからのブリッジが106例、待機期間が29-2772日(平均960)、VADでの待機は29-1703日(平均882)であった。結果は早期死亡はないが、病院死亡が2例、遠隔死が3例であった。生存率では、1年-3年98.2%、5-10年で96.2%であった。

4. 補助人工心臓の現状

ここ5-6年で補助心臓の世界も様変わりし、植込み型でも小型の非拍動流が主流となった。我が国でも一昨年、二つの連続流VADの保険償還が実現し、さらに二機種が加わる予定である。連続流VADは遠心ポンプないしは軸流ポンプで、小型で、対外には細いケーブルが出てバッテリーとコントローラーに連結されるが、在宅管理ができる大きな利点がある。現在、心臓移植のブリッジとして認可されているが、次のステップとして、最終治療「destination therapy」の導入が待たれる。

5. 心リハの心不全治療への関与

心疾患に対する運動療法は科学的根拠に基づいて種々のアプローチが取られていて、我が国でも日本循環器学会ガイドラインが出され、2007年には改訂版も出されている。不全患者を対象とした心臓リハ（運動療法）も最近積極的に進められ、心不全治療体系の中でしっかりその場を得てきている。最近、心臓移植待機患者へも、待機中の安定した状態で歩行やエルゴメーター、レジスタンス運動、などが行われている。さらに補助人工心臓装着症例では移植への準備とともに補助心臓からの離脱を目指して積極的な運動療法が行われる。今後、心不全患者にも内科・外科とりハビリが連携して管理と治療を行う体制の構築が待たれる。

5月24日 (木) 15:45~17:00

パネルディスカッション

基礎研究から考える理学療法の現状と今後の展開
「移植・再生医療と理学療法」

兵庫医療大学 オクタホール

細胞移植による損傷骨格筋再生と運動機能の回復

蜷川 菜々¹⁾ 磯部 恵里²⁾ 平山 由梨²⁾ 小林 麻美¹⁾ 川端 佑果²⁾ 鳥橋 茂子^{1,2)}

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

幹細胞とは

幹細胞とは、自己複製能力と、特定の役割を持ったある系列の細胞種へと変化する能力(分化能)を併せ持つ特殊な細胞種を指して言う。幹細胞の中でもES (Embryonic stem cells: 胚性幹)細胞には、体のあらゆる組織に分化する能力があり、なおかつ、生体外で未分化のままほぼ無限に増やすことができる、という特性がある。ES細胞はその名前が示すように胚に由来した幹細胞である。1981年にはマウスES細胞が、1998年にはヒトのES細胞が樹立されてからは、ES細胞から様々な細胞を大量に作り出し、脊髄損傷やパーキンソン病、心臓病、糖尿病、骨粗鬆症、筋ジストロフィー…などといった患者への移植治療に有効ではないかと期待された。しかし、ES細胞は多能性と自己複製能を持つという長所の反面、移植先で未分化状態の細胞が増殖し奇形腫(テラトーマ)を形成するという危険性等様々な問題点も危惧されている。

間葉系幹細胞 (MSC) とは

一方で、骨髄や脂肪組織などの成体組織中にも幹細胞 (Mesenchymal Stem Cells: MSCs) が存在し、様々な組織へ分化することが知られており、これらの細胞は自家移植が可能であり、さらに移植片拒絶や奇形腫形成の危険性がない。また、MSCsが分泌する様々なサイトカインや成長因子は損傷治癒促進効果を持つことも報告されており、再生医療の分野では非常に有益な細胞として注目されている。しかし、これらの細胞は量的にごく少なく、骨髄や脂肪組織からMSCsを高純度で分離することは困難であり、細胞採取時のドナーに対する侵襲性やドナーの個体差によって生じる細胞の性質の違い等、問題点も多く挙げられている。さらに、MSCsの骨格筋分化は難しいとされており、高効率でのMSCsの骨格筋分化を報告した例はこれまでほとんどない。

ES細胞由来間葉系幹細胞の生体内外における分化能力

我々は、ES細胞の脂肪分化誘導過程でMSCsを獲得する方法を確立し、それらの細胞が生体外において骨格筋を含む様々な種類の間葉系細胞へ分化可能であることも確認した (Differentiation 2011)。さらに、ES細胞由来MSCsをマウスの損傷骨格筋へ移植した際には奇形腫の形成は見られず、移植一、二、三週間と経過を追うことでES細胞由来MSCsの生体内における骨格筋分化能が確認された。

ES細胞由来間葉系幹細胞移植による損傷骨格筋組織再生と運動機能回復

ES細胞由来のMSCsが骨格筋再生過程にどのように関与するのか、さらに損傷骨格筋の機能回復を促進するかどうか検証した。

【方法】

損傷部位へ移植する細胞は、EGFPでラベルされたマウスES細胞 (G4-2) から作製し、マウスの前脛骨筋に挫滅損傷を起こした骨格筋損傷モデルマウスの損傷部位へ直接注入した。1・2・3週間後凍結切片を作成し、HE染色、EGFP、MHC、M-cadherin、SMI31、 α -Bungarotoxin免疫蛍光染色を行い移植細胞の動態と末梢神経と損傷骨格筋の再生過程を観察した。また、片方の前脛骨筋を挫滅損傷させたモデルマウスに細胞を移植した群と細胞移植しない群とに分け、それぞれについてCatWalk (Noldus社) による歩行分析を行い、損傷筋の機能回復を比較した。

【結果】

免疫蛍光染色による観察の結果、骨格筋の損傷領域の末梢神経と神経筋接合部の数が、MSCsを移植することで増加していることが示された。さらにHE染色の結果、MSCsの移植を行った一週間後から中心核を有する再生骨格筋が出現し始め、移植二週間後には損傷骨格筋の修復が観察された。MSCsの移植を行うことで、MSCs移植を行わず損傷骨格筋の治癒過程を観察した非移植群と比較して骨格筋再生過程が一週間短

縮されていた。また、歩行分析では、移植を行わない群より行った群の方で機能改善が促進される傾向が明らかとなった。

【考察】

ES細胞から作製したMSCsは損傷骨格筋に移植すると、生体内で骨格筋細胞へ分化して筋再生に関与し、さらに損傷骨格筋組織内の末梢神経再生を促進することで損傷骨格筋の運動機能回復を促進することが示唆された。MSCsは様々な種類のサイトカインを分泌しており、それらによる損傷治癒促進効果や神経機能改善効果も報告されている。よって、我々が作製したE-MSCsも生体内におけるサイトカイン分泌によって、末梢神経再生と骨格筋組織再生を促進し、それらが改善された結果、運動機能回復が促進されたのではないかと考えられる。

再生医療における理学療法分野の果たせる役割

2006年にマウスのiPS (induced pluripotent stem cell) が樹立され、2007年にはヒトのiPS細胞が樹立された。自分自身の体細胞からES細胞と同等の分化能力を持った細胞を獲得できるようになったことから、再生医療研究は臨床応用に向けて着実に進んでいる。今後、移植等の再生医療がより一般的なものとなった時、理学療法士も再生医療へ関与していく可能性は非常に高い。移植を行った組織に対し理学療法的アプローチを導入することにより、さらなる治療効果向上を示すことができれば、将来的に再生医療分野における理学療法学が果たす役割は大きくなると考えている。

デュシェンヌ型筋ジストロフィー症への治療戦略

櫻井 英俊

京都大学iPS細胞研究所 臨床応用研究部門

デュシェンヌ型筋ジストロフィー症 (DMD) は、X染色体劣性遺伝の致死的な筋萎縮性疾患である。原因遺伝子ジストロフィン¹は79個のエクソンからなる巨大な遺伝子で、DMDではゲノムの欠失・重複によりフレームシフト変異を生じ、その下流でナンセンス変異を来すために蛋白全長が合成されず発症する。今のところ根本的治療法のない難病で、現在はステロイド投与などの対症療法や、関節拘縮予防の理学療法程度しか治療法がない。この難病を治療するために、様々な研究がなされてきた。その内容は1. 薬剤の開発、2. 遺伝子治療、3. 細胞移植治療の三種に大別される。それらの経過と最新の研究動向について述べる。

1. 薬剤の開発については、唯一有効性が証明されているステロイド剤を中心に、抗炎症剤、免疫抑制剤が候補として研究されている。しかし、ステロイドについても歩行期間が2年延長する程度の効果であり、確かに進行は緩徐になるのであるが、継続して使用しなければならないため、その間に副作用を発現することが問題となっている。また病態解析の進展とともに、よりDMD特異的な反応を制御する創薬に期待が集まっている。DMDでは骨格筋細胞内のCa濃度が上昇し、活性酸素種の産生が亢進していることから、骨格筋特異的Caチャネルの阻害剤や、フリーラジカルスカベンジャーなど動物モデルで有効性が証明されている。

2. 遺伝子治療については、ウイルスベクターを用いて、単純に骨格筋にジストロフィンを発現させる研究が古くから進められている。現在のところ効果は限定的であり、全身的に効率よく遺伝子を発現させられるベクターシステムが模索されている。またジストロフィン遺伝子cDNAが約13kbpと巨大であるため、これを搭載させるベクターについても開発が進んでいる。

一方、新しい遺伝子治療としてエクソン・スキッピングという方法が検証されている。これは、人工的にエクソンをスキップさせ、フレームシフト変異をイン

フレーム変異に変えることで不全型ながらも蛋白を合成させDMDを軽症化させるという治療法である。筋ジストロフィーモデル犬へのアンチセンスオリゴ投与によるエクソン・スキッピングにより、DMD症状の改善や炎症の抑制、予後の改善が認められたという報告を皮切りに、ヒトへの応用研究が進んでいる。DMDにおけるジストロフィン遺伝子変異の位置はさまざまであるが、エクソン50変異患者を対象としたスキッピング療法で一定の成果を挙げたのをうけて、2011年国際共同治験 (Phase III) が開始された。

3. 細胞移植治療については、もともと生体内に存在する筋芽細胞移植が最初に検討された。しかしながら筋芽細胞では移植部位に限定した筋再生しか起こさないため、全身的な改善は見込めないという結論に至っている。そこで、筋芽細胞より上位の幹細胞であるサテライト細胞を増殖させる方法が世界中で検討されている。今のところサテライト細胞は、試験管で培養すると全て筋芽細胞に分化してしまうため、サテライト細胞の状態のまま、移植に必要な細胞数を集めることができていない。培養条件の改善や、遺伝子導入など様々な方法が検討されている。またES細胞やiPS細胞からサテライト細胞になる前駆細胞を誘導する方法も検討されている。これらの細胞はほぼ無限の増殖力を持つため、成功すれば治療に適した細胞となると期待されているが、移植後の腫瘍化の問題など課題も存在する。

近い将来、エクソン・スキッピングで筋力の回復が見られる患者が臨床の現場でも現れると考えられる。DMDに対する理学療法は拘縮予防が中心であるが、今後は筋細胞の壊死を誘発しない程度の運動強度で、筋力の維持・回復を目指すといった方向にシフトする可能性があることを十分に考慮しておく必要がある。

肺移植の現状と理学療法の役割

玉木 彰

兵庫医療大学大学院 医療科学研究科

はじめに

臓器移植とは、心臓や肝臓、肺、腎臓など、生命を維持するために重要な役割を果たしている臓器が、ほぼ（あるいは全く）機能しなくなり、臓器を代替する以外に治療法がない場合に行われる医療である。本邦では1997年に臓器移植法が制定されたことで、脳死ドナーからの臓器提供が可能となり、多くの重症心不全、肝不全、呼吸不全、腎不全などの患者に臓器を移植し、生命予後が改善している。しかしながら、臓器移植には術前・術後と通して多くの問題点が存在していることも事実である。

本シンポジウムでは、臓器移植の中で肺移植を取り上げ、肺移植の現状と問題点および肺移植前・後における理学療法の役割について解説したい。

肺移植の現状

本邦における肺移植は、臓器移植法が制定された翌年である1998年に岡山大学において初めて生体肺移植が実施された。また脳死ドナーからの肺移植は2000年3月に東北大学と大阪大学で実施されたのが初めてである。それ以来これまで脳死および生体を合わせて250例ほどの移植が実施されてきた。しかしこの移植数は年間1500例近く肺移植が実施されている米国に比べると極めて少ないのが分かる。また本邦における肺移植の特徴は、生体移植が多いことである。これは脳死ドナーが少ない本邦の現状を表している。

肺移植後の問題点

肺移植後には様々な問題が発生するが、まずは急性期における肺合併症が挙げられる。肺は移植後も気道を通じて外気と直接交通しており、また移植後は免疫抑制剤を使用しているため易感染性である。また移植肺は虚血再環流障害のために肺水腫を生じやすく、特に生体肺移植の場合は移植肺が小さいため、より肺水腫に陥りやすい。さらに移植肺は迷走神経切断によっ

て咳嗽反射が低下・消失し、喀痰排泄能が低下している。

次に、術後における最大の問題点は拒絶反応である。拒絶反応には急性と慢性があるが、移植後2ヶ月以内において、主に血管系（肺動脈）がターゲットとなり急性拒絶が起こりやすい。一方、慢性拒絶は主に細気管支がターゲットとなり、移植後6ヶ月以降に起こりやすいが、慢性拒絶に対しては効果的な治療がなく、死亡原因となりうる。

肺移植前後の理学療法の役割

肺移植レシピエントに対する理学療法介入は、移植待機中から積極的に関与することが重要である。それは来たる移植日に向けて、可能な限り身体機能を維持・改善しておくためである。我々のこれまでの研究により、肺移植待機中の患者で、理学療法を受けた経験のあるものと無いものでは、身体機能や健康関連QOLに差が認められることが明らかとなっている。このように待機中の患者で理学療法を受けた経験がない患者の多くは、かかりつけ医から安静にしておくように指示されている場合が多く、理学療法の重要性さえ知らされていないのが現状である。

肺移植後は可能な限り早期から理学療法を開始する。通常は手術翌日からであるが、術後の全身状態によって介入時期は多少異なってくる。術後の理学療法では、まず人工呼吸器からの離脱に向けた呼吸練習や排痰が主となる。特に迷走神経切断による咳嗽反射消失の影響により、痰の喀出能力が低下しているため、適切な体位管理と排痰援助が重要となる。また同時に四肢の運動や可能な範囲での筋力トレーニングも積極的に行い、早期離床を進めていくことが大切である。離床が可能となれば、身体機能向上を目的とした運動療法を段階的に進め、日常生活の自立、さらには社会復帰に向けたプログラムへと進めていく。

このように肺移植に対する理学療法の役割は術前・術後を通じて多岐にわたるが、医師、看護師など他職種との連携が重要であることは言うまでもない。

5月24日 (木) 17:15~18:15

一 般 演 題

(ポスター発表)

兵庫医療大学 オクタホール

1. 不動の過程における周期的な機械的刺激の負荷がラットヒラメ筋の線維化ならびに拘縮におよぼす影響
—磁気刺激を用いた検討—
.....原慎希世子・他
2. 不動が原因で生じる痛覚閾値の低下に対する温熱刺激の影響 —末梢循環と皮膚に着目して—
.....中願寺風香・他
3. 中周波と低周波電気刺激が不活動時の深層骨格筋の毛細血管退行と Vascular Endothelial
Growth Factor 発現量に及ぼす影響
.....平山 佑介・他
4. 近赤外線分光法により計測された頭部酸素化ヘモグロビン変化量と体循環との関係
.....宮口 翔太・他
5. 模擬的妊婦モデルによる地震の揺れに対する姿勢保持能力の検討
.....植田 和也・他
6. ラット坐骨神経の一過性の denervation 及び reinnervation による骨格筋及び脛骨骨梁構造の経時的変化
.....田巻 弘之・他
7. 触覚刺激が大脳皮質一次運動野の興奮性に及ぼす影響
.....大西 秀明・他
8. 若年健常成人におけるまたぎ動作の関節角度調整
.....村上 賢一・他
9. 萎縮ヒラメ筋に対する中周波電気刺激のユビキチン化タンパク質発現の減衰効果
.....田中 稔・他
10. 3次元的な上腕運動範囲計測結果から求めた肩関節最大屈曲・最大外転相当角度についての検討
.....新原 正之・他
11. 近赤外分光法での脳活動計測における2種類のプローブ間距離で測定した酸素化ヘモグロビンと
血圧変動との関係
.....椿 淳裕・他
12. 歩行における足底接地の速さと後足部レベル横アーチパッドの高さが歩行時下肢筋活動と
歩きやすさに与える影響
.....財前 知典・他
13. ラット脊髄損傷モデルの坐骨神経周囲における病理組織像の横断的検討
.....北出 一平・他
14. 筋収縮強度が二連発磁気刺激による CSP に及ぼす影響
.....小島 翔・他
15. 横隔膜が及ぼす呼吸機能への影響
.....今北 英高・他
16. 健常高齢女性の筋力・体型と遺伝子多型の関連
.....坂本 裕規・他
17. 豊かな環境刺激がもたらす扁桃体抑制性ニューロンの変化と情動行動
.....浦川 将・他
18. マウス神経障害性疼痛モデルに対する経皮的末梢神経電気刺激 (TENS) の効果
.....松尾 英明・他
19. 廃用性筋萎縮における筋毛細血管の退行性変化に対する荷重及びアスタキサンチン併用の効果
.....金指 美帆・他
20. 肺高血圧症に対する運動は速筋の筋萎縮を惹起する
.....田中 雅侑・他
21. 有酸素運動が2型糖尿病に起因する骨格筋内毛細血管数の減少を予防するメカニズムの検討
.....森藤 武・他

22. タバコ煙溶液による肺気腫モデルの作製および組織学的検討
河田真之介・他
23. 同じ肢位を異なる運動経路で通過する場合の、肩関節運動における体幹協調パターンの解析
鳴尾 彰人・他
24. 転倒回避動作における高齢者に特有の複数回ステップ動作の発生と外側広筋筋活動様相との関係
越智 亮・他
25. ラットを用いた頸髄慢性圧迫モデルの行動学的変化と病理組織像
久保田雅史・他
26. 膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす生体力学的影響 - 性差による影響 -
中山 善文・他
27. 運動開始位置の知覚が目標到達課題における運動距離の計画に及ぼす影響
長畑 啓太・他
28. 異なる立位姿勢における圧中心の移動軌跡の特徴について
 - タンデム立位及びステップ立位の比較 -
鈴木 誠・他
29. 筋感覚情報と運動イメージが統合される機序に関する基礎的研究
柴田恵理子・他
30. 他動運動が一次運動野の興奮性に及ぼす影響
菅原 和広・他
31. 高齢者におけるバランス運動が海馬シナプス退行の抑制に与える影響
 - 老化促進モデルマウスを用いた検証 -
前島 洋・他
32. 不動による関節包の線維化の発生状況についての組織学的手法を用いた検討
佐々部 陵・他
33. 可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する持続的他動運動が痛みと拘縮におよぼす影響
吉村 彩菜・他
34. ワーキングメモリトレーニングが二重課題条件下での運動能力に及ぼす影響
木村 剛英・他
35. 視覚によるボディイメージの運動表現精度に関する研究
 - 肩関節水平内転運動に着目した試み -
新保 薫・他
36. 可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する持続的他動運動が廃用性筋萎縮におよぼす影響
坂本 淳哉・他

不動の過程における周期的な機械的刺激の負荷がラットヒラメ筋の線維化ならびに拘縮におよぼす影響 — 磁気刺激を用いた検討 —

原楨希世子¹⁾ 岡村 千紘¹⁾ 本田祐一郎²⁾
坂本 淳哉³⁾ 中野 治郎⁴⁾ 沖田 実²⁾

1) 長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻

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) 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保健学専攻理学・作業療法学講座理学療法学分野

キーワード：不動・骨格筋・線維化・拘縮・機械的刺激

【はじめに】先行研究では拘縮の病態の一つに骨格筋の線維化が強く関与すると指摘されているが、その分子メカニズムは不明である。ただ、肺や肝臓などの線維化に関してはすでに分子メカニズムが明らかになっており、参考になる点も多い。具体的には炎症が起因となって発現したサイトカインが線維芽細胞を刺激し、筋線維芽細胞への分化を促し、コラーゲンを過剰増生するとともに、線維化の発生によって組織が硬化し、組織自体に負荷される機械的刺激が減少することも線維化の進行を促すとされている。一方、ギプス固定などによって不動状態に曝された骨格筋は、筋線維壊死などの炎症の発生は認められないものの、不活動状態となっており、筋の長さ変化も生じないため機械的刺激が減少した状態になっていると予想できる。すなわち、この影響によって線維芽細胞から筋線維芽細胞への分化が促され、コラーゲンの過剰増生が生じるのではないかと仮説できる。そこで、本研究ではこの仮説を検証する目的で、ギプス固定によって不動状態に曝されたラットヒラメ筋に対しその過程で磁気刺激を用いて周期的に機械的刺激を負荷し、線維化ならびに拘縮におよぼす影響を検討した。

【方法】実験動物には8週齢のWistar系雄性ラット16匹を用い、これらを4週間通常飼育する対照群 (n=5)、両側足関節を最大底屈位で4週間ギプス固定する不動群 (n=5)、4週間のギプス固定期間中に周期的に脊髄を磁気刺激し、ヒラメ筋に単収縮を誘発することで機械的刺激を負荷する刺激群 (n=6) に振り分けた。そして、4週間の実験期間終了後に麻酔下で体重と両側足関節の背屈可動域 (ROM) を測定し、その後両側ヒラメ筋を採取した。採取したヒラメ筋は直ちに筋湿重量を測定し、右側試料についてはその凍結横断切片に対してHematoxylin & Eosin染色ならびにPicrosirius red染色を施し、組織病理学的検索に供するとともに、筋線維横断面積の計測を行った。一方、左側試料についてはRT-PCR

法にてタイプI・IIIコラーゲン、筋線維芽細胞のマーカーである α -smooth muscle actin (α -SMA)ならびに内因性コントロールに用いるGAPDHそれぞれのmRNA発現量を検索した。なお、本実験は長崎大学動物実験倫理委員会の承認を得て行った。

【結果】ROMは不動群、刺激群とも対照群に比べ有意に低値であったが、刺激群は不動群より有意に高値を示した。一方、筋湿重量を体重で除した相対重量比ならびに筋線維横断面積は不動群、刺激群とも対照群に比べ有意に低値で、不動群と刺激群にも有意差を認めなかった。組織病理学的にはすべての群で筋線維壊死などの炎症を疑わせる所見は認められなかったが、不動群と刺激群は対照群に比べ筋周膜や筋内膜に肥厚が認められ、その程度は刺激群が不動群より軽度であった。次に、mRNA発現量の結果をみるとタイプIコラーゲンと α -SMAは不動群、刺激群とも対照群に比べ有意に高値であったが、刺激群は不動群より有意に低値を示した。また、タイプIIIコラーゲンは不動群が対照群や刺激群より有意に高値で、対照群と刺激群には有意差を認めなかった。

【考察】今回の結果から、不動の過程で骨格筋に周期的な単収縮を誘発し、機械的刺激を負荷すると線維化ならびに拘縮の発生を軽減できることが明らかとなり、このことは不動によって惹起される骨格筋の線維化の分子メカニズムに機械的刺激の減少が関与していることを示唆している。

本研究の独創的な点 演者らはギプス固定といった不動によって惹起される骨格筋の線維化は、機械的刺激の減少が分子メカニズムに関与していると仮説しており、本研究はこの点の検証を試みた他に報告のない独創的な研究である。また、方法論としても磁気刺激を用いることでギプス固定のまま骨格筋に機械的刺激を負荷することが可能となり、上記の検証に有益であるとともに、拘縮の新たな治療方法としての可能性を提示できたと考える。

不動が原因で生じる痛覚閾値の低下に対する温熱刺激の影響 - 末梢循環と皮膚に着目して -

中願寺風香¹⁾ 森田 博美¹⁾ 関野 有紀²⁾ 濱上 陽平²⁾
田中 陽理³⁾ 坂本 淳哉⁴⁾ 中野 治郎⁵⁾ 沖田 実²⁾

1) 長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻

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) 長崎記念病院リハビリテーション部 4) 長崎大学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

キーワード：不動・痛覚閾値・温熱刺激・末梢循環・皮膚

【はじめに】これまで我々は、足関節不動化モデルの足底皮膚において角質の乱れ、表皮層の菲薄化、末梢神経密度の増加といった組織学的変化を認め、これらが痛覚閾値の低下に関与している可能性を報告してきた。しかし、これらの変化のトリガーとなる要因として末梢循環の不良、廃用、栄養不足などが想定されるものの、推測の域を脱せず、課題となっていた。また、末梢循環の不良はそれ自体が痛みの原因になるため、上記とは別のメカニズムが存在する可能性も十分にある。そこで本研究の目的は、1) 足関節不動化ラットにおける下肢の末梢循環を評価すること、2) 同モデルの不動期間中に温熱刺激を負荷すると、末梢循環の促進効果により痛覚閾値の低下ならびに皮膚の組織学的変化が軽減されるかどうかを検討することとした。

【対象と方法】実験動物には8週齢のWistar系雄性ラットを用い、これらを実験群として通常飼育を行う対照群と足関節を最大底屈位にて4週間ギプス固定を行う実験群に分け、さらに実験群は不動のみを行う不動群と、不動期間中に下肢に温熱刺激を行う温熱群に振り分けた。温熱刺激の手段としては赤外線照射を採用し、照射時間は25分間、頻度は週5回とした。実験期間中は、すべてのラットに対して機械刺激に対する痛み反応の評価 (von-Frey test)、および熱痛覚閾値の測定を行った。また、実験開始前と終了直後、末梢循環機能の評価として温熱負荷テストを行った。具体的には、麻酔下で下肢に赤外線照射を25分間行い、その際の足底部の血流量変化をドップラー血流計にて測定した。その後、足底・足背の皮膚を採取し、一部の試料についてはその凍結切片にヘマトキシリン・エオジン染色を施して検鏡を行い、さらに表皮厚を測定した。また一部の試料はホモジナイズし、Hypoxia Inducible Factor 1 α (以下、HIF-1 α) 含有量をウェスタンブロット法にて測定した。HIF-1 α は組織が低酸素状態に陥ると発現するタンパク質であり、皮膚の

末梢循環状況の参考指標とした。なお本研究は長崎大学動物実験倫理委員会の承認を得て行った。

【結果】対照群に比べ、不動群と温熱群の機械刺激に対する痛み反応は不動2週目より有意に増加し始め、それは不動期間に準拠して顕著となり、不動群と温熱群の間に差は認められなかった。一方、対照群に比べ不動群の熱痛覚閾値は不動2週目より有意に低下したが、温熱群のそれは軽度であり、不動4週目において対照群と温熱群の間に有意差は認められなかった。次に、各群の皮膚を見ると、不動群において角質の乱れと表皮の菲薄化が認められ、不動群の表皮厚は足底・足背ともに対照群より有意に低値を示した。温熱群においては、若干の角質の乱れが見られたものの、表皮厚は足底・足背ともに対照群との間に差は認められなかった。温熱負荷テストおよびHIF-1 α 含有量においては、3群間に差はなく、不動により末梢循環機能が低下した所見は確認されなかった。

【考察】不動に伴う痛覚閾値の低下と末梢循環の関係性を示すデータは得られず、不動期間中の温熱刺激の介入により機械刺激に対する痛覚閾値の低下を予防することはできなかった。また、温熱群の熱痛覚閾値の低下や皮膚の組織学的変化は軽度であったものの、これは温熱刺激による末梢循環の促進が作用した効果とは考えにくく、表皮の細胞や受容体に対する直接的な作用と思われる。今後、末梢循環の評価法の妥当性を再検討するとともに、他の介入方法についても検討を加えていきたい。

本研究の独創的な点 本研究は、不動に由来する痛覚閾値低下の要因として末梢循環の低下が関与していると仮説し、それを前提に、温熱刺激により末梢循環を改善することが痛覚閾値の低下の予防に繋がるかどうかを検証したものであり、類似した先行研究は見当たらない。結果として仮説は否定されたものの、不動に由来する痛覚閾値低下のメカニズム解明を進める上で有益な知見が示されたと考える。

中周波と低周波電気刺激が不活動時の深層骨格筋の毛細血管退行と Vascular Endothelial Growth Factor 発現量に及ぼす影響

平山 佑介¹⁾ 田中 稔²⁾ 藤田 直人²⁾ 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所

キーワード：中周波電気刺激・深層骨格筋・毛細血管・VEGF・不活動

【はじめに】長期間の不活動では血管新生に関与する Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) の発現が減少し、骨格筋内の毛細血管に退行性変化が生じることで、運動耐容能が低下する。不活動に伴う毛細血管の退行性変化は深層の骨格筋において顕著である。骨格筋内毛細血管の退行性変化を予防するには筋収縮が有効であると考えられるが、電気刺激によって筋収縮を誘発する場合、主として用いられている低周波電気刺激では深層の骨格筋を収縮させることが困難である。一方、中周波電気刺激を用いた場合、生体のインピーダンスが低下し、より効果的に深層の骨格筋を収縮させることができると考えられる。本研究では、非荷重による骨格筋内毛細血管の退行性変化に対する中周波および低周波電気刺激療法の予防効果を比較検証した。

【方法】20週齢の雄性SDラットを対照群 (Cont), 14日間の後肢非荷重群 (HU), 後肢非荷重期間中に低周波電気刺激を実施した群 (l-TES), 後肢非荷重期間中に中周波電気刺激を実施した群 (m-TES) に分類した。電気刺激はペントバルビタール (50mg/kg, ip.) 深麻酔下で下腿後面に対して経皮的に実施した。低周波電気刺激は周波数が100Hzの矩形波を用いた。中周波電気刺激は搬送周波数を2500Hzとし、ビート周波数が100Hzに変調された正弦波を用いた。刺激時間は1秒オンと2秒オフの20周期を1セットとし、セット間に5分間の休息を設定して6セット実施した。刺激6時間後、更に6セット実施し、1日合計12セット、240秒間を14日間毎日実施した。最終刺激から12時間後にヒラメ筋を摘出し、凍結横断切片を作製し、Alkaline Phosphatase (AP) 染色およびsuccinate dehydrogenase (SDH) 染色を実施した。AP染色所見から筋線維当たりの毛細血管数を算出し、SDH染色所見からは各筋線維のSDH活性を可視密度として測定した。また、ウェスタンブロッティング法によりVEGF発現量を測定した。全ての実験は神戸大学における動物実験に関する指針に従い、動物実験委員会の

承認を得て実施した。

【結果】筋線維当たりの毛細血管数は、HU群がCont群よりも有意に低値を示した。l-TES群はHU群よりも有意に高値を示し、さらにm-TES群はl-TES群よりも有意に高値を示した。筋線維のSDH活性は、HU群がCont群よりも有意に低値を示した。l-TES群とm-TES群はHU群よりも有意に高値を示し、m-TES群はl-TES群と比べて有意に高値を示した。VEGF発現量に関して、m-TES群はHU群と比べて29%増加し、l-TES群と比べても21%増加した。

【考察】非荷重によるヒラメ筋内毛細血管の退行性変化の予防効果は低周波よりも中周波電気刺激において高かった。中周波電気刺激は低周波電気刺激に比べて筋線維におけるSDH活性が高値であったことから、中周波ではヒラメ筋における酸素消費量がより増加していたと考えられる。よって、中周波電気刺激はより効果的にヒラメ筋を収縮させることで低酸素状態を誘発し、VEGFをより一層発現させることで血管新生を促進したと考えられる。電気刺激の波形に関して、正弦波は矩形波と比べて皮下の脂肪組織における透過性が高く、深層の骨格筋への到達度が高いとされている。筋線維当たりのSDH活性は矩形波を用いた低周波に比べて正弦波を用いた中周波で高値を示しており、本研究における中周波はその刺激波形の特性によってより効果的にヒラメ筋を収縮させたと考えられる。

本研究の独創的な点 組織学的、分子生物学的な解析によって中周波電気刺激と低周波電気刺激の深層の骨格筋に対する退行性変化の予防効果を比較した点で独創的であると考えられる。

近赤外線分光法により計測された頭部酸素化ヘモグロビン変化量と体循環との関係

宮口 翔太¹⁾ 椿 淳裕^{1, 2)} 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

キーワード：酸素化ヘモグロビン・頭皮血流・平均血圧・ハンドグリップ

【はじめに】近赤外光イメージング装置 (NIRS) は、脳の血流変化を非侵襲的に長時間の連続測定が可能であることから、脳活動の計測に広く使用されている。近年、運動課題中の脳血流の値は、課題遂行中に変化する頭皮血流や血圧の影響を受けることにより、純粋な脳活動データ以外の血流変化を含んでいる可能性が指摘されている。その要因として、送光プローブと受光プローブとの間に存在する、頭皮血流など脳組織以外の血流変化がある。Ludovicoら (2011) は、プローブを10 mm 間隔で配置して測定した結果、脳組織を含まず、完全に頭皮や皮下組織の血流を計測したと報告している。また、プローブを20 mm 間隔で配置した結果、大部分は頭皮や頭蓋骨における血流を計測したとの報告もある (Chemseddineら, 2010)。本研究では、通常の酸素化ヘモグロビン量の測定で用いられる30 mm のプローブ間距離での測定に、15 mm のプローブ間距離での測定を加え、前頭部で計測した頭皮血流量 (SBF) や平均血圧 (MAP) との相関について検証することを目的とした。

【方法】対象は、右利き健常成人6名 (年齢 21.2 ± 0.4 歳) とし、最大随意収縮での等尺性収縮によるハンドグリップを180 秒間施行した。NIRS (OMM3000/16, 島津製作所) により、プローブ間隔30 mm で深層の酸素化ヘモグロビン量 (deepO₂Hb) を、プローブ間隔15 mm で浅層の酸素化ヘモグロビン量 (shallowO₂Hb) を計測した。国際式10-20法により Cz の位置を規定し、プローブを大脳皮質運動野領域上に配置した。同時に、連続血圧血行動態測定装置 (Finapres, Monte System C) で MAP を、レーザー組織血流計 (OMEGA FLOW FLO-C1, OMEGAWAVE 社) で SBF を計測した。deepO₂Hb は大脳皮質運動野領域に相当する6チャンネル、shallowO₂Hb はその浅層2チャンネルの平均値を算出した。課題遂行中の deepO₂Hb, shallowO₂Hb, SBF, MAP は、安静時からの変化量を算出し、ピアソンの相関係数により相互の相関関係の強さを求めた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】shallowO₂Hb と SBF, shallowO₂Hb と MAP,

MAP と SBF との間にそれぞれ、相関係数0.60~0.78 ($p < 0.001$), 0.56~0.92 ($p < 0.001$), 0.61~0.76 ($p < 0.001$) の有意な正の相関関係が認められた。deepO₂Hb はハンドグリップ開始後、増加し続けたが、150秒後に徐々に低下し始めた。

【考察】shallowO₂Hb と SBF の間に正の相関関係を示したことから、shallowO₂Hb が頭皮血流量を反映していた可能性が示唆される。また、shallowO₂Hb と MAP, SBF と MAP がそれぞれ正の相関関係を示したことから、shallowO₂Hb と SBF は、課題中の血圧変化を反映していたことが示唆される。そのため、deepO₂Hb から shallowO₂Hb を差し引くことで、運動課題中の頭皮血流や血圧の変化の影響を少なくできる可能性が考えられた。

本研究の独創的な点 本研究は、近赤外光イメージング装置 (NIRS) を用いて計測された頭部酸素化ヘモグロビン変化量に影響を及ぼす生体情報を明らかにし、大脳皮質活動を正確に計測するための方法論を提案するためのものである。

模擬的妊婦モデルによる地震の揺れに対する姿勢保持能力の検討

植田 和也¹⁾ 金井 章¹⁾ 渡辺さつき²⁾

小林小綾香²⁾ 大瀬 恵子²⁾ 森田せつ子²⁾

1) 豊橋創造大学保健医療学部理学療法学科 2) 豊橋創造大学保健医療学部看護学科

キーワード：妊婦・姿勢・身体動揺

【目的】大規模な震災が頻発する本邦では、地震発生時における妊婦の安全確保は重要である。しかし、妊婦がどのように揺れに備えるべきか、その姿勢の検討は十分に為されていない。今回、模擬的妊婦モデルを用いて、妊婦が地震の揺れに備える為の姿勢保持能力について検討した。

【方法】対象は、妊娠経験のある健常女性19名（平均年齢 33.4 ± 3.2 歳、平均身長 160.0 ± 4.7 cm、平均体重 54.2 ± 8.1 kg）とした。妊婦体験ジャケットLM-054（高研社製、重量7.2kg、妊娠8ヶ月から9ヶ月に相当）を用いて、対象者をジャケット無し、ジャケット有りの状態とし、起震車（カバヤシステムマシナリー社製）による震度5弱の揺れにおける身体動揺をウェブカメラCS-TX05FM（PLANEX COMMUNICATIONS INC）で計測し、二次元動作解析ソフトToMoCo-Lite（東総システムズ社製）で解析した。反射マーカは両側の上後腸骨棘の中央に貼付した。振動時間は15秒間とし、最大横変位量、最大縦変位量、平均移動速度、総移動距離を解析した。計測姿勢は、姿勢1：しゃがみ位、姿勢2：膝を付いたしゃがみ位、姿勢3：臀部を付いたしゃがみ位、姿勢4：四つ這い位、姿勢5：頭部と胸部を床に近づけた四つ這い位、姿勢6：机を支えにした立位、姿勢7：壁を支えにした立位とした。また、運動能力の評価として、Functional Reach（FR）とTimed Up & Go（TUG）を実施した。

【結果】ジャケットの有無による比較（ジャケット無し／ジャケット有り）では、姿勢3において最大横変位量（cm） $3.17 \pm 0.9 / 3.99 \pm 1.12$ 、最大縦変位量（cm） $3.73 \pm 0.84 / 4.43 \pm 1.25$ 、平均移動速度（cm/sec） $23.35 \pm 2.74 / 26.94 \pm 5.4$ 、総移動距離（cm） $116.23 \pm 13.65 / 133.99 \pm 26.82$ であり、いずれもジャケット有りが有意に高値を示した。また、最大縦変位量は、ジャケット有りにおける姿勢間の比較では、他の姿勢に比べて姿勢1が 5.83 ± 2.7 と有意に高値であり、姿勢4は 2.73 ± 0.3 と有意に低値であった。FR、TUGはジャケット無しに比べてジャケット有りでも有意に低値であっ

た。

【考察】妊娠中は、体重の増加や重心位置の変化などで身体への負担が増加する為、運動能力が低下する事が予測される。これは、FR、TUGでジャケット有りが低値を示した事からも確認された。さらに、姿勢3は臀部が床面に接触しており、揺れを生じている床面から直接外力が伝わる為、その影響を受け易かったと考えられた。また、姿勢間の比較では、姿勢1は支持基底面が狭く、身体重量を足部だけで制御しなければならない為に身体動揺が増加し、姿勢4は支持基底面が広く、四肢で揺れを緩衝できる為、他の姿勢に比べて身体動揺が減少したと考えられた。

以上の事から、妊婦が地震に備える姿勢としては、臀部を直接床面に接地するような姿勢やしゃがみ姿勢は避け、支持基底面を広く保ちながら衝撃を緩衝できる四つ這い位が有効である可能性が推察された。

本研究の独創的な点

1. 妊婦が、地震発生時にどのような姿勢で揺れに備えるべきか検討した事。
2. 動作解析装置とウェブカメラを用いて、簡便に身体動揺の程度を評価した事。

ラット坐骨神経の一過性のdenervation及びreinnervationによる骨格筋及び脛骨骨梁構造の経時的変化

田巻 弘之¹⁾ 奥谷 謙吾²⁾ 幸 篤武³⁾ 菅原 和弘¹⁾ 椿 淳裕¹⁾
桐本 光¹⁾ 大西 秀明¹⁾ 荻田 太²⁾ 山本 智章⁴⁾ 春日 規克⁵⁾

1) 新潟医療福祉大学 2) 鹿屋体育大学 3) 国立長寿医療研究センター
4) 新潟リハビリテーション病院 5) 愛知教育大学

キーワード：神経凍結・不活動・骨梁構造・muscle-bone unit

【目的】骨-骨格筋を単位 (muscle-bone unit) とした不活動による萎縮とその回復過程における構造的機能的変化の相互関係についての報告は希少である。本研究では、坐骨神経の切除及び神経凍結法を用いて、一過性のdenervationによる骨-骨格筋萎縮の経時的変化の関わりと、続くreinnervationによる骨量回復過程における形態的特徴について、脛骨骨梁の狭小化や断片化に着目して経時的に検討することを目的とした。

【方法】Fischer 344系雄性ラット (n=123) を用い、左坐骨神経の切除 (SN) 及び凍結 (NF) 処置を11週齢時に行い、その後3, 7, 10日後及び2, 3, 4, 5, 6, 7, 8週後に前脛骨筋、ヒラメ筋並びに脛骨を採取し分析に供した。SN群に対しては、左大腿骨大転子後部を切開して坐骨神経を露出し、4-5mm切除した。NF群に対しては、同様に露出した坐骨神経に-180℃の液体窒素にて冷却したステンレス製のロッドを5秒間押し当てて凍結麻痺させた。骨格筋及び脛骨の採取に際し、腹大動脈より灌流固定を行い、採取ののち湿重量及び長さを計測した。脛骨はエチレンジアミン四酢酸にて脱灰後に薄切し、H-E (吉木法)、Azan、酒石酸抵抗性酸フォスファターゼの各染色を行い、光学顕微鏡に設置したCCDカメラを介して画像を撮影し、画像解析ソフトにて骨梁微細構造解析を行った。(倫理審査承認番号:21-1, 鹿屋体育大学動物実験委員会)

【結果】萎縮過程において、筋重量は1-3日で急激に低下したが、SN及びNFによる二次海綿骨骨梁の形態的变化及び骨梁面積は術後1週目前後に始まり、3週目まで漸減した。骨量低下と筋萎縮進行程度は量的時間的に一致しなかった。骨梁の幅と長さの低下率 (狭小化率、断片化率) を術前から経時的に検討したところ、両者の変化の割合は均等に進行せず時間的ずれが生じ、狭小化が12-25%進行した時に断片化が生じやすくなることが推察された。不動初期の破骨細胞

は骨梁全体に瀰漫性に存在していた。NFの回復過程において、3週目に骨梁面積が最低値となった後、4週目から漸増して5週目には術前の約50%レベルまで回復し、5週目には骨芽細胞による類骨形成が増大することが観察された。

【考察】単収縮張力からみた筋機能の回復では、術前の50%レベルに至る時期は術後約2週目であり、骨格筋と骨組織との1/2回復過程においては、約3週間の時間的ずれが存在することが示唆された。不動初期の破骨細胞の振舞いから、骨梁の断片化は不動初期における骨梁全体の吸収を経て、骨梁幅がある程度減少した後に進行するのではないかと考えられた。また自然回復過程において、類骨形成は促進されて骨梁幅は増大するが断片化は改善しがたいのではないかと推察された。筋骨格系の機能的構造的な回復過程において、組織間及び時間的ずれを考慮した運動療法プログラムの基礎的知見として理学療法分野にも意義を有するものと思われる。

本研究の独創的な点 一過性の不活動からの回復モデルとして、神経凍結法により機能的なdenervationと続くreinnervationを実現し、骨組織と骨格筋の萎縮及び回復過程はリニアではなく、両組織間に量的時間的ずれが存在することを示唆した。

触覚刺激が脳皮質一次運動野の興奮性に及ぼす影響

大西 秀明¹⁾ 菅原 和広¹⁾ 小島 翔¹⁾ 田巻 弘之¹⁾

桐本 光¹⁾ 佐藤 大輔¹⁾ 丸山 敦夫¹⁾ 村上 博淳²⁾ 亀山 茂樹²⁾

1) 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所 2) 西新潟中央病院

キーワード：経頭蓋磁気刺激・短潜時求心性抑制・触覚刺激・一次運動野興奮性・体性感覚誘発磁界

【はじめに】正中神経を電気刺激すると刺激後20msから200msの間で脳皮質一次運動野の興奮性が一次的に抑制される (Tokimura, 2000)。刺激後20ms付近での抑制は短潜時求心性抑制 (Short latency afferent inhibition : SAI) と言われ、200ms付近での抑制は長潜時求心性抑制 (Long latency afferent inhibition : LAI) と言われているが、軽度の皮膚触覚刺激がSAIやLAIを引き起こすか否かは明らかでない。そこで、本研究では軽度な機械的触覚刺激が脳皮質一次運動野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】対象は健康成人男性7名 (36.4±10.1歳) であり、実験内容を説明して実験参加の同意を得た。＜実験1＞脳磁界計測装置 (Vectorview, Neuromag) を利用して触覚刺激時の体性感覚誘発磁界 (SEF) を計測した。触覚刺激には非磁性体で作成された触覚刺激装置 (ピエゾ型触覚刺激装置, KGS) を利用し、点字様の4本のピン (ピン径1.3 mm, 突出量0.7 mm) を利用して右示指先端を刺激した。＜実験2＞実験1と同様の触覚刺激と経頭蓋磁気刺激を組み合わせ右第一背側骨格筋から運動誘発電位 (MEP) を計測した (組み合わせ刺激)。磁気刺激には8の字コイルを利用し、左一次運動野手指領域を刺激した。刺激強度は安静時に1 mVのMEPが10回の刺激において5回記録される強度とした。触覚刺激と磁気刺激の間隔 (ISI) は、実験1で記録された各被験者のSEF波形の3つのピーク潜時に2 msを加えた時間と200msの4種類とした。また、各ISIでの刺激は、試験刺激のみのコントロール刺激17回と組み合わせ刺激17回をそれぞれ5秒間に1回程度の頻度でランダムに行い、最も大きな振幅と最も小さな振幅を除いた15波形を加算平均して振幅値を算出した。

【結果】＜実験1＞触覚刺激によるSEF波形のピーク潜時は、31.6±6.3 ms, 62.7±11.3ms, 138.6±22.5msであった。ただし、第一波形は非常に振幅が小さく、7名中5名において電流発生源を推定することが困難

であった。電流発生源を推定することができたものは全て左一次体性感覚野手指領域であった。＜実験2＞ISIを33.6±6.3 ms, 64.7±11.3ms, 140.6±22.5 ms, 200msに設定した際に記録されたMEP ratio (組み合わせ刺激時のMEP振幅値/コントロール刺激時のMEP振幅値) はそれぞれ、0.65±0.18, 1.14±0.61, 1.08±0.23, 1.08±0.37であり、ISIを33.6±6.3msに設定した条件ではコントロール刺激時と比較してMEP振幅値が有意に小さかった。

【考察】皮膚電気刺激によりSAIを引き起こすという報告 (Tokimura, 2000) と引き起こさないという報告 (Sailer, 2003) があるが、本研究結果から軽度の機械的触覚刺激は刺激後30 ms程度でSAIを引き起こすことが明らかとなった。また、正中神経刺激時などに見られるLAIは機械的触覚刺激により引き起こされないものと考えられた。

本研究の独創的な点 機械的な触覚刺激と経頭蓋磁気刺激を組み合わせ、触覚刺激が短潜時で一次運動野の興奮性を抑制していることを明らかにした。また、脳磁界計測装置を利用して被験者毎の反応潜時にあわせて、触覚刺激と磁気刺激の間隔を決定している点は独創的である。

若年健常成人におけるまたぎ動作の関節角度調整

村上 賢一¹⁾ 齋藤 孝平¹⁾ 酒井 竜紘¹⁾ 武田 恵李¹⁾
阿部 未来¹⁾ 三浦 桃恵¹⁾ 佐藤洋一郎¹⁾ 藤澤 宏幸¹⁾

1) 東北文化学園大学

キーワード：またぎ動作・障害物クリアランス・leading limb・Trailing limb・転倒

【はじめに】転倒は、はしごを登ったり、ステップ台に乗ったりという危険度の高い活動よりは、歩行や移乗、階段昇降、小さな段差を越える、床のものを拾う、手を伸ばすなどの日常生活の遂行中に起こるとされている。段差を障害物としてみれば、それを回避する動作の一つに「またぎ」がある。またぎ動作において対象となる障害物の高さ（以下、障害物高）に対応するためには、安全な障害物 - 足尖との距離（以下、障害物クリアランス）を確保しなくてはならない。障害物クリアランスおよび足部軌道は、骨盤傾斜、下肢の体節長および関節角度で決定されるが、多様な高さの障害物には関節角度と骨盤傾斜を調整して対応することになる。ただし、障害物クリアランスは、障害物を先に越える下肢（以下、leading limb）および後から越える下肢（以下、trailing limb）ともに障害物高によって変化しないと報告されているが、各関節角度の調整については様々な報告があり一貫していない。以上の経緯より、本研究は、障害物クリアランス確保に関する戦略について、下肢体節の傾斜角度をもとに明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健常若年男性5名（年齢：21.8±0.8歳、身長：170.6±2.9cm、体重：65.8±9.1kg）とした。三次元動作解析システムを使用して、下肢体節の傾斜角度および障害物クリアランスを測定した。障害物高の条件は5cm間隔の6課題（5cm～30cm）とし、加えて線またぎ（0cm）および平地歩行の測定を行った。測定順序は平地歩行から始め、障害物高の低い順に、各課題を5回ずつ施行した。統計処理には二元配置分散分析と事後検定にRyan法を使用した。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】障害物クリアランスは、leading limbと比較しtrailing limbの方が平均値および標準偏差も大きい結果となった。さらに、trailing limbの障害物クリアランスでは障害物高15cm以上の課題間で有意差が認められた。また、leading limbにおいては、各障害物高間で大腿傾斜角に有意差が認められた（ $p<0.05$ ）。

一方、trailing limbにおいては、各障害物高間で下腿傾斜角および足部傾斜角に有意差が認められた（ $p<0.05$ ）。骨盤傾斜角は、障害物高が20cmを超えると有意差が認められた（ $p<0.05$ ）。

【考察】運動軌道の形成に関して、leading limbでは視覚情報からのフィードバックを用いることが可能なため、障害物クリアランスのばらつきが小さくなったと推察された。一方、視覚情報が得られないtrailing limbは、leading limbに比べばらつきが大きかった。また、障害物クリアランス確保に関しては、leading limbでは大腿傾斜角、trailing limbでは下腿傾斜角と足部傾斜角の制御が鍵となっていることが明らかとなった。加えて、障害物高20cm以上では骨盤傾斜運動がクリアランス確保に寄与していることが示された。

本研究の独創的な点 またぎ動作における関節角度の検証はこれまでいくつか報告がある。しかし、先行研究における障害物高の設定は、大雑把（1インチ毎）やかなり低い段差（1～5cmで1cm毎）などであるため、一貫しない結果が得られていなかった。本研究において5cm毎に障害物高を設定することで、これまで明確でなかった各関節角度の変化とその障害物高への対応を把握することができた。

萎縮ヒラメ筋に対する中周波電気刺激のユビキチン化タンパク質発現の減衰効果

田中 稔¹⁾ 平山 佑介²⁾ 藤田 直人¹⁾ 藤野 英己¹⁾

1) 神戸大学大学院保健学研究科 2) 神戸大学医学部保健学科理学療法学専攻

キーワード：中周波・電気刺激・廃用性筋萎縮

【はじめに】筋萎縮の予防手段の一つとして、治療的電気刺激 (Therapeutic Electrical Stimulation, TES) が使用されている。TESには、中周波や低周波電気刺激が用いられ、中周波によるTESは低周波によるTESより深部到達度が高いと報告されている。そこで、廃用による萎縮が著明で下腿部深層に位置するヒラメ筋に対して、中周波TESと低周波TESの効果の相違について検証した。

【方法】雄性SDラットを対照群 (Cont群)、後肢非荷重群 (HU群)、後肢非荷重期間中にTESを実施した群に区分した。TESは後肢非荷重開始日の翌日から、左後肢には低周波 (l-TES群)、右後肢には中周波 (m-TES群) を用いて実施した。2週間の後肢非荷重期間終了後、ヒラメ筋を摘出し、急速凍結し、保存した。凍結切片を作製した後、ATPase染色を施し、光学顕微鏡を用いて筋線維タイプ別の筋線維横断面積を計測した。また、ユビキチン化タンパク質の発現量をWestern Blotting法により測定した。測定データは一元配置分散分析を行い、Tukey-Kramerの多重比較検定を用いて統計解析を行った。全ての実験は所属機関における動物実験に関する指針に従い、動物実験委員会の許可を得たうえで実施した。

【結果】ヒラメ筋の横断面積では、Cont群、m-TES群に比べてHU群及びl-TES群では有意に低値を示した。ヒラメ筋のユビキチン化タンパク質の発現量は、Cont群、m-TES群に比べてHU群とl-TES群で有意に増加した。

【考察】深層筋におけるTESの萎縮予防効果は、低周波よりも中周波で高かった。TESの深部到達効果は皮膚インピーダンスに依存するとされ、中周波によるTESの皮膚インピーダンスは低周波よりも低値であることから、中周波によるTESでは深部到達効果が高かったと考えられる。また、m-TES群で用いた正弦波はl-TES群で用いた矩形波に比べて深部到達効果が高いことから、中周波によるTESはその波形特性から深部到達効果が高かったと考えられる。一方、m-TES群では、中周波によるTESが深部まで到達し、

ユビキチン-プロテアソーム系を介したタンパク質分解を抑制したことでヒラメ筋の筋萎縮が軽減できたと考えられる。これらの結果より中周波によるTESでは、下腿部深層のヒラメ筋に萎縮予防効果が得られるものと考えられる。

本研究の独創的な点 本研究では中周波を用いたTESが低周波を用いたTESに比べて、深層筋であるヒラメ筋の廃用性萎縮を予防する効果が高いことを明らかにした点、また、筋特異的タンパク質の発現量から筋萎縮の予防を検証できた点が独創的であると考えられる。

3次元的な上腕運動範囲計測結果から求めた 肩関節最大屈曲・最大外転相当角度についての検討

新原 正之¹⁾ 西下 智¹⁾ 家門 孝之¹⁾ 川瀬 美紀²⁾ 白銀 暁³⁾ 吉田 直樹⁴⁾

1) 関西リハビリテーション病院 2) 坂本病院 3) 埼玉県立大学 4) リハビリテーション科学総合研究所

キーワード：肩関節・関節可動域・3次元

【目的】肩関節の屈曲や外転の可動域は、上腕の運動をそれぞれ矢状面内や前額面内に拘束した場合の上腕最大挙上角度に相当する。一方、矢状面内や前額面内の上腕最大挙上角度を求める場合に、運動の過程（経路）を特定面内に規定しない方法（以下、「屈曲相当角度」、「外転相当角度」）がありえる。これは実用上の上肢運動範囲を評価する上で重要な情報ではないかと考えられる。しかし定量的な研究報告は少ない。我々はこれまで、肩関節の3次元的な運動範囲の計測を行ってきた。このデータから健常者の屈曲・外転相当角度を求めた結果について報告する。

【方法】対象は肩に既往のない健常成人（23～35歳）男性12名の両肩。磁気式3次元位置角度計測装置PATRIOT（Polhemus社）を用い、上腕部・胸骨部にセンサを装着し、上腕長軸方向と胸骨の傾きの変化を計測した。被験者は端坐位で、基本平面内運動に準じた運動、分回し様運動、その他肩を大きく動かすための運動課題を行った。両センサの情報から体幹代償運動の影響分をキャンセルし、各被験者の3次元的な上腕の運動範囲を求めた。矢状面内と前額面内の最大挙上角度をそれぞれ屈曲相当角度、外転相当角度とした。また、体幹代償補正前のデータも参考に利用した。計測、解析、可視化には、MATLAB（MathWorks社）で本研究用に開発したソフトウェアを用いた。

【結果】それぞれの角度（単位：度）の被験者間平均と標準偏差を、両側、利き手側、非利き手側の順に記載する。屈曲相当角度は 137 ± 18.6 , 141 ± 20.7 , 134 ± 15.4 （体幹代償補正前は 176 ± 16.2 , 183 ± 15.1 , 169 ± 14.0 ）であった。外転相当角度は 110 ± 17.6 , 113 ± 21.6 , 107 ± 11.8 （体幹代償補正前は 173 ± 14.9 , 177 ± 17.5 , 169 ± 10.6 ）であった。

【考察】外転相当角度を計算すると、平均で110度程度しかないことがわかった。屈曲相当角度はそれよりも平均27度大きく、矢状面と前額面の間で挙上角度が大きく変化している。通常の外転角度よりも外転相当角度が小さくなった要因はいくつか考えられる。ひとつ

は、通常の外転角度計測においては、上腕が基本前額面よりも前に動いている可能性がある。実際、我々の計測結果でも、外転運動に近い課題では、途中から上腕が前方に移動するケースが多くみられた。別の要因として、通常の外転計測時、厳密にみると体幹が予想以上に動いている可能性がある。体幹代償補正をする前のデータでは、平均173度なので、他の要因を無視すれば約60度分は体幹の動きということになる。また、体幹を垂直にした場合、胸骨部センサの取り付け面が垂直よりもやや後ろに傾いているケースが多いと推測できる。それが影響すると、計算上の前額面が実際よりも後ろに傾いたものとして扱われ、外転相当角度が小さく出ることになる。これらの要因がどの程度影響しているかを調べるのは、今後の検討課題である。

本研究の独創的な点 運動経路を規定しない屈曲相当角度と外転相当角度を健常被験者の数値データと求めた。今後、肩の運動障害を同様の方法で評価する際の正常範囲の参考として利用できる。

近赤外分光法での脳活動計測における2種類のプローブ間距離で測定した酸素化ヘモグロビンと血圧変動との関係

椿 淳裕^{1, 2)} 小島 翔³⁾ 古沢 明美²⁾ 大西 秀明^{1, 2)}

1) 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所 2) 新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科
3) 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科

キーワード：近赤外線分光法・酸素化ヘモグロビン・平均血圧・息こらえ・プローブ間距離

【はじめに】リハビリテーションの分野では、非侵襲的で時間分解能に優れた近赤外線分光法 (NIRS) を用いた粗大運動時の脳活動を計測する研究が行われている。この方法は、近赤外線光に対する吸光度の違いによる酸素化ヘモグロビン (O_2Hb) と脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化量によって脳活動を測定するものである。脳の神経活動をほぼリアルタイムに長時間の連続測定が可能であることが利点として挙げられる。一方で、NIRSでは頭蓋外から照射された近赤外線光を頭皮上の受光部で検出するため、負荷する脳賦活刺激の種類によっては、心拍や呼吸及び血圧などの変化に伴う血流変化の影響を受けることが報告されている。近年では、異なるプローブ間距離で同時に O_2Hb を計測することで、頭蓋外組織の血流変化の影響を除外しようとする報告が見られる。本研究では、運動時の脳活動を描出するための前段階として、短時間に生じた血圧の変動と2種類のプローブ間距離で計測した O_2Hb との関係进行を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は、神経学的疾患や心疾患を有さない健康成人9名(男性4名、女性5名、平均年齢 21.4 ± 1.0 歳)とした。自律神経の反射を介して短時間に血圧の変動を生じさせることのできる課題として、息こらえを実施した。30秒間の安静の後に、息こらえを20秒間行った。息こらえ後には、100秒間の安静時間を設けた。連続血圧・血行動態測定装置 (Finometer, Finapres Medical Systems社) を左第III指に装着し、beat by beatにて平均血圧 (MAP) を計測した。また前額部には表皮血流測定装置 (OMEGAFLOW FLO-CI, OMEGAWAVE社) を装着し、頭皮血流 (SBF) を計測した。脳酸素モニタ (OMM-3000, 島津製作所) を使用し、送光プローブ12本と受光プローブ12本を頭部に配置し、 O_2Hb を測定した。プローブ間距離は2種類とし、30mm間隔でプローブを配置した深部34チャンネルに、15mm間隔でのプローブ配置により浅部の測定が可能とされる9チャンネルを加え、

測定を行った。深部34チャンネルの平均 ($deepO_2Hb$)、浅部9チャンネルの平均 ($shallowO_2Hb$) を算出し、 $deepO_2Hb$ と $shallowO_2Hb$ との差 ($diffO_2Hb$) を求めた。これらとMAPおよびSBFとの相関関係の強さをピアソンの相関係数によって求めた。いずれの条件においても、有意水準は5%とした。なお本研究は、新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行った (承認番号17157-100203)。

【結果】MAPは、息こらえ開始直後より6秒後まで上昇し、その後13秒後に最も低下した。その後は終了直前まで上昇した。 $deepO_2Hb$ 、 $shallowO_2Hb$ 、 $diffO_2Hb$ のいずれも、MAPと似た変化の様相を示した。MAPと $deepO_2Hb$ 、 $shallowO_2Hb$ 、 $diffO_2Hb$ との相関係数は、それぞれ0.72 ($p < 0.01$)、0.74 ($p < 0.01$)、0.68 ($p < 0.01$) であった。

【考察】 O_2Hb とMAPとの相関関係から、息こらえ課題中の血圧変動はNIRS信号に影響を及ぼすことが考えられた。また、MAPとの相関は $deepO_2Hb$ よりも $diffO_2Hb$ で弱かったことから、 $deepO_2Hb$ から $shallowO_2Hb$ を減じることで血圧変動をある程度除外した皮質活動を測定できる可能性が示された。

本研究の独創的な点 血圧変動の影響を受けないより純粋な脳活動の計測へと発展させるための基礎的な研究であり、2種類のプローブ間距離で O_2Hb を測定していること、深層と浅層の差を求め、血圧との相関関係を示している点が独創的である。

歩行における足底接地の速さと後足部レベル横アーチパッドの高さが歩行時下肢筋活動と歩きやすさに与える影響

財前 知典^{1, 2)} 小関 博久^{2, 3)} 田中 亮³⁾ 多米 一矢³⁾
川崎 智子³⁾ 小関 貴子³⁾ 小関 泰一³⁾ 平山 哲郎³⁾ 川間健之介⁴⁾

1) 日本歯科大学大学院生命歯学研究科解剖学第一講座 2) 東都リハビリテーション学院
3) 広尾整形外科 4) 筑波大学人間総合科学研究科

キーワード：表面筋電図・歩行・足部横アーチ・下肢筋活動・歩きやすさ

【はじめに】 健常成人の歩行の特徴や足部アーチ挙上による歩行の変化を把握することは運動器疾患の予防や足底板処方において重要である。そこで本研究では、足底接地（以下FF）を早期群と遅延群に分類し、両群における歩行時下肢筋活動の違いについて調査するとともに、後足部レベル横アーチ挙上による下肢筋活動変化と主観的歩きやすさの変化について比較検討した。

【方法】 被験者は健常成人28名43脚（平均年齢 24.6 ± 3.3 歳）とした。各被検者の自然歩行を計測し、立脚期を100%として17%よりFFが早い群を早期群、遅い群を遅延群に分類した。入谷式足底板における後足部レベル横アーチパッド（以下パッド）の貼付位置に準じて、パッドなしから2mmまでを0.5mm刻みで貼付し、各歩行時の下肢筋活動を表面筋電図にて測定した。それぞれの歩行距離は40mとし、被検筋は腓腹筋内外側頭（以下GM・GL）・前脛骨筋（以下TA）・後脛骨筋（以下TP）・長腓骨筋（以下PL）・大腿直筋（以下RF）・内外側ハムストリングス（以下MH・LH）とした。また、各被検筋に対して最大等尺性随意収縮を基準とした筋電積分値（以下IEMG）を求め、各筋における歩行中の% IEMGを算出し、FF前10%、FF後10%の% IEMGを比較検討した。また、早期群及び遅延群におけるパッドの高さによる主観的歩きやすさの違いに関してはマグニチュード推定法（以下ME法）を用いて比較検討した。統計処理は、速さ2要因とパッドの高さ5水準の混合配置の分散分析を行い、有意確率は5%未満とした。

【結果】 FF早期群と遅延群の分類により、早期群25脚、遅延群18脚に分けられた。TAではFF前後で速さの主効果が有意であり早期群において筋活動増大がみられた。PLではFF前でパッドの高さの主効果が有意でありFF後では交互作用が有意であった。単純主効果の検定では両群ともに有意であり、早期群ではパッド

貼付でPLの筋活動が有意に低下し、遅延群では0.5mmと1mmのPL筋活動が高値を示した。また、LHはFF後での速さの主効果が有意であり、遅延群にて筋活動が増大していた。MHではFF前にてパッドの高さの主効果が有意であり、パッド貼付により筋活動は低値を示した。

ME法における歩きやすさの主観的評価については、パッドの高さが有意であり、パッド1mmは0mmや2mmよりも歩きやすさが増大し、2mmでは1.5mmより歩きやすさが減少した。

【考察】 本研究結果により、TAにおいてFF前後で早期群の筋活動が増大していたことは、TAの活動を増大させることによりヒールロッカー機能を高め、早期に前方へ荷重させた結果であると推察される。またFF前のPLの筋活動低下は、パッドを支点とした早期FFにより足部外反運動が減少した結果であると推察され、FF後では遅延群における適切な高さのパッドが前足部荷重を速め、PLの底屈機能を増大させた結果であると考察する。LHとMHではFFの速さやパッドの高さによる筋活動変化がみられ、歩容の変化やパッドの高さが大腿部の筋活動を変化させる可能性を示しているものと思われる。また、歩きやすさに関して1mmで歩きやすく2mmでは歩きにくい結果であったことは、既存の足底板における横アーチの高さを再考する必要性を示しているものと考えられる。

本研究の独創的な点 健常成人は今後運動器疾患になる可能性があり、健常成人の歩行の特徴を明らかにすることは、運動器疾患の予防を行う上で非常に重要であると考えられる。本研究では、健常成人を早期群と遅延群に分類し、その歩行における特徴を把握し、群分類によるパッドの効果の違いについて明確にした。今後は各種運動器疾患の歩行時下肢筋活動の特徴を調査し、本研究と比較検討することで運動器疾患領域において予防医学の基礎となることを目的としている。

ラット脊髄損傷モデルの坐骨神経周囲における病理組織像の横断的検討

北出 一平^{1, 2)} 細 正博²⁾ 松崎 太郎²⁾

上條 明生³⁾ 荒木 督隆⁴⁾ 高橋 郁文^{2, 5)}

1) 福井大学医学部附属病院リハビリテーション部 2) 金沢大学大学院医学系研究科

3) 安曇野赤十字病院リハビリテーション科 4) 金沢脳神経外科病院リハビリテーション科

5) 芳珠記念病院リハビリテーション部

キーワード：脊髄損傷・坐骨神経・神経周膜・病理組織・ラット

【はじめに】我々は、脊髄損傷 (SCI) 後の膝関節構成体では滑膜の慢性炎症所見、関節軟骨表面において紡錘型細胞による膜状組織の増生、脂肪細胞の萎縮を認め、非進行性変化を示したと報告した。しかしながら、SCI後における不動後肢の関節構成体以外の病理組織学的所見は、明らかにされていない。今回、ラット SCI後12週までの坐骨神経周囲の病理組織変化を横断的に検討した。

【方法】9週齢のWistar系雌ラット30匹を、T8-9レベルを完全に離断したSCI群と対照 (C) 群の2群 (各15匹) に振り分け使用した。飼育の環境設定は、行動や栄養摂取に制限を設けず、後肢関節の可動域を変化させる介入を加えないこととした。SCI群に対しては、手圧排尿/排泄を毎日2回行った。飼育終了後、深麻酔下にて後肢を股関節から離断し、組織固定後に脱灰操作を行った。次いで、大腿部の中間部を水平断にて切り出しを行い、中和、脱脂そして脱水操作後にパラフィン包埋を行った。標本をマイクロトームにて3 μ mで薄切した後に、HE染色を行い、光学顕微鏡下で坐骨神経周囲の観察を行った。観察時期は損傷後1、2、4、8および12週とし、C群は同週齢とした (各3匹6肢)。なお、本実験は、金沢大学動物実験委員会の承認を得て行った。

【結果】C群では、坐骨神経内の神経束は神経周膜と遊離しており、神経束と神経周膜の間に空隙を認め、神経周膜そのものも同心円状の多層構造を示した。SCI群では、神経束と神経周膜最内層の密着が観察された。また、損傷後2週ラットでは、同心円状に配置する神経周膜間で密着傾向を示し、この神経周膜間の密着傾向は、損傷4週で減少に転じて損傷8、12週では減少が維持された状態であった。

【考察】坐骨神経周囲には筋間脂肪織が存在し、かつ神経束は脂肪分の多い髓鞘を構成成分としている。こ

のため、固定あるいは脱脂処理に際して、C群では神経束と神経周膜間の空隙や同心円状に配列する神経周膜間の空隙が人工的に拡大した可能性が考えられる。一方、SCI群では、神経束と神経周囲最内層の密着を認められており、C群で生じた空間が発生し得ないような変化が生じていたと考えられる。しかしながら、この病理組織変化は、損傷2週以降は維持された状態であった。SCI群の病理組織所見は、神経周膜の機能が障害され、神経周膜を介した神経束周囲組織との緩衝機能の低下、柔軟性および滑走性の低下などといった神経性の関節可動域制限や神経束に対する圧迫症状などを引き起こしている可能性が示唆された。今回の脊髄損傷モデルでみられた神経束と神経周膜の密着および神経周膜間の密着傾向の程度は、ギプス固定モデルを用いた先行研究での程度よりも軽度であった。この結果は、脊髄損傷モデルの後肢関節が固定されていないことや、損傷2週後から生じる不随意運動が要因として考えられる。また、これらの要因にて、神経周膜間の密着傾向は、損傷12週までに進展を認めず、非進行性変化をきたしている可能性が考えられる。

本研究の独創的な点 神経束と神経周膜の密着を呈したラット脊髄損傷モデルにおける病理組織の結果は、神経周膜の機能が障害され、神経周膜を介した神経束周囲組織との緩衝機能の低下、柔軟性および滑走性の低下などといった神経性の関節可動域制限や神経束への圧迫症状を引き起こす可能性が示唆された。

筋収縮強度が二連発磁気刺激によるCSPに及ぼす影響

小島 翔¹⁾ 菅原 和広^{1, 2)} 田巻 弘之^{1, 2)}
桐本 光^{1, 2)} 鈴木 誠^{1, 2)} 大西 秀明^{1, 2)}

1) 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究所 2) 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

キーワード：経頭蓋磁気刺激・Cortical Silent Period・SICI・ICF・筋収縮強度

【はじめに】二連発磁気刺激の刺激間隔 (ISI) を 5 ms 以下にした場合 MEP 振幅が抑制され、10ms 以上にした場合 MEP 振幅が促進される (Kujirai, 1993)。二連発磁気刺激の研究は、安静時に行っているものが多く筋収縮強度との関連を報告したものは少ない。また、筋収縮中に磁気刺激を行うことで末梢の筋より Cortical Silent Period (CSP) が記録されるが、二連発磁気刺激との関連については不明である。そこで、本研究では CSP の発生機序を解明することを目標とし、筋収縮強度が二連発磁気刺激により誘発される CSP に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健康男性11名 (27.1±8.2歳) であった。CSP の計測には磁気刺激装置 Magstim200 (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、導出筋は右第一背側骨間筋とした。刺激強度は、条件刺激を軽度筋収縮時運動閾値 (AMT) の0.8倍、試験刺激を安静時運動閾値 (RMT) とした。AMT は軽度随意筋収縮中に100 μV を50% 以上の確率で誘発される強度とし、RMT は安静時に1 mV を50% 以上の確率で誘発される強度とした。二連発磁気刺激の刺激間隔は、3 ms (SICI)、10 ms (ICF) とし、単発刺激 (single) を含めた3種類の刺激を0.2Hz の頻度でランダムに8回ずつ行った。運動課題は右示指外転等尺性運動とし、3条件 (最大随意収縮の10, 30, 50% 収縮中) において磁気刺激を与えた。CSP は、試験刺激開始から安静時背景筋電ノイズの標準偏差の3倍を超えた地点までとした。各刺激間隔におけるCSPの比較は反復測定による一元配置分散分析を用い、有意水準は5%とした。

【結果】CSPの平均値は、10%収縮時では145.5±26.3ms (single), 130.8±28.3 ms (SICI), 145.9±32.0ms (ICF), 30%収縮時では143.5±20.3 ms (single), 129.1±21.4 ms (SICI), 143.1±21.2ms (ICF), 50%収縮時では140.1±21.7 ms (single), 127.3±21.4 ms (SICI), 141.4±24.5ms (ICF) であり、それぞれ

single, ICF に比べてSICIで有意に短縮した (p<0.05) 【考察】CSPは、筋収縮強度に関係なくsingleに比べSICIで有意に短縮した。TMSによるCSPは、筋収縮を持続するための皮質内の錐体細胞が抑制されることで生じるとされている (Orth, 2004)。本研究において、錐体細胞を抑制する介在ニューロンの働きがSICIの条件刺激により抑制されたため、CSPが短縮したと考えられる。また、各筋収縮強度で同様の結果を得られたことから、CSP生成に関与する細胞は、筋収縮強度の影響を受けないことが示唆された。

本研究の独創的な点 二連発磁気刺激により誘発されるCSPは、刺激間隔が3msの連発磁気刺激により抑制されるものの、10msの連発磁気刺激による促進は起こらないことを明らかにした。同時に、これらの現象は筋収縮強度に影響されないことも明らかにした。この2点が本研究の独創的な点である。

横隔膜が及ぼす呼吸機能への影響

今北 英高¹⁾ 高位 篤史¹⁾ 吉田 安奈¹⁾

西尾 俊亮²⁾ 岡田 圭祐³⁾ 河田真之介¹⁾ 金村 尚彦⁴⁾

1) 畿央大学健康科学部 2) 東広島記念病院 3) 大東中央病院 4) 埼玉県立大学

キーワード：横隔膜・両側横隔神経切除・呼吸機能・SpO₂・延髄呼吸中枢

【はじめに】横隔神経切除による横隔膜の活動消失が生体に及ぼす影響についてはいくつか報告されている。Francisらは片側横隔神経切除の2ヶ月後に、1回換気量の約20%の低下を報告している。また、宮田らは1回換気量の低下および呼吸数の増加、intactな横隔膜や呼吸補助筋の代償性活動が生じるとされている。本研究では横隔膜を支配している横隔神経の片側および両側を切除することで、横隔膜筋活動と呼吸機能との関係について詳細に把握することを目的とした。

【方法】10週齢のWistar系雄ラット18匹を使用した。ケタラルおよびセラクタールの混合液を腹腔内投与にて麻酔後、シヤム手術および両側横隔神経切除術を実施した。分析は頸部腹側より気管切開し、挿管したシリコンチューブおよび気流差圧トランデューサーにて手術前後の呼吸流量を計測し、その呼吸波形から1回換気量、1回換気時間を算出した。また、頸部腹側に装着したパルスオキシメータより末梢血酸素飽和度(SpO₂)を測定した。さらに手術2時間後に灌流固定を行い、延髄DRGにおける*c-Fos*タンパク陽性細胞数の発現を観察した。本実験は畿央大学動物実験倫理委員会の承認を得て、畿央大学動物実験管理規定に従い実験を行った(承認番号22-1-I-220421)。

【結果】1回換気量は安静時に比べ片側神経切除で約15%、両側神経切除で約38%の有意な減少が認められた。1回換気時間は吸気では安静時に比べ片側神経切除で約20%、両側神経切除で約60%の増加が認められた。呼気では安静時に比べ片側神経切除で変化は認められず、両側神経切除で約30%増加した。また、呼吸流量波形は、両側神経切除時によって波形の平低化が観察され、それは呼気相よりも吸気相で著明であった。SpO₂は、安静時に比べ片側神経切除で約4%低下、両側神経切除で約9%低下と低下傾向がみられたが、有意な差は認められなかった。延髄DRGにおける*c-Fos*タンパク陽性細胞数は約37%と有意に増加した。

【考察】横隔膜は左右の横隔神経によってそれぞれ支配され、吸息運動における主動作筋として働く。また、安静時1回換気量の約70%を横隔膜が担うと報告されている。本研究において両側の横隔神経を切除し、横隔膜の機能を完全に停止させることで、1回換気量は約38%低下した。このことは、呼吸機能低下から生命を維持させるために肋間筋などの呼吸補助筋が強く活動したためと考えられるが、横隔膜の機能を代償するほどの能力はなく、すべての測定項目において低換気状態が認められた。また、低換気状態の影響により血液ガスの変化を引き起こし、それらを感知している末梢化学受容器からDRGへと情報が伝わり、呼吸運動を促進させるために神経活動が増大、そのためにImmediate early genesの一種である*c-Fos*タンパク陽性細胞数が有意に増加したと考えられた。

本研究の独創的な点 呼吸に大きく貢献する横隔膜の機能を停止させ、横隔膜が及ぼす呼吸機能への影響として、1回換気量や換気時間、SpO₂、呼吸中枢である延髄での神経活動を分析した。横隔膜における呼吸機能への役割を複合的に分析した点が独創的と考えます。

健常高齢女性の筋力・体型と遺伝子多型の関連

坂本 裕規¹⁾ 藤田 直人²⁾ 村上慎一郎^{2, 3)}

近藤 浩代⁴⁾ 村田 伸⁵⁾ 武田 功⁶⁾ 藤野 英己²⁾

1) 神戸大学医学部保健学科理学療法学専攻 2) 神戸大学大学院保健学研究科 3) 姫路獨協大学医療保健学部理学療法学科
4) 名古屋女子大学家政学部食物栄養学科 5) 西九州大学リハビリテーション学科 6) 宝塚医療大学

キーワード：遺伝子多型・筋力・体型

【はじめに】筋力や体型には運動や食事といった環境要因だけでなく遺伝的要因も関与する。その遺伝的要因として近年注目されているものに一塩基多型(SNP)があり、この差異が様々な影響を及ぼすとされている。筋力や体型に関係すると考えられている遺伝子として、成長ホルモン受容体(GHR)、毛様体神経栄養因子(CNTF)、インスリン様成長因子受容体(IGFR-1)、及びアクチニン3(ACTN3)などがある。これらの筋力低下や肥満に関係する遺伝子多型の情報は未だ明確でなく、実用には至っていない。遺伝情報に基づいて身体機能の低下が大きい者を特定し、予防的な早期介入を行うことが出来れば、効果的なリハビリテーションが可能であると考えられる。そこで、本研究では高齢者における筋力および体型に関与する遺伝子多型を解明することを目的とした。

【方法】対象は地域在住健常女性164名とした。口腔粘膜細胞を採取し、DNAを抽出した。GHR、CNTF、IGFR-1、及びACTN3に関するSNPを同定するため、TaqManプローブによるリアルタイムPCRでアレルの検出を行った。骨格筋の評価として、握力、膝伸展力、足把持力の等尺性筋力と内側広筋厚を計測した。また体型の評価として、BMI、脂肪量、体脂肪率を測定した。測定結果の統計処理には一元配置分散分析とTukey-Kramerの多重比較検定を用い、有意水準は5%未満とした。本研究は所属機関の倫理委員会の承認、及び被験者の同意を得て実施した。

【結果】GHRは、内側広筋厚、膝伸展力、足把持力、握力でGG型がA型アレルを持つ者より有意に高値を示した。CNTFでは、TT型の足把持力はAT型に比べて有意に低値を示した。一方、脂肪量、BMI、体脂肪率は、TT型がA型アレルを持つ者より有意に高値を示した。IGFR-1に関して、内側広筋厚は、AA型がGG型に比べ有意に高値を示した。ACTN3に関しては各SNP間に有意差を認めなかった。

【考察】GHRは筋厚と筋力の両方に関与し、筋肥大を

伴う筋力に関連すると考えられる。また、CNTFは筋力、体組成に関連し、IGFR-1は筋厚に関連することが明らかとなった。GHRのA型アレルを持つ者は筋力が低く、CNTFのTT型の遺伝子型を持つ者は足把持力が弱く、肥満になる可能性が高いことが明らかとなった。また、特にIGFR-1のGG型の遺伝子型を持つ者は筋萎縮を生じやすいと考えられる。GHRとIGFR-1に関しては加齢に伴って受容体の感受性が他の者より劣り、筋萎縮や筋力低下が生じやすいと考えられる。またCNTFに関しては、運動ニューロンの生存維持や体型に関与すると言われるCNTFの働きが他の者より弱く、加齢に伴う筋力低下や体脂肪などの増加が進んだと考える。ACTN3に関して、過去の報告では異なるスポーツ特性間では差異を認めるが、一般的な対象者では差異を認めなかった。これらの結果からGHR、CNTF、IGFR-1の遺伝子は、高齢女性の筋力や体型に影響を及ぼし、SNPを調査することで、早期の予防介入が可能であることが示唆された。

本研究の独創的な点 SNPという遺伝的情報は疾患に対する薬剤の開発や治療法などに応用されている。しかし、高齢者が罹患する疾患の中には、筋力の低下や肥満といったものが関与し生じる生活習慣病が存在する。理学療法士はその予防から深く関わるべきであるというのが私の考えである。そこで今回、早期予防介入の可能性を見出すために健常高齢女性の筋力や体型と遺伝子多型の関連を調査したことが本研究の独創的な点であると考えられる。

豊かな環境刺激がもたらす扁桃体抑制性ニューロンの変化と情動行動

浦川 将^{1, 2)} 高本 考一¹⁾ 堀 悦郎²⁾

酒井 重数¹⁾ 小野 武年¹⁾ 西条 寿夫²⁾

1) 富山大学医学薬学研究部神経・整復学講座 2) 富山大学医学薬学研究部システム情動科学

キーワード：脳可塑性・動物実験・外界からの刺激・環境エンリッチメント

【はじめに】リハビリテーションにおける理学療法では、感覚刺激や運動刺激を与えることにより生体の可塑的過程を促し、治療に結びつける。げっし類を用いた研究では、このような外界からの刺激を模して被験動物を豊かな環境下で飼育し、外界からの刺激が生体に及ぼす効果について検討されている。我々のグループでは、このような環境刺激によって脳障害後の神経再生が促進し、行動学的な機能不全が改善することを報告した (Urakawa et al, Neurosci, 144: 920-933, 2007)。本研究では、豊かな環境飼育がもたらす情動行動の変化に着目し、情動表出に深く関わる扁桃体ニューロンに関して検討した。抑制性介在ニューロンのひとつであるパルブアルブミン陽性 (PV) ニューロンは、近年統合失調症や自閉症との関連が報告され注目されており、扁桃体に発現する PV ニューロンの変化を検討した。

【方法】Wistar 系雄ラット25日齢を、通常飼育群 (実験ケージに2匹ずつ飼育、合計8匹) と豊かな環境飼育群 (大きなケージに輪車・梯子等を入れ7匹同居) に分け、5週間後に行動学的解析としてオープンフィールドテスト (直径60 cmのフィールドに10分間放置し行動解析) と棒上歩行テスト (床から60 cmの高さに設置した幅2.5 cmの棒上を歩く時間を解析) を行い、灌流固定後に扁桃体ニューロンの免疫組織化学染色による検討を行った。

【結果】オープンフィールドテストでは、豊かな環境飼育ラットは移動距離が有意に減少したが、中心領域に出現する割合が増加した。棒上歩行では、豊かな環境飼育ラットは有意に歩行時間が短縮した。このオープンフィールドでの中心領域出現割合と棒上歩行時間は、単回帰分析により有意な負相関が認められ、中心領域の出現が多い個体ほど歩行時間が短かった。一方、PVニューロンの扁桃体領域での発現は、基底外側核に限局しており、豊かな環境飼育群では有意にニューロン数が増大していた。さらにこの扁桃体基底外側核における PV ニューロン数と棒上歩行テストの歩行時

間を負相関しており、PVニューロン数が多い個体ほど、棒上歩行時間が早いことが明らかとなった。

【考察】扁桃体は、恐怖や不安といった情動表出に関わる脳部位である。扁桃体の過活動により、種々の行動表出が抑制された結果うつ様症状が出現するとされている。逆に本実験結果では、豊かな環境飼育によって扁桃体基底外側核の抑制性介在ニューロンの増加がみられ、不安を惹起する状況下である高所に位置した狭い棒上においても素早い行動がもたらされることが明らかとなった。このことから、豊かな環境飼育下で外界からの刺激を受け育ったラットでは、扁桃体基底外側核からの投射ニューロン活動を抑制し、不安に打ち勝って適切な目的に応じた行動選択が出来たと示唆される。

本研究の独創的な点 外界からの刺激によって情動行動を変化させることが出来ることと、扁桃体ニューロンがこれに関わっていることを示した。

マウス神経障害性疼痛モデルに対する経皮的末梢神経電気刺激 (TENS) の効果

松尾 英明¹⁾ 内田 研造²⁾ 中嶋 秀明²⁾ 渡邊 修二²⁾

竹浦 直人²⁾ 嶋田誠一郎¹⁾ 久保田雅史¹⁾ 馬場 久敏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

キーワード：神経障害性疼痛モデル・経皮的末梢神経電気刺激 (TENS)・グリア細胞

【はじめに】非侵襲性の経皮的末梢神経電気刺激 (以下TENS) は、神経障害性疼痛患者に対し、疼痛の緩和を目的にリハビリテーション領域で用いられる治療法の一つである。TENSは、神経障害性疼痛モデル動物の痛覚過敏を抑制する事が報告されている。また、近年、神経障害性疼痛の発現および持続に、microgliaやastrocyteといった脊髄後角のグリア細胞の活性化が関与している事が報告されている。しかしながら、TENSが脊髄後角のグリア細胞の活性化に及ぼす影響は明らかになっていない。そこで本研究の目的は、マウス神経障害性疼痛モデルに対するTENSの効果を行動的評価および脊髄後角におけるグリア細胞の免疫組織化学的評価から検討する事とした。

【方法】対象は9週齢雄性ICRマウスとした。神経障害性疼痛モデルマウスとして、spared nerve injury model (以下SNIモデル) を作成した。SNIモデルは、左坐骨神経の分枝である左腓腹神経を温存しつつ、左総腓骨神経、左脛骨神経を6-0絹糸できつく結紮し、遠位部を切断し作成した。マウスをSNI群、TENS群、Sham群 (それぞれn=6) にふり分けた。TENS群には、SNI術後、翌日からTENSを行った。TENSは、電気刺激装置 (Pulsesecure-PRO KR-7, OG技研) を使用した。左側の腰髄の支配領域である傍脊柱筋の直上の皮膚を剃毛し、表面電極を貼り付けた。電気刺激は、麻酔下にて行い、刺激周波数100Hz、刺激強度は筋収縮が生じない最大強度、刺激時間は30分間とし、毎日実施した。Sham群およびSNI群は、30分間の麻酔のみ行った。行動学的評価は、術後7日間にわたり行った。行動学的評価として、痛覚検査装置 (Ugo Basile, Italy) を使用し、左後肢のpaw pressure testを行った。術後3, 5, 7日に各群2匹ずつ灌流固定を行い、腰髄を採取した。その後、L4髄節の脊髄を取り出し、20 μ mに薄切した後、microgliaのマーカであるIba1, astrocyteのマーカであるGFAPにて免疫組織化学的に評価した。

【結果】SNI群では、術後1日目から7日目まで継続

して、機械的刺激に対する疼痛閾値の明らかな低下を認めた。TENS群では、SNI術後翌日には機械的刺激に対する疼痛閾値の低下を認めたが、術後2日目から7日目まで徐々に疼痛閾値の低下が抑制された。術後7日目の左側のL4脊髄後角におけるIba1陽性細胞およびGFAP陽性細胞は、SNI群に比べTENS群で減少していた。

【考察】神経障害性疼痛モデルに対するTENSの実施により脊髄後角のmicrogliaおよびastrocyteの発現が減少し、疼痛閾値の低下が抑制されていた。神経障害性疼痛モデルに対するTENSは、脊髄後角のグリア細胞の活性化を抑制した可能性が示唆され、今後は、その作用機序を検討する必要がある。

本研究の独創的な点 本研究の独創的な点は、神経障害性疼痛モデルマウスに対するTENSの効果を行動的評価にとどまらず、脊髄後角のグリア細胞を免疫組織化学的に検討した点である。

廃用性筋萎縮における筋毛細血管の退行性変化に対する荷重及びアスタキサンチン併用の効果

金指 美帆¹⁾ 藤田 直人¹⁾ 藤野 英己¹⁾

1) 神戸大学大学院保健学研究科

キーワード：筋萎縮・筋毛細血管退行性変化・アスタキサンチン・荷重

【はじめに】ギプス固定や長期臥床などの不活動では、骨格筋活動の低下に起因し、活性酸素種 (ROS) の産生が増大する。生体には過剰なROSに対して、スーパーオキシドジスムターゼ (SOD) 等の抗酸化防衛系が存在するが、産生されたROSがそれを上回ると酸化ストレスを生じ、筋萎縮や骨格筋内の毛細血管に退行性変化が誘発される。そこで、廃用性筋萎縮に対し、荷重負荷に抗酸化剤を投与することで過剰なROSを抑制し、効果的な運動療法を実施することが可能になると考えた。本研究では、廃用性筋萎縮の毛細血管退行に対して荷重負荷を実施し、同時に抗酸化作用のあるアスタキサンチン (Ax) を投与した治療による効果を検証した。

【方法】10週齢の雄性SDラット35匹を対照群、後肢非荷重群 (HU)、後肢非荷重 + Ax投与群 (HU+AX)、後肢非荷重 + 荷重群 (HU+Lo)、後肢非荷重 + Ax投与 + 荷重群 (HU+AX+Lo) の5群に区分した。Ax (50 mg/kg, 富士化学工業) は1日2回経口投与し、荷重は1日1時間とした。2週間の実験期間終了後、左ヒラメ筋を摘出し、蛍光造影剤を灌流後に右ヒラメ筋を摘出し、急速凍結した。左ヒラメ筋の横断切片を作製してATPase (pH4.2) 染色、ジヒドロエチジウム染色、コハク酸脱水素酵素 (SDH) 染色を実施した。また、造影剤を灌流した右ヒラメ筋は共焦点レーザー顕微鏡にて毛細血管の三次元構造を観察した。また、SOD1とPGC1 α タンパク質をウエスタンブロッティング法により測定した。全ての測定値は一元配置分散分析およびTukeyテストを用い、有意水準を5%未満として統計処理した。本研究は、所属機関における動物実験委員会の承認を得たうえで実施した。

【結果】ジヒドロエチジウムの強度は対照群、HU+AX群、HU+AX+Lo群と比較してHU群、HU+Lo群が有意に高値を示し、HU+Lo群と比較してHU群が有意に高値でありROSの産生が増加していた。SOD1はHU群が最も高く、続いてHU+Lo群、HU+AX群、HU+AX+Lo群の順に高くなった。ま

た、HU+AX+Lo群は毛細血管直径及び容積は、HU群、HU+Lo群、HU+AX群と比較して有意に高値を示した。さらにHU+AX+Lo群では、SDH活性が、HU群、HU+Lo群、HU+AX群と比較して有意に高値を示し、タイプI筋線維比率がHU群、HU+Lo群と比較して有意に高値を示した。PGC1 α の発現量はHU+AX+Lo群が有意に高値を示した。

【考察】荷重にAxを併用することで、骨格筋でのROSやSOD1の減少が観察され、廃用に伴う酸化ストレスの増加を抑制することが明らかとなった。また、Axは毛細血管直径、及び毛細血管容積の減少を抑制し、骨格筋内の毛細血管退行を予防することが示された。さらにHU+AX群やHU+AX+Lo群のSDH活性が高値を示し、PGC1 α 発現が増加したことから、萎縮筋でのミトコンドリア新生が促進され、ミトコンドリア代謝が活性化されたものと考えられる。その結果、萎縮に伴う速筋への移行が抑制され、毛細血管の退行が抑制されたものと推察される。

本研究の独創的な点 アスタキサンチンを併用した荷重負荷が、廃用性筋萎縮に伴う毛細血管退行に対する治療として有効な方法であることが明らかとなった。その結果、将来的にはサプリメントを併用したりハビリテーションへと発展できうる可能性が考えられる点。

肺高血圧症に対する運動は速筋の筋萎縮を惹起する

田中 雅侑¹⁾ 福留 千弥²⁾ 藤田 直人¹⁾ 藤野 英己¹⁾

1) 神戸大学大学院保健学研究科 2) 神戸大学医学部保健学科

キーワード：肺高血圧症・運動・筋萎縮

【はじめに】肺高血圧症では著明な活動制限を来す。本症に対する運動は運動耐容能の低下を改善させるとの報告がみられる。一方、本症に対する運動は肺動脈圧の上昇により右心室への過剰な負荷が誘因となり、筋萎縮を誘発する炎症性サイトカイン (e.g., 腫瘍壊死因子, TNF- α) が発現するとの報告もみられる。これらの報告から肺高血圧症への運動は右心室に過負荷を与え、骨格筋の萎縮を惹起する可能性が考えられる。そこで、本研究では肺高血圧症に対する運動が骨格筋に与える影響を遅筋及び速筋で検証した。

【方法】4週齢のWistar系雄ラットを対照群、肺高血圧症群 (PH群)、肺高血圧症に運動を行った群 (PHE_x群) の3群に区分した。肺高血圧症はモノクロタリンの腹腔内投与 (30mg/kg) によって惹起した。本モデルは、投与後2週間で肺高血圧症の症状を呈し、徐々に進行し、増悪するとされている。運動は投与後翌日から開始し、トレッドミル走行 (速度: 13.3m/min, 30分間/日, 5回/週) を4週間実施した。実験期間終了後、ヒラメ筋、前脛骨筋、及び心臓を摘出し、湿重量を測定した。得られた骨格筋試料は急速凍結し、10 μ m厚の横断切片を作製した後にATPase染色 (pH 4.5) を行った。ATPase染色の光学顕微鏡所見を用いて筋線維タイプ別の横断面積 (CSA) を測定した。また、体重に対する心重量比率を算出し、心肥大の指標とした。測定値の統計処理には一元配置分散分析とTukeyテストを用い、有意水準は5%未満とした。全ての実験は、所属機関における動物実験に関する指針に従い、動物実験委員会の許可を得たうえで実施した。

【結果】心重量比率は、PH群及びPHE_x群が対照群に比べて有意に高値を示し、PHE_x群はPH群に比べて高値を示した。ヒラメ筋の湿重量及び全ての筋線維タイプのCSAは対照群に比べて、PH群とPHE_x群は有意に低値を示した。一方、前脛骨筋の湿重量は対照群と比較して、PH群、PHE_x群は有意に低く、PHE_x群はPH群と比較しても有意に低値を示した。また、タイプI線維のCSAは各群間に有意な差はなかった

が、タイプIIA線維のCSAは対照群に比べてPH群とPHE_x群が有意に低値を示した。タイプIIB線維のCSAは対照群に比べて、PH群、PHE_x群は有意に低く、さらにPHE_x群はPH群と比較して有意に低値を示した。

【考察】肺高血圧症に対する運動は、遅筋であるヒラメ筋には影響を及ぼさなかったが、速筋である前脛骨筋に対しては萎縮を惹起させた。肺高血圧症における運動は右心室への負荷を増大することでTNF- α を過剰発現するとされている。本研究では運動に伴う心肥大を認めたため、運動により心臓への負荷が増大し、右心室でTNF- α が過剰発現していた可能性がある。また、TNF- α は速筋線維の異化作用への関与が大きいとされる。本研究では肺高血圧症に対する運動により特に速筋の筋萎縮が惹起される組織学的知見を得たことから、今後、TNF- α 等の炎症性サイトカインの検証を含めた検討が必要であると考えられた。

本研究の独創的な点 肺高血圧症に対する運動は、心臓に過度な負荷を与えるだけでなく、主として速筋の萎縮を惹起することを組織学的に明らかにした点で独創的であると考えられる。

有酸素運動が2型糖尿病に起因する骨格筋内毛細血管数の減少を 予防するメカニズムの検討

森藤 武^{1, 2)} 村上慎一郎^{1, 3)} 椎名 祥子⁴⁾
藤田 直人¹⁾ 近藤 浩代⁵⁾ 藤野 英己¹⁾

1) 神戸大学大学院保健学研究科 2) 関西医科専門学校理学療法学科 3) 姫路獨協大学医療保健学部理学療法学科
4) 兵庫県立リハビリテーション中央病院リハビリテーション科 5) 名古屋女子大学食物家政学部食物栄養学科

キーワード：2型糖尿病・毛細血管・VEGF

【はじめに】糖尿病は骨格筋内毛細血管数の減少を伴うと報告されている。これまで、2型糖尿病モデル動物を用いて、毛細血管/筋線維比 (C/F比) の減少を予防するには、継続的な有酸素運動が効果的であると報告した。しかし、そのメカニズムは十分検証されていない。そこで、2型糖尿病モデル動物に継続的な有酸素運動を実施し、代表的な血管新生促進因子である血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) の発現量を検討した。

【方法】2型糖尿病モデル動物として11週齢の雄性 Spontaneously Diabetic Torii ラットを使用し、非運動群 (DB) と運動群 (DBEx) に区分した。また、同一週齢の雄性 Sprague-Dawley ラットを用い、非運動群 (Con) と運動群 (Ex) を設定した。Ex群とDBEx群に対する運動は、トレッドミル走行 (速度 15m/min, 60分間) を週5回の頻度で、11週齢時点から25週齢時点までの14週間継続して行った。尚、運動前後にて乳酸値を測定し、本研究の運動が有酸素運動であり、2群間において有意差がないことを確認した。25週齢時点にて摘出した足底筋から12 μ m厚の横断切片を作製し、アルカリホスファターゼ染色を行い、深層におけるC/F比を算出した。また、ウェスタンブロッティング法により、足底筋におけるVEGFの発現量を測定した。得られた結果は一元配置分散分析を行い、post-hocテストはTukeyを用いた ($p < 0.05$)。本研究は所属機関における動物実験委員会の承認を得たうえで実施した。

【結果】DB群における足底筋深層のC/F比は、Con群に比べて24%減少し有意に低値を示した。一方、DBEx群のC/F比はDB群と比較し34%増加し有意に高値を示し、Con群、Ex群、DBEx群の3群間では有意差を認めなかった。DB群のVEGF発現量は、Con群と比較して42%減少し有意に低値を示した。一方、DBEx群では、DB群と比較して103%増加し有意に高値を示し、Con群、Ex群、DBEx群の3群間に

は有意差を認めなかった。

【考察】糖尿病におけるC/F比の減少にはVEGF発現の低下を伴うと報告されており、DB群においても同様の結果が生じた。一方、運動はVEGF発現の増加に伴い血管新生を促進することが知られており、DBEx群では、運動負荷の増加に伴う骨格筋における酸素不足への応答のため、VEGFがシグナル因子として働き血管新生を促進したと考えられる。しかし、Ex群において、C/F比及びVEGF発現の増加は認められなかった。本研究の負荷と同程度の運動を実施した先行研究において、糖尿病でない通常モデルのラットでは、C/F比及びVEGF発現の増加を認めておらず、本研究では、運動負荷が軽度であるためEx群のC/F比及びVEGF発現は増加しなかったと考えられる。

本研究の独創的な点 2型糖尿病に起因する骨格筋内毛細血管数の減少を予防するには有酸素運動が効果的であり、そのメカニズムにはVEGFが関与することを示唆した点。

タバコ煙溶液による肺気腫モデルの作製および組織学的検討

河田真之介¹⁾ 山崎 文香¹⁾ 西川 彰²⁾山上 拓³⁾ 宮田 浩文⁴⁾ 今北 英高¹⁾

1) 畿央大学 2) 帝京平成大学 3) 朋愛病院 4) 山口大学大学院

キーワード：肺気腫・動物モデル・タバコ煙溶液

【はじめに】これまでの肺気腫モデル作製には、タバコ煙環境にて3ヶ月以上暴露することで作製し、さらにその症状も弱いものであったと報告されている。そこで今回、比較的短期間で肺気腫（pulmonary emphysema：PE）症状を示す動物モデルを作製するため、タバコ煙を溶液とし、ラットの気管内へ噴霧投与することで、肺にタバコ煙成分を長期間貯留させる方法を試みた。また、作製したモデルに対して呼吸機能および生化学・組織学的観点から病態把握を行った。

【方法】対象を11週齢Wistar系雄性ラット8匹とし、生理食塩水投与群（以下、CTL群）、タバコ煙（CSS）溶液投与群（以下、PE群）の2群に各4匹ずつ無作為に振り分けた。タバコ煙溶液は、吸引ポンプにより計40本分のタバコ煙を30mlの生理食塩水にバブルさせることで作製し、ラット口腔より挿入した液体噴霧器（ペン・センチュリー社製）により噴霧投与を行った。投与期間はCTL群、PE群ともに19日間とした。なお、投与量は各50 μ l、投与回数は1日1回とした。

体重は飼育開始時点の10週齢から14週齢にかけて各週1回測定を行った。投与実験終了後、頸静脈より採血を行い、炎症所見である白血球数（WBC）を測定した。その後、腹腔麻酔下にてラットの頸部腹側にパルスオキシメーター（Mouse Ox Life Sciences社製）を装着し末梢血酸素飽和度（以下、SpO₂）を、気管内挿管したシリコンチューブおよび気流抵抗管（日本光電社製）にて呼気流速を測定し、安静時の1回換気量・換気時間をそれぞれ算出した。また、摘出した横隔膜にはSDS-PAGE電気泳動法を実施し、ミオシン重鎖（MHC）アイソフォーム構成比について分析した。

【結果】本研究により作製したタバコ煙溶液は吸光度267nmで0.983を示した。PE群、CTL群ともに体重の経時的増加がみられたが両群間に有意差は認められなかった。WBCにおいても、両群間に有意差は認められなかった。1回換気量はCTL群（1.7 \pm 0.3ml）に比べ、PE群（1.2 \pm 0.1ml）で有意に低値を示し（ $p < 0.05$ ）、呼気流速においても、CTL群（4.9 \pm 1.2ml/sec）に比

してPE群（3.0 \pm 0.6ml/sec）で有意な低下（ $p < 0.05$ ）が認められた。SpO₂においては両群間で有意差は認められなかった。また、病態を組織学的に評価するため、摘出した肺を肉眼観察した結果、PE群の肺は、CTL群と比較して明らかに肥大しており肺の過膨張が認められた。また、肺組織凍結切片をHematoxylin-Eosin染色法にて染色し、顕微鏡下で観察したところ、肺胞壁破壊による肺胞の拡張が認められた。横隔膜筋線維では遅筋線維であるMHC1が増加傾向を示した。

【考察】今回作製した肺気腫モデルでは一部で肺の過膨張や肺胞の拡張を認めた。これは、タバコ煙溶液に含まれるニコチンやカドミウムといった有害物質が肺胞の上皮細胞に作用し傷害を与えた結果であると考えられ、このことで末梢気道の弾性収縮力低下や肺コンプライアンス値の増大をもたらし、1回換気量、呼気流速の有意な減少に繋がったと考えられる。一方で、全個体においてWBCや体重で変化を認めなかったこと、肺組織変化に個体差がみられたことから、本モデルでの課題も挙げられた。今後は、タバコ煙溶液の濃度や投与量を詳細に設定し、さらにモデルとして確立できるよう研究を重ねていく。

本研究の独創的な点 今回作成を試みたモデルは、20日間という短期間でのCOPD様症状、特に肺気腫症状を示す新しい動物モデルである。これは短期間でこの分野への基礎的知見を提供できるため、大きな意義を持つと思われる。今後は、呼吸の主動作筋である横隔膜のより詳細なミオシン重鎖アイソフォーム分析や、それらを支配する神経線維や神経筋接合部の形態学的変化や毛細血管支配率など本モデルのさらなる解析を通して、COPDの病態メカニズムの解明および新たな運動療法の開発の一助として役立つと考える。

同じ肢位を異なる運動経路で通過する場合の、肩関節運動における 体幹協調パターンの解析

鳴尾 彰人¹⁾ 若竹 雄治²⁾ 吉見 拓²⁾ 西下 智²⁾
家門 孝之²⁾ 川淵 美紀³⁾ 白銀 暁⁴⁾ 吉田 直樹^{2, 5)}

1) 篤友会リハビリテーションクリニック 2) 関西リハビリテーション病院 3) 坂本病院
4) 埼玉県立大学 5) リハビリテーション科学総合研究所

キーワード：肩関節・体幹・協調運動・三次元動作解析・運動経路

【はじめに】肩関節は経路が異なる運動の最中で同じ肢位を通過する場合がある。例えば、基本肢位から肩を90度屈曲した肢位は、上腕が矢状面内を動く時にも、水平面内を動く時にも通過する。さらに、基本平面から外れた運動で通過するケースもある。我々は肩関節運動時の体幹の協調的運動について、3次元角度計測に基づいて測定し、分析を行なっている。今回は上腕が同じ肢位を異なる経路で通過したケースで、体幹の協調運動に何か一定のパターンがあるかどうかを、これまで計測した健常者データから解析したので報告する。

【方法】対象は肩に既往のない健常成人男性12名（23～35歳）。各被験者右肩で測定した。座位で様々な方向に肩関節を動かすタスクを行った。体幹は固定せず、体幹に対する動きも指示せず、被験者の自由に任せた。被験者の上腕部と胸骨部にセンサを取り付け、その3次元姿勢の変化を磁気式装置（Polhemus社 PATRIOT）を用いて計測した。被験者の身体外部の座標系における上腕長軸方向と、胸骨センサを基準とした座標系における上腕長軸方向を算出した。後者は肩の運動を表し、前者はそれに体幹の運動が加わった結果を表す。後者の方向を基準とした前者の方向との相違、すなわち体幹の運動による上腕方向の変化を、以下では体幹分変化と呼ぶ。各被験者の計測結果から、経路の異なる運動中に同じ肢位を経過している部分（異経路共通肢位）を探し、解析した。計測、解析、可視化には、MATLAB（MathWorks社）を用いた。

【結果】全被験者に共通する異経路共通肢位として、次の4点があった。肢位Aは屈曲伸展方向への運動とぶん回し運動との交差点、肢位B、肢位Cは水平内外転方向への運動とぶん回し運動との交差点、肢位Dは屈曲伸展方向の運動と水平内外転方向のとの交差点であった。肢位A、Dでは、運動タスクに関わらず全被験者で体幹分変化の方向に一定の傾向が認められた。

肢位Bでは水平内転方向の体幹分変化が一定であった被験者が7名、肢位Cでは7名の被験者が水平内転方向の体幹分変化が一定であった。各肢位における体幹分変化の大きさは肢位Aが平均 28 ± 7.8 度、肢位Bが平均 23 ± 10.4 度、肢位Cが平均 20 ± 11.0 度、肢位Dが平均 21 ± 5.4 度であった。運動タスク間の体幹分変化の差は肢位Aが平均 7 ± 7.4 度、肢位Bが平均 12 ± 8.0 度、肢位Cが平均 8 ± 6.7 度、肢位Dが平均 5 ± 4.1 度であった。

【考察】今回調べた範囲内では、肢位A、Dでは異なる運動経路でも、体幹分変化の方向が一定であり、肢位B、Cにおいては、体幹分変化の方向にばらつきが確認された。これらのことから、運動範囲全域のなかで、異なる上肢の運動方法において体幹分変化に共通性のある範囲とそうでない範囲があることが示唆された。ただし、今回は少数の共通肢位での解析しかできていないので、この結果が運動範囲全域の中で、パターン化されるものであるかは今後さらに研究が必要である。

本研究の独創的な点 肩関節の運動経路に着目し、三次元角度計測に基づいた測定から上腕の運動に伴う体幹の協調運動を分析した。運動経路を時系列で表現し、運動範囲内でどのように体幹が協調的に働いているのか表現できた点に本研究の独創性がある。

転倒回避動作における高齢者に特有の複数回ステップ動作の発生と 外側広筋筋活動様相との関係

越智 亮¹⁾ 大竹 卓実²⁾ 阿部 友和¹⁾ 山田 和政¹⁾

1) 星城大学リハビリテーション学部 2) 山田病院リハビリテーション科

キーワード：高齢者・転倒・ステップ・筋活動

【はじめに】つまずき等が生じた後、我々は下肢を踏み出すこと（以下、ステップ）で転倒を回避するが、高齢者では一回のステップで身体を支えきれず、しばしば複数回ステップが出現する。複数回ステップは着地後の不安定さにつながり、加齢変化による下肢筋力の減少などに起因する。転倒回避のステップ着地時、身体を支えるために強く素早い膝伸展筋力発揮が求められるが、高齢者は加齢変化に伴って最大筋力も素早く筋力を発揮する能力も減少する。研究目的は、高齢者の前方転倒回避ステップを実験的に誘発し、複数回ステップが出現するメカニズムを外側広筋筋活動様相から明らかにすることである。

【方法】75歳以上の高齢者19名（女性16名）を対象とした。ステップの評価は被験者の背部を体重の20%の力で牽引した状態で身体を前傾させておき、牽引が離れてから下肢を一步前に踏み出させる動作とした（Tether-release法）。一回のステップで転倒回避できた者をSS群（single steppers）、着地後2回以上のステップが生じた者をMS群（multiple steppers）とした。牽引が解かれてから踏み出し脚の踵が離地するまでの反応時間、ステップ長（身長で正規化）、ステップ速度を計測した。踏み出し脚の接地後0.5秒後までの外側広筋（以下、VL）のピーク筋活動量（最大筋力% MVC）、および接地後からVL筋活動振幅が最大値に達するまでの時間であるステップピーク潜時も測定した。MS群は一回目のステップを上記計測対象とした。さらに、最大等尺性膝伸展筋力を徒手筋力計で計測（% WBI）し、その際、被験者に可能な限り素早く膝屈曲60°位から膝伸展を行わせ、VL筋電図を導出した。得られた筋電図波形の筋活動の立ち上がりから最大振幅の50%振幅に達するまでの時間である膝伸展50%ピーク潜時を計測した。SS群とMS群の上記パラメータをt検定で比較した。

【結果】SS群は男性3名含む9名、MS群は全て女性10名で、年齢、身長、体重に差はなかった。SS群 vs MS群のt検定の結果、ステップ時の反応時間（300ms

vs 272ms）、VLピーク筋活動量（92.3±22.5% vs 96.5±23.2%）、ステップピーク潜時（48±10ms vs 62±20ms）に有意差を認めなかった。一方、最大等尺性膝伸展筋力（46.1±16.7% vs 30.0±9.5%）、膝伸展50%ピーク潜時（137±41ms vs 242±102ms）、ステップ長（34.6±6.7% vs 23.5±5.6%）、ステップ時間（304±43ms vs 242±50ms）、ステップ速度（1.78±0.27m/s vs 1.44±0.28m/s）に有意差を認めた（全てp<0.05）。

【考察】MS群はステップ速度低下を補償するために、ステップ長を短くし、短い時間で下肢を接地させる戦略をとったと考える。MS群はSS群よりも膝伸展筋力が低下しており、50%ピーク潜時の結果から、素早く筋力を発揮させる能力も低下していると考えられる。ステップ長の増加に伴って床と足部の間で生じる衝撃力が増大するという報告と本研究結果を考え合わせると、MS群はステップ長を短くすることで足部に加わる衝撃力を減少させ、瞬時に発揮する膝伸展筋力を少なくし、複数回ステップを行うことで膝伸展筋の負荷を分散させている可能性がある。

本研究の独創的な点 転倒回避動作において高齢者に特徴的な複数回ステップ発生の要因を筋電図学的に検討した点

ラットを用いた頸髄慢性圧迫モデルの行動学的変化と病理組織像

久保田雅史¹⁾ 小林 茂²⁾ 松尾 英明¹⁾ 嶋田誠一郎¹⁾
竹野 建一²⁾ 宮崎 剛²⁾ 中嶋 秀明²⁾ 内田 研造²⁾ 馬場 久敏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

キーワード：脊髄・慢性圧迫・ラット・行動学的評価・病理組織像

【はじめに】慢性脊髄圧迫障害での脊髄症の病態では、脊髄への持続的な機械的圧迫による神経組織の構造的脱落や髄内血流障害などが深く関与している。脊髄慢性圧迫病態は急性脊髄損傷と異なり脊髄の可塑性も同時に観察されるが、それらの両面的な病態や可塑性の機序には未だ不明な点が多い。本研究では、ラットの成長に伴い非常に慢性的に脊髄を圧迫していく脊柱管狭窄モデルを作成し、運動及び感覚機能、MR像、および脊髄の病理組織学的変化を検討した。

【方法】脊髄慢性圧迫モデルの作成には、生後4週齢のSprague-Dawleyラット27匹を使用した。ネンプタール腹腔麻酔下に第4頸椎の椎体腹側にプラスチックプレートを設置し、頸椎全周に亘ってポリエチレン糸を締結しこれをモデル群とした(n=14)。対照群(n=13)では締結後にプレート及びポリエチレン糸を取り除き、両群ともにケージ内で1年間飼育した。モデル作成3・6・9・12カ月後に運動及び感覚機能評価を行い、またモデル作成3・6・12カ月後にはMR像を撮影した。モデル作成1年後には圧迫レベル頸髄のNissl染色標本を作成し、病理組織学的検討を行った。

【結果】モデル作成1年後までの生存率は、モデル群と対照群でそれぞれ76.9%と71.4%であった。トレッドミルで評価した歩行の最大速度は6カ月後までは二群間で差はなかったが、モデル群では9カ月目以降で歩行速度が低下傾向を示し、12カ月後では有意にそれが低下していた。感覚検査では実験後9カ月後までは二群間に有意な差を認めなかったが、12カ月後ではモデル群で感覚鈍麻が認められた。MR像では実験モデル作成6カ月後から脊柱管狭窄に伴う脊髄の扁平化が認められ、1年後では脊髄横断面積は対照群の74%にまで低下していた。モデル作成1年後の頸髄の病理組織像では、白質で軸索の脱髄や空胞化が顕著にみられ、灰白質の前角は著しく扁平化し、モデル群での前角細胞数は対照群に比べて67.1%に有意に減少していた。

【考察】以上の結果から、我々が作成したモデル群は

慢性的に緩徐に頸髄が圧迫され、運動機能障害や感覚障害が脊髄圧迫の開始から遅れて出現しており、ヒト頸髄慢性圧迫病態の特徴が再現できていることから、頸髄症の病態解明に使用できる有用なモデルとなり得ると考えられた。

本研究の独創的な点 脊柱管内操作を加えることなく、成長に伴った脊髄慢性圧迫病態モデルは今まで作成されておらず、さらに脊髄慢性圧迫病態の病理組織学的評価と行動学的評価をともに検証した研究は今までにない。病態解明や、リハビリテーションなどの治療効果を検証していくには非常に有用で独創的な病態モデルであると考えられる。

膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす生体力学的影響 －性差による影響－

中山 善文^{1, 2)} 金井 章²⁾ 長尾 恵里³⁾ 角谷 幸宏¹⁾ 小山 佳祐¹⁾
福島 恭平¹⁾ 杉浦 紳吾⁴⁾ 谷口 裕樹⁴⁾ 米川 正洋⁵⁾ 石原 正博⁶⁾

1) 光生会病院リハビリテーション科 2) 豊橋創造大学大学院健康科学研究科
3) 豊橋整形外科向山クリニックリハビリテーション科 4) 赤岩病院リハビリテーション科
5) 光生会病院整形外科 6) 東名ブレース株式会社

キーワード：膝関節伸展制限・変形性膝関節症・三次元動作解析

【はじめに】膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす生体力学的影響を検討し、さらに性差により違いが生じるか否かを検討した。

【方法】対象は健常成人20名20膝（男性10名、女性10名）で、対象肢は利き足（ボールを蹴る側の下肢）とした。方法は、膝関節伸展のみを制限する角度調節可能な軟性装具（東名ブレース株式会社と共同作製）を着用させ、左右均等に荷重した立位姿勢において、制限なし（以下、free群）と、膝関節伸展角度を -10° （以下、10群）、 -20° （以下、20群）、 -30° （以下、30群）、 -40° （以下、40群）に制限した状態の5条件にて10mの自由歩行を行った。歩行は、Plug-In-Gaitのマーカセットにて、三次元動作解析装置VICON MX（Vicon Motion Systems社製）と床反力計OR6-7（AMTI社製）を用いて計測した。得られた計測結果から歩行時の下肢関節角度及びモーメントを算出し、荷重応答期、立脚中期、立脚終期における各群の比較検討を行った。統計処理には、一元配置分散分析後、多重比較検定を行い、5%未満を有意水準とした。なお、本研究は豊橋創造大学生命倫理委員会にて承認されており、対象者へは本研究の主旨を説明し、同意を得ている。

【結果】膝関節伸展制限装具装着による歩行時の膝関節最大伸展角度は、男性でfree群 $-1.4 \pm 5.3^{\circ}$ 、10群 $-2.5 \pm 5.3^{\circ}$ 、20群 $-5.6 \pm 5.6^{\circ}$ 、30群 $-10.0 \pm 9.3^{\circ}$ 、40群 $-13.6 \pm 9.3^{\circ}$ であり、女性でfree群 $-1.8 \pm 3.2^{\circ}$ 、10群 $-4.2 \pm 3.4^{\circ}$ 、20群 $-6.3 \pm 3.7^{\circ}$ 、30群 $-10.9 \pm 5.5^{\circ}$ 、40群 $-16.9 \pm 8.6^{\circ}$ であり、規定した角度の約4割程度の制動が可能であった。膝関節伸展制限の増加に伴い、荷重応答期では膝関節内反角度の増加及び股関節内旋角度の減少を認めた。内反モーメントにおいては膝関節伸展制限の増加に伴い、女性で増加、男性で減少する傾向にあったが有意差は認めなかった。立脚終期では、膝関節伸展制限の増加に伴い、伸展モーメントが減少し、屈曲モーメントが持続した。

【考察】膝関節屈曲位では側副靭帯が弛緩するとされており、膝関節内反角度が増加しやすいと考えられる。Sharmaらは内外反動揺性が変形性膝関節症（以下、膝OA）の発症の危険性を増加させると述べており、木村らは歩行時のlateral thrustは、膝関節内反運動と関連していると述べている。つまり、膝関節伸展制限下での歩行は膝関節内反角度が増加し、これが膝OAの発症や進行に関与することが示唆された。さらに、荷重応答期において、男性では股関節内旋角度の減少を認めたことから、股関節回旋角度が内反モーメントに影響を及ぼす可能性が考えられた。また、膝関節伸展制限により、立脚終期では床反力ベクトルが膝関節の後方を通るため、屈曲モーメントが生じると考えた。それにより、立脚期にわたり屈曲モーメントが持続することで、膝蓋大腿関節への負担も増大することが示唆された。

本研究の独創的な点 膝関節伸展のみを制限する装具を着用させ、膝関節伸展制限のみの影響を検討したこと。

膝関節伸展制限が膝OAの発症や進行に関与しているかを検討することで、膝OAの発症の抑制や進行の予防に貢献できると考えている

運動開始位置の知覚が目標到達課題における運動距離の計画に及ぼす影響

長畑 啓太¹⁾ 金子 文成²⁾ 柴田恵理子¹⁾

1) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科 2) 札幌医科大学保健医療学部理学療法学第二講座

キーワード：視覚・固有感覚・目標到達課題・運動開始位置

【はじめに】ヒトは目標到達課題を行う際に、運動開始位置と目標位置を視覚情報や固有感覚情報から得て、運動の距離や方向を予測し、運動を計画している。しかし、視覚と固有感覚のどちらが、運動距離の計画に優位に寄与するかは明らかではない。そこで本研究では目標到達課題を用い、運動距離を計画する上で視覚情報と固有感覚情報のどちらが優位に寄与するかを明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健康な成人15名とした。被験者には、運動開始位置において固有感覚と視覚に様々な介入を行った上で、出来るだけ速い速度で右肘関節伸展運動を行わせた。課題として、運動開始位置における固有感覚情報を基に運動を行うよう教示する固有感覚課題と、視覚情報を基に運動を行うよう教示する視覚課題を実施した。固有感覚への介入として、運動開始前、上腕三頭筋に振動刺激を3秒間加えた。この振動刺激により実際には動いていないにも関わらず、肘関節が屈曲しているように知覚する。視覚への介入として、運動開始位置を視覚的に提示しない条件と、上肢の上に設置したアクリル板に光を投射し、手の位置を提示する条件を設定した。手の位置を提示する条件ではさらに、実際の手の位置に光を投射する条件と、実際の手の位置よりも肘関節伸展方向にずれた位置に光を投射する条件（視覚誤差）を設定した。このような介入を組み合わせ、固有感覚課題では、視覚なし-振動なし、視覚あり-振動なし、視覚誤差-振動なし、視覚なし-振動あり、視覚あり-振動あり、視覚誤差-振動ありの6条件を設定した。視覚課題では、視覚あり-振動なし、視覚誤差-振動なし、視覚あり-振動あり、視覚誤差-振動ありの4条件を設定した。目標到達課題中の肘関節伸展角度を記録して到達角度を測定し、目標角度と到達角度の恒常誤差を算出した。統計学的手法として、課題毎に各条件間の恒常誤差を、Bland-Altman分析を用いて解析し、加算誤差の有無を確認した。

【結果】固有感覚課題では、視覚なし-振動なし条件と視覚あり-振動なし条件の恒常誤差に加算誤差が

あった。さらに視覚あり-振動なし条件と視覚誤差-振動なし条件の恒常誤差の間にも加算誤差があった。また、視覚課題では視覚あり-振動なし条件と視覚誤差-振動なし条件の恒常誤差の間にも加算誤差があった。

【考察】本研究では目標到達課題を行う際に、視覚情報による運動開始位置の提示の仕方と振動刺激の有無を変え、目標位置と到達位置の誤差を測定した。その結果、固有感覚課題では運動開始位置における固有感覚情報を使用するよう指示したにも関わらず、視覚提示方法を変えることにより恒常誤差に加算誤差を認められた。一方で、視覚課題では運動開始位置における視覚情報を使用するよう指示した結果、振動刺激を加えても恒常誤差に加算誤差を認めなかった。このように固有感覚課題では、固有感覚情報だけでなく、視覚情報も運動距離の計画に寄与するが、視覚課題では視覚情報のみが運動距離の計画に寄与することが示された。以上より、運動距離の計画にはヒトが意識する、しないに関わらず視覚情報が固有感覚情報よりも強く寄与することが示唆された。

本研究の独創的な点 視覚情報と固有感覚情報のどちらも実際の位置からずらすことによる運動距離の変化を検討し、運動距離の計画に優位に寄与する感覚情報を明らかにした点。

異なる立位姿勢における圧中心の移動軌跡の特徴について — タンデム立位及びステップ立位の比較 —

鈴木 誠¹⁾ 村上 賢一¹⁾ 木幡 修²⁾ 白井 琴美³⁾

神保 良平⁴⁾ 田村 美那⁴⁾ 千葉はるか⁴⁾ 中村 恵美⁵⁾ 藤澤 宏幸¹⁾

1) 東北文化学園大学医療福祉学部リハビリテーション学科 2) わたり病院 3) 岩切中央クリニック
4) 北福島医療センター 5) 青森慈恵会病院

キーワード：タンデム立位・ステップ立位・圧中心・標準偏差・足関節

【はじめに】片脚立位は、主に足関節と足部の回内・回外運動によって姿勢制御されていることがこれまでに明らかにされている。タンデム立位やステップ立位はバランス能力の評価に用いられるが、その制御方法については十分に解明されていない。そこで本研究の目的は、タンデム立位及びステップ立位の圧中心（以下、COP）の移動軌跡に注目し、その制御の特徴を明らかにすることである。

【方法】対象は健常成人24名（男性11名、女性13名、年齢 21.2 ± 0.8 歳）とした。測定姿勢は左足を前方（以下、前方足）、右足を後方（以下、後方足）に配置したタンデム立位及びステップ立位とした。ステップ立位のスタンス幅は肩幅を基準とした。両足それぞれの第二趾と踵骨隆起とを結んだ直線の間の距離をスタンス幅と定義し、肩幅の0%、20%、40%、60%、80%、100%となるように立位姿勢（スタンス幅0%がタンデム立位、20%以上がステップ立位）を設定した。測定条件は裸足とし、両上肢は体幹から離れないよう背部で組み、3m前方の黒点を注視しながら、圧分布測定装置（プレダスMD-1000、アニマ社）上で20秒間静止姿勢を保持した。サンプリング周波数は100Hzとした。静止姿勢から得られたCOPの前後・左右成分の時系列データについて標準偏差を算出した。統計解析にはR for Windows (R2.4.1) を用い、COP前後・左右成分の標準偏差を従属変数、6条件のスタンス幅を因子とした一要因の分散分析を用いた。また、6条件のスタンス幅の比較にはTukeyのHSD検定を用いた。有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】タンデム立位の前方及び後方足COPは、ともに前内側から後外側への斜め方向の移動軌跡を示した。また、合成COPでは特定のパターンは見られなかった。ステップ立位ではスタンス幅が拡大するにつれ、前方及び後方足ともに斜め方向から前後方向への移動軌跡に変化し、振幅も減少した。また、合

成COPはスタンス幅が拡大するにつれ振幅が次第に減少し、中心域が密になる移動軌跡を示した。一方でCOP前後・左右成分の標準偏差については、合成COPはタンデム立位が最も大きく（前後成分 0.78 ± 0.40 、左右成分 0.49 ± 0.18 ）、ステップ立位との間に有意差を認めた（ $p < 0.01$ ）。また、前方及び後方足について見ると、タンデム立位が同様に最も大きく（前方足前後成分 0.92 ± 0.34 、左右成分 0.53 ± 0.18 、後方足前後成分 0.69 ± 0.27 、左右成分 0.51 ± 0.22 ）、次いでスタンス幅20%、40%の順に値は小さくなり有意差を認めた（ $p < 0.01$ ）。しかし、それより拡大したステップ立位（スタンス幅60%、80%、100%）では相互に有意差を認めなかった。

【考察】前方及び後方足COPの移動軌跡の結果から、タンデム立位には片脚立位のような足関節と足部の回内・回外運動が両足で求められ、それが対側相反動作として両足で協調（Interlimb-coordination）する必要があると考えられる。一方ステップ立位では、前方及び後方足のCOP前後・左右成分の標準偏差がスタンス幅40%以降相互に有意差を認めなかった。これは、スタンス幅40%付近まではタンデム立位に類似した方法で姿勢制御を行っているが、それより拡大すると両下肢の荷重割合でCOPを制御していると考えられる。**本研究の独創的な点** タンデム立位及びステップ立位の保持には、足関節と足部の運動によるCOPの制御が重要である。しかし、支持基底面の違いによって両足がどのように協調しているのか不明な部分が多い。これらが明確になれば、バランス評価やトレーニングへの臨床応用が可能であると考えられる。

筋感覚情報と運動イメージが統合される機序に関する基礎的研究

柴田恵理子^{1, 2)} 金子 文成³⁾

1) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科 2) 医療法人社団篠路整形外科

3) 札幌医科大学理学療法学第二講座

キーワード：筋感覚・運動イメージ・自己運動錯覚・腱振動刺激

【目的】運動感覚の生成に関して、筋からの感覚入力(感覚入力)と運動イメージに着目した報告が散見される。そして運動感覚の生成には、動筋・拮抗筋関係にある筋からの感覚入力が演算されること、並びに感覚入力と運動イメージが統合されることが個別に示されてきた。しかし、複数筋からの感覚入力の演算と運動イメージとが統合されるかどうか、及び統合された場合にどのような運動が知覚されるかは明らかでない。本研究ではその点を解明することを目的とした。

【方法】健康な成人11名を対象とした。左手関節掌屈筋・背屈筋の腱に振動刺激を行い、同時に運動イメージを行わせた。腱振動刺激を行うと、主に筋紡錘のIa群線維が発火し、実際には関節運動が生じていないにも関わらず、あたかも刺激された筋が伸張した方向へ関節運動が生じたように運動感覚を知覚する。そして動筋・拮抗筋を同時に刺激すると、より高い周波数で刺激された筋が伸張される方向へ運動を知覚する。さらに両筋を同周波数で刺激すると運動を知覚しない。この原理を利用し、両筋をそれぞれ片側ずつ70, 40Hzで刺激する4条件(片側刺激)、両筋の周波数の差が70, 40Hzとなるよう片側に110Hzと40Hz, 95Hzと55Hzを組み合わせて刺激する4条件(両側刺激)、さらに両筋を同周波数で刺激する条件(同周波数刺激)を設定した。イメージさせる運動は手関節掌屈とした。刺激中に運動イメージを行う条件と行わない条件を設定した。刺激終了後に刺激中に知覚した運動を同側で行わせ、手関節角度を記録した。過去の報告に基づき、得られたデータから角速度を算出し、運動錯覚強度を表す指標とした。統計学的解析として、片側・両側刺激では運動イメージの有無と周波数を要因とした二元配置分散分析を行った。さらに腱振動刺激のみでは運動を知覚しない場合における運動イメージ効果を検出するため、同周波数刺激では運動イメージの有無を要因とした対応のあるt検定を実施した。

【結果】運動イメージを行うことで、片側・両側刺激ともに掌屈方向へ角速度の平均値が増大し、背屈方向

への角速度の平均値が減少した。統計学的解析の結果、片側・両側刺激ともに運動イメージの有無に有意な主効果があった。同周波数刺激では、運動イメージを行わなかった場合に知覚した運動の角速度は非常に小さかったが、同時に運動イメージを行うことで掌屈方向への角速度が有意に増大した。

【考察】本研究で用いた角速度は運動錯覚強度を示す指標であり、この強度と腱振動刺激に伴う求心性入力には正の比例関係にある。本研究では、片側・両側刺激ともに運動イメージを行うことによって掌屈方向への角速度が増大し、背屈方向への角速度が減少した。このことから運動イメージを行うことにより、感覚入力のみの場合と比較して、掌屈方向への運動を知覚する入力が相対的に増大したような運動を知覚したことが示唆される。さらに、運動イメージを行わない場合に運動を知覚しないような刺激条件下においても、同時に運動イメージを行うことでイメージした方向への運動の知覚が惹起された。従って、本研究で生成された運動感覚は、感覚入力の演算と運動イメージが統合された結果として知覚されたものであることが示唆された。

本研究の独創的な点 これまで、知覚と運動出力のメカニズムは別々のメカニズムとして検討されてきた。本研究では、知覚や運動出力が統合した結果としての知覚メカニズムを検討するという点が独創的であると考える。

他動運動が一次運動野の興奮性に及ぼす影響

菅原 和広^{1,2)} 大西 秀明^{1, 2)} 小島 翔²⁾ 桐本 光^{1, 2)} 田巻 弘之^{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

キーワード：他動運動・経頭蓋磁気刺激・一次運動野興奮性・長潜時求心性抑制

【はじめに】他動運動直後には一次体性感覚野が活動しているとの報告と、一次体性感覚野だけでなく一次運動野も活動しているとの報告があり一致した見解が得られていない (Xiang 1997, Lang 2001, Alary 2002). そこで本研究では経頭蓋磁気刺激装置を用い、示指の他動運動が一次運動野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】対象は健常成人男性5名 (23.6±3.2歳) であり、事前に実験内容を説明し同意を得た. 他動運動と経頭蓋磁気刺激を組み合わせ、右第一背側骨間筋より運動誘発電位 (MEP) を計測した. 磁気刺激には8の字コイルを使用し、左一次運動野手指領域を刺激した. 刺激強度は安静時に1 mVのMEPが10回中5回誘発される強度に設定した. 他動運動刺激と磁気刺激の刺激間隔 (ISI) は、先行研究と我々が過去に行った脳磁図実験データを参考にし、示指先端が動いた後35ms, 90ms, 180msとした. それぞれのISIでの刺激は、磁気刺激のみのコントロール刺激15回と他動運動と磁気刺激を組み合わせた刺激15回をそれぞれランダムに行った. MEPの振幅値は得られたMEPの最大振幅と最小振幅を除いた13回を加算平均し算出した.

【結果】他動運動時のMEP振幅は、ISIが35msでは1.10±0.28mV, 90msでは1.10±0.62mVであり、それぞれコントロール刺激と比べ有意な変化は見られなかった. 一方、ISIが180msの場合は0.47±0.18mVであり、コントロール時 (0.98±0.11mV) に比べて有意に小さくなった.

【考察】本研究では、他動運動から磁気刺激の間隔が180msの場合にのみMEP振幅が低下した. 正中神経刺激時には刺激後20msから200msまでの間で一時的に一次運動野の興奮性が抑制されることが明らかになっているが、他動運動刺激の場合は、運動開始後20ms付近での短潜時求心性抑制は認められず180ms付近でのみ長潜時求心性抑制が認められることが明らかになった.

本研究の独創的な点 本研究において他動運動刺激と

磁気刺激の刺激間隔が180ms付近でのみ求心性抑制が認められることを明らかにした. 他動的な関節運動直後に経頭蓋磁気刺激を行い、他動運動が脳皮質一次運動野の興奮性に及ぼす影響を解明しようとした点が独創的である.

高齢者におけるバランス運動が海馬シナプス退行の抑制に与える影響 — 老化促進モデルマウスを用いた検証 —

前島 洋¹⁾ 金村 尚彦²⁾ 西川 裕一³⁾ 国分 貴徳²⁾ 高柳 清美³⁾

1) 帝京科学大学医療科学部 2) 埼玉県立大学保健医療福祉学部
3) 埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科

キーワード：運動・老化・海馬・NMDA受容体

【はじめに】超高齢化社会を迎えた今日、高齢者の健康促進、退行抑制を目的とする様々な取り組みが盛んに行われている。特に高齢者の転倒予防を目的にバランス機能の改善を意図した運動は多くの介入において取り入れられている。一方、運動は、中枢神経系、特に記憶の中枢である海馬における brain derived neurotrophic factor (BDNF) をはじめとする神経栄養因子の発現を増強し、アルツハイマー病を始めとする退行疾患に対する抑制効果が期待されている。そこで、本研究の目的は、高齢者の運動介入において広く取り入れられる低負荷なバランス運動介入が記憶・学習の中枢である海馬における神経受容体の発現修飾に与える影響について、高齢モデル動物を用いて実験動物学的に検証することであった。

【方法】老化促進モデルマウス28匹を①成体・対照群、②成体・運動群、③高齢・対照群、④高齢・運動群の4群（各群7匹）に群分けした。実験開始時における週齢は成体で10週齢、高齢で44週齢であった。運動介入のバランス運動として、マウスの運動協調性の試験としても用いられるローターロッド運動（25rpm, 15分間）を週3回の頻度で4週間課した。介入終了後、採取した海馬をホモジェナイズしてRT-PCRのサンプルとし、リアルタイムPCR法に基づく定量的PCRのためのcDNAを作成した。ターゲット遺伝子として、BDNFとその受容体であるTrkB、海馬における主要な神経受容体であるグルタミン酸作動性NMDA受容体の各サブユニット（NR1, NR2A, NR2B）の発現を β -actinを内部標準遺伝子として比較Ct法により同定した。統計解析として2元配置分散分析法を用いて、老化と運動介入の効果について検証し、交互作用が認められた場合には、水準ごとに1元配置分散分析を行った。尚、本研究は埼玉県立大学動物実験委員会の承認のもとで行われた。

【結果】TrkB, NR1, NR2Bの発現について、2元配置分散分析における老化あるいは運動介入の主効果が

認められたが、いずれも交互作用が認められた。1元配置分散分析の結果、高齢・対照群におけるTrkB発現レベルは成体・対照群よりも有意に低下していたが、高齢マウスに関してのみ運動介入による有意な発現増強が認められ、高齢・運動群は成体・運動群と同等の発現レベルであった。同様の効果がNMDA受容体サブユニットNR1およびNR2Bについても確認された。BDNFおよびNMDA受容体NR2Aについては、老化および運動介入の何れの効果も認められなかった。

【考察】本研究の結果、海馬の主要な神経受容体であるNMDA受容体（NR1, NR2Bサブユニット）は老化により発現レベルが有意に低下していたが、低負荷なバランス運動により、成体レベルまでmRNAレベルではあるが、発現レベルが増強されることが確認された。また、BDNFの発現レベルへの修飾は認められないものの、その受容体TrkBの発現レベルの修飾もNMDA受容体における修飾と相同していた。これらの所見から、広く高齢者の運動介入に取り入れられている有酸素効果を意図しない低負荷なバランス運動が、高齢者の運動機能のみならず、海馬におけるシナプス退行の抑制を通して、記憶・学習機能の維持に対しても有効に作用することが期待された。

本研究の独創的な点 低頻度の低負荷バランス運動が高齢マウス海馬シナプスにおける神経受容体発現を増強することを明らかにした点

不動による関節包の線維化の発生状況についての組織学的手法を用いた検討

佐々部 陵¹⁾ 後藤 響¹⁾ 坂本 淳哉²⁾

本田祐一郎³⁾ 片岡 英樹^{3, 4)} 中野 治郎¹⁾ 沖田 実³⁾

- 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 2) 長崎大学病院リハビリテーション部
3) 長崎大学医歯薬学総合研究科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

キーワード：不動・関節包・コラーゲン線維・線維化

【はじめに】先行研究によれば、関節包は拘縮の責任病巣の一つとして重要であり、その病態メカニズムには関節包を構成するコラーゲン線維の増生やその密生化に起因した線維化の発生が関与するとされている。しかし、拘縮発生時の関節包の線維化の発生状況を詳細に調査したデータは少なく、特に拘縮の進行に伴う変化は明らかになっていない。そこで、本研究では、不動化したラット膝関節の組織学的検索を通して、関節包の線維化の発生状況を縦断的に調査した。

【方法】実験動物には、12週齢のWistar系雄性ラット33匹を用い、無作為に両側股・膝関節最大屈曲位、足関節最大底屈位にてギプス包帯で1・2・4週間不動化する不動群（各5匹、計15匹）と週齢を合致させるために13・14・16週齢まで通常飼育する対照群（各6匹、計18匹）に振り分けた。実験開始時および終了時には、各群すべてのラットを麻酔し、膝関節伸展可動域（ROM）を測定した。また、実験終了時の不動群においては、両側後肢後面の皮膚を縦切開、膝関節屈筋群を切離した後のROMを再度測定し、これを実験終了時のROMで除し百分率で表したものをROM制限に対する関節包の関与率とした。その後、右側膝関節を摘出して通法のパラフィン包埋処理を行い、各試料から7 μ m厚の連続切片を作製した後に6枚の切片を抜粋し、Picrosirius Red染色を施した。次に、光学顕微鏡下で各切片における後部関節包を同定し、同部位を40倍ならびに400倍の拡大像でコンピューターに取り込んだ。そして、画像処理ソフトを用いて前者の画像において縦・横50 μ m間隔に格子線を描き、コラーゲン線維上に存在する格子線の交点の総数を算出し、コラーゲン線維の量的変化を半定量化した。また、後者の画像を用いて、単位面積あたりのコラーゲン線維の占有率を算出し、コラーゲン線維の密生化の状況を半定量化した。統計処理として、群間比較にはMann-WhitneyのU検定を、群毎の不動期間の比較はKruskal-Wallis検定ならびにその事後検

定にノンパラメトリックのScheffe法を適用し、危険率5%未満をもって有意差を判定した。なお、本実験は、所属大学の動物実験指針に準じ、先端生命科学研究支援センター・動物実験施設で実施した。

【結果】各実験期間終了時の不動群のROMは対照群のそれに比べ有意に低値を示し、不動2・4週は不動1週より有意に低値であった。そして、ROM制限に対する関節包の関与率は不動2・4週では50%を超え、不動1週のと比べ有意に高値を示した。次に、コラーゲン線維上の交点の総数については、各不動期間とも不動群は対照群より有意に高値で、不動群内では不動4週は不動1・2週より有意に高値であった。また、単位面積あたりのコラーゲン線維の占有率は、不動2・4週において不動群は対照群と比べ有意に高値を示し、不動群内では不動2・4週は不動1週より有意に高値であった。

【考察】今回の結果から、不動による拘縮の発生・進行は明らかで、不動2・4週では関節包が拘縮の責任病巣の中心であると推測できる。そして、画像解析の結果から不動1週よりコラーゲン線維の増生がうかがわれ、これは不動4週で顕著になると推察される。加えて、不動2週以降はコラーゲン線維の密生化も生じる可能性が高いといえる。つまり、以上のような線維化の病態メカニズムが影響し、関節包が拘縮の責任病巣の中心になると推察される。ただ、このような線維化が生じる分子メカニズムは明らかではなく、今後の検討課題である。**本研究の独創的な点** 本研究は、組織学的手法を用いて、不動によって惹起される関節包の線維化の発生状況を半定量化することを試みた基礎研究であり、その結果として、関節包におけるコラーゲン線維の増生ならびにその密生化といった線維化の病態メカニズムの経時的な変化を明らかにすることができた。つまり、この成果は関節包由来の拘縮のメカニズム解明の一助になると考える。

可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する 持続的他動運動が痛みと拘縮におよぼす影響

吉村 彩葉¹⁾ 坂本 淳哉²⁾ 松崎 健一³⁾ 松本 義和³⁾
岩崎 徹治³⁾ 片岡 英樹^{1, 4)} 中野 治郎⁵⁾ 沖田 実⁶⁾

- 1) 長崎記念病院リハビリテーション部 2) 長崎大学病院リハビリテーション部 3) アルケア株式会社
4) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科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 (博士課程)
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
6) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科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

キーワード：可視光硬化性スプリント材・持続的他動運動・痛み・拘縮

【はじめに】医療用ギプス・スプリント材は、これまで石膏から熱可塑性ならびに水硬性とその硬化方法が変遷してきたが、最近では可視光線の照射によって硬化するスプリント材（可視光硬化性スプリント材）が開発され、これは硬化の際に水を使用しないため、衛生面を考慮する必要のある手術室や診察室、さらには災害現場でも使用できるメリットがある。また、このスプリント材を用いて四肢の固定を行う際は関節部を遮光して硬化させれば、ある程度は関節の可動性を確保できることから、関節運動などの運動療法の実施が容易となる。つまり、痛みや拘縮などといった四肢の固定に伴う二次障害の発生を予防する意味でも可視光硬化性スプリント材の利用は有益であると思われるが、この点に関する効果検証はこれまで行われていない。そこで、本研究では、可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する持続的他動運動（continuous passive motion, CPM）が痛みと拘縮におよぼす影響を検討した。

【方法】8週齢のWistar系雄性ラット17匹を対照群（n=5）と実験群に振り分け、実験群はさらに可視光硬化性スプリント材にて両側足関節を最大底屈位で4週間固定する固定群（n=6）と同期間の固定の過程でCPMを実施するCPM群（n=6）に振り分けた。なお、可視光硬化性スプリント材で足関節を固定する際には、足関節周囲を遮光することで足関節の可動性を確保し、実際、固定直後は麻酔下において対照群の背屈可動域の75%まで可動することが可能であった。そして、CPM群に対しては麻酔下で毎回のCPM実施前に固定を行った状態で足関節背屈可動域を測定し、その値を背屈運動角度に設定して角速度10°/秒、30分/日、5回/週の頻度でCPMを実施した。なお、今回の実験ではCPMの効果のみを検証する目的で、固定群とCPM群のケージ内での飼育の際は足関節運動が起こらないよう可視光硬化性スプリントの上から

シーネ固定を施した。次に、固定期間中は1週毎に固定を解除し、足底部の痛覚閾値と足関節背屈の可動域を評価した。具体的には、4・8・15gのvon Frey filament（VFF）を用い、覚醒下で各群のラットの足底をそれぞれ10回刺激し、その際の逃避反応の出現回数を測定することで痛覚閾値を評価した。また、足関節の背屈可動域の測定は麻酔下で行った。なお、本実験は長崎大学動物実験委員会の承認を得て、先導生命科学支援センター・動物実験施設にて行った。

【結果】逃避反応の出現回数は、4gのVFF刺激に対して固定群は対照群と比べて固定3週目から有意に高値を示した。また8gのVFF刺激に対して固定群は対照群と比べ固定2週目から有意に高値を示した。一方、CPM群は、4・8gのVFF刺激に対しては固定期間を通じて対照群と有意差を認めなかった。15gのVFF刺激に対しては固定群とCPM群は対照群に比べ固定2週目から有意に高値を示したが、CPM群は固定群と比べ不動4週目は有意に低値を示した。一方、足関節背屈可動域は固定期間を通じて固定群とCPM群は対照群に比べ有意に低値で、この2群間には有意差を認めなかった。

【考察】今回の結果から、可視光硬化性スプリント固定下において今回の条件でCPMを行うと、固定によって惹起される痛覚閾値の低下は抑制するが、拘縮の進行を抑制することは困難であることが示唆され、CPMの実施条件を再検討することが必要と思われた。ただ、四肢の固定に伴う痛みの発生を極力抑えることだけでも、固定除去後の理学療法は円滑に行えることから、可視光硬化性スプリント材の利用は有益ではないかと考えられた。

本研究の独創的な点 可視光硬化性スプリント固定下においてCPMを行うと、痛覚閾値の低下を抑制する効果が得られることが明らかとなり、可視光硬化性スプリント材の利用価値の有用性を示すことができた点。

ワーキングメモリトレーニングが二重課題条件下での運動能力に及ぼす影響

木村 剛英¹⁾ 金子 文成²⁾ 長畑 啓太³⁾ 柴田恵理子³⁾ 青木 信裕²⁾

1) 札幌医科大学保健医療学部理学療法科 2) 札幌医科大学理学療法第二講座

3) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科

キーワード：二重課題・運動課題・ワーキングメモリ

【目的】同時に複数の事を行う課題は二重課題と定義され、二重課題では単一の課題を行う時よりも個々の課題精度が低下する。これは、ヒトが一度に遂行出来る課題量に限界があることを示している。この限界を規定する因子として、ワーキングメモリがある。ワーキングメモリとは、目標に向かって情報を処理しつつ、一時的に必要な事柄の保持に関わる脳機能の概念であり、保持出来る情報量には限界がある。また、ワーキングメモリが保持出来る情報量はトレーニングにより増加することが報告されている。以上より、トレーニングによってワーキングメモリの容量が増加することで、二重課題条件下において個々の課題精度が低下することを防げる可能性が示唆される。そこで本研究では、運動課題を用いた二重課題に焦点を当て、ワーキングメモリの容量増加が二重課題条件下での運動精度にどのような影響を及ぼすか明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健康な男子大学生24名とした。初回の測定として、二重課題条件下での運動課題とワーキングメモリ容量の測定を行った。その後「ワーキングメモリトレーニング群」「二重課題条件下運動トレーニング群」「コントロール群」に群分けし、2週間の介入後、初回の測定と同様の内容で最終の測定を行った。介入として、ワーキングメモリトレーニング群は、パソコンの画面上に連続して表示される円の位置と順番を記憶する課題を実施した。運動トレーニング群は、評価で用いた二重課題条件下での運動課題を実施した。

二重課題条件下での運動課題は、右膝関節伸展の等尺性収縮と左肘関節屈曲運動を同時に行う課題とした。第一課題は、事前に測定した右膝関節伸展ピークトルクの40%を目標トルクとし、等尺性収縮にて目標トルクを維持させる課題とした。同時に行う第二課題として、前方のスクリーンに表示された合図に反応して、肘関節を出来るだけ速く強く屈曲方向へ等尺性収縮する運動を行わせた。下肢運動能力を表す変数とし

て、実際に測定された伸展トルクから目標トルクを減算した積分値を用いた。上肢運動能力を表す変数として、上腕二頭筋の表面筋電図より算出したpre motor time (PMT)と整流平滑化筋電図 (ARV)をもとに、PMTの逆数とARVの積を上肢運動能力を表す変数と定義した。さらに、介入前後の二重課題能力の変化を評価するために、上肢運動能力値と下肢運動能力値から散布図を描き、分布の変化をカイ2乗検定にて検定した。ワーキングメモリ容量は色の判別課題を行い、結果を点数化することで評価した。

【結果】ワーキングメモリ容量は、ワーキングメモリトレーニング群において介入後に有意な変化がなかったものの、平均値は高値を示した。また、コントロール群、運動群ともにワーキングメモリ容量に有意差はなかった。介入前後での散布図の分布は、コントロール群では有意差がなかったが、ワーキングメモリ群、運動トレーニング群ではともに有意差があった。

【考察】ワーキングメモリトレーニングを行うことで、二重課題条件下の運動能力に変化を認めた。これによりワーキングメモリの容量増加が、二重課題条件下の運動精度を改善することが示唆された。

本研究の独創的な点 ワーキングメモリ容量の変化が、運動と運動の二重課題に及ぼす影響を検討した研究はない。また本研究では、運動課題をトレーニングするのではなく、認知課題であるワーキングメモリのトレーニングを行うことによって変化したワーキングメモリの容量が、運動に及ぼす影響を明らかにした点が独創的であると考えられる。

視覚によるボディイメージの運動表現精度に関する研究 －肩関節水平内転運動に着目した試み－

新保 薫¹⁾ 金子 文成²⁾ 飯田 尚哉³⁾ 柴田恵理子³⁾ 青木 信裕²⁾

1) 札幌医科大学保健医療学部理学療法学科 2) 札幌医科大学理学療法第二講座
3) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科

キーワード：ボディイメージ・視覚・体性感覚

【はじめに】運動パフォーマンスの精度は、目標値との誤差や反復時のばらつき的大小によって決定される。運動を行う際、同一のイメージで反復して身体運動を行っても、実際の動作が一定にならないことがある。これはボディイメージと実際の身体運動の間に誤差が生じていることが原因の一つであると考えられる。ボディイメージとは様々な感覚、主として体性感覚が関わるとされており、運動精度との関係を定量的に検査することが困難である。体性感覚を測定する方法として一側の関節角度を反対側あるいは同側で再現する方法がある。また、ボディイメージに着目した過去の報告では、ある運動を行わせた後に、運動中の関節角度に近い身体画像を複数から選択させる方法がある。この方法ではボディイメージと運動の誤差は計測できるが、ボディイメージに基づいて行わせた運動の精度は検証できない。そこで本研究では、視覚によって生成されるボディイメージの運動表現精度を検証することを目的とした。

【方法】対象は健康な若年者15名の右上肢とした。課題は、視覚的に呈示された自身の画像をボディイメージと定義し、その画像を模倣させるものとした。まず、被験者に肩水平内転運動を行わせ、運動中の動画を被験者の真上から撮影した。撮影した動画から、肩水平内転 21° ～ 54° となった肢位をそれぞれ 1° 間隔で抽出し、呈示する画像を作成した。各角度の画像を無作為順に視覚的に呈示し、画像の肩水平内転角度を模倣させた。全ての模倣運動は肩水平内転 0° からの水平内転運動とした。模倣終了時に被験者に口頭で合図をさせ、合図があった時点の身体位置を頭上に設置したカメラで撮影した。画像解析ソフトを用いて、呈示した画像の肩水平内転角度（以下、呈示角度）と模倣運動時の肩水平内転角度（以下、模倣角度）を算出した。呈示角度と模倣角度の差について、絶対値化したものを絶対誤差、その標準偏差を変動誤差として算出した。

【結果】各角度における絶対誤差の平均値は $11.4 \pm 5.8^{\circ}$ 、

変動誤差の平均値は $7.0 \pm 1.4^{\circ}$ であった。

【考察】運動パフォーマンスとボディイメージの誤差が小さい程、ボディイメージの運動表現精度は高いと考える。しかし、ボディイメージは視覚的に捉えることができないため、定量的に検査することが困難である。そこで本研究では、視覚的に呈示した自身の身体画像をボディイメージと定義し、身体画像と身体画像を模倣させた際の身体位置をそれぞれ数値化し、両者の誤差を算出した。この方法による身体運動の再現精度は、従来用いられてきた対側再現法と同程度であったが、同側での位置再現法と比較すると精度が低かった。以上のことから、視覚によるボディイメージを表現する運動精度は、短期記憶を利用する運動表現と比較して精度が低いことが示唆された。本研究の方法および対側での位置再現法では検査側に体性感覚入力による短期記憶がないため、検査側の過去の経験をもとに身体位置を表現する必要がある。一方同側再現法では、検査側の運動により短期記憶した身体位置を同側で表現するため、精度が高いものと推察するが、本研究では不明なため今後の課題としたい。

本研究の独創的な点 本研究では定量化が困難であるボディイメージを、視覚的に呈示した自身の身体画像と定義することで、ボディイメージの運動表現精度を測定した点において独創的である。

可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する 持続的他動運動が廃用性筋萎縮におよぼす影響

坂本 淳哉¹⁾ 吉村 彩葉²⁾ 松崎 健一³⁾ 松本 義和³⁾
岩岸 徹治³⁾ 片岡 英樹⁴⁾ 中野 治郎⁵⁾ 沖田 実⁶⁾

- 1) 長崎大学病院リハビリテーション部 2) 長崎記念病院リハビリテーション部 3) アルケア株式会社
4) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科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 (博士課程)
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
6) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科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

キーワード：可視光硬化性スプリント材・廃用性筋萎縮・持続的他動運動

【はじめに】近年、可視光線の照射によって硬化するスプリント材（可視光硬化性スプリント材）が開発されており、これは曇天時の太陽光程度の照度であっても硬化できるためスポーツ現場や災害現場などの屋外であっても容易に使用できるといったメリットがある。また、光が照射されない限りは硬化しないため、四肢の固定を行う際に関節部を遮光して硬化させれば、ある程度の関節運動が可能となり運動療法の実施が容易になる。一方、先行研究において、ラット骨格筋の廃用性筋萎縮の進行過程において伸張刺激といった機械刺激を負荷すると、その進行抑制効果が得られることが報告されている。このことから、四肢の固定に伴う廃用性筋萎縮の軽減といった観点からも、関節運動を実施可能な可視光硬化性スプリント材の利用は有益であると思われるが、この点に関する効果検証はこれまで行われていない。そこで、本研究では、可視光硬化性スプリント固定下でのラット足関節に対する持続的他動運動（continuous passive motion, CPM）が廃用性筋萎縮におよぼす影響を検討した。

【方法】8週齢のWistar系雄性ラット17匹を対照群（n=5）と実験群に振り分け、実験群はさらに可視光硬化性スプリント材にて両側足関節を最大底屈位で4週間固定する固定群（n=6）と同期間の固定の過程でCPMを実施するCPM群（n=6）に振り分けた。なお、可視光硬化性スプリント材で足関節を固定する際には、足関節周囲を遮光することで足関節の可動性を確保し、実際、固定直後は麻酔下において対照群の背屈可動域の75%まで可動することが可能であった。そして、CPM群に対しては麻酔下で毎回のCPM実施前に固定を行った状態で足関節背屈可動域を測定し、その値を背屈運動角度に設定して角速度10°/秒、30分/日、5回/週の頻度でCPMを実施した。なお、今回の実

験ではCPMの効果のみを検証する目的で、固定群とCPM群のケージ内での飼育の際は足関節運動が起こらないよう可視光硬化性スプリントの上からシーネ固定を施した。そして、実験期間終了後に両側ヒラメ筋および腓腹筋内側頭を摘出した。摘出した各筋の筋湿重量を測定した後、凍結横断切片を作成し、myosin-ATP ase染色（pH 4.2）によって筋線維を各タイプに分別し、各々の直径を計測した。なお、本実験は所属大学動物実験委員会の承認を得て、先導生命科学研究支援センター・動物実験施設にて行った。

【結果】筋湿重量を体重で除した相対重量比は、ヒラメ筋、腓腹筋内側頭とも対照群に比べ固定群、CPM群は有意に低値を示し、この2群間に有意差は認めなかった。ヒラメ筋のタイプI・II線維の平均筋線維直径は対照群に比べ固定群、CPM群ともに有意に低値を示し、固定群に比べCPM群は有意に高値を示した。また、腓腹筋内側頭のタイプI・IIa・IIb線維の平均筋線維直径においても同様の結果であった。

【考察】今回の結果、可視光硬化性スプリント固定下において今回の条件でCPMを行うと、固定によって惹起される筋線維萎縮を抑制できることが示唆され、固定に伴う廃用性筋萎縮を軽減させるには可視光硬化性スプリント材の利用は有益ではないかと考えられた。

本研究の独創的な点 可視光硬化性スプリント固定下においてCPMを行うと、筋線維萎縮を抑制する効果が得られることが明らかとなり、可視光硬化性スプリント材の利用価値の有用性を示すことができた点

日本基礎理学療法学会雑誌 投稿規定

1. 目的

日本基礎理学療法学会の会誌として、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. 原稿枚数

[原著、症例報告]

原則として400字詰原稿用紙40枚(本文、文献、図表説明)以内とし、そのうち、図表は10枚以内とする。

[短報]

400字詰め原稿用紙15枚以内

[総説]

依頼時に規定する。

4. 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(1ページ当たりの字数は400字)。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(correspondence author)の連絡先(住所、電話番号、FAX番号、E-mail address)、原稿の枚数、図表の枚数、5つ以内のキーワードを記入する。
- 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つける。
- 7) 図表説明は文献の後に記載し、番号、タイトルおよび簡潔な説明を加える。
- 8) 図、表は原稿用紙1枚として換算する。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。
- 9) 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)。

10) 著者は全て連記する。

11) 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

(本の章、節、項が参考の場合)

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

(1冊の本全部が参考の場合)

5) 伊藤文雄: 筋感覚. 名古屋, 名古屋大学出版会, 1994

5. 投稿手続

投稿原稿(原稿ならびに図表)は原稿データを保存したCDを提出し、氏名、所属を抜いた原稿データも用意する。提出先は学術誌局とする。なお、原稿受付年月日は原稿が学術誌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。

6. 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。

7. 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構成は投稿者の責任において初稿のみとする。
- ・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。
- ・別刷りは30部まで無料とし、それ以上は実費とする。
※不明な点は学会誌局までお問い合わせください。

日本基礎理学療法学会 学術誌局

〒852-8501

長崎市坂本1-7-1

長崎大学病院リハビリテーション部内

坂本淳哉

TEL: 095-819-7258

FAX: 095-819-7259

E-mail: jun-saka@nagasaki-u.ac.jp

URL <http://www.yuai.ac.jp>

■理学療法学科

■作業療法学科



学校法人 佑愛学園

専門学校 愛知医療学院

〒452-0931

愛知県清須市一場 519

TEL052-409-3311 FAX 052-400-6413



株式会社 テクノ西村

〒460-0012 名古屋市中区千代田二丁目11番11号

tel: 052-251-8771 fax: 052-264-9501

URL: <http://www.tekunishi.com>

お客様が望むもの、それが私たちの取扱商品です

総合力ゆえに情報力、提案力がちがいます。我社の総合力が、たとえば設備単体ではなく、システム全体の提案をも可能にします。そうした総合力を活かし、有効性の高い情報を幅広く提供する一方で、課題解決型の営業を展開し、お客様が模索する問題点の発見と解決に努めております。

【取扱い分野】

- | | | | |
|---------|----------|---------|---------|
| ★研究開発分野 | ★環境保全分野 | ★教育機器分野 | ★保健分野 |
| ・汎用科学機器 | ・環境測定機器 | ・理化学機器 | ・保健関係機器 |
| ・分析機器 | ★特殊機器分野 | ・視聴覚機器 | ★情報分野 |
| ・実験室設備 | ・特殊機器製作 | ★福祉分野 | ・情報機器 |
| ★品質保証分野 | ・教育用教材機器 | ・福祉機器 | ・事務用機器 |
| ・試験機器 | ・家具・遊具 | | |

編集後記

各巻1号は学術集会抄録集として発刊いたしております。編集作業の過程において各講師の先生方、また、一般演題の抄録に目を通すことになり、否応なく学術集会への期待が高まります。そして、本誌を手にとられた会員の皆様におきましても学術集会への期待が高まる様な雑誌作りを進めていきたいと思っております。

そして、各巻2号は総説論文をはじめ原著論文を掲載しております。今後は、会員の皆様をはじめ会員外の方からも投稿が集まるような雑誌になるよう、そして、将来的に本誌が国際的な学術誌となり理学療法学の発展に寄与できるよう鋭意努力していきますので、今後も引き続きご協力いただきますようお願いいたします。

(文責 坂本)

編集委員

学術誌局長

坂本 淳哉	中野 治郎	金子 文成	大西 英明	片岡 英樹
近藤 康隆	関野 有紀	本田祐一郎	森本 陽介	濱上 陽平
横山 信吾	佐々部 陵			

編集同人

松原 貴子	城 由起子	下 和弘	乾 公美	河上 敬介
菊池 真	沖田 実	肥田 朋子	森岡 周	小塚 直樹
清水 英樹	高柳 清美	玉木 彰	中 徹	東 登志夫
藤野 英己	前島 洋	村上 太郎	吉田 正樹	今北 英高
大畑 光司	島田 裕之	菅原 健一	谷口 圭吾	西上 智彦

日本基礎理学療法学会雑誌

第16巻第1号

2012年5月8日 発行

編集
発行

日本基礎理学療法学会 学術誌局

〒852-8501
長崎市坂本1-7-1
長崎大学病院リハビリテーション部内
TEL / FAX : 095-819-7258

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