

ISSN 2186-0742

JPTF

JAPANESE JOURNAL OF
**PHYSICAL
THERAPY
FUNDAMENTALS**

日本基礎理学療法学雑誌

Volume 19 No 1 2015

第2回日本基礎理学療法学会学術集会・日本基礎理学療法学会第20回学術大会
合同学会 プログラム集・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>

第2回日本基礎理学療法学会学術集会・日本基礎理学療法学会第20回学術大会 合同学会 開催にあたって

学術集会長より

 第2回 日本基礎理学療法学会学術集会
学術集会長 中山 恭秀
(東京慈恵会医科大学附属第三病院)

 日本理学療法士学会は、12の学会と5つの部門による構成となり、高い学術水準で専門的な活動が行える環境になりました。今後、各学会・部門が切磋琢磨しながら理学療法を発展させる時代へ移ることになります。我々はこれまで諸外国の影響を受け、取捨選択して臨床スタイルを作り上げ、確実に社会的認知を高めてきました。先人の導きにより、今日、理学療法士は医療・福祉の実践において欠かすことのできない職種になっております。そして気が付けば、日本は世界で理学療法士が多い国の1つになりました。今後は世界へ向けてより多くの情報を発信し、世界的に理学療法を牽引することが期待される時代となるでしょう。一方で、臨床の現場にはまだまだ、“理学療法とは何か”，“理学療法効果は”という問題意識が存在しています。対象者である患者や利用者に対して、理学療法士が行なう介入の効果を今以上に示す努力が求められます。そしてこの回答を追及する学問として、「動物・培養細胞を対象とした基礎研究領域」と「ヒトを対象とした基礎研究領域」の2つの学問領域を持つ  日本基礎理学療法学会の担う役割は大きいと感じております。

第2回学術集会のテーマとした“研究から臨床へ”は、 日本基礎理学療法学会第20回学術大会長の菅原憲一先生とじっくり相談をして決定しました。このテーマには、文字通りの直接的な意味である“基礎的な理学療法研究を臨床につなげたい”というメッセージがあります。そしてもう1つ、実践研究者（science practitioner）からの具体的で科学的な情報発信を今より多く求め、学会を通じた論文化や実践導入を実現してほしい、というメッセージも含んでおります。学会は、特別講演や教育講演、シンポジウムなどを多数設定し、基礎理学療法を学ぶきっかけになるような企画も設定する予定です。この学会が、大学や研究所に所属しながら理学療法を見つめている教育者並びに研究者と、臨床現場で理学療法を実践しながら疑問を解決しようと尽力している実践研究者の良き交流の場となること、そして、ヒトを対象とした研究と動物・培養細胞を対象とした研究の理想的なインテグレーションを図る場になればと願っております。

基礎理学療法学という世界的にもあまり類をみない分野から、Made in Japanの理学療法研究がたくさん発信されることを願い、横須賀という国際色の豊かな街で第2回の学術集会を開催します。会場をお貸しいただきました神奈川県立保健福祉大学の関係各位におかれましては、この場を借りて厚く御礼申し上げます。学術集会には、多数の演題をお寄せいただければ幸いです。また、交流の場として多くの方々に足を運んでいただければうれしく思います。慣れない運営のため、ご迷惑をかけするかとは思いますが、運営スタッフ一同真心こめて準備したいと思います。皆様の参加を心よりお待ち申し上げております。

学術大会長より

 日本基礎理学療法学会 第 20 回学術大会

学術大会長 菅原 憲一

(神奈川県立保健福祉大学)

我が国に理学療法士が誕生してまさに半世紀の時が過ぎようとしています。この年月の中に理学療法の歴史の流れがあるように、多くの理学療法士により様々なエビデンスの構築がなされてきました。そして、臨床における非常に躍動感溢れる展開がなされてきたことだと思います。 日本基礎理学療法学会の歴史は『理学療法の医学的基礎研究会』から数えること当年において 20 周年を迎えることになりました。この研究会は理学療法士として様々な基礎研究分野における研究者を中心に形成された会であります。現在では『 日本基礎理学療法学会』と名称を変更し引き続き基礎研究の検証、そして理学療法の中に必要な基礎研究の重要性等について日々研鑽を積む学会です。当学会が 20 年の歩みを得たことについて、今一度その歩みを検証するとともに、さらなる発展を期することにおいて区切りの良い時期であると思われます。

臨床理学療法における基礎研究とは何か？これについては多くの見解があると思われます。多くの学問をみると基礎とは実践の根幹をなすものであることは自明であり、医学、工学などを例にとってもそれはしっかりと形作られた学問体系であります。理学療法学ということから考えると、確かに先述したとおりわずか 50 年の歴史しかない中で、基礎研究は若干立ち遅れているように思われます。基礎研究とはしっかりととした研究手法を学んだ上に存在するもので、基礎研究者はそれぞれの基礎研究分野で学び、その研究手法を体得して初めて自立した研究が可能となります。理学療法士ではない研究者に理学療法のある問題を解決してほしいと依頼しても、どうしても符合しない部分が生じることは避けられず、またはその研究を手掛けてくれるかどうかも疑問です。だからこそ、理学療法士として基礎研究手法を身につけその手法を動員した理学療法の臨床に寄与する研究が必須なのであります。

そこで、当学術大会のテーマに『研究から臨床へ～基礎理学療法学の挑戦～』と題しまして基礎研究者からその根幹となる自らの知見を臨床へ伝えるべく、その立ち位置に立って多くの議論がなされることを意図しています。基礎研究の専門的な手法を身につけた理学療法士が、またはその道半ばにある研究者達によって臨床理学療法の発展の一助となるようにと考えおります。さらに、臨床の現場で活躍されている方々から、どのような問題に対して基礎研究で明らかにすべきか、という問題提起をしていただき様々な領域から検討できる良い機会を提供できればと考えております。

近代日本の幕開けを果たしたこの横須賀の地で基礎研究と臨床理学療法が新しいステージで融合されることを願いつつ開催させていただきます。

第 2 回 日本基礎理学療法学会学術集会

日本基礎理学療法学会 第 20 回学術大会

合同学会

テーマ

「研究から臨床へ～基礎理学療法学の挑戦～」

日程 平成 27 年 11 月 14 (土) ~15 日 (日)

場所 神奈川県立保健福祉大学 (神奈川県横須賀市)

主催  日本基礎理学療法学会

 日本基礎理学療法学会

目次

大会企画

プログラム一覧 P.2

抄録 P.5

一般演題

プログラム一覧 P.29

専門理学療法士（基礎）必須発表会 P.82

牽引 P.83

大会組織構成 P.92

大会企画

プログラム
抄録

大会企画 プログラム一覧

大会一日目 平成 27 年 11 月 14 日 (土) 会場：講堂（第 1 会場）

学術集会長基調講演

11:35～12:30

基礎理学療法学の挑戦-臨床から研究へ-	司会	菅原 憲一	神奈川県立保健福祉大学保健福祉学部
	講師	中山 恭秀	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

学術大会長基調講演

11:35～12:30

基礎理学療法学の挑戦-研究から臨床へ-	司会	中山 恭秀	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
	講師	菅原 憲一	神奈川県立保健福祉大学保健福祉学部

特別講演

12:30～14:00

筋メカニクス研究の最前線	司会	金子 文成	札幌医科大学保健医療学部
ヒトの運動に貢献する二関節筋の機構特 性	講師	藤川 智彦	大阪電気通信大学医療福祉工学部

領域別ミニシンポジウム 1

14:10～15:10

運動錯覚を用いた理学療法の可能性	司会	門馬 博	杏林大学保健学部
感覚入力を用いた脳卒中片麻痺患者に対 する新しい治療アプローチの可能性	シンポジスト	柴田 恵理子	札幌医科大学保健医療学部
振動刺激を用いた整形外科患者への介入 可能性	シンポジスト	今井 亮太	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／河内総合 病院リハビリテーション部

男女共同参画企画

15:15～16:15

女性研究者の仕事：生体内インプラント のバイオメカニカル研究のご紹介	司会	坂本 美喜	北里大学医療衛生学部
	講師	酒井 利奈	北里大学医療衛生学部

領域別ミニシンポジウム 2

16:20～17:20

工学的視点から捉えた運動制御の魅力	司会	浅賀 忠義	北海道大学医学部
工学的運動制御の基礎 -単関節制御のシ ミュレーション-	シンポジスト	吉田 直樹	リハビリテーション科学総合研究所 関西リハビリテーション病院
運動制御の実例 -ロボット研究の実演-	シンポジスト	松下 光次郎	岐阜大学工学部

大会二日目 平成 27 年 11 月 15 日 (日) 会場：講堂（第 1 会場）

教育講演		8:30～10:00	
理学療法的解剖学	司会	中山 恭秀	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
骨格筋の構造からみた運動学 -付着部のバリエーションや神経支配からの考察-	講師	河上 敬介	大分大学福祉健康科学部設置室
荷重時における踵骨支持点の定説に対する検証 -踵骨隆起の形態や踵部皮下組織の荷重時形態応答からの考察-	講師	壇 順司	帝京大学福岡医療技術学部
領域別ミニシンポジウム 3		10:05～11:05	
身体運動の（再）組織化	司会	久保 雅義	新潟医療福祉大学医療技術学部
機能不全を再考する：運動の初心者はどう動くか？	講師	工藤 和俊	東京大学大学院総合文化研究科
身体運動の（再）組織化と行動の変容	講師	大橋 ゆかり	茨城県立医療大学理学療法学科
シンポジウム		12:15～13:45	
筋メカニクス研究の最前線	司会	藤川 智彦	大阪電気通信大学医療福祉工学部
冗長自由度の簡略化の観点から身体運動を捉える	司会	金子 文成	札幌医科大学保健医療学部
大腿直筋における区画的な神経筋活動 -ヒト二関節筋の活動制御を理解するための新たな斬り口-	講師	神崎 素樹	京都大学大学院人間・環境学研究科
超高速超音波イメージングによる筋組織性状の可視化	講師	渡邊 航平	中京大学国際教養学部
運動時の循環調節最前線：基礎研究から臨床への展開	司会	谷口 圭吾	札幌医科大学保健医療学部
運動時の循環調節機構	講師	高橋 真	広島大学大学院医歯薬保健学研究院
動脈血圧反射から考える運動時の循環調節	講師	小峰 秀彦	産業技術総合研究所自動車ヒューマンファクター研究センター
循環器疾患者における運動時循環・呼吸調節異常	講師	松木 良介	関西電力病院リハビリテーション科
領域別ミニシンポジウム 4		14:00～15:00	
運動時の循環調節最前線：基礎研究から臨床への展開	司会	高橋 真	広島大学大学院医歯薬保健学研究院
運動時の循環調節機構	講師	高橋 真	広島大学大学院医歯薬保健学研究院
動脈血圧反射から考える運動時の循環調節	講師	小峰 秀彦	産業技術総合研究所自動車ヒューマンファクター研究センター
循環器疾患者における運動時循環・呼吸調節異常	講師	松木 良介	関西電力病院リハビリテーション科

大会二日目 平成 27 年 11 月 15 日 (日) 会場：教育研究棟 大会議室 6 (口述会場 1)

研究基礎講座 1

11:10～12:10

動物実験研究入門 - 基本的考え方および 司会 坂本 美喜 北里大学医療衛生学部

具体例

講師 山崎 俊明 金沢大学医薬保健研究域

大会二日目 平成 27 年 11 月 15 日 (日) 会場：教育研究棟 理学療法基礎実験室 (2 階会場)

研究基礎講座 2

11:10～12:10

臨床神経生理学研究入門 - 筋電図・TMS 司会 村上 賢一 東北文化学園大学リハビリテーション
を中心と 学科

講師 山口 智史 慶應義塾大学医学部

大会二日目 平成 27 年 11 月 15 日 (日) 会場：教育研究棟 大会議室 7 (口述会場 2)

研究基礎講座 3

11:10～12:10

臨床研究データ抽出入門 - 大腿骨近位部 司会 中俣 修 文京学院大学保健医療技術学部
骨折を例に

講師 吉田 啓晃 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

大会二日目 平成 27 年 11 月 15 日 (日) 会場：教育研究棟 大会議室 6 (口述会場 1)

JPTF 第 20 回大会記念口述演題発表

10:05～11:05

司会 肥田 朋子 名古屋学院大学リハビリテーション学
部

ラット膝関節炎モデルに対する電気刺激 講師 坂本 淳哉 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
を用いた感覚刺激入力ならびに筋収縮運動が痛みや炎症におよぼす影響

運動による鎮痛効果の検証 講師 城 由起子 名古屋学院大学リハビリテーション学
部

不活動に伴う筋痛のメカニズムおよびホットパックによる治療効果について 講師 中川 達貴 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科
機能解剖学分野

学術集会長基調講演

基礎理学療法学の挑戦 -臨床から研究へ-

中山 恭秀

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



「根拠のある医療」、いわゆる Evidence Based Medicine (EBM) は、20 年以上前にカナダの Guyatt 教授により提唱された概念である。医療に関する様々な領域において診療ガイドラインが作成され、根拠に基づいた医療が求められてきた。そもそも EBM という概念を導入した目的は、日常的に行われている診療を科学的な視点で吟味することにあり、理学療法も作業療法もその例外ではない。理学療法はその特性から、EBM の概念をそのまま扱うことが困難であるため EBPT として定義されているが、研究の蓄積が臨床に十分生かされていないことが指摘されている。経験則に基づいた臨床的知見は、科学的根拠や信頼性が求められる理学療法診療ガイドラインでは根拠が乏しいという判断になる。しかし、必ずしも科学的根拠が無いわけではなく、“論文化できていないこと”や、“論文化されていないこと”も含まれている。前者は、精度の高い機器が安価で買えるようになった今なら、もしかしたら解明できるかもしれない。一方後者も、たまたま見落とされてきた理学療法の大発見の可能性がある。

患者軸で流れる医療現場は、気にしなければあつという間に時間が過ぎてしまう。気が付いたときに事を起こさなければという気持ちは、臨床現場にいる多くの理学療法士が持っているジレンマではないだろうか。臨床現場は理学療法最前線である。その臨床と研究は、必ずしも近い存在ではなかつたのかもしれない。

日本基礎理学療法学会は、「構造・機能・情報学」、「身体運動学」、「神経生理学」、「運動生理学」、「生体評価学」の 5 つの領域を持つ。この 5 つは、理学療法のエビデンスを構築する上で重要な学問的な専門領域であり、全ての疾患別理学療法領域との情報共有が可能である。この合同学会において、研究機関や教育現場に身を置く研究者と、臨床に身を置く実践研究者が意見を交わすことで化学反応が起こり、1 つでも多くの論文化が実現し、理学療法診療ガイドラインに反映されることを期待している。また、臨床的視点を研究に継げる潮流が、基礎理学療法研究領域において更に加速することを心から願っている。

略歴

- 1992 年 東京慈恵会医科大学附属病院入職
- 1998 年 明治学院大学社会学科卒業
- 2001 年 筑波大学大学院教育学研究科修了
- 2012 年 筑波大学大学院人間総合科学研究科修了 博士（リハビリテーション科学）
- 2013 年 同大学同病院リハビリテーション科技師長

学術大会長基調講演

基礎理学療法学の挑戦 -研究から臨床へ-

菅原 憲一

神奈川県立保健福祉大学



理学療法は常に目の前にいる患者に最善の治療を行うことが必要とされるものであり、その発展の根幹に存在する科学の分野としては臨床科学に属するものであろう。日本の理学療法の歴史が50年に達する中で、直向きにこの臨床科学を追求してきた姿勢は多くの理学療法士を誕生させ、社会的な認知度も増し、とりわけリハビリテーション医療の中心的な存在となってきたことに我々理学療法士は誇りを持つべきであろう。この流れの中で臨床的、経験的なものを追尾する形で各種基礎学問領域の必要性が要求され臨床科学と並走する形をとりながら徐々に発展を遂げてきているものと考える。

さて、日々における基礎と臨床の関係はどのようなものであろうか？一つの学問体系にとって基礎と臨床（応用）は車の両輪であるかのごとくバランスが必要なものであるが、我々の理学療法においては前述したように歴史的に臨床先行となっている現状がる。未だ基礎分野は充実しているとは言い難い。その中で、この数十年の間、基礎領域の研究者は、それぞれに先行する研究学問（基礎医学、工学、体育学など）の研究手法を身につけ、理学療法への展開を図ってきた。

つまりそれは、他の学問領域における研究手法の習得が必要な時期であり、理学療法の基礎研究における黎明期といえる時期だったのではないかと思える。最近になり各種研究手法を身につけた多くの理学療法士研究者が当分野における各課題の研究に乗り出し多くの成果をあげつつある（基礎研究第一次世代）。しかし、今日的問題に対する研究成果をまとめて臨床に還元するには至っていない状況であろう。この段階は臨床実践者からすると、ともすれば基礎研究が臨床にどのように寄与するかわからない混沌としたものに映っても仕方がないものである。このような状態からすると各基礎研究分野で生じている研究課題を体系化し解釈し臨床家へ還元できる研究者が今後必要とされる（基礎研究第二次世代）。このような第二次世代はすでに活躍を始めている。その歩みは一足飛びには進まないものであり焦らず多くの時間をかけて醸成させていくことが最も重要なことであろう。

本講演では上位運動中枢における運動制御、特に筋弛緩制御に関わる研究結果を例にとり、その基礎研究としての目的と臨床への将来展望に関する考え方を紹介し、理学療法の基礎研究の立場から臨床家へ向けた問題提起を行なっていきたいと考える。

略歴

- 1990年 慶應義塾大学月ヶ瀬リハビリテーションセンター
- 1995年 広島県立保健福祉短期大学理学療法学科
- 1999年 川崎医療福祉大学リハビリテーション学科
- 2003年 神奈川県立保健福祉大学リハビリテーション学科
- 2004年 Ph.D 取得（広島大学）

特別講演 筋メカニクス研究の最前線

ヒトの運動に貢献する二関節筋の機構特性

藤川 智彦

大阪電気通信大学 医療福祉工学部 医療福祉工学科



ヒトの四肢の運動解析は各関節に発生する関節トルクを基準に定量化することが一般的である。しかし、ヒト四肢に存在する二関節筋は運動時の各関節の動きに対して常に協調的な活動をしておらず、日常的な動作である立ち上がりや跳躍などの動作においても、主働筋である膝関節の一関節伸展筋群（内側広筋など）と股関節の一関節伸展筋（大臀筋）の活動に対して、大腿部の前面の二関節筋（大腿直筋）の活動は膝関節の伸展トルクにプラスの活動となるが、もう一方の股関節の伸展トルクにマイナスの活動になる。このように股関節の運動にマイナスになるような関節運動の解析において、二関節筋は冗長的な機能のように見られることが多い。しかし、四肢全体の動きを対象にした場合、二関節筋は両関節の動きを調整できるため、四肢先端または体幹に発生する力や動きに大きく関与していることが十分推察できる。そこで、我々はヒト四肢の運動における動作筋電図学的解析、および、その四肢の機構に基づいた二関節リンクモデルを用いた理論解析、さらに、その理論解析に沿ったロボットアームによる実験的解析により、二関節筋の機能を明らかにした。

これらの解析により、二関節筋は両関節に力を発生させる駆動源であるだけでなく、四肢先端または体幹の運動制御において、非常に重要な役割を果たすことが明らかになった。その一つは拮抗二関節筋ペアとしての機能、すなわち、各関節の拮抗一関節筋ペア群と協調的に活動することにより、四肢先端に発生する力と剛性を独立して制御することが可能であること、もう一つは二関節筋の平行リンク機能、すなわち、二関節筋が先端への出力でなく、四肢の骨と平行リンク化する内力として働くことにより、力の伝達だけでなく、四肢の自由度を抑制し、先端に発生する力を体幹重心の方向へ向けることが可能であることが明らかになった。また、これらの結果により、我々は四肢先端の出力から二関節筋を含めた生体内力（機能別実効筋力）を推定する手法の提案、跳躍動作における下肢下腿部の二関節筋（腓腹筋）の平行リンク機能である足趾に発生する力の重心方向制御などを提示することができた。このような二関節筋の機構特性はヒトの日常動作に大きく関与するだけでなく、個々の関節トルクの評価では明示できなかつた機能をあきらかにすることも可能であると考えている。

略歴

1994年 富山県立大学 工学部 機械システム工学科 卒業

1999年 富山県立大学大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 博士後期課程 修了

2015年 大阪電気通信大学 医療福祉工学部 医療福祉工学科 教授（現在に至る）

取得学位：

博士(工学), 筋群の協調による生体機構制御とそのロボットへの応用, 富山県立大学 (学位記 第五号)

教育講演 理学療法的解剖学 骨格筋の構造からみた運動学 -付着部のバリエーションや神経支配からの考察-

河上 敬介

大分大学 福祉健康科学部 設置室



【はじめに】

肉眼解剖学は、運動学を基礎的学問に位置付けている我々理学療法士にとって、重要な情報を与えてくれる。特に骨格筋の起始や停止の位置、筋束の走行は、関節の動く方向やトルクを決定する重要な因子である。そこで本講演では、「骨格筋の付着部のバリエーション」「骨格筋の神経支配と運動」と題してこれらの解剖学的事実を紹介し、運動学や理学療法について考察する。教育講演ではあるが、関連各分野の専門家の先生方と議論できれば幸いである。

【骨格筋の付着部のバリエーション】

骨格筋の起始や停止の位置が教科書によって異なることを奇異に思う方は多く、「どちらが正しいのでしょうか?」という質問を受けることも少なくない。ただ、ヒトの顔のかたち、背格好が個々によって異なるのを不思議に思う者はいないと思う。これと同様に、筋の起始や停止の位置が異なるのは当然のことである。となると、その作用も異なり、理学療法の対象となる病態の評価結果や治療効果も異なるはずである。肉眼解剖学的な筋の起始や停止のバリエーションに関する研究を紐解くと、我々が調査可能であったものだけでも、100年以上前からたくさん存在する。そこで本講演では、様々な骨格筋の起始や停止のバリエーションについて我々の観察結果も含めて紹介し、そこから予測される関節運動のバリエーションについて考察する。

略歴

- 1984年 国立神戸病院
- 1987年 名古屋大学医療技術短期大学部
- 2001年 PhD取得（医学／学術）
- 2005年 死体解剖資格取得（系統解剖）
- 2015年 大分大学福祉健康科学部設置室

【骨格筋の神経支配と運動】

一般に、骨格筋は支配される運動神経により収縮し、その起始と停止を近づける1方向の関節運動を発生させる。例えば、上腕二頭筋の作用には、肘関節の屈曲があるが、その反対方向の伸展はない。しかし三角筋は、肩関節の外転に加えて、屈曲と伸展という反対方向の作用を持つ。肩関節の屈曲時には三角筋の鎖骨部は収縮し肩甲棘部は弛緩しているし、伸展時にはその逆位の現象が起こることは触察で簡単に分かる。屈曲と伸展という少なくとも異なる運動野からの命令が、同じ腋窩神経 ((C4), C5, C6) の束の中で仕分けされた軸索を介して、適切な運動のための情報を発信しているはずである。このような一つの筋の中で同時に起こる部分的な収縮と弛緩が、運動をスムーズに行うためには不可欠であると考える。本講演では、このような現象が起こると仮定すると理解しやすい股関節周辺の筋の構造についても紹介する。関節の運動を検証する一助となればと考える。

【まとめ】

現代の人体解剖創始者と言われるアンドレアス・ヴェサリウス (1514-1564) が 1538 年に解剖学書「Tabulae Anatomicae Sex」を出版して約 500 年が経過した。この間、肉眼解剖学によって明らかにされてきた事実は、たくさんの論文として蓄積されてきた。これらたくさんの情報を活用し、運動学や臨床運動学の詳細な検証を行うことにより、患者個別の現象の理解が深まり、精度の高いエビデンス構築に役立つと信じている。

教育講演 理学療法的解剖学

荷重時における踵骨支持点の定説に対する検証

-踵骨隆起の形態や踵部皮下組織の荷重時形態応答からの考察-

壇 順司

帝京大学 福岡医療技術学部 理学療法学科



静的立位において踵骨隆起部は軟部組織を介して体重を支持しているが、通常、踵骨隆起部での支持部位（以下、骨支持点）は、踵骨隆起内側突起（以下、内突起）と外側突起（以下、外突起）が支持しており、距骨下関節の回内位では内突起、回外では外突起が支持しているとされている。しかし、踵骨の形態には個体差があり、踵骨隆起も様々な形態をしている。その特徴として、内突起に比して外突起は小さく、かつ外側方に位置することが多い、外突起で体重を支持することは考えにくい。つまり、骨支持点は内突起中心であり、距骨下関節の回内位では内突起の内側が、回外位では内突起の外側にて支持し、踵を接地する時に後足部は不安定な状態になるが、反対に自由度は高くなるため踵骨を内外側方向へ傾斜させることができ、距骨下関節の回内外の動きを誘導するには有効な形態であることが推察される。

踵骨下部の皮下組織は、圧緩衝系である蜂巣組織と言われ、荷重に対して形態を変化させて衝撃吸収を行う構造である。この蜂巣状の脂肪組織は、膠原線維性の密性結合組織からなる小腔に、線維脂肪組織が集合して構成されている。これは表層と深層で形状が異なり、表層の皮膚直下では小径であるが、深層の踵骨側では大径となっている。

また、踵骨側では外突起下部と強く付着しているのに対し、内突起下部とは緩く付着し、内突起が滑走可能な構造となっている。さらにその厚さは、静的立位時に床面と内突起下端までが約10mmであり、床面と外突起下端までが約14mmである。非荷重位である椅座位では、床面と内突起下端までが約12mmであり、床面と外突起下端までが約15mmであることから、荷重時に1~2mm撓むことになる。この撓みは蜂巣組織が潰されながら、前後左右に流動することで起こる現象であり、圧の分散を可能にしていると考えられる。特に荷重が集中する内突起下部では、蜂巣組織の緩衝、流動、蜂巣組織と骨の滑走によって衝撃吸収できる優れた構造となっている。立位時のバランスを保つための身体重心の必要最小限の移動は、この蜂巣組織の流動によって行われ、荷重をかけない状態が継続すると蜂巣組織は硬く、厚くなり、踵部での軟部組織の遊びがなくなり、衝撃吸収能力が低下するだけでなく、バランスを取ることが難しくなる。よって、足部の関節可動域制限、筋力低下、神経系の入力・出力異常と合わせて踵部皮下組織の形態応答の問題も機能的な荷重を行うためには必要な要素であると考える。

略歴

- 2015年 帝京大学 福岡医療技術学部 理学療法学科
- 2011年 佐賀大学大学院 医学系研究科 医科学修士取得
- 2010年 日本理学療法士協会 専門理学療法士（運動器）取得
- 1993年 西日本リハビリテーション学院 卒業

シンポジウム 筋メカニクス研究の最前線
冗長自由度の簡略化の観点から身体運動を捉える
神崎 素樹
京都大学大学院 人間・環境学研究科



我々が何気なく行っている身体運動は、中枢神経系が無数の筋活動の組み合わせの中から最適な一つの解を決定することにより達成されている。中枢神経系がどの筋をどのタイミングで活動させるかという指令を個々の筋に逐一送っていると処理すべき情報量が膨大となる。これに対し、中枢神経系は膨大な情報量を簡略化するための戦略をとっていると考えられる。その戦略として、いくつかの筋をまとめて支配する神経制御機構である『筋シナジー』という概念が提唱されている。本シンポジウムでは、冗長性を有する骨格筋の制御を簡略化する筋シナジーの観点から捉えることを目的とする。まず、立位動作および歩行動作中の筋シナジーを捉えた。運動課題中、足関節・膝関節・股関節まわりの筋群より表面筋電図を導出し、非負値行列因子分解により筋シナジーとその活動度を求めた。立位課題は、異なるスタンス（通常、足幅を狭める、タンデム）とし、さまざまな方向（前後左右）に身体を傾ける静止立位であった。これら立位課題のグローバルシナジー（基本となる筋シナジー）は6つであった。それぞれのスタンスでの筋シナジーは、グローバルシナジーを融合して構成されていたが、その活動度は大きく異なった。

歩行動作は、走行動作になるまで速度をランプ状に上昇させる課題とした。歩行から走行動作への相転移時に活動度の時間特性が大きく変化する筋シナジーや歩行時にのみ存在する筋シナジーが観察された。生理学的実験により立位動作や歩行動作では、筋シナジーの柔軟な動員が複雑かつ冗長な動作を可能としていることが示唆された。筋シナジーの機能的意義を明らかにするために、神経回路モデルによる運動学習に及ぼす筋シナジーの影響について検討した。一次運動野の神経細胞・筋シナジー・筋の三層の中間層を持つ神経回路モデルを構築した。モデルは、入力と出力の誤差が最小になるように更新することにより、上肢を用いた等尺性力発揮課題を学習するものとした。その結果、筋シナジーの無い従来のモデルよりも筋シナジーの層を含めたモデルの学習速度が格段にはやかかった。また、単関節筋あるいは二関節筋の損傷条件下においても、筋シナジーの層を含めたモデルの学習速度ははやかかった。これら結果は、筋シナジーの存在が筋骨格の固有の偏りを補い、多方向への力発揮の学習に重要であることを意味している。本シンポジウムでは、筋シナジーの機能的意義について生理学的実験および数理的手法により紹介する。

略歴

- 1999年 東京大学大学院総合文化研究科 博士課程修了
1999年 授 博士（学術）
1999年 東京大学大学院総合文化研究科 助手
2007年 京都大学大学院人間・環境学研究科 准教授
2015年 京都大学大学院人間・環境学研究科 教授

シンポジウム 筋メカニクス研究の最前線

大腿直筋における区画的な神経筋活動

-ヒト二関節筋の活動制御を理解するための新たな斬り口

渡邊 航平

中京大学 国際教養学部



大腿直筋は大腿四頭筋を形成する4つの筋の1つであり、膝関節と股関節をまたぐ二関節筋である。この筋は、1つの筋内にもう1つの筋が存在するような構造を持っていることから，“Muscle within a muscle”と表現され、それらが運動時に独立して活動している可能性が指摘されている(Hasselman et al. Am J Sports Med 1995)。近年、我々は多チャンネル表面筋電図法という手法を応用した研究によって、この可能性を検証している。我々の研究データから、大腿直筋の近位部が股関節の屈曲運動時に選択的に活動すること(Watanabe et al. J Electromyogr Kinesiol 2012, Muscle Nerve 2014)が示唆され、この区画的な機能的役割の違いは歩行時(Watanabe et al. J Biomech 2014)や自転車運動時(Watanabe et al. Muscle Nerve 2015)でも観察された。また、近位部がそれ以外の部位と比較して疲労しやすい特性を有することも示唆された(Watanabe et al. Muscle Nerve 2013)。

さらに我々は大腿神経の経皮的電気刺激によって誘発される筋電図が筋全体で均一に生じない(徐々に刺激強度を上げていくと近位部が優先的に動員される)ことを明らかにし、運動単位の特性(サイズやタイプ)も区画的に異なっていることを示唆している(Watanabe et al. Eur J Appl Physiol 2014)。これらのデータから大腿直筋の近位部とそれ以外の部位は区画的に神経筋活動が制御されている可能性が十分に考えられる。

二関節筋は身体運動が円滑に遂行されるためには不可欠な存在であることが示唆されている。また、肉離れなどのスポーツ傷害がほとんど二関節筋で生じること、脳性麻痺患者などにおける病理的歩行パターンが二関節筋の異常な活動に強く関連することが報告されている。一方、二関節筋の機能的役割や活動特性に関しては不明な点が多く残されている。我々が明らかにしてきた「大腿直筋の区画的な神経筋活動」は、二関節筋の活動制御を理解するための新たな斬り口になると考えている。

略歴

2005年3月 日本体育大学 体育学部 卒業

2007年3月 日本体育大学大学院 体育科学研究科 修士課程修了

2010年3月 名古屋大学大学院 教育発達科学研究科 博士課程修了(博士(教育学)取得)

2010年4月 日本学術振興会特別研究員PD(京都大学・トリノ工科大学)

2012年4月 中京大学 国際教養学部 講師

2012年10月 中京大学 国際教養学部 准教授

シンポジウム 筋メカニクス研究の最前線

超高速超音波イメージングによる筋組織性状の可視化

谷口 圭吾

札幌医科大学 保健医療学部



疾病や病態の診断評価には、対象の形態、機能、性状に関する情報が有用であり、さらに性状は形態や機能の異常が顕在化する前から変化をきたすことが知られている。性状は物体の形状に対して物体の質(機械特性)を意味し、代表的な物理量として弾性係数(elastic modulus, G)がある。弾性係数は応力(stress, τ)と歪み(strain, γ)との関係($\tau = G \cdot \gamma$)から導かれる為、リハビリテーション医工学やスポーツ医学の領域で重要とされるスティフネスの客観的な指標になりうる。実際、可塑性に富む骨格筋においても、組織性状の測定は運動機能障害の把握に役立つとされているが(e.g., Brandenburg et al. 2014), その臨床診断法は触診であり、視覚化の困難な定性的な評価という短所があった。しかし、近年、触診の限界を克服する画期的な画像診断技術が誕生した。その技術を用いた映像法が組織の弾性分布を無侵襲に画像化・定量化するエラストグラフィ(Elastography)の範疇の超高速超音波イメージング(Ultrafast ultrasound imaging)である(Bercoff et al. 2004)。この最新工学技術を筋組織に応用した運動生理学

研究は、2010年に Innovative Methodologyとして報告され、安静時や収縮時のスティフネス動態をリアルタイムに初めて観察している(Nordez & Hug. J Appl Physiol 2010, Shinohara et al. Muscle Nerve 2010).

それ以降、本手法による検討が急速に進められ、特に昨今の研究成果からは弾性係数の分析により機械特性のみならず、単一筋の筋活動や発揮張力といった機能特性も評価しうることが示されている(e.g., Hug et al. Exerc Sport Sci Rev 2015)。また、ファントム試験や実験動物を用いた材料試験による知見から、剪断弾性係数に基づく筋スティフネス計測の妥当性が実証され(Eby et al. J Biomech 2013, Yoshitake et al. Muscle Nerve 2014), 本イメージングによる骨格筋の性状評価は学術的に認められつつある。

本講演では、超高速超音波法を用いた組織性状評価の基礎を概説し、近い将来、理学療法学分野の評価・治療や傷害予防の発展に貢献をもたらすと予感させた国内外の報告を含めながら、運動療法の効果検証(Taniguchi et al. Scand J Med Sci Sports 2015)をはじめ臨床応用の可能性を探った我々の研究内容についてご紹介する予定である。

略歴

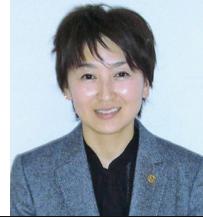
- 1998年 札幌医科大学保健医療学部理学療法学科卒業
- 2000年 由仁町立病院リハビリテーション科理学療法士
- 2004年 札幌医科大学大学院保健医療学研究科修了 博士(理学療法学)
- 2004年 同大保健医療学部臨床理学療法学講座助手～助教
- 2010年 同学部理学療法学第二講座講師

男女共同参画企画 女性研究者の仕事

生体内インプラントのバイオメカニカル研究のご紹介

酒井 利奈

北里大学 医療衛生学部 医療工学科



生体内インプラントは、工学的な性能が臨床成績を左右する。人工物を生体にインプラントすることは、医学分野と工学分野にまたがった広く複雑な様相を呈するため、問題をどのように切り出し、解決していくかを決定すること自体も、困難な課題と言える。これまで演者は人工関節、骨接合材料（骨固定用プレート、スクリュー、髓内釘）を対象に、初期固定に問題を限定し、バイオメカニカル研究を遂行してきた。初期固定は力学的な固定であり、それなしでは術後の骨組織の再生促進は期待できず、長期固定もありえない。生体内インプラントの中でも、人工関節の固定性の評価法の確立が国内において急務とされているが、定量的に評価をするための具体的な指針が存在しない。良好な固定とは経時に動かないこと、すなわち変位が少ないことである。また不具合を予測する指標のひとつとして応力値が用いられ、人工関節の破損あるいは骨の欠損する可能性などが判断されている。これらの指標を定量的に評価

できる方法論のひとつとして、有限要素法解析（FEA）が挙げられる。

近年ハイエンドモデルのコンピューターが、比較的安価に入手可能となったことより、生体内インプラントの研究においても、他の工業用製品と同様、FEA が盛んに行われている。特に米国は FEA に関心が高く、新製品の審査の迅速化に用いられている。国内においても、FEA を用いた評価法の標準化、承認基準の策定が進められている。既に臨床で良好な成績を有している整形外科用生体内インプラントと新製品を比較することで、臨床試験を省略できる可能性も示唆されている。

そこで本講演においては、人工関節形状の特徴的な固定部位が、初期固定に機能するか否かを検討した FEA を用いたバイオメカニカル研究について紹介する。人工関節に関する問題点の把握とそれに対する解決策を立案し、これまで解決した課題と現在取り組んでいる課題、今後取り組むべき課題について述べる。男女共同参画企画「女性研究者の仕事」というテーマを賜り、講演の中では、女性研究者として仕事と家庭の両立についても触れていきたい。

略歴

2004年 Ph.D 取得（医学）

同年 北里大学 医療衛生学部 入職（助手）

2011年 Queensland University of Technology 客員研究員

2014年 北里大学 医療衛生学部 准教授

同年 北里大学大学院 医療系研究科 准教授

領域別ミニシンポジウム1 運動錯覚を用いた理学療法の可能性

感覚入力を用いた脳卒中片麻痺患者に対する新しい治療アプローチの可能性

柴田 恵理子

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



深部感覚や視覚といった様々な感覚種の入力によって、受動的に運動をしている感覚を知覚させることができる。これを自己運動錯覚という。自己運動錯覚が誘導されると、現実には自身の身体が随意的にも他動的にも動いていないにも関わらず、あたかも動いているかのような感覚が生じる。四肢の自己運動錯覚は、振動刺激や皮膚への伸張刺激、視覚刺激などによってもたらされ、その科学的背景を検証した報告は多岐にわたる。臨床場面においては、麻痺や関節固定などで実際に運動することが困難な患者に対し、能動的に運動のイメージを想起させることが運動機能の回復に効果的である。しかし、麻痺や長期の不動により、適切な運動を脳内でイメージするという行為自体が困難な場合もある。このような場合、患者が随意的に運動をイメージしなくとも、感覚入力を利用することによって、目的とする運動の感覚を誘導できることから、自己運動錯覚は運動機能の回復を目的とした治療アプローチとして適用範囲が広く、有用な手法であると考える。

近年、脳卒中片麻痺患者に対する新しい治療アプローチとして、身体運動の動画を用いた視覚誘導性自己運動錯覚 (Kinesthetic illusion induced by visual stimulation: KiNViS) の有用性が報告されている。

KiNViS を用いた治療アプローチを実施することで、痙攣が低減し、かつ随意運動が発現しやすくなるといったような運動機能の即時的变化が生じる。この背景となるメカニズムはまだ明確ではないものの、KiNViS 中の脳神経回路網活動は実際に運動を行なっている時と多くの部位が重複しており、さらに KiNViS を体験した症例からは「手を動かしたくなった」などの内省報告が得られていることから、実際の運動時と類似した状況を作り出すことによって運動機能にポジティブな影響が生じるものと考える。

一方で、随意的に運動を行う際には、さまざまな感覚受容器からの入力や、運動を実行しようとする際に発せられる運動指令が同時に生じるような状況下で運動を知覚する。振動刺激や触覚刺激、視覚刺激といった異なる感覚入力、そして随意的な運動のイメージを組み合わせた研究から、各種の感覚受容器に対して適量の刺激を組み合わせて付与すること、そして同時に運動指令に伴う中枢神経活動を生じさせることで、目的とする運動の知覚をより明瞭に誘導できることが示唆されている。今回は KiNViS の効果に加え、感覚入力の統合という観点からも自己運動錯覚を用いた治療アプローチの可能性について解説する。

略歴

2008年：札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 卒業、学士（理学療法学）

2010年：札幌医科大学大学院 保健医療学研究科 博士課程前期 修了、修士（理学療法学）

2013年：札幌医科大学大学院 保健医療学研究科 博士課程後期 修了、博士（理学療法学）

2014年：札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学 第二講座 博士研究員

2015年：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 博士研究員

領域別ミニシンポジウム1 運動錯覚を用いた理学療法の可能性

振動刺激を用いた整形外科患者への介入可能性

今井 亮太

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

河内総合病院 リハビリテーション部



近年、痛みが慢性化する因子の1つとして罹患肢の「不使用の学習」が考えられている。罹患肢の「不使用の学習」は、術後痛や組織損傷を伴った罹患肢の固定や不動、使用頻度の低下、恐怖回避行動などによって生じるものである。また、非罹患肢の代償動作の強化に伴って生じる罹患肢の使用頻度の減少が脳の可塑的変化を生じさせ、痛みの慢性化を引き起こす。つまり、術後痛などの急性疼痛の慢性化を防ぐためには、術後の痛みや不安といった情動的側面に対するアプローチだけではなく、罹患肢の不動や使用頻度の低下などから生じる不使用の学習と脳の可塑的変化を防ぐ必要性がある。さらに、最も頻度の高い骨折の1つである橈骨遠位端骨折では、中等度以上の疼痛強度と痛みに対する不安が、複合性局所疼痛症候群

(Complex Regional Pain Syndrome ; CRPS) のリスクファクターであることが明らかにされている。つまり、橈骨遠位端骨折後やその術後では、出来る限り早期から痛みの改善を目指さなければならぬことは自明である。また、痛みや運動に対する不安は運動を阻害するため、痛みを慢性化させないためにも痛みや運動に対する不安が伴わぬよう罹患肢の使用を対象者に積極的に求めることが必要である。しかし、術後急性期における積極的な運動療法や関節可動域訓練は痛みを伴うことも多く、不使用の学習の予防に難渋することが多い。

そこで我々は、実際には運動が生じていないにもかかわらず、運動しているかのような運動を知覚することができ、運動実行時と等価的な脳活動が得られる「腱振動刺激による運動錯覚」を利用することとした。腱振動刺激による運動錯覚とは、適切な周波数(80Hz)の振動刺激を腱に加えることによって、骨格筋内の筋紡錘からのIa求心性線維が活動し、その筋が伸ばされているかのような筋長の情報が脳へ送られることにより、あたかも手足が動いているような明瞭な運動錯覚が惹起されることである。腱振動刺激による運動錯覚中には、反対側の運動関連領域が賦活することが脳機能イメージング研究で明らかにされている。

本シンポジウムでは、橈骨遠位端骨折術後患者に「腱振動刺激による運動錯覚」を用いた臨床介入の可能性について議論する。

略歴

2011年 河内総合病院リハビリテーション部 入職

2015年 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修士課程 修了

2015年 畿央大学大学院健康科学研究科博士後期課程 在学中

領域別ミニシンポジウム2 工学的視点から捉えた運動制御の魅力

工学的運動制御の基礎 -単関節運動のシミュレーション-

吉田 直樹

リハビリテーション科学総合研究所／関西リハビリテーション病院



運動制御にはいろいろな切り口があるが、ここでは工学的制御理論の紹介をしたい。通常、シンポジウムでは最先端の内容の紹介が多いが、ここではごく基礎的な部分を扱う。工学的運動制御理論は、ごく基礎的な部分でもヒトの運動の理解に重要な視点を与えてくれるだろう。ヒトの脳神経系は何をしなければいけないか、どんな機能を持つ必要があるのか、といったことを考える重要なヒントになる。

しかし、工学理論の理解には大きな壁がある。数学である。工学理論は数学（それもかなり難解な）という「ことば」で書かれている。それなしでは厳密に表現できない。基礎的な部分であっても、普段数学を扱っていない分野の人は近づくのが難しい。

そこで、今回は、数式の利用は最小限にして、代わりに自作のコンピュータ・シミュレータを用いる。数式に基づく工学理論をベースにした「動き」を見ることで、正しい理解が進む部分があると期待している。

工学では、制御対象をシステムと捉える。システムには通常、入力値と出力値があり、制御の場合には入力値を操作量、出力値を制御量と呼ぶ。制御の目的は、「望みの制御量を得るために適切な操作量を、(ヒトが介入しなくとも自動的に)決める」とあることである。

略歴

- 1994年 慶應義塾大学大学院修了 修士（工学）
- 1994年 北海道大学医療技術短期大学部 助手
- 2003年 茨城県立医療大学保健医療学部 助教授
- 2004年 米国・ペンシルバニア州立大学 研究員
- 2005年 現職

通常、これは簡単ではない。制御量と操作量は複雑な関係にある場合が多いからだ。一般に「操作量≠制御量」である点が大変重要である（シミュレータの動きでも示す）。我々はつい「操作量=制御量」のような観点でものを見てしまいがちだが、それでは運動制御を正しく理解できないだろう。

「望みの制御量を実現するための操作量を決定する仕組み」も一種のシステムであり、コントローラ（制御器）と呼ばれる。ヒトの運動制御を考えるとき、制御器である脳神経系の機能に注目するのは当然だ。しかし、制御器が何をしなければいけないかは、実は制御対象システムの特性に依存する。運動器システムの特性は、運動器の力学特性（慣性・粘性・弾性）で決まる部分が大きい。そのため、運動器の制御の理解には、その力学特性の理解が不可欠である。この部分も、正確な理解には数式の利用が欠かせないが、ここではシミュレータで扱う。

コントローラによる制御の仕組みは「制御則」と呼ばれる。フィードバック制御やフィードフォアード制御なども制御則の一種である。これらの特徴や限界もシミュレータで表現する予定である。

領域別ミニシンポジウム2 工学的視点から捉えた運動制御の魅力

運動制御の実例 -ロボット研究の実演-

松下 光次郎

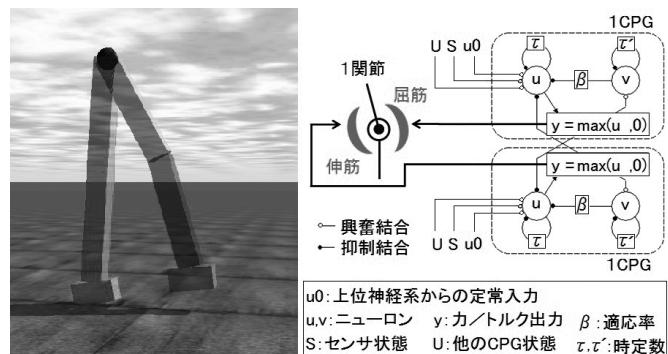
岐阜大学 工学部 機械工学科



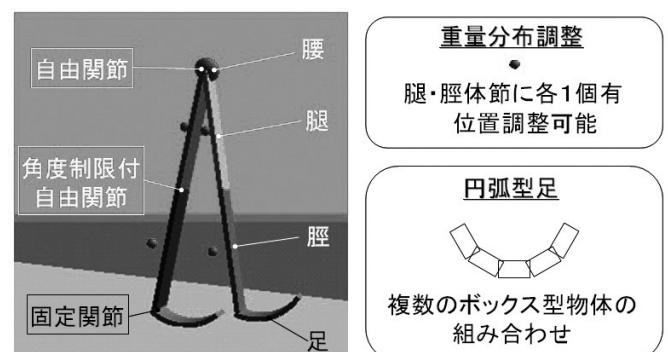
ロボット研究における「運動制御」とは、取り付けられた複数のセンサにより身体情報・環境情報をリアルタイムに読み取り、それら情報にもとづいてコンピュータ上の制御プログラムが次に行う身体動作を決定、その方針にしたがって複数のアクチュエータ（モータなど）を適切な動作量・タイミングにて動かし、目的の身体運動を実現することです。すなわち、ロボットの運動制御の実現には、構成要素であるセンサ・アクチュエータ・制御プログラミング・身体構造を適切に組み合わせることのできる複合的な知識・技術が必要といえます。

そこで本講演は、講演者の歩行ロボット研究開発の経験をもとにし、実機やシミュレーションの実演を踏まえて、ロボットの運動制御システムの全体像を分かりやすく伝えることを目的としております。特に近年、ロボットの要素技術は使いやすく、かつ、低価格になってきており、興味を有する人が講演で示した内容の再現に役立つ部品購入情報や簡単製作方法などを紹介します。講演内容は2部構成となっており、前半では、ロボット構成要素であるセンサ（角度・角速度・加速度・温度・圧力・力覚・距離・筋電など）やアクチュエータ（モータ・空気圧など）の種類や使用方法を説明します。後半では、近年、ロボット分野で注目されている下記3種類の歩行ロボット研究を解説します。

- (1) 踏圧情報にもとづき動的な安定性を補償するZero Moment Point(ZMP)歩行
- (2) 生物学的知見にもとづき周期的な歩容を実現する神経振動子(Central Pattern Generator: CPG)歩行
- (3) 身体構造の特徴にもとづき重力・慣性力を有効活用し省エネルギー歩行を実現する受動(Passive Dynamics)歩行



(a) CPG 歩行



(b) 受動歩行

図 歩行ロボットシミュレーション

略歴

2007年 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了 博士（工学）取得
同年 東京大学大学院工学系研究科 日本学術振興会特別研究員（PD）
2009年 大阪大学医学系研究科 脳神経外科学講座 特任助教
2014年 岐阜大学 工学部 機械工学科 助教 現在に至る

領域別ミニシンポジウム3 身体運動の（再）組織化 機能不全を再考する：運動の初心者はどう動くか？

工藤 和俊

東京大学大学院 総合文化研究科 生命環境科学系



我々がふだん難なく遂行している日常動作とは、日常生活での長期にわたる膨大な数の繰り返しを通して体得された高度な熟練動作である。したがって、その（再）学習過程には、スポーツ、ダンス、音楽演奏に代表される高度熟練動作との共通項が存在するはずである。そこで本発表では、高度熟練動作の学習過程における初心者の動きに着目し、なぜ動けないのか、どのようにすれば動けるようになるのか検討することにより、運動学習研究とリハビリテーション研究の接点を探る。

練習を始めたばかりの初心者の動きは熟練者の滑らかさや正確さに遠く及ばず、ぎこちなく不正確である。力学系 (dynamical system) アプローチを用いた近年の研究により、熟練者および初心者の運動パターン形成に影響する要因（制約）および要因間の相互作用に関する詳細が明らかになってきた。たとえば、ドラム演奏の初心者は、左右の手で交互にすばやくドラムを叩こうとしても、熟練者のようなすばやい動きができないだけでなく、左右交互の運動パターンが崩れるという特徴的なミスをしてしまう。このような運動パターンは、Haken-Kelso-Bunz モデルを拡張した非線形微分方程式モデルにおいて特定の変数を操作することにより系統的に再現できることから、当該スキルの学習パラメータを特定することが可能になる (Fujii et al., 2010)。

また、同様の力学系モデルは、ストリートダンスの初心者／熟練者の運動パターンをも再現する (Miura et al., 2011)。さらに、ベイジアン最適化モデルを用いた研究では、たとえばゴルフの初心者は、自らの運動変動を考慮して打球目標位置を選択することが難しく、熟練者よりも相対的に失敗確率が増大することが示唆されている (Ota et al., 2015; 太田他, 2015)。

また一方で、スポーツでは、レベルに合った道具の使用、ルールの変更など適切な環境を整えることにより、初心者であってもしばしばぎこちなさから解放される。例えばテニスでは、ワントラップルールの導入により積極的プレーが誘発され、ウィナー数が増大する (山本他, 2015)。また、サーブ位置を前方へ移動させることにより、初心者同士の試合であってもサーブアンドボレーなどの高度な動きが出現する。すなわち、行為のための環境を整えることで高度な動きが自然に引き出されるとともに、攻撃方略などより高度なプレーの遂行に関する多くの事項を学習することが可能になる。

略歴

1998年 東京大学大学院 総合文化研究科 生命環境科学系 博士課程修了（学術博士）

2002-2003年 米国コネチカット大学 知覚と行為の生態学研究センター客員研究員

2011年・現在 東京大学大学院 総合文化研究科 准教授

領域別ミニシンポジウム3 身体運動の（再）組織化

身体運動の（再）組織化と行動の変容

大橋 ゆかり

茨城県立医療大学 保健医療学部 理学療法学科



Nudoら（1996）はリスザルの脳に局所虚血を生じさせ、その後の脳機能の再組織化に関する一連の研究を行った。リスザルに難易度の高い手指使用課題を与えたところ、使用された手指の運動に対応した脳皮質領域が拡大した。この研究は神経レベルで見た再組織化の存在を示す代表例と言える。身体の使用により皮質地図が変化するという神経レベルでの再組織化は非常に明確であり、理解しやすい。

再組織化は人間の行動のレベルでも起こる。行動レベルでの再組織化は、「ある課題を遂行する際に、それまでとは異なる戦略が選択されることに伴い、動作に使用される身体部分あるいはその使用法が変化すること」と言える。戦略の選択に影響を与える要因は、実施者の機能（身体システム）、課題の種類、実施環境の状況である。この3者が相互作用する中で、妥当な戦略が選択される。再組織化を行動のレベルで理解することは難しいが、理学療法士にとってはむしろこちらの方が重要である。

行動の再組織化の例として比較的理 解しやすいのは、脳卒中後遺症者に見られる片麻痺歩行である。同じ環境で、歩行という同じ課題を行っても、脳卒中後遺症者の歩行は健常者とは明らかに異なる特徴を示す。

片麻痺歩行のパターンに影響を与えて いるのは実施者の身体システムの要因であると考えられてきた。この推論の帰結は、片麻痺歩行のパターンに最も強く引き寄せられるのはブルンストローム法ステージ3のレベルにある患者の歩行であるということだ。しかし、測定をしてみると事実は異なっていた（大橋・他, 2008）。片麻痺歩行はブルンストローム法ステージ2から4に向けてそのパターンとしての安定性を高めて行き、ステージ5になると再び安定性が揺らぎだした。仮説として考えられることは、ステージ4の脳卒中後遺症者は病的なシナジーを最も上手く使いこなす身体システムを持っている、またステージが5になると身体システムは別の、おそらく健常者の歩行に近いパターンを求めて再組織化を行うのではないかということだ。

本シンポジウムでは、A Shumway-Cookと MH Woollacottによるシステムアプローチと課題指向型アプローチの概念を用いて、脳卒中片麻痺者の行動レベルでの再組織化について考える。

略歴

- 1981年 東京都立神経病院理学療法士
- 1986年 東京都立医療技術短期大学助手
- 1995年 茨城県立医療大学講師（2002年より教授）
- 1995年 心理学修士、2002年 医学博士

領域別ミニシンポジウム4 運動時の循環調節最前線：基礎研究から臨床への展開

運動時の循環調節機構

高橋 真

広島大学大学院 医歯薬保健学研究院



運動は筋の収縮が骨/関節に作用することで生じ、この筋の収縮を制御する神経系やその効果器である筋骨格系自体の構造・機能に関する知識が理学療法士に必須であることは言うまでもないであろう。一方、運動の持続には筋の収縮を維持・持続させることが必要であり、呼吸・循環系が適切に機能し、活動筋に必要な酸素を供給する。健康新命の延伸に（有酸素）運動の効果が期待されている昨今では、内部障害患者に安全で適切な運動を指導する場面のみに留まらず、多くの理学療法士にとって、運動時の呼吸・循環調節機構の理解が求められていると考える。

運動時には活動筋の酸素需要に応えるため、循環系は心拍出量増大や筋血流配分増加の対応をとり、運動に必要な酸素を運搬しようとするが、この調節には自律神経系の果たす役割が大きい。自律神経による循環調節は大きく心臓と脈管系調節に分けられる。心臓は交感神経と副交感神経（迷走神経）により心拍出量を調節し、脈管系は交感神経系により血管径（すなわち抵抗）を調節する。例えば、心拍数（脈拍数）の計測は運動時の最も簡便な運動強度を判断する方法であり、一般的に心拍数 100～120 拍/分までは迷走神経によって制御され、それ以上の心拍数では交感神経が関与すると考えられている。

しかしながら、最近の我々の研究ではこの定説が正しくないことを示唆する知見が得られており、運動時の循環調節研究にはまだまだ未解決の課題が残されている。

また、自律神経調節機構として、大脳皮質を起源とする運動制御コマンドと同期して発生し、循環器系をフィードフォワード制御するセントラルコマンドと、筋収縮に伴う機械的変化および代謝産物を感じてフィードバック制御する筋機械受容器反射と筋代謝受容器反射の 3 つが存在する。最近の研究では心不全、高血圧や糖尿病などにおいて、この調節機構の異常が報告されている。

今回、我々の研究を踏まえ、運動時の循環調節機構の概要を解説する。さらに、本シンポジウム全体を通して、理学療法における主要な介入・治療手段である「運動」を持続させる循環調節機構について、最新の基礎研究の知見を紹介とともに、その臨床応用への展開について議論したい。

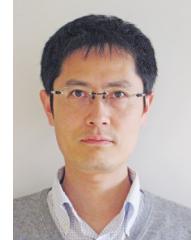
略歴

- 2006 年 博士（学術）取得
- 2006 年 国立身体障害者リハセンター研究所
- 2007 年 広島大学大学院保健学研究科 助教
- 2012 年 広島大学大学院医歯薬保健学研究院 講師

領域別ミニシンポジウム4 運動時の循環調節最前線：基礎研究から臨床への展開 圧受容器反射から高齢者の運動時血圧調整異常を考える

小峰 秀彦

産業技術総合研究所 自動車ヒューマンファクター研究センター 生理機能研究チーム



運動を行うために必要な生体の制御システムは何か？第一に骨格筋を含めた運動制御が考えられるだろう。では、脳から運動神経を介して骨格筋に信号を送れば運動は遂行されるだろうか？否、骨格筋を駆動（収縮）するための動力源として酸素が必要である。酸素は肺で取り込まれた後に、心臓から血管を介して全身に運ばれる。したがって、心臓および血管を含めた循環調節が、運動を行うために必要なもう一つの生体制御システムである。

運動時の循環調節で重要なキーシステムの一つは動脈血圧反射である。動脈血圧反射の基本的な役割は、動脈血圧を一定に保つことである。動脈血圧を一定に保つことによって全身にくまなく酸素を供給し、生命を維持する。一方、血圧を一定に保って全身に等しく血液を供給する調節システムは、運動時には不都合である。運動時には心臓のポンプ機能を高め、運動遂行に影響しない内臓への血液供給を減らし、運動筋への血液供給量を増やす“不公平”な調節が必要となる。すなわち、血圧を一定に保つ動脈血圧反射の調節は運動の邪魔であり、動脈血圧反射調節を変化させる必要がある。

運動時の循環調節は、運動制御と同様、フィードフォワード制御（高位脳中枢からの下行性神経入力）とフィードバック制御（運動筋からの上行性神経入力）によって行われる。我々は動脈血圧反射の特性が運動時に変化することを、フィードフォワード制御に焦点をあてて明らかにしてきた。また、動脈血圧反射特性は、運動トレーニングの影響を受けることも明らかにしてきた。さらに、動脈血圧反射の受容器は血管壁にあるストレッチセンサーであることから、動脈血圧反射特性は動脈硬化度の影響も受ける。

本シンポジウムではこれらの研究成果を紹介し、臨床応用としての運動時の循環調節を考える時に、これらの研究ピースをどうつなぎ合わせるべきか考え、議論したい。

略歴

- 2003年 広島大学大学院保健学研究科修了（博士課程）
- 2003年 広島大学医学部特別研究員
- 2004年 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 研究員
- 2013年 経済産業省 商務情報政策局 ヘルスケア産業課 医療・福祉機器産業室 室長補佐
- 2015年 産業技術総合研究所 自動車ヒューマンファクター研究センター
生理機能研究チーム チーム長

領域別ミニシンポジウム4 運動時の循環調節最前線：基礎研究から臨床への展開

循環器疾患患者における運動時循環・呼吸調節異常

松木 良介

関西電力病院リハビリテーション科



本邦でも心臓リハビリテーションの普及によって循環器疾患患者に対しての運動療法は一般的になり、加えて高齢化による循環器疾患を合併した患者の増加によって臨床場面において循環器疾患有する患者を目の前にすることが多くなっている。そのため、循環器疾患の運動時の循環・呼吸調節についての生理学的知識は広く求められている。

慢性心不全（CHF）は運動耐容能の低下を主徴とするが、運動耐容能低下の機序は複雑である。かつては、心ポンプ機能の障害に基づく運動時の心拍出量の低下や肺うつ血の増加がその主要因とされてきたが、それのみでは説明できない研究結果が多く報告されるようになった。さらに近年はCHF患者において運動時の骨格筋血流の低下や骨格筋での代謝異常などが運動耐容能に影響するとの研究結果が多く報告されており、CHF患者の運動耐容能低下のメカニズムについては現在も研究が進められているところである。

日常生活や臨床場面では、CHF患者の運動耐容能低下は最大運動能力の低下よりもむしろ軽い労作での運動継続の困難や運動時の呼吸困難で自覚される。

特に呼吸困難はCHF患者の主訴であることが多い。CHF患者は運動時の循環調節異常に伴い運動時の換気調節異常を有することが報告されており、運動時に特徴的な換気パターンをみとめられるケースも多い。運動時の換気調節異常のひとつとしてCHF患者に運動時周期性呼吸変動（Exercise Oscillatory Ventilation: EOV）をみとめることが報告されている。EOVは1987年にCheyne-Stokes呼吸と関連した現象として報告され、CHF患者の19~51%にみられるとされている。EOVは重症度に応じて出現率が高まり、運動耐容能の低下や生命予後に影響するとされている。そのメカニズムは循環時間の遅延や中枢化学受容器の亢進などが考えられているが、統一した見解に至っていない。このような異常な呼吸様式が、生命予後だけでなく運動時の呼吸困難に直接的に関連している可能性があると考えられる。

今回はCHF患者の循環・呼吸調節における最近の知見とEOVを有するCHF患者の特徴と呼吸困難との関係を検討した研究を中心に紹介する。

略歴

- 2008年 広島大学病院 リハビリテーション科
- 2013年 広島大学大学院保健学研究科 修士課程修了
- 2013年 関西電力病院 リハビリテーション科

研究基礎講座 1

動物実験研究入門 -基本的考え方および具体例

山崎 俊明

金沢大学医薬保健研究域保健学系



「動物実験研究入門」は課されたタイトルで、副題は私が付けました。本講座の目的は、現在理学療法を学んでいる学生や理学療法士として臨床に従事しながら大学院進学を考えている方に、動物を対象とした研究の概要を解説することです。具体的には標本作製の方法などを、初心者にわかり易く説明することを依頼されました。よって、本講座はすでに大学院等で研究に従事している方には、あまり参考になりません。

そもそも、“理学療法学”に動物を対象とした基礎研究は必要でしょうか？ 分子・細胞レベルの解析は生物学・生理学などの基礎学問分野で研究されており、特に、メカニズムの解明には必要と考えます。例えば、理学療法で治療対象となる骨格筋に関する研究は飛躍的に発展しうる現象解析を可能にしてきましたが、一方では分子間で成り立つ理論が筋組織レベルで観察される現象を説明できないという矛盾も生じています。つまり、各レベルでの分析に意義があり、分子・細胞・組織・器官・個体レベルの分析を見極めて、研究論文等を参考に必要があります。都合よい部分を切り取って異なるレベルに強引に当てはめることは無謀ではないでしょうか。

そのためにも、「理学療法士視点による、理学療法のための基礎研究」成果を蓄積し“理学療法学”として臨床に役立てることが重要と思います。その手段として、既存の基礎学問領域の研究手法を利用すれば良いと考えています。

本講座では動物を対象とした基礎研究に関わるきっかけとして役立つように、まず、ヒトを対象とした研究と異なる基本的考え方を解説します。具体的には、倫理・法律、実際の手続き、影響因子、対象動物の選択などです。

次に、各種分析手法について具体例を挙げながら説明予定です。しかし、分析手法も多岐にわたるため、私が研究対象としてきた骨格筋に関する内容から、組織学・病理学、生化学、生理学的分析の一例を解説します。特に、組織標本の作製に関しては、手順（固定→薄切→染色→観察）に従って、写真を提示しながら理解を促したいと考えています。

最後に、具体的な研究の一端を紹介し、「理学療法士による動物を対象とした基礎研究」へのいざないとします。

略歴

- 1987年 金沢大学医学部附属病院理学療法部
- 1995年 金沢大学助手
- 2004年 金沢大学助教授
- 2006年 金沢大学教授

研究基礎講座 2

臨床神経生理研究入門 -筋電図・TMSを中心

山口 智史

慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室



臨床医学を支える基礎学問領域のなかで、神経・筋疾患における生理学ほど臨床に直結した分野はないと言われている。なかでも臨床神経生理学は、ヒトにおける脳や脊髄、末梢神経、筋に至る広い範囲の機能や疾患例における病態の理解を促進するため、さらには治療介入による効果判定や効果メカニズムの解明などにも利用され、理学療法の臨床と研究のどちらにおいても重要な知見を提供する。

本講座では、臨床神経生理学に興味はあるが触れる機会がなかった方、初学者の方を対象として、臨床神経生理学の基礎知識に関する講義と実演を通して、神経生理学の面白さと奥深さを伝えたい。

近年の臨床神経生理学では、従来の電気生理学的手法と脳機能イメージング手法の利用が主体となっているが、それぞれ単独の手法だけでなく、両手法の連携も大きな主題となっている。それぞれの手法において、メリットとデメリットを有しているが、従来の電気生理学的手法である表面筋電図、誘発筋電図、経頭蓋磁気刺激は、生体における電気信号の伝導と伝達について、筋電図を通して測定することで、ヒトの運動路を直接に評価することが可能である。

これら神経生理学的手法から得られた情報は、運動機能を評価し、治療として運動療法を用いる、われわれ理学療法士において、必須の知識と考えられる。

そこで基礎知識の講義では、電気生理学的手法の概要として、基本原理と計測方法、さらに正しいデータ計測のための注意点を述べる。また、過去に報告されている疾患例における知見を整理し、臨床で担当する頻度の高い疾患における病態理解、さらには神経生理学の知見を活かした理学療法の展開に示唆を与える。実演では、表面筋電図、誘発筋電図（H反射、相反性抑制、シナプス前抑制）、経頭蓋磁気刺激（皮質脊髄路興奮性、皮質内抑制、皮質内促通）などの神経生理学的な手法の実際を提示し、臨床検査や研究で使用される手法を実際に触れていただきたい。本講座が、臨床神経生理学を学ぶきっかけになることを望んでいます。ぜひ興味のある方は、ご参加ください。

略歴

- 2004年 慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター 理学療法科
2007年 東京湾岸リハビリテーション病院 デイケア部
2013年 慶應義塾大学大学院 医学研究科 博士課程修了（医学研究系専攻）
現 職 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室 特任助教
東京湾岸リハビリテーション病院 デイケア部／リハビリテーション研究部

研究基礎講座3

臨床研究データ抽出入門 - 大腿骨近位部骨折を例に

吉田 啓晃

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



臨床現場で日々患者と接する理学療法士は、急性期、回復期、維持期いずれにおいてもそれぞれの臨床的疑問に直面している。科学的根拠に基づく介入(Evidenced-based Practice)が強調される中で、客観化された知見から効果的な治療方法を導き出す取り組みが求められている。

当講座では、当院で行っている研究活動について、大腿骨近位部骨折に関する取り組みを例に紹介する。当院では、2009年度より臨床での疑問を解決するためにグループでの研究活動を開始した。当院でリハビリ処方の多い疾患を選別し、それらの疾患の治療内容を充実させるために、必要なデータを収集・分析し、臨床に還元する取り組みである。文献レビュー、疾患別評価表作成、データ収集・検討、ホームページなどの情報提供を行い、今後は効果的な治療方法を提案することを目標としている。

大腿骨近位部骨折患者のほとんどは転倒に由来した怪我で、つなぎ合わせる手術をして元の生活に戻ることが目標となるが、そもそも高齢であり転倒リスクは何ら良くなっていない。変形性関節症に対する人工関節置換術とは違って、運動機能は術前よりさらに低下することが多い。

よって、できる限り元の身体機能を再獲得することや、再転倒を予防するための取り組みが必要となるが、大腿骨頸部・転子部骨折の診療ガイドラインにおいても、リハビリテーションは推奨される治療手段ではあるものの、確立したリハビリテーションメニューは示されていない。そこで、再転倒予防に有効なリハビリテーションメニューの提案を目指し、転倒した背景にある高齢者特有の身体特性を探ることをはじめ、術後早期の基本動作能力を基にした機能予後予測、あるいは再転倒しないために必要な運動機能の把握、骨折型別の機能経過の違いなどを検討している。これらを検討するためには、適切な臨床評価を選択し、適切なタイミングで評価する必要がある。試行錯誤しながら評価表を作成し、各療法士が担当症例を評価した上で、それらのデータを整理し定期的に集計する。そして、データをまとめて学会などで発表し、意見交換をすると、また新たな切り口での見方も加わる。

対象者の生体現象を正しくとらえて、その概観を比較的容易に取り出しやすいように構成されたツールが、臨床で用いられている評価指標である。臨床評価から臨床的な疑問を整理することで、理学療法が求めるべき方向性や介入方法を明らかにしていきたい。

略歴

2004年 東京慈恵会医科大学附属第三病院 入職

2011年 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科

ヘルスプロモーションサイエンス学域 前期博士課程卒業

健康科学修士 取得

JPTF 日本基礎理学療法学会 第20回学術大会記念口述演題

ラット膝関節炎モデルに対する電気刺激を用いた感覚刺激入力ならびに筋収縮運動が痛みや炎症におよぼす影響

坂本 淳哉¹⁾, 寺中 香²⁾, 近藤 康隆³⁾, 片岡 英樹²⁾, 佐々部 陵^{4,5)}, 濱上 陽平⁶⁾, 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) 社会医療法人 長崎記念病院 リハビリテーション部 3) 日本赤十字社 長崎原爆諫早病院 リハビリテーション科
- 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
- 5) 長崎大学病院 リハビリテーション部 6) 社会福祉法人十善会 十善会病院 リハビリテーション科

Key words / 関節炎, 感覚入力, 筋収縮運動

【目的】

本研究では電気刺激を用いた感覚入力ならびに筋収縮運動がラット膝関節炎の痛みや炎症におよぼす影響を検討した。

【方法】

8週齢の Wistar 系雄性ラットを、右側膝関節に関節炎を惹起する実験群と擬似処置を施す対照群に分け、実験群は関節炎惹起後、1) 通常飼育する関節炎群、2) 患部を不動化する不動群、3) 低強度の筋収縮運動を実施する運動群、4) 筋収縮が惹起されない程度の感覚入力を実施する刺激群に分けた。運動群と刺激群には右側大腿に表面電極を貼付して電気刺激(周波数 50Hz, パルス幅 250μs, 週 6 回)を行い、刺激強度は運動群では 2~3mA, 刺激群では 1mA とした。また、起炎剤投与の前日ならびに 1・7・14・21・28 日目に患部の腫脹と圧痛閾値ならびに足底の痛覚閾値を評価した。起炎剤投与 7 日目には各群の一部のラットから右側膝関節を採取し、CD68 に対する免疫組織化学的染色に供した。

【結果】

患部の腫脹は、実験期間を通して実験群間に有意差は認められなかった。また、圧痛閾値は、運動群、刺激群は起炎剤投与 7 日目より関節炎群、不動群より有意に上昇し、起炎剤投与 21 日目以降は対照群との有意差も認めなかつた。次に、足底の痛覚閾値は運動群は起炎剤投与 14 日目以降、対照群との有意差を認めなかつたが、刺激群は起炎剤投与 28 日目まで対照群より有意に低下し、関節炎群や不動群と同程度であった。そして、滑膜の CD68 陽性細胞数は、運動群と刺激群は関節炎群や不動群より有意に低値で、この 2 群を比較すると運動群が有意に低値を示した。

【考察】

今回の結果から、関節炎発症直後から電気刺激を用いた筋収縮運動を実施すると、組織学的にも患部の炎症が早期に改善することが示唆され、これに伴い中枢性感作が抑制され、二次性痛覚過敏の予防につながったと推察される。一方、感覚刺激のみを入力しても患部の炎症の改善は不十分であり、そのため二次性痛覚過敏の予防にはつながらなかつたと考えられる。

JPTF 日本基礎理学療法学会 第20回学術大会記念口述演題

運動による鎮痛効果の検証

城由起子¹⁾, 松原貴子²⁾

1) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部, 2) 日本福祉大学 健康科学部

Key words / 疼痛, 運動, 鎮痛

2000年以降に発表された各国の疼痛診療ガイドラインをみると、運動は疼痛マネジメントの中でも強く推奨されている。従来、運動の効果としては、筋力増強や柔軟性向上による関節への負担軽減、バランス能力の向上、体重コントロールなどが期待されてきた。一方、運動による筋力や筋持久力といった身体機能の改善は、疼痛や機能障害の改善と相關しないとの報告もあることから、運動の疼痛マネジメントとしての効果は、身体機能向上による二次的効果のみに留まらないと考えられる。

近年、運動により痛覚感受性が低下する exercise-induced hypoalgesia (EIH) に関する報告が多数されている。その機序として内因性疼痛修飾系の関与が指摘されているが詳細は明らかでない。また、様々な運動種類や負荷強度・時間による EIH の報告があり、有酸素運動では高強度・長時間の運動が有効とされているが、高負荷な運動を疼痛患者へ応用することは難しい。さらに、運動種類の違いによる効果を比較した報告は見受けられず、疼痛患者への臨床応用として最適な運動プログラムは明らかでない。そこで、我々は臨床に即した運動による鎮痛効果の検証をすすめている。

低負荷 (40%HRR) での自転車運動、歩行、上肢運動による EIH 効果を比較した結果、全ての方法で全身性に EIH を認め、その効果は運動方法による明らかな違いを示さなかった。さらに、より低負荷で短時間な運動であっても、注意要求の高い運動や運動に対する動機づけ強化により EIH が生じた。また、EIH を認める際には、同時に気分の改善や自律神経応答が確認された。

EIH は運動方法に関わらず広範性に認められ、運動への注意や動機づけを高めることでその効果は増大する可能性が示唆された。以上より運動は、薬物を用いずに内因性疼痛修飾系に作用することができ、また患者個々の状態に合わせた運動方法の設定が可能な汎用性の高い疼痛マネジメントプログラムになり得ると考えられる。

JPTF 日本基礎理学療法学会 第20回学術大会記念口述演題

不活動に伴う筋痛のメカニズムおよびホットパックによる治療効果について

中川 達貴¹⁾, 肥田 朋子²⁾, 平賀 慎一郎¹⁾, 堀 紀代美³⁾, 尾崎 紀之³⁾

1) 金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科 機能解剖学分野

2) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部, 3) 金沢大学 医薬保健研究域医学系 機能解剖学分野

Key words / 不活動, NGF, ホットパック

【目的】

我々は両側足関節を4週間底屈位にギプス固定した不活動モデルラットにおいて腓腹筋で筋痛が発生することを報告している。一方、遅発性筋痛モデルで神経成長因子(Nerve Growth Factor : NGF)の関与が報告されている。そのため、本モデルの筋痛にNGFが関与しているか検討した。また、本モデルの筋痛に対する理学療法として、一般的に鎮痛効果が知られているホットパックによる温熱療法の治療効果も検討した。

【方法】

対象は8週齢のWistar系雄性ラット30匹とし、無作為に通常飼育する無処置群8匹、両側足関節をギプス固定する不活動群13匹、固定期間中にホットパックによる温熱療法を行う不活動+温熱群9匹に振り分けた。ギプス固定は足関節最大底屈位にて固定した。ホットパックはギプスを一時的に除去し、1日20分間、週5日施行した。筋痛覚閾値の評価として、Randall-Selitto装置を用いて腓腹筋内側頭の筋痛覚閾値を測定した。不活動群5匹はギプス固定開始から4週目に右側腓腹筋内側頭に抗NGF抗体を投与し、その3時間後に筋痛覚の評価を行った。残りのラットは不活動期間終了後、ネンブタール深麻酔下にて腓腹筋を摘出し、ELISA法によりNGFを定量した。

【結果】

不活動群の筋痛覚閾値は経時的に低下し、2週目で有意に低値を示した($p<0.05$)。抗NGF抗体を用いた行動薬理では、投与前と比較し、投与後で筋痛覚閾値は有意に上昇した($p<0.05$)。不活動+温熱群の筋痛覚閾値は、ギプス固定2、3、4週目において不活動群と比べて有意に高値を示した。 $(p<0.05)$ 。腓腹筋のNGF量は無処置群に比べ、不活動群では有意に増加したが、不活動+温熱群は、不活動群に比べ有意に減少した($p<0.05$)。

【考察】

不活動により筋痛を引き起こし、この筋痛にNGFが関与していることが示唆された。また、ホットパックによる温熱療法は筋痛の発生やNGFの増加を抑制した。これらのメカニズムに関しては今後検討していく必要がある。

一般演題（1日目）

1日目 11月14日（土）

口述

口述発表 1	O-1-01～O-1-04
口述発表 2	O-2-01～O-2-04
口述発表 3	O-3-01～O-3-04
口述発表 4	O-4-01～O-4-04
口述発表 5	O-5-01～O-5-04
口述発表 6	O-6-01～O-6-01

ポスター

ポスター発表 1 P-1-01～P-1-27

11月14日(土) 14時10分～15時10分 口述発表1 会場：A445（大講義室6）（教育研究棟）

座長	玉木 彰	兵庫医療大学大学院医療科学研究科	
O-1-01	温熱刺激と電気刺激の併用は血管拡張能を増加させる	札幌医科大学	岩本 えりか
O-1-02	温熱刺激が白血病モデルラットの血液と骨格筋に及ぼす影響		
O-1-03	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 めまい・起立性低血压の有無による自律神経活動の差異	川内 春奈	
O-1-04	特定医療法人茜会 昭和病院 リハビリテーション部 没入型 HMD による視覚誘導性自己運動知覚の生起と姿勢応答解析	好永 智治	
		早稲田大学 理工学術院 総合研究所	安田 和弘

11月14日(土) 14時10分～15時10分 口述発表2 会場：A452（大講義室7）（教育研究棟）

座長	金井 章	豊橋創造大学	
O-2-01	3次元骨モデルを用いた CRTKA の PCL 付着部の検討	大阪大学大学院医学系研究科外科学系臨床医学専攻運動器バイオマテリアル学	伊能 良紀
O-2-02	異なるストレッチング継続時間が小胸筋の柔軟性変化に与える影響	京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	梅原 潤
O-2-03	歩行時における後足部、中足部、前足部間の協調性パターンの定量化	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	高林 知也
O-2-04	等張性収縮時の筋束長に対する関節角度と収縮強度の影響	京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	田中 浩基

11月14日(土) 15時15分～16時15分 口述発表3 会場：A445（大講義室6）（教育研究棟）

座長	中野 治郎	長崎大学	
O-3-01	新規筋萎縮誘発法であるベルクロ法とギブス固定法との比較検討	帝京科学大学医療科学部理学療法学科	相原 正博
O-3-02	骨格筋肥大適応における mTOR 活性の制御機構	北海道医療大学大学院リハビリテーション科学研究科生体構造機能・病態解析学分野	森谷 伸樹
O-3-03	神経-筋電気刺激トレーニング誘発性の筋肥大における力積の役割	札幌医科大学	山田 崇史
O-3-04	伸張性筋収縮の「繰り返し効果」に関わる筋再生の特徴	東京大学	高木 領

11月14日(土) 15時15分～16時15分 口述発表4 会場：A452（大講義室7）（教育研究棟）

座長	中江 秀幸	東北福祉大学	
O-4-01	二重課題の有無が立位前方リード動作の運動学的特性に及ぼす影響	一般社団法人巨樹の会小金井リハビリテーション病院	内海 智之
O-4-02	高齢者における Timed Up and Go test の特徴	神奈川県立保健福祉大学	黒澤 千尋
O-4-03	異なる杖操作リズムが 3 動作杖歩行の歩行速度および歩行パターンに及ぼす影響	日産厚生会	内藤 真也
O-4-04	OP 条件の有無による座位リードの運動学的特性の検討	医療法人社団恵仁会 府中恵仁会病院	増田 和樹

11月14日(土) 16時20分～17時20分 口述発表5 会場：A445（大講義室6）（教育研究棟）

座長	池田 由美	首都大学東京	
O-5-01	経皮的磁気刺激を用いた坐骨神経刺激方法の検討	札幌医科大学理学療法学第二講座	青木 信裕
O-5-02	自己身体運動の動画を用いた視覚刺激の持続的付与が短潜時皮質内抑制に及ぼす影響	札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第一講座	金子 文成
O-5-03	運動学習に伴った運動イメージ中の皮質脊髄路興奮性の変化	東京湾岸リハビリテーション病院	立本 将士
O-5-04	Vision Training による認知機能向上の可能性	代々木病院 通所リハビリテーション	長澤 良介

11月14日(土) 16時20分～17時20分 口述発表6 会場：A452（大講義室7）（教育研究棟）

座長	鈴木 克彦	山形県立保健医療大学	
O-6-01	繰り返しの繰ぎ足歩行検査は測定値に学習効果を含む	河村病院リハビリテーション部	小山 総市朗
O-6-02	ハンドヘルドダイナモーターを使用した大殿筋の筋力測定方法の検討	社会医療法人祐生会 みどりヶ丘病院	中堀 純矢
O-6-03	座位での側方リード動作開始時における脊椎・骨盤帶の動きについて	六地蔵総合病院 リハビリテーション科	西谷 源基
O-6-04	座位と立位姿勢の違いによる両側上肢屈曲運動時の肩甲骨と脊柱の動態	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	横山 絵里花

11月14日（土）16時20分～17時20分 ポスター発表1**会場：大会議室（管理図書館棟）**

P-1-01	筋衛星細胞の増殖が不活動を伴う筋損傷回復遅延に及ぼす影響	豊橋創造大学保健医療学部	大野 善隆
P-1-02	ApoE4 ノックインマウスの認知機能障害に対する長期的な自発的運動の治療的效果の検討	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	杉山 佳隆
P-1-03	変形性膝関節症の進行における加齢の影響	名古屋学院大学リハビリテーション学部	渡邊 晶規
P-1-04	ステップ動作における予測的姿勢制御の準備状態の検討	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	渡邊 龍憲
P-1-05	高齢者の股関節運動減少に依存したリーチ長の超過予測	北海道大学大学院保健科学研究院	前島 洋
P-1-06	運動模倣の神経基盤	大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座	菅田 陽怜
P-1-07	視覚誘導性自己運動錯覚が脳卒中片麻痺者の上肢運動機能回復に及ぼす影響	進和会 旭川リハビリテーション病院	松田 直樹
P-1-08	足底による硬度弁別課題と立位姿勢バランスの関連性	首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 ヘルスプロモーションサイエンス学域	村尾 純
P-1-09	視覚誘導性自己運動錯覚誘起が機能的支配領域に及ぼす影響	札幌医科大学大学院 保健医療学部研究科	山下 達郎
P-1-10	片側小脳半球への経頭蓋静磁場刺激が対側運動野興奮性および小脳抑制に及ぼす影響	四條畷学園大学リハビリテーション学部	松木 明好
P-1-11	高齢者の運動観察による学習を促進させる手本の検討	了徳寺大学 健康科学部 理学療法学科	川崎 翼
P-1-12	経頭蓋直流電気刺激と経皮的電気刺激の併用が脊髄相反抑制機構に及ぼす影響	河村病院 リハビリテーション部	武田 和也
P-1-13	左後部頭頂皮質への経頭蓋直流電気刺激がライトタッチ効果に及ぼす影響	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	石垣 智也
P-1-14	足関節底背屈筋の交互収縮様式が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響	公益社団法人地域医療振興協会 横須賀市立市民病院 リハビリテーション療法科	沼田 純希
P-1-15	多様性練習による運動学習効果と Contingent Negative Variation の変動	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	野嶋 一平
P-1-16	視覚誘導性自己運動錯覚による Mu リズムの信号強度変化	札幌医科大学大学院 保健医療学研究科	奥山 航平
P-1-17	前方リーチ動作中の非運動側肩甲帯の運動特性	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	梅森 拓磨
P-1-18	Total joint power flow でみた変形性膝関節症患者の異常歩行の分析	森ノ宮医療大学 医療保健学部 理学療法学科	兼岩 淳平
P-1-19	底屈運動時における下腿三頭筋の移動量、筋厚、羽状角および筋線維束長の変化	国際医学技術専門学校 理学療法学科	佐藤 貴徳
P-1-20	飲水および摂食が安静椅子座位における姿勢調節に及ぼす影響について	藍野大学医療保健学部理学療法学科	玉地 雅浩
P-1-21	人工股関節全置換術後患者における歩行周期の変動性を指標とする歩行解析の有用性	大分大学医学部附属病院リハビリテーション部	坪内 優太
P-1-22	ジャンプ着地動作時の下肢関節の kinematics を変化させるには？	森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科	野田 逸誓
P-1-23	体幹伸展時の背筋群の動態と筋硬度との関係	伊東整形外科 リハビリテーション科	三津橋 佳奈
P-1-24	異なる戦略による立位前方リーチ動作の運動学的特性の差異	杏林大学保健学部理学療法学科	橋立 博幸
P-1-25	ヒトの運動時の心拍数調節機序の再検証	広島大学大学院医歯薬保健学研究院	高橋 真
P-1-26	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	大阪電気通信大学	万野 真伸
P-1-27	2次元動作解析の撮影条件と信頼性の検証	森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科	北川 崇

一般演題（2日目）

2日目 11月15日（日）

口述

JPTF 記念口述演題 O-JPTF-01～O-JPTF-03

口述発表 7 O-7-01～O-7-04

口述発表 8 O-8-01～O-8-04

ポスター

ポスター発表 2 P-2-01～P-2-27

11月15日（日）10時05分～11時05分 JPTF記念口述演題 **会場：A445（大講義室6）（教育研究棟）**

座長

O-JPTF-01 ラット膝関節炎モデルに対する電気刺激を用いた感覚刺激入力ならびに筋収縮運動が痛みや炎症におよぼす影響
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

坂本 淳哉

O-JPTF-02 運動による鎮痛効果の検証

名古屋学院大学リハビリテーション学部

城 由起子

O-JPTF-03 不活動に伴う筋痛のメカニズムおよびホットパックによる治療効果について

金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科 機能解剖学分野

中川 達貴

11月15日（日）14時00分～15時00分 口述発表7 **会場：A445（大講義室6）（教育研究棟）**

座長 鈴木 俊明

関西医療大学保健医療学部

O-7-01 経頭蓋磁気刺激と末梢電気刺激のペア刺激が皮質脊髄路の興奮性変化に及ぼす影響

新潟医療福祉大学医療技術学部 齊藤 慧

O-7-02 小脳への経頭蓋直流電流刺激が立位姿勢制御に及ぼす影響

新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科 犬飼 康人

O-7-03 口頭指示の違いが姿勢バランスに与える影響

北海道大学大学院保健科学院 佐久間 萌

O-7-04 高強度運動中の運動関連領域における酸素化ヘモグロビンの変動は領域によって異なる

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所 植 淳裕

11月15日（日）14時00分～15時00分 口述発表8 **会場：A452（大講義室7）（教育研究棟）**

座長 藤野 英己

神戸大学大学院

O-8-01 アキレス腱の踵骨隆起付着部の解剖学的特徴 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所 江玉 睦明

O-8-02 遺伝子改変の新しい手法 CRISPR/Cas9 による特異的な遺伝子抑制

近畿大学 東洋医学研究所 分子脳科学研究部門 田中 貴士

O-8-03 脳出血後のスキルトレーニングは大脳皮質感覺運動野における AMPA 受容体サブユニットを増加させる

新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科 玉越 敬悟

O-8-04 癌性カケキシアに伴う骨格筋の遺伝子発現変化とタンパク質代謝制御

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 宮崎 充功

温熱刺激と電気刺激の併用は血管拡張能を増加させる

岩本 えりか・長岡 凌平・根木 亨・片寄 正樹

札幌医科大学

Key words / 血管拡張能, 電気刺激, 温熱刺激

【目的】

有酸素性運動は、動脈硬化の予防・改善に有効であるが、理学療法の対象疾患には運動が困難な人も多く、運動以外での有効な介入が求められている。動脈の最内層にある血管内皮細胞は、血流量増加によって血管拡張物質を産生・放出し、血管拡張能を増加させる。この血管拡張の繰り返しは、血管内皮機能を改善し、抗動脈硬化的に作用する。非活動部位における皮膚血流量の増加は、その上流にある導管動脈の血流量も増加させ、導管動脈の動脈硬化の予防・改善に有効である。電気刺激のみでは皮膚血流量はあまり増加しないが、電気刺激に温熱刺激を併用することで、皮膚血流量は温熱刺激単体よりも急増することが報告されている。このことから、温熱と電気の併用刺激は、単体の刺激強度が低くとも血管拡張能の改善に有効である可能性がある。本研究は、非活動部位に対する急性の温熱刺激と電気刺激の併用が、血管拡張能に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

若年男性を対象とし、右前腕への温熱刺激、電気刺激、温熱と電気の併用刺激の3条件の介入を行った。介入時間は30分間とし、別日にランダムに実施した。温熱刺激は、温水循環カフを前腕に用いた。電気刺激は、腕橈骨筋および尺側手根伸筋を対象とした。血管拡張能の評価には、血流依存性血管拡張反応(Flow-mediated dilation: FMD)を用いた。介入前後に右上腕動脈のFMDを測定した。

【結果】

皮膚血流量は、併用刺激と温熱刺激において介入中に有意に増加を示した。血管拡張能の指標であるFMDは、併用刺激でのみ介入後に有意に増加した。

【結論】

本研究により、非活動部位における急性の温熱刺激と電気刺激の併用は、単体の刺激強度が低くとも、より血管拡張能を増加させることができた。このことから、動脈硬化の予防・改善を目的とした介入プログラム作成に応用できる可能性が示唆された。

温熱刺激が白血病モデルラットの血液と骨格筋に及ぼす影響

川内 春奈¹⁾・中野 治郎¹⁾・井上 慎太郎²⁾・松崎 敏朗³⁾・坂本 淳哉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)社会医療法人大成会 福岡記念病院 リハビリテーション科 3)日本赤十字社 長崎原爆病院 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 / 白血病, 温熱刺激, 骨格筋

【目的】

白血病患者では治療の副作用等のため積極的に運動療法が行えない場合がある。そのようなケースでは、近年報告されている温熱療法による麻痺性筋萎縮の進行抑制効果が応用できると思われるが、白血病に対する温熱療法の安全性や骨格筋に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで本研究では、温熱刺激が化学物質誘発の白血病モデルラットの病態および筋萎縮の進行抑制に及ぼす影響を検討した。

【方法】

実験動物には4週齢のWistar系雄性ラットを用い、白血病群、温熱群、対照群の3群に振り分けた。白血病群と温熱群のラットにはDMBA含有乳液(10mg/ml)を尾静脈から計4回投与し、白血病を惹起させた。そして、温熱群のラットには8週齢の時点から赤外線による温熱刺激(1回40分、1回/3日)を行った。温熱刺激期間は4週間とし、体重、血球沈降速度、白血球数を週1回測定した。実験期間終了後、白血病マーカーである血漿のLR11含有量と、両側腓腹筋の筋線維横断面積、HSP72およびMuRF1含有量を測定した。

【結果】

実験期間中、対照群に比べ白血病群と温熱群の体重、白血球数は低値を、血球沈降速度は高値を示し、その推移は白血病群、温熱群とも同様であった。一方、腓腹筋浅層のType II b線維の横断面積は、対照群に比べ白血病群、温熱群が有意に低値を示し、HSP72は温熱群が他群より有意に高値を示した。LR11とMuRF1は対照群に比べ白血病群、温熱群が有意に高値を示したが、両指標とも白血病群と温熱群の間に有意差を認めなかった。なお、筋線維壞死といった病理学的所見はすべての群において認められなかった。

【結論】

今回の結果、温熱刺激による白血病の病態増悪は認めなかった。しかし、温熱群においてHSP72が増加しているにも関わらずMuRF1は抑制されず、筋萎縮の進行は抑制されなかった。その理由としては、がん特有の悪液質の影響が考えられるが、不明な点が多いため、検討を加える必要がある。

めまい・起立性低血圧の有無による自律神経活動の差異

—大腿骨近位部骨折患者での比較—

好永 智治・宇野 健太郎・田中 恵

特定医療法人茜会 昭和病院 リハビリテーション部

Key words / めまい, 起立性低血圧, 自律神経

【目的】

めまいは、自律神経障害による神經原性低血圧 (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、転倒すれば骨折等の事態を招くとされるが本邦では、めまい・OH と自律神経活動の関連を検証した報告は少ない。このため本研究では、自律神経活動がめまい・OH の有無にどのように関与しているのか検証を行った。

【方法】

対象は H26.10 ~ H27.7 までに当院回復期病棟入棟の大腿骨近位部骨折患者 42 名、除外基準は、自力で座位、起立不可者、末梢前庭性疾患、重度な高次脳機能障害患者とし、基準を満たした 20 名を研究対象者とした。方法はめまい症状の有無を問診し、自律神経機能測定装置による起立負荷試験（血圧、自律神経活動測定）を実施。評価後、めまい・OH 症状有無の 2 群に分け、自律神経活動 (CVRR)、交感神経 (L/H)、副交感神経 (HF) について起立直前・起立・立位・着席の時期とめまい・OH の有無を 2 要因とする分割プロット分散分析を実施。

【結果】

CVRR に関し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 なし群では 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、L/H においても類似した結果を示した。

【結論】

起立した場合、胸腔内静脈血が下方変位し、静脈還流・心拍出量が低下するが、交感神経が働き、脳血流量を維持させる。これらが機能しなくなると起立性低血圧を来す。本研究では、めまい・OH あり群では起立時の CVRR、L/H 活動が弱化傾向にあった。Yokoi らの報告でも OH 患者は L/H の変化が乏しいことを報告している。また高齢者や長期臥床者では自律神経への慢性の刺激低下のため、自律神経反射機能低下があるとの報告がある。このため、めまい・OH あり群はなし群に比べ、慢性的な刺激状態が存在し、自律神経活動が弱化していた可能性が示唆される。

没入型 HMD による視覚誘導性自己運動知覚の生起と姿勢応答解析

- 高臨場感・ポータビリティに優れた知覚体験システムの構築 -

安田 和弘¹⁾・岩田 浩康²⁾

1) 早稲田大学 理工学術院 総合研究所

2) 早稲田大学 理工学術院 創造理工学研究科

Key words / 姿勢制御, パーチャルリアリティ, 多種感覚相互作用

【目的】

本研究の目的は、没入型 HMD を用いて視覚誘導性自己運動知覚（ペクション）を生起するシステムを構築し、若年健常者における姿勢応答を解析することであった。人が環境とインタラクションを行ううえで重要な要素の 1 つである視覚誘導性自己運動知覚の生起のためには、適切な体験環境の構築が必要である。視覚刺激提示手法として、HMD は小型軽量・高臨場感・周辺環境に依存しにくいインターフェースとして汎用性が高い。本研究では、この没入型 HMD を用いて 3 次元オブジェカルフロー映像を呈示することで視覚誘導性自己運動知覚が生起できることに着目し、自己運動知覚に起因する姿勢応答を計測したので報告する。

【方法】

対象は若年健常成人 4 名（平均年齢 22.7 ± 0.95 歳）であった。参加者は足圧センサ上に静止立位となり HMD を装着した。20 秒間の静止立位後に、3 次元仮想空間上に配置された複数の正六面体が前後方向に移動する視覚刺激を 20 秒間観察した。コントロール条件では、HMD を装着しない静止立位で姿勢動搖を測定した。各条件の足圧中心データを比較し、主観的自己運動知覚強度を VAS (10 段階) にて評価した。

【結果】

前後、左右方向平均移動距離、動搖密度曲線を実験条件・コントロール条件で比較した結果、前後・左右平均移動距離、動搖密度曲線において実験条件はコントロール条件よりも有意に高値を示した。平均移動距離の効果量 (Cohen's d) は、前後: $d=1.64$ 、左右: $d=1.37$ であり前後方向が左右方向より高値を示した。VAS による主観的自己運動知覚強度の平均値は 6.25 であった。

【結論】

没入型 HMD により視覚誘導性自己運動知覚が生起され、視覚刺激に対応した前後方向優位の姿勢応答が誘発された。提案手法を用いて視覚刺激及び多感覚相互作用に関わる姿勢制御研究への応用可能性を示した。信憑性を高めるために、参加者数を拡充するとともに、効率的な刺激特性・時間特性等を調査する必要がある。

3次元骨モデルを用いたCRTKAのPCL付着部の検討

伊能 良紀^{1,2)}・富田 哲也¹⁾・二井 数馬³⁾・藤戸 稔高¹⁾・河野 賢一⁴⁾・吉川 秀樹³⁾・菅本 一臣¹⁾

1) 大阪大学大学院医学系研究科外科系臨床医学専攻運動器バイオマテリアル学

2) 社会福祉法人芙蓉福祉会 介護老人保健施設なごみだいら

3) 大阪大学大学院医学系研究科外科系臨床医学専攻器官制御外科学 4) 東京大学大学院医学系研究科外科学専攻整形外科学

Key words / 人工膝関節, 後十字靭帯, 脛骨後方傾斜

【目的】

人工膝関節全置換術(TKA)における後十字靭帯温存型TKA(CR)は、Posterior Cruciate Ligament (PCL) の両線維(Antero Lateral Bundle(ALB)、Postero Medial Bundle(PMB))が温存されることを前提として手術が行われている。しかし、CRの脛骨骨切りにおいてALB・PMBの付着部の残存率は、3次元的に明らかではない。そこで、3D脛骨骨モデルを用いCRの骨切りシミュレーションを行い、ALB・PMBの付着部の残存率を3次元的に調査・検討したので報告する。

【方法】

対象は、下肢に既往のない変形性膝関節症患者20膝(男性9例、女性11例、平均年齢74±5.8歳)とした。CTから脛骨3DCTモデル、MRIからPCLを含めた脛骨3DMRIモデルを作成し、CT・MRI両モデルを用いてsurface registrationを行い、PCL付着部を定め、PCL付着部の面積を算出した。また、ALB・PMBの付着部は、付着部の骨形態を参考に同定し、面積を算出した。次に、脛骨3DCTモデルの脛骨外側関節面中央から遠位8mm、後方傾斜0,3,5,7,10度にて骨切りを実施し、骨切後に残存したALB・PMB付着部面積を骨切前のALB・PMB付着部面積にて除して残存率とした。統計は多重比較検定、t検定を用いた。

【結果】

ALBの残存率は、後方傾斜0,3,5,7,10度では24.03±21.10,14.80±16.24,9.86±13.07,5.89±9.59,2.35±5.14%、PMBの残存率は、後方傾斜0,3,5,7,10度では93.80±7.84,87.63±12.01,82.46±15.07,76.37±17.99,65.46±21.08%であった。各後方傾斜角度それぞれの比較は、ALB,PMBともに0°と7°,10°、に有意差が認められた。

【考察】

今回の結果から脛骨後方傾斜が増大するにつれて、ALB・PMB残存率は減少し、ALBの残存率は著しく低下することが示唆された。ALB・PMBの付着部を完全に温存するためには、PCL付着部をbone islandにて保護する手術手技を選択する方法やPCLを切除するposterior stabilized TKAを選択するなど、術前にPCL付着部および手術手技・機種選択の検討を十分行う必要がある。

異なるストレッチング継続時間が小胸筋の柔軟性変化に与える影響

超音波診断装置せん断波エラストグラフィー機能を用いた検討

梅原 潤¹⁾・長谷川 聰¹⁾・中村 雅俊^{1,2)}・佐伯 純弥¹⁾・田中 浩基¹⁾・藤田 康介¹⁾・築瀬 康¹⁾・近藤 勇太¹⁾
本村 芳樹¹⁾・山縣 桃子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 / 超音波診断装置せん断波エラストグラフィー, ストレッチング, 小胸筋

【目的】

肩関節運動において肩甲骨は重要な役割を担う。小胸筋の短縮は肩甲骨の異常運動を惹起させるため、柔軟性は維持、向上されなければならないが、そのために必要なストレッチング時間及び効果の持続時間は確立されていない。そこで本研究はストレッチングの異なる継続時間が小胸筋の柔軟性変化に与える影響を検討することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人男性16名とし、ストレッチングを30秒行う群(1セット群)と30秒を10セット行う群(10セット群)の2群に割り付け、非利き手側の小胸筋にストレッチングを実施した。ストレッチングは、対象者が座位で肩関節135°外転の姿勢から検者によって他動的に肩関節最大水平外転、最大外旋を行う方法を用いた。ストレッチングによる柔軟性変化を評価するため、超音波診断装置せん断波エラストグラフィー機能を用いて弾性率を算出した。経時的な柔軟性変化を評価するため、弾性率はストレッチング前(Pre)、直後(Post)、5分後(5min)、10分後(10min)、15分後(15min)に計測した。なお、弾性率は筋の柔軟性を反映する指標であり、低値を示す程、柔軟性が高いことを表す。統計学的解析は、分割プロット二元配置分散分析を用いた。交互作用が認められた場合、事後検定を行った。なお、有意確率は5%とした。

【結果】

分散分析の結果、群と計測時間の間に有意な交互作用が認められた。事後検定の結果、1セット群ではPreに対してPostのみ、10セット群ではPreに対してPost、5min、10min、15minの全てで弾性率は有意に低値を示した。また2群間の比較では、Postの弾性率のみ1セット群に対し10セット群で有意に低値を示した。

【結論】

小胸筋の柔軟性は30秒1セットのストレッチングで即時に向上するが、その効果は持続しないことが示された。一方で、30秒10セットでは30秒1セットと比較し即時効果は大きく、効果も持続することが明らかとなった。

歩行時における後足部、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 瞳明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 / 足部セグメント, 協調性パターン, Modified Vector Coding Technique

【目的】

セグメント間の運動学的な協調性の破綻は、オーバーユース障害の発生に深く関与している。本研究は、歩行時における後足部、中足部、前足部間の協調性パターンを定量化することを目的とした。

【方法】

被験者は健常成人男性 11 名とした。課題動作はトレッドミル上での歩行動作とし、各被験者に対し 10 歩行周期測定した。3 次元動作解析装置にて、3DFoot model に準じて右下腿・足部に貼付した 15箇所の反射マーカーを計測し、遮断周波数 6Hz の 2 次 Zero-lag butterworth low-pass filter を施した。後足部、中足部、前足部の回内 / 回外を算出し、立脚期を 100% 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つのセグメントの運動の関係性を表す Coupling angle を算出した。円周統計を用いて全被験者で Coupling angle の平均方向を算出した。Coupling angle の値より、逆位相である Anti-phase、同位相である In-phase、近位セグメントがより動く Proximal-phase、遠位セグメントがより動く Distal-phase の 4つの協調性パターンに分類した。立脚期を立脚初期（1-33%）、立脚中期（34-66%）、立脚後期（67-99%）に分割し、各期で協調性パターンをさらに分類した。

【結果】

立脚初期の後足部と中足部間の回内 / 回外は Proximal-phase（後足部回内がより運動）から開始し、In-phase（後足部回内と中足部回内が同期）を経て Distal-phase（中足部回内がより運動）となり立脚中期へ移行していた。一方、立脚初期の中足部と前足部間の回内 / 回外は Proximal-phase（中足部回内がより運動）から開始し、その後は In-phase（中足部回内と前足部回内が同期）が立脚初期終了まで続き、立脚中期へ移行していた。

【結論】

本研究は健常成人を対象に足部内の協調性パターンを詳細に定量化した新たな知見であり、障害発生および障害予防を考える上で足部変形を有する者と比較できる有益な基礎的データに成り得る。

等張性収縮時の筋束長に対する関節角度と収縮強度の影響

田中 浩基¹⁾・池添 冬芽¹⁾・築瀬 康¹⁾・中村 雅俊²⁾・荒木 浩二郎¹⁾・森下 勝行¹⁾・梅原 潤¹⁾・藤田 康介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 / 筋束長, 関節角度, 収縮強度

【目的】

従来、等尺性トレーニングの筋力増大効果は関節角度に依存すると考えられていたが、近年我々は筋束の長さに依存する、つまりトレーニング時の関節角度ではなく、同じ筋束長となる関節角度で筋力が向上することを報告した。しかし、動的な収縮でのトレーニング効果も筋束長に特異的なのかは明らかではない。さらに等尺性収縮時の筋束長は収縮強度の増加や筋短縮方向への角度変化に従って短縮するが、動的な収縮時における関節角度や収縮強度による筋束長の変化は明らかでない。そこで本研究の目的は等張性収縮において、関節角度と収縮強度が筋束長に及ぼす影響について検討することとした。

【方法】

健常男性 8 名（年齢 24.4 ± 2.3 歳）を対象とした。超音波診断装置を用いて、足関節底屈 1RM(Repetition Maximum) の 20% 及び 60% の強度での等張性収縮時に腓腹筋内側頭の筋束を撮像した。Biodex System 4 を用いて足関節背屈 15°～0°、0°～底屈 15°、底屈 15°～30° の角度範囲での等張性収縮を 5° 每秒と 15° 每秒の運動速度で行った。各試行において 0.1 秒毎に保存した超音波画像から Image J を用いて Ando らが推奨する方法で筋束長を測定した。角度範囲 3 条件、収縮速度 2 条件の計 6 試行において、それぞれ反復測定二元配置分散分析を行い、収縮中の関節角度変化と収縮強度の筋束長に対する影響を検討した。

【結果】

二元配置分散分析の結果、底屈 15°～30°での 15° 每秒を除く 5 つの試行で関節角度変化と収縮強度の主効果がみられ、足関節の底屈や収縮強度の増加に伴って筋束長は短縮することが示された。底屈 15°～30°での 15° 每秒では関節角度変化の主効果はみられたが、収縮強度の主効果はみられなかった。

【結論】

足関節底屈の等張性収縮において、収縮強度の増加や短縮位への角度変化に伴って腓腹筋の筋束長は短縮するものの、短縮位での速い収縮速度になると収縮強度の影響は小さくなることが示唆された。

新規筋萎縮誘発法であるベルクロ法とギプス固定法との比較検討

相原 正博^{1,2)}・廣瀬 昇^{1,3)}・斎藤 史明³⁾・丸山 仁司²⁾・萩原 宏毅^{1,3)}

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) 帝京大学神経内科

Key words / 筋萎縮, ギプス固定, ベルクロ

【目的】

筋萎縮の病態解明や治療的介入効果の検討を行うため、筋萎縮モデルマウスが使用される。筋萎縮誘発法としては、ギプス固定法が頻用されている。ギプス固定法は臨床に則した固定法ではあるが、実施に時間を要し、また皮膚損傷や浮腫が生じやすいため、技術的習熟が必要である。そのため、簡便でより苦痛の少ない筋萎縮誘発法の開発が望まれている。我々は、ギプス固定法に代わる新規の筋萎縮誘発方法としてベルクロ法を開発した。本研究では、ベルクロ法とギプス固定法との比較検討を実施し、ベルクロ法の有用性を評価することを目的とした。

【方法】

マウス (C57BL6) を、コントロール群、ギプス固定法群、ベルクロ法群の3群に分けて、2週間筋萎縮を誘発した。ベルクロ法群は、ギプス固定法群と同様肢位で膝関節伸展位、足関節底屈位にして、一側肢にベルクロ（マジックテープ）を巻き付けて固定した。3群に対して、全身状態観察、体重、骨格筋重量、筋病理学的検討（HE染色、筋線維径、筋線維タイプ）等を実施して、ギプス固定法に対するベルクロ法の有用性を比較検討した。合わせて、固定実施の所要時間計測、皮膚損傷や浮腫の出現の有無も観察した。

【結果】

ベルクロ法群の骨格筋重量は、コントロール群と比較して、ヒラメ筋、腓腹筋で有意に減少し、ギプス固定群の筋重量減少と同程度であった。また筋線維径の分布から、ギプス固定と近似した筋萎縮がみられた。一方、固定実施の所要時間は、ベルクロ法群で有意に時間短縮した ($p < 0.05$)。皮膚損傷や浮腫の出現頻度は、ギプス固定に比較して有意に頻度が減少していた ($p < 0.05$)。

【結論】

ベルクロ法は、ギプス固定法に代わる筋萎縮誘発法になり得ることが示された。

骨格筋肥大適応における mTOR 活性の制御機構

Akt1 knockout マウスを用いた検討

森谷 伸樹^{1,2)}・宮崎 充功¹⁾

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生体構造機能・病態解析学分野

2) 医療法人喬成会花川病院 リハビリテーション部理学療法科

Key words / mTOR, Akt1, 筋肥大

【目的】

骨格筋量の増減は筋タンパク質の合成と分解の出納バランスによって規定され、タンパク質合成を促進する分子機構として、特に mTOR (mechanistic target of rapamycin) を介した細胞内シグナル伝達系の関与が報告されている。mTOR はリボソームにおけるタンパク質翻訳効率を調整し、タンパク質合成を促進する機能を有するが、その活性制御機構については未だ不明な点が多い。本研究では、mTOR の上流因子である Akt1 の遺伝子 knockout (KO) モデルを用い、骨格筋肥大適応における mTOR 活性の制御機構について検討を行った。

【方法】

実験には Akt1 KO マウス (B6.129P2-Akt1^{tm1Mbb}/J、雌性、14-16 週齢) を用い、wild type (WT) littermates を対照群として設定した。また骨格筋肥大を誘導するため、共筋切除術による足底筋への代償性過負荷 (overload: OV) を行った。手術後 14 日目に足底筋を採取し、偽手術 (sham) 群との比較を行った (各群 n=6)。

【結果】

WT 群および Akt1 KO 群のいずれにおいても、負荷量增加に伴う顕著な骨格筋量の増加が認められたものの、Akt1 KO 群では骨格筋肥大適応能の有意な低下が認められた。一方で、mTOR 活性の指標である ribosomal protein s6 のリン酸化状態や総タンパク質発現量の増加に影響は認められなかった。

【結論】

骨格筋への負荷量增加に伴う mTOR 経路の活性化には、Akt1 からの入力は必須ではないことが明らかとなった。一方で Akt1 KO 群の骨格筋肥大適応が一部抑制されたことは、Akt1 を介した mTOR 非依存性の制御機構の存在を示唆している。

神経—筋電気刺激トレーニング誘発性の筋肥大における力積の役割

山田 崇史・大山 友加・青木 達彦・館林 大介・檜森 弘一

札幌医科大学

Key words / 電気刺激, 筋肥大, 力積

【目的】

これまで、骨格筋の肥大を引き起こすためには、最大筋力の 60% 以上の高負荷運動が必要であると考えられてきた。しかし近年、低負荷強度(30%)の運動であっても長時間行うことで、高負荷強度と同程度の筋肥大が誘引されることが報告されている。これらの知見は、力積(力と時間の積)が、筋肥大を規定する因子であることを示唆している。そこで、本研究では、神経—筋電気刺激(NMES)を用い、力積は一定で負荷強度が異なる 2 つの群において筋肥大率を比較することで、NMES 誘発性の筋肥大における力積の役割について検討を行った。

【方法】

Wistar 系雄性ラットを、最大トルクの 60% の NMES を最大上刺激まで負荷する高負荷強度(60%FAIL)群と、最大トルクの 30% の NMES を 60%FAIL と同じ力積で負荷する(30%WM)群に分け、左後肢に NMES を負荷した。一方、右後肢は無処置とし、それぞれ対照群とした(各群、n=5)。NMES は、表面電極により負荷し、50Hz、2 秒 on/4 秒 off、1 回 /2 日、3 週間の条件で、足関節底屈トルクをモニターしながら、設定負荷強度が維持されるように電圧を最大で 45V まで徐々に増加させた。最終の NMES 負荷の 24 時間後に腓腹筋を採取し実験に供した。なお、本研究は本学動物実験委員会の承認を受け実施した。

【結果】

60%FAIL 群の一回当たりの平均総刺激時間は、60.9 ± 1.9 秒であった。体重で補正した腓腹筋の筋湿重量は、対照群に比べ、どちらの群においてほぼ同程度増加した(60%FAIL 群 : +8.8%, 30%WM : +7.6%)。なお、各群における筋タンパク濃度に差異は認められなかった。

【結論】

本研究の結果、低負荷強度の NMES でも筋肥大が誘引されること、また、NMES 誘発性の筋肥大において、力積が重要な役割を果たすことが示唆された。今後、負荷強度は一定で、力積の異なる他の NMES 条件の効果についても比較検討することで、筋肥大における力積の役割をより明らかにできると考えられる。

伸張性筋収縮の「繰り返し効果」に関する筋再生の特徴

高木 領¹⁾・小笠原 理紀²⁾・薦木 新³⁾・中里 浩一³⁾・石井 直方¹⁾

1) 東京大学

2) 名古屋工業大学

3) 日本体育大学

Key words / コラーゲン, Heat shock protein, 伸張性収縮

【目的】

伸張性収縮による筋損傷は 1 回目より 2 回目で軽減すること(繰り返し効果)は広く知られている。先行研究では、伸張性収縮による損傷により筋損傷軽減効果で広く知られている Heat shock protein 72 (HSP72) の発現が長期間増加すると報告されており、筋損傷軽減効果への関与が示唆される。また細胞外マトリクスが繰り返し効果の寄与因子として最近注目されている。しかし、繰り返し効果発現時のそれら因子の詳細な発現様態は未だ明らかでない。本研究の目的は、繰り返し効果の動物実験モデルを用いて HSP72、コラーゲン発現の関連性を検討することである。

【方法】

Wistar 系雄ラットを Single injury (S) 群、Repeated injuries (R) 群に分けた。腓腹筋を対象とし、S 群には 14 週齢時に単回の損傷を与え、R 群には 10、14 週齢時の 2 度損傷を与えた。損傷には、電気刺激による強縮と強制的な背屈運動を組み合わせた伸張性収縮を用いた。14 週齢時における損傷直前の HSP72 およびコラーゲンの発現を比較した。

【結果】

HSP72、全コラーゲンの発現量はともに R 群で S 群より優位に高い値を示した。しかし、免疫組織化学による損傷 - 再生筋線維またはその周囲に特異的な発現の比較では、R 群の HSP72 発現は S 群の同等部位における発現と大きな差異を認めなかった。一方、I型コラーゲンは R 群の損傷 - 再生筋線維周囲において有意に強い発現を認めた。

【結論】

繰り返し効果を確認された筋において HSP72、全コラーゲンタンパク量の増加を認めたが、損傷 - 再生筋線維またはその周囲を含む特異的な変化においては I 型コラーゲンのみが有意に高い値を示した。コラーゲンは組織スティフネスに関連する因子と考えられており、今回の伸張性収縮により損傷 - 再生筋線維にかかるメカニカルストレスの緩和に関わっている可能性が考えられる。今後、線維化した筋におけるストレレス応答に関して調べていくことが求められる。

二重課題の有無が立位前方リーチ動作の運動学的特性に及ぼす影響

内海 智之¹⁾・橋立 博幸²⁾・増田 和樹³⁾・小山 航⁴⁾・井口 拓也⁵⁾・藤澤 祐基²⁾・齋藤 昭彦²⁾

1)一般社団法人巨樹の会小金井リハビリテーション病院

2)杏林大学保健学部理学療法学科

3)医療法人社団恵仁会府中恵仁会病院

4)医療法人社団三秀会羽村三慶病院

5)医療法人社団広恵会春山記念病院

Key words / 立位前方リーチ, 二重課題, 運動学的分析

【目的】

立位前方リーチ動作は日常生活上必要不可欠な動作であり、これまでに単一課題としての立位前方リーチ動作の特性について検討されてきたが、物品操作を伴う二重課題下での立位前方リーチ動作の運動学的特性については十分に検証されていない。本研究では、物品運搬課題の有無が立位前方リーチの運動学的特性に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【対象と方法】

対象は健康な若年男性 39 人（平均年齢 21.1 歳）であり、立位での前方最大右上肢リーチを、課題付加のない通常条件と物品運搬課題（HC）条件にて実施した。HC 条件では約 9 割の水を入れた持ち手の付いたコップの持ち手を保持した状態で水を溢さないようにリーチ動作を行った。測定項目は、リーチ距離、肩峰と外果のなす角度（A-M 角度）、肩峰と大転子のなす角度（A-T 角度）、足圧中心前後移動距離（COP 距離）とした。

【結果】

HC 条件のリーチ距離（363.7 ± 50.0mm）、A-M 角度（18.7 ± 3.0deg）、A-T 角度（47.0 ± 9.7deg）、COP 距離（119.6 ± 26.1mm）は、通常条件のリーチ距離（390.6 ± 45.9mm）、A-M 角度（21.1 ± 3.0deg）、A-T 角度（55.0 ± 10.3deg）、COP 距離（126.6 ± 25.1mm）に比べてそれぞれ有意に低い値を示した。各条件において、リーチ距離を目的変数、A-M 角度および COP 距離を説明変数、身長を調整変数とした重回帰分析を実施した結果、両条件とともに A-T 角度、COP 距離がリーチ距離に対する有意な関連項目として抽出された。

【結論】

HC 条件での立位前方リーチ動作では通常条件に比べてリーチ距離、体幹前傾角度、重心前方移動距離が有意に低い値を示したことから、HC 課題を付加することによって姿勢制御への注意配分量の減少を引き起こし、安定性限界の狭小と重心移動の制限を伴ってリーチ動作のパフォーマンスを制約させたと推察された。また、HC 課題の有無にかかわらず、体幹前傾運動と重心前方移動は立位前方リーチ距離に対する重要な関連因子であると考えられた。

高齢者における Timed Up and Go test の特徴

若年者との比較

黒澤 千尋

神奈川県立保健福祉大学

Key words / 高齢者, 動作分析, Timed Up and Go test

【目的】

高齢者の移動能力評価として広く使用される Timed up and go test (以下、TUG) は、簡便に評価できる一方、カットオフの基準となるのは所要時間のみであり、高齢者の TUG 所要時間が増加する要因は明らかではない。そこで、本研究は高齢者の TUG 所要時間が増加する要因を見出すことを目的とし、高齢者と若年者の TUG 課題を分析したので報告する。

【方法】

対象は健常高齢者 20 名と、健常若年者 10 名とした。計測課題は TUG で、方向転換は各対象者の行いやすい方向とし、最大努力歩行にて実施した。計測機器は三次元動作分析装置（VICON 社：赤外線カメラ 10 台）を使用し、今回は左右の上後腸骨棘に貼付した赤外線反射マーカーから、左右の上後腸骨棘の中点（以下、CPSI）の座標を算出した。TUG は①課題開始の合図～目印位置通過（往路区間）、②目印位置通過～方向転換～目印位置通過（方向転換区間）、③目印位置通過～着席（復路区間）に分割し、各区間の所要時間、総軌跡長、歩行速度を算出した。また、方向転換時の目印に対する CPSI の曲率半径を算出した。

【結果】

本研究の対象となった高齢者の TUG 平均所要時間は 7.09 秒で、健常な高齢者ではあったが、若年者と比較した結果、方向転換時の曲率半径、方向転換区間ににおける総軌跡長は増大し、方向転換時に大回りしていることが分かった。加えて、高齢者では往路・復路区間の歩行速度が有意に減少し、歩行区間と方向転換区間の歩行速度変化が小さいことが分かった。

【結論】

本研究の結果から、高齢者の TUG 課題では①方向転換区間、②歩行区間と方向転換区間の速度変化に着目してさらに詳細な分析をすることにより、高齢者の TUG 所要時間が遅延する要因について見出すことができると考えている。これらの結果を統括することにより、高齢者の機能低下をより早い段階でスクリーニングすることに役立てることができるのではないかと考える。

異なる杖操作リズムが 3 動作杖歩行の歩行速度および歩行パターンに及ぼす影響

内藤 真也

日産厚生会

Key words / 杖歩行, 杖操作リズム, 歩行パターン

【目的】

脳卒中やパーキンソン病の歩行障害に対して、聴覚的なリズムの手がかり刺激に歩調を合わせた歩行練習を実施することによって、歩行速度、歩幅、歩行率の有意な改善が得られることが報告されている。一方、リズム刺激に歩行時の杖操作を合わせた歩行練習の効果が確認されてきている。本研究では、健康な若年男性を対象に、異なる杖操作リズムに合わせた 3 動作杖歩行を実施し、杖操作リズムの手がかり刺激が歩行速度と歩行パターンに及ぼす影響について検証することとした。

【方法】

対象は、健康な右利き手の若年男性 17 名（平均年齢 20.8 歳）であり、20 m の直線歩行路にて、メトロノームによる 5 つの異なる杖操作リズム条件（30, 40, 50, 60, 70bpm）での 3 動作パターンの杖歩行を無作為化した順序で実施した。各条件において測定区間 10m での歩行速度および歩数を測定するとともに、ビデオカメラを用いて各条件の歩行を撮影して 3 動作杖歩行／2 動作杖歩行のどちらのパターンを呈しているかを確認し、各条件間で比較した。

【結果】

歩行速度は 30bpm (18.9 ± 4.9m/分), 40bpm (25.8 ± 7.3m/分) に比べて 50bpm (32.5 ± 8.5m/分), 60bpm (36.3 ± 11.1m/分), 70bpm (39.1 ± 13.8m/分) で有意に高かった。また、歩数は 40 ~ 60bpm (32 ~ 34 歩) に比べて 70bpm (38.9 ± 14.6 歩) で有意に高い値を示した。さらに、歩行パターンは 2 動作パターンを呈した人が 30bpm (0 人), 40bpm (1 人) に比べて 60bpm (11 人), 70bpm (17 人) で有意に多かった。

【結論】

杖操作リズムが速まった場合に歩行パターンが 3 動作から 2 動作へ移行するとともに歩行速度が高まる傾向が認められた。杖操作リズムの増加により杖操作が速くなり、杖操作に後続する歩調が杖操作パターンと同調して両脚支持期が短縮し、歩行パターンが 3 動作から 2 動作または 2 動作へ近いパターンへ移行した結果、歩行速度が增加了と考えられた。

OP 条件の有無による座位リーチの運動学的特性の検討

増田 和樹¹⁾・橋立 博幸²⁾・内海 智之³⁾・小山 航⁴⁾・井口 拓也⁵⁾・藤澤 祐基²⁾

1) 医療法人社団恵仁会 府中恵仁会病院

2) 杏林大学保健学部理学療法学科

3) 一般社団法人巨樹の会小金井リハビリテーション病院

4) 三秀会羽村三慶病院

5) 医療法人社団広恵会春山記念病院

Key words / 前方リーチ, 目標物, 座位

【目的】

日常生活では目標となる物品を操作するために上肢を到達させる、目標到達条件（object present 条件：以下、OP 条件）でのリーチを行うことが多い。座位 OP 条件でのリーチ時の COP 距離、関節運動、体幹前傾角度などの運動学的特性は明らかにされていない。本研究では、座位の姿勢にて課題条件なしの前方リーチと座位 OP 条件で前方リーチを実施し、各リーチの運動学的特性の差異について検証することとした。

【方法】

対象は健康な若年男性 39 人（平均年齢 21.1 ± 0.9 歳）とした。課題条件なし、目標到達条件（OP 条件）の 2 つの課題条件にて前方リーチ動作を実施した際のリーチ距離、上前腸骨棘の移動距離、肩峰と外果（A-T 角度）、肩峰と大転子（A-T 角度）、大転子と外果のなす角度（T-M 角度）、足圧中心前後移動距離（COP 距離）を測定した。OP 条件では、対象者の前方（見積もり距離の測定で回答を得た距離）に高さ調節可能な机に空のコップを置き、そのコップを目標に最大リーチ動作を実施した。

【結果】

OP 条件のリーチ距離、上前腸骨棘距離、A-T 角度は座位条件なしに比べ有意に高い数値を示した。各条件での座位リーチにおいてリーチ距離を目的変数、A-T 角度および COP 距離を説明変数とし、身長を調整変数として実施し、各条件はいずれにおいても A-T 角度、COP 距離がリーチ距離に対して有意な関連項目として抽出された。標準偏回帰係数は全ての条件において A-T 角度が COP 距離に比べ高い値を示した。

【結論】

座位リーチで、OP 条件により、身体の全体的な動きが拡大したことが示唆された。重回帰分析よりリーチ距離の説明因子として体幹前傾角度が高い値を示しており体幹前傾の角度の影響が高いことが考えられる。座位では支持基底面が広く安定していることや開始時の重心が後方にあるため、前方への移動可能な距離が広く体幹前傾角度や COP 距離が大きくなり、動作が全体的に拡大したことでリーチ距離も大きくなつたと考えられる。

経皮的磁気刺激を用いた坐骨神経刺激方法の検討

坐骨神経の最大上刺激に着目して

青木 信裕¹⁾・金子 文成²⁾・片寄 正樹¹⁾

1) 札幌医科大学理学療法学第二講座

2) 札幌医科大学理学療法学第一講座

Key words / 磁気刺激, 坐骨神経, 膝関節屈筋

【目的】

坐骨神経は殿部から大腿後面を走行し、膝関節後面付近で総腓骨神経と脛骨神経に分かれている。総腓骨神経と脛骨神経によって支配される筋は、各神経を最大上刺激することにより各筋の最大上M波を測定することができる。しかし、総腓骨神経と脛骨神経に分かれる前の坐骨神経に支配される膝関節屈筋は、坐骨神経が深部を走行することから電気刺激を用いた最大上刺激が困難である。磁気刺激は電気刺激と同様に末梢神経を刺激することが可能であり、坐骨神経を磁気刺激で最大上刺激が可能であれば、膝関節屈筋の生理的な最大張力を推定することが可能となる。本研究では、殿部への磁気刺激強度を変化させたときの誘発筋電図と収縮力の結果から、坐骨神経が最大上刺激されるかを解明することを目的とした。

【方法】

健康な成人男性 15 名に対して、左殿部に経皮的に磁気刺激を行った。磁気刺激は、大型円形コイルを磁気刺激装置に接続し、コイル辺縁を刺激部位上に配置して電流を誘導した。半腱様筋から誘発される筋電図振幅が最大となる刺激部位を至適刺激部位と決定し、磁気刺激強度を刺激装置の 10 ~ 100% まで変化させ、刺激を実施した。磁気刺激によって誘起される膝関節屈筋からの誘発筋電図と、収縮力である膝関節屈曲トルクを測定した。

【結果】

磁気刺激強度を増加させるにつれて、誘発筋電図振幅と膝関節屈曲トルクは増加した。刺激強度による変化は、9名において 100% での刺激強度までにプラトーに達し、残りの者において 100% の刺激強度においても増加し続けた。

【結論】

磁気刺激によって坐骨神経を最大上刺激できる対象者が存在した。それらの対象に対しては、この手法を用いることで膝関節屈筋の生理的最大張力を推定できる可能性がある。

自己身体運動の動画を用いた視覚刺激の持続的付与が短潜時皮質内抑制に及ぼす影響

金子 文成^{1,2)}・柴田 恵理子^{1,2)}・奥山 航平³⁾・山下 達郎³⁾・阿部 大豊³⁾

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 未来医療ニユーロリハビリテーション研究開発部門

3) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科

Key words / 自己運動錯覚, 視覚刺激, 経頭蓋磁気刺激

【目的】

自己身体運動の動画による視覚刺激を付与することで、安静状態の被験者に“四肢の運動実行を意図したように感じる”“実行したいと感じる”あるいは“実行したかのように感じる”心理的状況を誘導することができる（視覚誘導性自己運動錯覚）。動画を用いた視覚刺激には、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いた方法がある。HMD で付与される視覚刺激は、被験者が無意識下で筋収縮を発現するほど運動出力系に強く影響するため、この視覚刺激を持続的に付与することで、皮質脊髄路および一次運動野内の興奮性状況が即時的に変化する可能性がある。本研究ではこの点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 20 名とした。視覚刺激には自身の右手関節掌背屈運動を撮影した動画を用い、HMD にて 20 分間観察させた（継続的視覚刺激）。継続的視覚刺激前後で、掌背屈運動の動画観察中（動画条件）と手関節中間位の静止画観察中（静止画条件）に単発経頭蓋磁気刺激（TMS）および二連発 TMS を実施した。運動誘発電位（MEP）は右橈側手根伸筋から記録した。単発 TMS の刺激強度は安静時閾値の 1.2 倍とし、二連発 TMS の刺激間時間隔（ISI）は 2ms と 3ms を用いた。動画条件における単発 TMS の MEP は、静止画条件の MEP 振幅値で基準化した。二連発 TMS の MEP は各条件における単発 TMS を基準として振幅比を算出した。統計学的解析には継続的視覚刺激前後で対応のある t 検定を実施した ($p < 0.05$)。

【結果】

動画条件における単発 TMS および ISI2ms での二連発 TMS における MEP 振幅比は、継続的視覚刺激後に有意に増大したのに対し、静止画条件では変化しなかった。

【結論】

HMD により自己身体運動の動画を用いた視覚刺激を持続的に付与することで、動画観察中に一次運動野内の短潜時皮質内抑制が減弱し、皮質脊髄路興奮性が高まることが示された。

運動学習に伴った運動イメージ中の皮質脊髄路興奮性の変化

立本 将士^{1,2)}・土屋 順子³⁾・沼田 純希²⁾・大澤 竜司²⁾・田辺 茂雄⁴⁾・山口 智史⁵⁾・近藤 国嗣¹⁾・大高 洋平^{1,5)}
菅原 憲一²⁾

1) 東京湾岸リハビリテーション病院

2) 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科

3) 信州大学大学院 医学系研究科

4) 藤田保健衛生大学 リハビリテーション学科

5) 廣應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室

Key words / トランクリング課題、経頭蓋磁気刺激法、運動学習効果

【目的】

これまでに、運動イメージ形成により皮質脊髄路興奮性が増大することが報告されている。しかしながら、運動学習前後において、運動イメージ形成がどのように変化するかについては明らかにされていない。本研究の目的は、運動学習が運動イメージ形成に及ぼす影響について経頭蓋磁気刺激法(TMS)を用いた皮質脊髄路興奮性の変化から検討することである。

【方法】

対象は整形及び中枢疾患の既往のない健常成人7名(平均年齢25.1歳、女性3名)とした。学習課題は、右手関節背屈の張力により、画面に表示した一つのサイン波形をマーカーで追隨するトランクリング課題とした。学習の評価として、40回の学習課題前後で、基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た。皮質脊髄路興奮性の評価は、TMSにより右橈側手根伸筋から運動誘発電位(MEP)を記録した。TMSのタイミングは、学習課題をイメージしている間で、イメージ開始前、基線の上昇相の中間、基線の頂点、基線の下降相の中間、基線の最低点に至った後の5つの時点で10回ずつ施行した。データ解析において、学習効果の検証として、基線とマーカー追跡線との誤差面積(RMS値)を算出した。皮質脊髄路興奮性の評価として、MEP振幅比(イメージ中のMEP振幅/安静時のMEP振幅)を算出した。

【結果】

学習効果の検討は対応のあるt検定にて、練習前と比較し練習後でRMS値の有意な減少を認めた($p=0.03$)。皮質脊髄路興奮性は、二要因反復測定分散分析にて交互作用(学習前後×イメージ時点)を認めた($F[4,24]=4.53, p < 0.01$)。多重比較検定(Bonferroni法)の結果、学習前後において、基線の上昇相の中間のみでMEPの有意な増大を認めた($p=0.02$)。

【結論】

運動学習により運動イメージ中の皮質脊髄路興奮性は増大し、その中でも、運動出力の上昇をイメージするタイミングでより増大することが示された。

Vision Trainingによる認知機能向上の可能性

長澤 良介

代々木病院 通所リハビリテーション

Key words / Vision Training, MMSE, 認知症

【目的】

脳がインプットする情報量の割合は、視覚83%・聴覚11%・嗅覚3.5%・触覚1.5%・味覚1.0%である。Vision Training(以下VT)は、道具や手法で、眼や脳に理想的な習慣(眼の質や技術)をつけ、視覚全般を判断・改善するトレーニング(以下TR)である。我が国の65歳以上の高齢者のうち、認知症患者は約462万人、軽度認知障害高齢者は約400万人(2012年)、国際的には認知症患者は6600万人(2030年)にも上る。軽度認知障害では、年間10%から15%が認知症に移行することが問題であり、4年後の移行率は、記憶障害のみで24%、言語・注意・視空間認知の障害のいずれかの合併では77%である。本研究では、軽度認知障害から認知症への移行段階でVTが予防となりえるのかを検討した。

【方法】

2014年1月～8月に当院にて入院加療された患者のうち、整形・CVA患者18名(男性6名・女性12名、平均年齢83.7歳±8.0、平均身長148.9cm±11.08、平均体重46.0kg±12.1、平均視力右眼0.4±0.2、左眼0.4±0.2、平均MMSE24.5点±5.3)をTR群・コントロール群と分けた。TR群には、MMSEを検査し、VTとしてブロックストリングとVT Boardを使用し、順唱・計算を1ヶ月実施した。コントロール群には、MMSEのみを検査した。統計学的解析には、対応のあるT検定を用い、TR前後の差を検定した。分析はMicrosoft Excel 2010分析ツールを使用、有意水準を5%未満とした。

【結果】

MMSEの質問項目を細分化、TR前後で点数比較の結果、MMSEの総合得点($p=0.03$)と物品名の復唱の点数($p=0.04$)で有意差が認められた。

【結論】

軽度認知障害から認知症への移行段階での予防を考え、VTでMMSEの総合得点、計算、視空間認知項目の点数が向上するという仮説から実施した本研究だが、VTの認知機能向上への可能性は示せた。物品名復唱の項目での有意差の表出は、数字を記憶、順唱、計算するTR手順が想起能力を向上させたと考えられる。

繰り返しの継ぎ足歩行検査は測定値に学習効果を含む

小山 総市朗^{1,2)}・田辺 茂雄²⁾・関谷 達²⁾・高橋 美沙緒²⁾・櫻井 宏明²⁾・金田 嘉清²⁾

1) 河村病院リハビリテーション部

2) 藤田保健衛生大学医療科学部

Key words / バランス評価, 継ぎ足歩行, 運動学習

【目的】

継ぎ足歩行検査は、その検査自体が練習となるため、学習効果が測定結果に含まれる可能性が指摘されている。しかし、その効果がどの程度持続するかについては明らかでない。本研究は、初回の継ぎ足歩行検査がどの程度の測定間隔まで影響を及ぼすか明らかにする事を目的とした。

【方法】

対象者は健常人 60 名 (21.1 ± 0.7 歳) とし、評価期間から 5 群(1 日群 14 名, 1 週間群 11 名, 2 週間群 11 名, 3 週間群 13 名, 4 週間群 11 名) に群分け、初回と再検査日の 2 日間実験に参加した。継ぎ足歩行検査は、信頼性検討を併せて行うため 2 名で行った。被験者には、幅 2cm のテープ上を一側のつま先に対側の踵を接触させながら歩行させた。すべての施行において口頭指示は統一し、開始から 10 歩目の接地までの時間を測定した。妥当性検討のため、同日に Timed Up and Go test(以下 TUG) も測定した。測定はそれぞれ 3 回記録した。学習効果は検査者 1 名の各検査日の平均値を用いて反復測定の二元配置分散分析(群と時間)を行った。必要に応じて Bonferroni 法を用いて多重比較を行った。信頼性は級内相関係数(ICC)を用いた。TUG との妥当性検査には Pearson の相関係数を用いた。有効水準は 5% とした。

【結果】

群と時間との間に交互作用ならびに群の主効果は認めなかった。一方 時間に主効果を認めた。全群日間で有意な継ぎ足歩行時間の短縮を認めた ($p < 0.05$)。検者間信頼性は全て ICC(2,2) 0.99 以上、日間検査内信頼性は ICC(1,3) 0.70 以上であった。TUG と継ぎ足歩行検査は初回 ($r = 0.42$) と再検査 ($r = 0.59$) で有意な相関を認めた ($p < 0.05$)。

【結論】

本研究結果は、継ぎ足歩行検査が高い信頼性と妥当性を認め、反復検査によって少なくとも 1 か月間は練習効果が結果に影響を及ぼす事を示した。したがって、本検査を用いる際には、検査自体が練習となりその後の検査結果に影響を与える事を考慮する必要があると考えらえる。

ハンドヘルドダイナモーメーターを使用した大殿筋の筋力測定方法の検討

端座位・背臥位肢位と腹臥位肢位での相関係数と、各肢位での検者内・検者間信頼性についての考察

中堀 純矢

社会医療法人祐生会 みどりヶ丘病院

Key words / ハンドヘルドダイナモーメーター, 大殿筋, 筋力測定

【目的】

抗重力筋である大殿筋は ADL 上非常に重要な筋のひとつである。しかし他筋に比べ MMT の正規肢位がとりにくい。先行研究では徒手筋力装置(hand held dynamometer: 以下 HHD)を用いた端座位法での大殿筋の客観的な筋力評価が有効と述べている。しかし端座位では股関節が屈曲位であり、腹臥位での筋力測定と比べどの程度相関が得られるか疑問である。そこで、われわれは背臥位での HHD を使用した大殿筋の測定法を考察し、端座位法と比べどちらがより通常の腹臥位法と相関が高いか、またそれぞれの検者内・検者間信頼性を調べたため報告する。

【方法】

対象は健常成人 9 名(男性 3 名、女性 6 名)の左右 18 肢とした。検者は 3 名(男性 2 名(9 年目・1 年目)、女性 1 名(2 年目))とした(それぞれ検者 A ~ C)。測定は mobie(酒井医療)を用い各被験者に対して 2 度測定しその最大値を採用した。また各被験者に対して各検査者は別日に 2 度同様の測定を行った。測定肢位・測定肢の順序はランダムとした。解析は検者内に関しては ICC(1,1) を算出し、検者間に関しては ICC(2,1) を算出した。また各測定法の相関に関してはピアソンの相関係数から算出した。

【結果】

検者内信頼性(ICC(1,1))においては腹臥位法で検者 A ~ C それぞれ 0.86、0.72、0.75、背臥位法で 0.74、0.70、0.71、端座位法で 0.90、0.82、0.81 だった。検者間信頼性(ICC(2,1))においては、腹臥位法で 0.84、背臥位法で 0.87、端座位法で 0.87 だった。各測定法に関する相関係数は腹臥位法と背臥位法で 0.87 ~ 0.90、腹臥位法と端座位法で 0.80 ~ 0.85 だった。

【結論】

背臥位法においては検者内信頼性が他の 2 法に比べ 0.7 台とやや信頼性に欠ける結果となった。一方相関係数に関しては腹臥位法と背臥位法のほうが相関係数が高く、測定時の股関節角度が近似していることが一因と思われた。しかし背臥位法は他法に比べ検者内信頼性が低く、測定方法の再検討が今後必要と思われる。

座位での側方リーチ動作開始時における脊椎・骨盤帯の動きについて

西谷 源基¹⁾・楠 貴光¹⁾・早田 莊^{1,2)}・渡邊 裕文¹⁾・鈴木 俊明²⁾

1) 六地蔵総合病院 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

Key words / 側方リーチ動作, 動作分析, 画像解析

【目的】

座位の活動性向上を目的に側方リーチ課題を治療に用いることがある。側方リーチ開始時に圧中心はリーチする側（リーチ側）と反対側（非リーチ側）へ移動するという報告がある。今回、この時の脊椎・骨盤帯の左右方向の動きを検討した。

【方法】

対象は同意の得られた健常男性 12 名で、足底非接地の端座位で両肩外転 90 度にて非リーチ側中指でスイッチに触れ、ランプを点灯させた状態を開始肢位とした。脊椎（第 1・6・12 胸椎、第 1・3・5 腰椎）、骨盤帯（両側腸骨稜、上後腸骨棘、大転子）にマーカーを貼付しデジタルカメラで撮影し、画像解析ソフトで各マーカーの座標を算出した。次に 1 秒間でリーチ距離 10・20・30cm の側方リーチを実施し、撮影した動画を 1 秒 30 コマの静止画に変換した。ランプが消えた瞬間に動作開始時点とし、この前後 0.5 秒間の 1 秒間での各マーカーの非リーチ側への最大移動量を各リーチ距離間で比較した。統計処理は反復測定 1 元配置分散分析と Tukey-Kramer の多重比較検定を実施した。

【結果】

全ての側方リーチで第 3・5 腰椎と骨盤帯のマーカーが動作開始前に非リーチ側へ移動し、動作開始後に非リーチ側へ最大移動し、リーチ側への移動となった。各マーカーの非リーチ側への最大移動量はリーチ距離の増加に伴い増大傾向を示し、第 3 腰椎、右大転子、両上後腸骨棘、左腸骨稜でリーチ距離 10cm と比べ 30cm で有意に増大した ($p < 0.05$)。第 1・6・12 胸椎、第 1 腰椎は非リーチ側への移動を認めず、第 1・6 胸椎は動作開始前にリーチ側へ移動した。

【結論】

側方リーチ開始前から第 1・6 胸椎がリーチ側へ、第 3・5 腰椎と骨盤帯は非リーチ側へ移動した。今回は各リーチ距離を 1 秒間で遂行したため、リーチ距離が増加すると速度増大が予測される。この速度増大に対し第 1・6 胸椎のリーチ側への移動量と、第 3・5 腰椎および骨盤帯の非リーチ側への移動量を増加させたと考えた。

座位と立位姿勢の違いによる両側上肢屈曲運動時の肩甲骨と脊柱の動態

横山 絵里花・高林 知也・金谷 知晶・江玉 瞳明・久保 雅義

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key words / 肩甲骨, 脊柱, 3 次元動作解析

【目的】

反復した上肢拳上や頭上での作業は、肩甲骨と脊柱の機能障害により肩峰下インピンジメントを引き起こす。頭上での作業はほぼ立位で行われるが、脊柱と上肢拳上の関連性を見た報告では測定姿勢が座位であり、姿勢変化による脊柱と肩甲骨の動きの違いは不明である。本研究は、座位と立位の違いによる上肢屈曲運動時の上肢、肩甲骨、脊柱の動きの関係性を見ることを目的とした。

【方法】

被験者は健常成人男性 3 名とした。開始姿勢は、上肢を体側に下垂し股・膝関節を 90 度にした座位と、足を肩幅に開いた立位とした。課題動作は開始姿勢より肩関節最大屈曲、最大屈曲から開始姿勢に戻るまでとした。3 次元動作解析装置にて胸・腰椎棘突起上、上腕、肩峰上に貼付した反射マーカーを計測し、肩関節屈曲角度、肩甲骨上方／下方回旋・内／外転角度・前／後傾角度、胸椎、腰椎の曲率半径を算出した。課題動作開始から課題動作終了までを 100% 時間正規化した。また、それぞれのセグメントごとの運動タイミングを示す Phase angle を算出した。

【結果】

胸腰椎曲率半径の可動範囲は、立位では胸椎 0.4-0.8m、腰椎 0.3-0.4m、座位では胸椎 0.4-1.6m、腰椎 0.6-0.8m で、座位が大きかった。また両姿勢ともに胸椎と肩甲骨外転運動に直線関係が認められた。立位では、上肢運動開始直後より上肢と腰椎の動きが同じタイミングで起こり、上肢最大拳上付近で胸椎の伸展運動が急速に起こっていた。一方座位では、上肢運動開始直後より、上肢、胸椎、腰椎の運動が同タイミングで起こっていた。

【結論】

本研究は、座位と立位の違いにより胸椎、腰椎の可動範囲が異なり、上肢、胸椎、腰椎の運動タイミングも異なる事が明らかとなった。さらに胸椎と肩甲骨外転角度に直線関係が認められた。従って、肩関節の治療を行う際は、肩関節のみではなく姿勢の違いを考慮して脊柱の動きやセグメント間のタイミングを含め評価する必要がある。

筋衛星細胞の増殖が不活動を伴う筋損傷回復遅延に及ぼす影響

大野 善隆¹⁾・後藤 勝正^{1,2)}

1) 豊橋創造大学保健医療学部

2) 豊橋創造大学大学院健康科学研究科

Key words / 骨格筋, 筋損傷, 筋衛星細胞

【目的】

安静臥床などによる不活動は骨格筋を萎縮させるだけでなく、損傷骨格筋の再生を遅延させることが報告されている。この時、損傷筋の再生において重要な役割を担っている筋衛星細胞の増殖が抑制されている。したがって、不活動状態における損傷筋の再生遅延は、筋衛星細胞の活性化とそれに続く増殖により回避できると予想される。また、損傷筋の再生には血管新生が重要であると考えられる。マイオカインの一つであるフォリスタチン関連タンパク質 (FSTL1) は血管新生に作用することが報告されているが、筋損傷後の応答は明らかでない。そこで本研究では、不活動状態の損傷筋の再生における FSTL1 の応答ならびに筋衛星細胞の役割について検討した。

【方法】

マウス後肢懸垂モデルを用いて、ヒラメ筋に不活動依存性の萎縮を引き起こした。また、後肢懸垂中にカルディオトキシンを筋注し、ヒラメ筋に筋損傷を惹起させた後に、ヒラメ筋の横断面積、筋衛星細胞数および FSTL1 発現量を評価した。

【結果】

不活動状態の損傷筋の横断面積は小さく、筋衛星細胞数の増加も認めなかつた。一方、骨格筋の活動量に関わらず損傷筋の FSTL1 発現の増加が認められた。したがって、FSTL1 は筋損傷後に発現量が増加し、骨格筋の再生に関与することが示唆された。さらに、不活動状態においても筋衛星細胞の増殖を促すことにより筋横断面積の増加、筋再生の促進が認められた。

【結論】

筋衛星細胞の活性化により不活動状態での筋損傷からの回復を促進できることが示唆された。なお、本研究の一部は、国立長寿医療研究センター研究所の橋本有弘博士と共同で実施され、また JSPS 科研費 (25350641, 26350818, 26560372) ならびに上原記念生命科学財団、内藤記念科学振興財団、豊橋創造大学大学院からの助成を受けて実施された。

ApoE4 ノックインマウスの認知機能障害に対する長期的な自発的運動の治療的効果の検討

杉山 佳隆¹⁾・高松 泰行¹⁾・早稲田 雄也¹⁾・加藤 寛聰²⁾・玉越 敬悟^{1,3)}・道川 誠⁴⁾・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) こども訪問看護ステーション じん おかざき

3) 新潟医療福祉大学 4) 名古屋市立大学大学院医学研究科 病態生化学分野

Key words / ApoE4 ノックインマウス, 自発的運動, 認知機能障害

【背景】

アポリポ蛋白 E (ApoE) の対立遺伝子の一つである ϵ 4 遺伝子は、アルツハイマー病の危険因子として知られている。また、身体活動は認知症に対する神経保護効果を有することが報告されている。いくつかの臨床研究では認知機能障害に対する運動効果と ApoE 遺伝型に相互作用を示しており、運動が有する神経保護効果は ApoE4 保因者において強いとされている。しかし、この ApoE4 に特異的な効果について動物モデルにおいて検討された例は少ない。

【目的】

本研究は、認知機能障害を呈する ApoE4 ノックイン (KI) マウスに対する、長期的な自発的運動の認知機能改善効果を、行動学的および組織学的に検討することを目的とした。

【方法】

実験動物には C57/BL6J 系統の ApoE3-KI マウス、ApoE4-KI マウス (17 ケ月齢) を使用し、ApoE4-KI マウスを認知機能障害群、ApoE3-KI マウスを対照群とした。各々運動群および安静群の計 4 群に分けた。全てのマウスは初回の認知機能評価として空間認識試験を行った後に単独飼育し、運動群はランニングホイール備え付きケージで飼育した。走行距離は、毎日のホイール回転数を計測することで算出した。6 週間後に空間認識試験と、抗微小管関連タンパク 2 (MAP2、樹状突起マーカー) 抗体免疫染色による組織学的評価を行った。

【結果】

空間認識試験において、ApoE4+ 運動群のみ有意な認知機能改善が認められた。また組織学的評価において、ApoE4+ 運動群は ApoE4+ 安静群と比較して有意に、海馬 CA1、CA3 領域の放線層、歯状回領域の分子層において、MAP2 陽性ニューロンの高い染色性を示した。

【結論】

本研究は、ApoE4-KI マウスに対する 6 週間の自発運動が、海馬における樹状突起の増加・伸長を誘起し、認知機能障害を改善した可能性を示した。

変形性膝関節症の進行における加齢の影響

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
3)鈴鹿医療科学大学保健衛生学部

2)金城大学医療健康学部
4)金沢大学医薬保健研究域保健学系

Key words / 変形性関節症, 加齢, ラット

【目的】

半月板損傷をはじめ、膝関節の外傷は不安定性をもたらし、その後の変形性膝関節症(以下 OA)の発症リスクを高めることが報告されている。OAは関節軟骨の加齢に伴う退行性変化を背景としていることから、外傷後の関節軟骨のOA様の進展は加齢に伴い異なることが予想されるが、現時点では明らかにされているとはいい難い。前十字靭帯(以下 ACL)切断によるOAモデルは8～15週齢が用いられることが多い、種々の治療効果検証に利用されていることからも、週齢による差異を明らかにすることは重要であると言える。よって、本研究では様々な週齢を用いてACL切断によるOAモデルを作成し、比較・検討することを目的とした。

【方法】

対象にはWistar系雄ラットを用い、9週齢、15週齢、24週齢をそれぞれ3匹ずつ合計9匹使用した。これらを吸入麻酔下にて、両側膝関節内側から、内側副靭帯および関節包を切断し、内側半月板を切除、続いてACLを切断することにより、膝関節不安定モデルを作成した。術後4週間の通常飼育を行った後、安樂死させ両膝関節を採取した。固定、脱灰操作後、右側は矢状面、左側は前額面が可能となるように切り出しを行い、パラフィン包埋した。薄切後、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】

全ての週齢においてOA様の変化を認めた。軟骨の変化はいずれの週齢も大腿骨側で顕著であり、fibrillationやeburnationを認めた。9週齢では脛骨側軟骨の一部で軟骨細胞のクラスタリングを認めたが、24週齢ではほとんど観察されなかった。明らかな骨棘形成は認められず、滑膜の増生、脂肪細胞の消失はすべての週齢で認められた。

【結論】

週齢(加齢)は関節不安定性向上後の軟骨のOA様変化の発生・進行に影響を与えることが示された。また、類似の実験モデルを用いて検証を行う場合には考慮することが必要である。

ステップ動作における予測的姿勢制御の準備状態の検討

渡邊 龍憲¹⁾・石田 和人¹⁾・竹内 裕喜²⁾・野嶌 一平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)独立行政法人国立病院機構東名古屋病院

Key words / 予測的姿勢制御, 運動準備, ステップ反応

【目的】

素早く適切な動作の遂行には、運動準備が重要である。ヒトは、事前に実行動作を把握している単純反応時間課題では前もって動作をプログラムするが、反応側を把握できない選択反応時間課題においては動作をプログラムしないと報告されている。しかし、これらの研究の多くは随意的な目標指向的動作にのみ焦点を当てており、意識に上らない不随意的な動作の事前プログラミングに関してはほとんど明らかとなっていない。本研究は、歩行開始時に姿勢を安定させるために行われる予測的姿勢制御(Anticipatory Postural Adjustment: APA)の準備状態について検討することを目的とした。

【方法】

本研究では、準備している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た。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。課題は単純反応課題と選択反応課題を用いた。また、課題の25%で聴覚性驚愕刺激を視覚刺激である矢印とともに呈示した。評価指標には、前脛骨筋の筋活動より得られるAPAの反応時間と、APAの起始方向が通常とは反対となる姿勢制御のプログラミングエラー(APAエラー率)を用いた。

【結果】

単純および選択反応時間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。また、選択反応時間課題では驚愕刺激呈示試行のAPAエラー発生率は非呈示試行と比べて高かった。

【考察】

両課題におけるAPAの反応時間の短縮は、反応側に関する事前情報の有無に関係なくAPAは準備されていることを示唆する。また、APAエラー率の増大は不適切に準備された動作が強制的に出力されたためと考えられる。両条件で運動準備が認められた本研究の結果は、APAと目標指向的動作が脳の異なる領域に支配されているという仮説を支持している。

高齢者の股関節運動減少に依存したリーチ長の超過予測

前島 洋¹⁾・沖本 敦志²⁾・鳥山 実³⁾・出家 正隆^{4,5)}

1) 北海道大学大学院保健科学研究院

3) 帝京科学大学医療科学部

5) 広島大学大学院医歯薬保健学研究科

2) 吳中通病院

4) 愛知医科大学整形外科

Key words / 高齢者, 姿勢制御, 運動イメージ

【目的】

Functional reach test (FRT) は高齢者における立位バランスの試験として広く用いられている。一方、遂行する運動の予測と実際の運動の乖離が高齢者における転倒の要因の一つとして注目されている。そこで、本研究では FRT における予測リーチと実際のリーチの乖離における老化の影響と、その運動学的要因について精査することを目的とした。

【方法】

22 名の若年女性 (21.3 ± 0.2 歳) と 20 名の高齢女性 (81.2 ± 1.1 歳) を対象に、最大リーチの予測長、実測長、およびその乖離長、最大リーチ時における足底圧中心 (COP) の前方移動距離、腰椎屈曲、股関節屈曲、膝関節、足関節背屈の関節運動を計測した。両群間の比較より老化の影響を検証するとともに、乖離長と各運動指標との関係について相関分析を行った。

【結果】

最大リーチの予測長、実測長とともに高齢女性において有意に短く、高齢女性は若年女性よりも有意に超過予測していた。COP 前方移動距離、腰椎屈曲、股関節屈曲、足関節背屈のいずれも高齢女性において小さく、特に股関節の屈強は顕著に小さかった。更に、超過予測長は最大リーチ時の COP 移動量との負の相関を示すとともに、関節運動では唯一股関節屈曲角度との間に負の相関が認められた。

【結論】

本研究の結果、体重心の後方維持を目的とする股関節戦略における股関節屈曲の調整が高齢女性において特徴的に退行していることが示唆された。更に、股関節戦略における股関節運動調節への過信が高齢女性における最大リーチの超過予測に関与していた。以上より、高齢者の姿勢調節における股関節運動の促進的重要性とともに、実際の股関節運動機能を鑑みた運動イメージ補正の機会が高齢者の転倒予防プログラムにおいて重要であることが示唆された。

運動模倣の神経基盤

菅田 陽怜^{1,2)}・平田 雅之^{1,3)}・田村 友一³⁾・依藤 史郎³⁾

1) 大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座

3) 大阪大学大学院医学系研究科機能診断科学講座

2) 大分大学福祉健康科学部

Key words / 運動模倣, mirror neuron system, 脳磁図

理学療法において運動イメージや運動観察が有用であることは知られているが、実際にはセラピストが手本を提示して患者がその真似をするという場面も多いため、そこには「運動模倣」の要素が少なからず含まれている。模倣は、他者の意図を推論することによって運動、コミュニケーションおよび社会スキルを学ぶための中心システムであり、近年、模倣の神経基盤と mirror neuron system との関連性についての報告が増えている。しかしながら、脳律動の側面から模倣の神経基盤に焦点を当てている研究はほとんどない。そこで、本研究では、模倣に関連した脳律動変化と脳内機能的ネットワークを明らかにすることを目的とした。インフォームコンセントに同意した 12 人の健常被験者が本研究に参加した。被験者は示指のタッピング運動を観察後にそれを模倣するように指示された。模倣中の脳律動は脳磁図にて計測した。脳律動変化の時空間的特徴は空間フィルタ解析によって抽出し、脳内機能的ネットワークは imaginary coherence 解析を用いて算出した。運動模倣時には周波数特異的な事象関連脱同期 (ERD) が、側頭葉、左下頭頂小葉、下前頭回と感覺運動野で得られた。とくに γ 帯域 (25-50Hz) ERD においては、過去に fMRI によって示された mirror neuron system 領域と一致した。また、脳内機能的ネットワークは個々の周波数成分によって特異的なネットワークを示した。これらの結果は、運動模倣の神経基盤が種々の周波数に特有の神経回路から成り、単なる運動観察などよりも複雑な脳内処理が行われていることを示している。

視覚誘導性自己運動錯覚が脳卒中片麻痺者の上肢運動機能回復に及ぼす影響 -ABA シングルケースデザインによる検討-

松田 直樹¹⁾・金子 文成^{2,3)}・柴田 恵理子^{2,3)}・高橋 良輔^{1,3)}・本澤 征二¹⁾・稻田 亨¹⁾

1) 進和会 旭川リハビリテーション病院

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 / 視覚誘導性自己運動錯覚, 脳卒中, 上肢運動機能

【背景】

視覚誘導性自己運動錯覚 (kinesthetic illusion induced by visual stimulation: 以下 KiNVIS) とは、自身の四肢が動いている映像の観察によって、実際には身体が動いていないにも関わらず、あたかも動いているような知覚が生じることである。我々はこれまで、脳卒中片麻痺者を対象とし、KiNVIS を用いた治療アプローチを実施することで麻痺側上肢の運動機能が即時的に変化することを報告してきた。さらに今回、脳卒中片麻痺者 1 症例を対象に、KiNVIS の反復が上肢運動機能の回復にどのような影響を与えるのかを検討した。

【症例情報】

50 代女性。左被殻出血による右片麻痺 (発症から 78 日)。Brunnstrom Stage 上肢Ⅲ・手指Ⅲ、下肢Ⅴ、表在覚軽度鈍麻。高次脳機能障害は認められず、院内 ADL は概ね自立していた。

【方法】

本研究は、通常のリハビリテーションのみを行う期間 (A 期) 及び、通常のリハビリテーションに加えて 10 分 × 2 回の KiNVIS を実施する期間 (B 期) から構成される ABA デザインとした A・B 期共に各 10 日間とし、A 期は B 期の前 (A1 期) と後 (A2 期) の 2 回行なった。KiNVIS に用いた映像は非麻痺側手指屈伸映像を左右反転させたものとした。映像を再生するモニタは、麻痺側上肢の上に配置した。評価項目は、Action Research Arm Test (以下 ARAT) と Fugl-Meyer Assessment の手指項目 (以下 FMA)、Motor Activity Log における使用頻度 (以下 MAL) とした。各評価は初期評価及び各期終了時に実施した。各評価において、各期終了時の評価と前回評価時との差分から、A1 期における変化度 ($\Delta A1$)、B 期における変化度 (ΔB)、A2 期における変化度 ($\Delta A2$) を算出した。

【結果】

ARAT は、 $\Delta A1:0$ 点、 $\Delta B:9$ 点、 $\Delta A2:3$ 点であった。FMA は、 $\Delta A1:0$ 点、 $\Delta B:4$ 点、 $\Delta A2:2$ 点であった。MAL は、 $\Delta A1:0$ 点、 $\Delta B:6$ 点、 $\Delta A2:5$ 点であった。全ての評価項目で、B 期において A1 期・A2 期よりも大きなスコアの改善が生じた。

【結論】

今回の 1 症例では、上肢運動機能回復に KiNVIS の反復が効果的である可能性が示唆された。

足底による硬度弁別課題と立位姿勢バランスの関連性

介入日数短縮の影響について

村尾 紗

首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 ヘルスプロモーションサイエンス学域

Key words / 片脚立位重心動搖, 知覚学習課題, 足底感覚

【目的】

足底でスポンジマットの硬度弁別を行う知覚学習課題を 10 日間行うことで、立位重心動搖が有意に減少するという報告がある (Morioka et al.2004; Nakano et al.2011)。これは、足底での弁別精度が向上することで、立位時の環境との相互作用が改善し、結果としてバランスが向上する可能性を示唆している。だが、介入期間を 10 日間と比較的長期に設定した場合、介入以外の要因がバイアスとなって結果に影響する可能性がある。そこで本研究では、介入試行数は先行知見と同数としたうえで、介入日数を短縮した場合にも同様の効果が得られるか検討した。

【方法】

健常若年者 24 名が介入群と統制群のいずれかの群に分かれて実験に参加した (Randomized-controlled trial)。対象者は硬度の異なる 5 種類のスポンジマットの上に閉眼で立ち、介入群は事前に硬さを教えてからスポンジマットに立つ試行 (硬度記憶) と事後の正誤フィードバック付きで硬度弁別を行う試行、統制群は口頭で暗算する試行をそれぞれ行った。介入回数は 1 日 50 回とし、連続した 2 日間で行った。各日の介入前後 (計 4 回) でスポンジマット硬度弁別課題 10 間の正答数、閉眼・閉眼時の片脚立位重心動搖 (総軌跡長、外周面積、実効面積、単位面積軌跡長、平均パワー周波数) を測定し、二元配置分散分析を行った。また、足底の空間的感度の変化を見るために、母指球、踵の二点識別覚を測定し、三元配置分散分析を行った。有意水準は 5% とした。

【結果】

硬度弁別課題の正答数の平均値は、介入群で有意に高値を示した。これに対して、重心動搖や二点識別覚については、いずれの項目においても介入がもたらす有意な変化は認められなかった。

【結論】

本研究により、たとえ介入を 2 日間に短縮したとしても、介入試行数を維持すれば、硬度弁別に関する知覚学習それ自体は可能であることがわかった。しかしながら、それが姿勢動搖量の減少や、二点識別覚の向上には繋がらなかった。

視覚誘導性自己運動錯覚誘起が機能的支配領域に及ぼす影響

山下 達郎¹⁾・金子 文成^{2,3)}・柴田 恵理子³⁾

1) 札幌医科大学大学院 保健医療学部研究科

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, 経頭蓋磁気刺激, マッピング

【目的】

視覚誘導性自己運動錯覚 (KiNVIS) は、脳卒中片麻痺症例の運動機能障害に対して、即時にポジティブな影響を及ぼすことが確認されている。脳卒中片麻痺症例を対象とした研究から、機能的支配領域の拡大と運動機能の改善は並行して生じることが報告されており、KiNVISによる機能的支配領域の変化を明らかにすることは、KiNVIS を脳卒中後の感覚運動機能障害に対する治療アプローチとして応用する上で意義がある。本研究の目的は KiNVIS を一定時間誘起した後に機能的支配領域が変化するかを明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康な成人 6 名とし、KiNVIS を 30 分間誘起させた前後の安静時に経頭蓋磁気刺激を行った。KiNVIS は右前腕上にモニタを設置し、撮影した動画をモニタに提示することで誘起させた。モニタの位置は被験者の前腕と動画上の前腕との連続性が保たれるよう調整した。提示する動画は右示指の内外転を反復する動画とした。運動誘発電位 (MEP) は右第一背側骨間筋 (FDI) から記録した。経頭蓋磁気刺激は FDI の Hot Spot から前後 4cm、内外側 3cm の範囲を 1cm 間隔の格子状に実施した。各点を刺激する順番はランダムとした。試験刺激強度は、Hot Spot を刺激した際に FDI から得られる MEP 振幅が $1.0 \pm 0.1\text{mV}$ となる最小の強度とした。各点における MEP 振幅の平均値が $50 \mu\text{V}$ を超えた部位を機能的支配領域とし、面積、体積、重心を算出した。面積、体積、重心の比較には対応のある t 検定を行った ($p < 0.05$)。

【結果】

KiNVIS 後には安静時における機能的支配領域の面積と体積が有意に増大した。重心位置は変化しなかった。

【結論】

本研究結果より、KiNVIS を一定時間誘起することで運動関連領域の機能的支配領域に変化が生じることが示された。これは KiNVIS によって運動関連領域に可塑的变化が生じる可能性を示唆するものである。

片側小脳半球への経頭蓋静磁場刺激が対側運動野興奮性および小脳抑制に及ぼす影響

松木 明好¹⁾・岡田 洋平²⁾・長野 聖¹⁾

1) 四條畷学園大学リハビリテーション学部

2) 畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター

Key words / 経頭蓋静磁場刺激, 経頭蓋磁気刺激, 小脳抑制

【目的】

片側小脳半球への経頭蓋静磁場刺激 (transcranial static magnetic field stimulation: tSMS) が対側運動野興奮性 (実験①)、および小脳抑制 (cerebellar brain inhibition: CBI) (実験②) に及ぼす影響を調べた。

【方法】

研究参加の同意を得た健常成人 14 名 (実験① 7 名、実験② 7 名) を対象とした。被験者を椅子座位にし、後頭隆起から下 1cm、右 3cm の位置に円柱型ネオジム磁石 (NeoMag 製、直径 50mm、厚さ 30mm、表面磁束密度 5340G) の中心を 15 分間設置した (tSMS 条件)。Sham 刺激として、磁性をもたない同寸法の鉄柱を同位置に 15 分間設置した (Sham 条件)。各刺激前、刺激直後、5 分後、10 分後の右第一背側骨間筋の運動閾値 (実験①) と CBI (実験②) を計測し、刺激前と比較した。ただし、実験②ではテスト MEP のサイズが約 1 mV になるよう対側運動野刺激強度を調整した。

【結果】

(実験①) いずれの刺激においても、刺激後の各時点における運動閾値は刺激前と比較して有意な変化は認められなかった。(実験②) CBI は、tSMS 直前に比べて直後で 18.4% の有意な減少を認めたが、5 分後、10 分後には有意な減少は認められなかった。

【結論】

片側小脳半球への tSMS は対側運動野興奮性には影響しないが、刺激側の小脳抑制を一過性に減少させる可能性が示唆された。

高齢者の運動観察による学習を促進させる手本の検討

—手本の習熟度に着目して—

川崎 翼・荒巻 英文・兎澤 良輔

了徳寺大学 健康科学部 理学療法学科

Key words / 運動学習, 運動観察, 手本

【目的】

新規な運動を学習する際に用いる運動観察の手本は、習熟した手本か拙劣さの残る未習熟な手本、どちらが効果的かを明らかにすることである。昨年の本学術大会にて我々は、若年者を対象にして拙劣さが残る未習熟な手本が効果的であるということを発表した。今回は、運動観察による学習の重要な要素である、摸倣能力が劣るとされている高齢者に対しても拙劣さの残る未習熟な手本が有効であるかどうかを検討した。

【方法】

認知機能に問題のない健常高齢者 22 名を対象とし、2 群に割り付けた（習熟手本群 10 名、未習熟手本群 12 名）。まず、二つの鉄球を非利き手で時計回りに 5 回転行うのに要する時間（運動時間）と落下回数を測定した。習熟手本観察群は、10 日間練習した後の習熟した映像を観察した。未習熟手本観察群は、20 分のみ練習した後の映像を観察した。それぞれの観察時間は 1 分間とした。その後、再度運動時間と落下回数を測定した。この観察と測定を 3 回繰り返し、パフォーマンスの経過を検証した。

【結果】

運動時間の改善率は、習熟手本観察群よりも未習熟手本観察群の方がより高かった ($p < 0.05$)。特に未習熟手本観察群は、セッションの経過と共に運動時間の改善率が有意に高まったが ($p < 0.01$)、習熟手本観察群にはこのような傾向は認められなかった。落下回数に関しては、両群間に違いを認めなかった。

【結論】

若年者と同様に、新規な運動学習課題において、拙劣さが残る未習熟な手本が有効であることが明らかになった。特に、未習熟な手本は、運動時間のような運動の円滑性向上には効果的であるということが示された。本研究によって、高齢者に対して運動観察を利用した介入を行う際は、拙劣さの残る未習熟な手本を呈示した方が有効となる可能性を示唆した。

経頭蓋直流電気刺激と経皮的電気刺激の併用が脊髄相反抑制機構に及ぼす影響

武田 和也¹⁾・小山 総市朗¹⁾・後山 耕輔¹⁾・直井 佑生¹⁾・田辺 茂雄²⁾・櫻井 宏明²⁾・金田 嘉清²⁾

1) 河村病院 リハビリテーション部

2) 藤田保健衛生大学 医療科学部

Key words / 経頭蓋直流電気刺激, 経皮的電気刺激, 脊髄相反抑制

【目的】

経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) による皮質興奮性の変調が、脊髄相反抑制機構に影響を与える。我々は tDCS に加え、経皮的電気刺激 (TES) を併用する事で、脊髄相反抑制機構が改善できると仮説を立てた。本研究の目的は、健常成人を対象として仮説検証を行うことである。

【方法】

対象は健常成人 14 名。単盲検化、被験者内比較デザインを用いた。条件は tDCS 単独 (tDCS 群), sham 刺激 + TES (TES 群), tDCS と TES の併用 (併用群) の 3 条件とした。tDCS の陽極は右一次運動野前脛骨筋 (TA) 領域、陰極は左額部に貼付した。刺激強度は 2mA とした。TES の陰極は左深腓骨神経直上、陽極は左 TA 膨隆部に貼付した。パルス幅 250 μ s, 刺激周波数 50Hz, 刺激強度は TA 運動閾値直下、刺激サイクルは 8 秒 ON-2 秒 OFF とした。tDCS と TES は同期し、20 分間刺激した。sham 刺激は開始 15 秒間のみ刺激した。脊髄相反抑制機構は被験筋を左ヒラメ筋とし、条件 - 刺激法によって評価した。条件刺激は TES と同じ電極を用い、刺激強度は運動閾値とした。試験刺激強度は、安静時 H 反射振幅が最大 M 波振幅の 30% となる強度とした。介入中の条件刺激なし H 反射振幅 (Htest) は常に一定にした。条件 - 試験間隔は 2ms (RI) と 20ms (D1) とした。RI, D1 は Htest 対する条件刺激ありの H 反射振幅 (Hcond) の割合 (Hcond/Htest) を用いた。評価は介入前、介入中、介入後に実施し、介入中は 10 分毎に平均した (T10, T20)。統計学的解析は、条件と時間の繰り返しのある二元配置分散分析を行い、多重比較検定として、shaffer's 法を用いた ($p < 0.05$)。

【結果】

RI は、条件と時間の交互作用は認めず、各々の主効果も認めなかった。D1 は、条件と時間の交互作用 ($F[6,78] = 2.50, p = 0.03$) を認めた。多重比較の結果、併用群の介入前と介入後 ($p < 0.01$)、T10 と介入後 ($p = 0.01$) に有意差を認めた。

【結論】

tDCS と TES を併用する事で、脊髄相反抑制機構を改善できる可能性が示唆された。

左後部頭頂皮質への経頭蓋直流電気刺激がライトタッチ効果に及ぼす影響

石垣 智也^{1,3)}・今井 亮太¹⁾・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 / 姿勢制御, ライトタッチ効果, 経頭蓋直流電気刺激

【目的】

ライトタッチ効果 (LT効果) とは、立位姿勢の安定化に寄与しない程度の力 (1N未満) で、固定点に指先で触れると姿勢動搖が減少することをいう。我々は、左後部頭頂皮質領域 (左 PPC) の脳活動が LT効果と正の関係にあることを報告している (石垣, 2015)。しかし、これは LT効果と脳活動の関係を示したにとどまり、脳活動が LT効果に及ぼす影響については明らかにできていない。そこで本研究では、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) を用いた、左 PPCへの tDCS が LT効果に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

健常成人 9名を対象とし、tDCS は DC-STIMULATOR (NeuroConn 社) を用いた。研究デザインは陰極刺激と偽刺激を用いた、単盲検ランダム化クロスオーバーデザインとした。刺激電極は、陽極を右眼窩上領域、陰極を左 PPC 領域 (国際 10-20 法: P3) とし、1.5mA で 20 分間刺激した。立位姿勢は閉眼閉脚立位とし、安静立位 (C 条件) と右示指にて LT を行う L 条件を設定した。測定時間は 30 秒間とし、tDCS 前後で各条件をランダムな順序で 2 試行ずつ測定した。測定項目は重心動描計 G-6100 (ANIMA 社) を用い、X 軸、Y 軸の実効値 (RMSx, RMSy) を求め、それぞれ tDCS 前後において、L 条件の実効値を C 条件の値で除した比率 (LT効果) を算出した。また、L 条件の接触力をひずみセンサー ELF システム (ニッタ社) で測定した。統計解析は、刺激と時間の二要因による対応のある二元配置分散分析を行い、有意水準は 5% とした。

【結果】

全試行で接触力は 1N 未満であり、RMSx のみ有意な交互作用を認めた ($P < .05$)。tDCS 前では刺激条件間で有意差を認めず、tDCS 後では、陰極刺激条件で刺激前に比べ有意に LT効果が減少し ($P < .05$)、偽刺激条件に比べ陰極刺激条件で有意に低い LT効果を認めた ($P < .01$)。

【結論】

左後部頭頂皮質は、右示指を用いた LT効果に対して直接的影響を示す脳領域であることが明らかとなった。

足関節底背屈筋の交互収縮様式が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

沼田 純希^{1,2)}・大澤 竜司²⁾・立本 将士²⁾・土屋 順子³⁾・田辺 茂雄⁴⁾・鈴木 智高⁵⁾・井上 宜充¹⁾・菅原 憲一⁵⁾

1) 公益社団法人地域医療振興協会 横須賀市立市民病院 リハビリテーション療法科

2) 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科 保健福祉学専攻 リハビリテーション領域

3) 信州大学 医学系研究科 保健学専攻 4) 藤田保健衛生大学 リハビリテーション学科

5) 神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

Key words / 経頭蓋磁気刺激法, 反復運動, 両側足関節底背屈交互運動

【目的】

上位運動中枢による足関節の制御において、歩行等にみられる両側足底背屈筋の交互収縮様式に関する報告は少ない。当研究は、異なる左右交互収縮様式の運動介入前後における中枢神経系の可塑的变化を、経頭蓋磁気刺激法 (TMS) を用いた運動誘発電位 (MEP) を指標に検討した。

【方法】

対象は健常成人 15名 (男性 6名, 23.9 ± 5.6 歳) とした。測定肢位は安楽椅子座位とし、運動課題を、①両側足関節の同一運動方向で同期した底背屈反復運動 (synchronized) と、②底背屈拮抗運動 (reciprocal) とし、2Hz の Beep 音に合わせ 15 分間の運動介入を行い、介入前後に測定を実施した。被検筋を前脛骨筋 (TA), ヒラメ筋 (SOL) とし、controlled MEP 及び、conditioned MEP による短潜時皮質内抑制 (SICI) を測定した。TA の 10% MVC 中における運動時閾値 (AMT) から、条件刺激を 70% AMT, 試験刺激を 120% AMT, 刺激間隔 (ISI) を 2ms とした。解析のため、運動前に対する運動後の比率 (control ratio) を算出した。運動課題間で、control ratio について Mann-Whitney の U 検定を、また SICI について 2元配置分散分析反復測定の後、Bonferroni 法を用いて検討を行った。統計学的有意水準は 5%未満とした。

【結果】

TA・SOL ともに運動前より MEP 振幅が増大した。また、TAにおいて reciprocal で synchronized に比べ有意な増大を認めた ($p < 0.05$)。SICI には一定の傾向及び有意差を認めなかった。

【結論】

下肢の運動における上位運動中枢の興奮性に関する左右交互運動の影響及び運動方法による優位性が示唆された。このような特異性は下肢の機能的運動を反映する影響であることが推測された。

多様性練習による運動学習効果と Contingent Negative Variation の変動

野嶋 一平¹⁾・齊藤 浩太郎²⁾・渡邊 龍憲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 / CNV, 運動学習, 多様性練習

【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に関して明らかでない。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(CNV)を指標として多様性練習における認知処理過程のメカニズム解明を目指す。

【方法】

対象者は健常大学生を対象とし、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 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課題値に合わせるターゲットマッチ課題を使用する。練習は 9 試行 10 ブロック、テストは 30 試行を各群における練習の前後で 1 ブロックずつ行う。練習において CP 群では、ターゲットをすべて 20%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。

【結果】

練習により両群とともに、ターゲットまでの到達速度および 20%MVC 保持におけるバラつきは有意に減少したが、交互作用は見られなかった。これは、CP 群においても繰り返し運動による学習効果が見られたことが影響しているものと考えた。CNV に関しては、振幅の増大と潜時の短縮傾向は見られているが、両群共に有意な変化は見られなかった。

【結論】

CNV は被験者の注意や疲労なども大きく影響していることが考えられ、実験実施時の条件をより厳密に統制すると共に、被験者数を増やして詳細な検討を加えていく必要があるものと考える。

視覚誘導性自己運動錯覚による Mu リズムの信号強度変化

奥山 航平¹⁾・金子 文成^{2,3)}・柴田 恵理子^{2,3)}・金子 幹弥⁴⁾

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

4) 市立室蘭総合病院 リハビリテーション科

Key words / 視覚誘導性自己運動錯覚, 頭皮上脳波, Mu リズム

【目的】

視覚誘導性自己運動錯覚(KiNVIS)とは、対象者に身体運動の映像を提示することで、あたかも自己の四肢が運動しているように錯覚することをいう。我々は、KiNVIS を Brain-Machine Interface を用いたリハビリテーションに応用することを目指す観点から、頭皮上脳波を用いて KiNVIS 中の脳神経活動の特徴を検証している。本研究では、感觉運動皮質上から記録される Mu リズムの信号強度変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康な成人とした。運動課題は右手関節掌屈運動とした。実験条件は、運動を実行する条件(実行条件)、筋収縮を伴わずに運動を感じ覚する条件(イメージ条件)、被験者の前腕上に設置したモニタに運動の映像を提示することで運動錯覚を誘起させる条件(錯覚条件)、および錯覚条件と同一映像を観察させる条件(観察条件)の 4 条件とした。脳波は安静 3 秒、各条件の課題 3 秒を 1 施行とし、20 施行記録した。データ解析として、安静時および課題時の脳波に対し、高速フーリエ変換による周波数解析を実施した。そして、安静時脳波の各周波数における信号強度から被験者毎に Mu リズム帯域を決定した後、課題時の Mu リズム帯域における信号強度を算出し、20 施行分を加算平均した。統計学的解析として、安静時の信号強度および課題時の信号強度に対して、実験条件を要因とした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、Turkey の多重比較検定を行った($p < 0.05$)。

【結果】

安静時の信号強度は条件間で差がなかった。課題時の信号強度は、観察条件と比較して、錯覚、イメージ、実行条件の信号強度が有意に低かった。

【結論】

KiNVIS 中には運動実行および運動イメージ中と同様に Mu リズムの信号強度が低下することが示された。また、錯覚条件では観察条件と比較して有意に信号強度が低かったことから、錯覚条件における信号強度低下は錯覚の誘起に起因することが示唆された。

前方リーチ動作中の非運動側肩甲帯の運動特性

近位条件と遠位条件による差の検討

梅森 拓磨¹⁾・大熊 諒²⁾・吉田 啓晃²⁾・平野 和宏¹⁾・中山 恭秀²⁾

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

Key words / リーチ動作, 三次元動作解析, 上肢帯

【目的】

リーチ動作は上肢機能だけでなく、体幹機能の安定性の評価や、治療場面でも用いられている。リーチ動作中に非リーチ側肩甲帯の代償運動を認める場合があるが、リーチ動作の距離の長短において、非リーチ側肩甲帯がどのような運動戦略を用いているのか明確になっていない。本研究の目的はリーチ動作中における非リーチ側肩甲帯の運動特性を調査することである。

【方法】

肩に外傷歴、愁訴のない右利き健常男性6名(29.2歳)を対象とした。運動課題は、座位での目標物への前方リーチとした。目標物の距離は、上肢長の距離(近位条件)と上肢長に20cm加えた距離(遠位条件)の2条件とした。対象者は椅子座位で手掌を膝上に位置した肢位から、右上肢で目標物へのリーチを各10回行った。測定にはカメラ4台を有する三次元動作解析装置(Kinema Tracer®)を用いて、60fpsで記録した。測定項目は、非リーチ側の①肩甲帶最大拳上角度、②最大拳上角度到達時間とした。①は胸骨柄と胸骨体を結ぶ線と胸骨柄と肩峰を結ぶ線とのなす角度とした。②は一試行中に要した時間に対し100分率で表した。解析対象は10試行中の後半5試行とし平均値を算出した。統計は、2条件下における①と②についてMannWhitney U検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

拳上角度は遠位条件($2.9 \pm 0.2^\circ$)の方が近位条件($2.5 \pm 0.3^\circ$)と比較して有意に大きかった。時間については、近位条件($67.8 \pm 4.0\%$)の方が、遠位条件($54.3 \pm 5.9\%$)と比較して有意に大きかった。

【結論】

今回の結果より、体幹運動を伴うリーチ動作(遠位条件)では、体幹運動を伴わないリーチ動作(近位条件)と比較し、非リーチ側肩甲帯が大きくかつ素早く動くことにより、リーチ動作を円滑に行う運動戦略を用いている可能性が示唆された。今後は、距離の条件数を増やした場合に、非リーチ側肩甲帯がどのような運動戦略を用いるのかを検討することが課題である。

Total joint power flow でみた変形性膝関節症患者の異常歩行の分析

兼岩 淳平^{1,2)}・工藤 慎太郎¹⁾・中山 卓³⁾・畠中 泰彦⁴⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療保健学部 理学療法学科
3) びわじま整形外科 リハビリテーション科

2) 神谷内科整形外科 リハビリテーション科
4) 鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部 理学療法学科

Key words / 変形性膝関節症, 歩行, 重回帰分析

【目的】

変形性膝関節症(以下、膝OA)の主症状として歩行障害がある。我々は先行研究においてTotal joint power flow(以下、TPF)でみた膝OA患者の歩行の力学的特徴は立脚終期における股関節TPF(以下、TStHipTPF)の極性変化であることを明らかにした。そこで膝OA歩行のTStHipTPFの極性変化が出現する原因が明らかになれば治療介入すべき問題点が明確にできると考える。したがって本研究の目的は重回帰分析を用いてTStHipTPFに影響する因子を明らかにすることとした。

【方法】

膝OA患者の歩行時の股、膝、足関節の荷重応答期と立脚終期における関節角度、関節モーメント、関節モーメントパワー、TPFの最大値と最小値を算出した。TStHipTPFの最大値を従属変数とし、その他の因子を独立変数とした。重回帰式に組み込む変数はステップワイズ法にて選択した。これらの重回帰分析にはSPSSを使用した。

【結果】

TStHipTPFを決定する独立変数としてTSt足関節モーメントパワーの最小値が採択された。TStHipTPFの対数(Y)を予測する重回帰式は、 $Y=1.452 \times TSt\text{足関節モーメントパワーの最小値} + 0.395$ となった。重相関係数は0.600、決定係数は0.360、調整済み決定係数は0.301であった。

【結論】

TStHipTPFの最大値にはTSt足関節モーメントパワーの最小値が関与することが示唆された。立脚終期には下腿三頭筋が活動することにより足関節が安定し下腿の前傾が達成される。久保らは膝OA患者の歩行において足関節底屈モーメントパワーの負の仕事量が少なく下腿の制動機能が破綻している可能性を報告している。今後は、被験者数を増やし、TStHipTPFの最大値とTSt足関節モーメントパワーの最小値の関係を検討したい。

底屈運動時における下腿三頭筋の移動量、筋厚、羽状角および筋線維束長の変化

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

3)森ノ宮医療大学 卒後教育センター

2)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

Key words / 超音波画像診断装置, ヒラメ筋, 胫腹筋内側頭

【目的】

腓腹筋肉離れやアキレス腱断裂などの下腿運動器疾患において、超音波画像診断装置を用いて下腿三頭筋の形態や動態の評価を行うことがある。しかし、正常値データが不十分なため、経過観察には有効であるが、その判断が難しいといった問題がある。本研究の目的は、超音波画像診断装置を用いて、健常者の底屈運動における下腿三頭筋の変化を定量化することである。

【方法】

健常成人 20 名 40 肢を対象とした（男性 9 名、女性 11 名、平均年齢 18.6 ± 0.7 歳）。足部のみベッドから出した腹臥位にて筋腱移行部と腓腹筋内側頭近位 1/3 を超音波画像診断装置にて撮像し、安静時と底屈時の変化を追った。筋腱移行部では腓腹筋内側頭の移動量とヒラメ筋厚を計測した。腓腹筋内側頭近位 1/3 では羽状角、筋厚を計測し、三角関数にて筋線維束長を算出した。計測値は全て下腿長で除して正規化した。

【結果】

筋腱移行部は近位方向に 0.52 ± 0.10 mm/mm の変化を示した。その際のヒラメ筋の筋厚は安静時 0.55 ± 0.08 mm/mm、底屈時 0.65 ± 0.08 mm/mm であり、有意差を認めた ($p < 0.001$)。腓腹筋内側頭において、羽状角は安静時 $5.65 \pm 0.81^\circ$ /mm、底屈時 $8.90 \pm 1.69^\circ$ /mm であった。また、筋線維束長は安静時 1.30 ± 0.17 mm/mm、底屈時 0.86 ± 0.13 mm/mm であった。この両者については有意差を認めだが ($p < 0.001$)、筋厚は安静時 0.46 ± 0.07 mm/mm、底屈時 0.46 ± 0.08 mm/mm となり、有意差を認めなかった。

【結論】

底屈時には、ヒラメ筋は筋厚が増大し、腓腹筋の筋腱移行部は近位側へ滑走した。また、腓腹筋内側頭の筋厚には底屈運動により変化がなかった。つまり、腓腹筋内側頭は収縮により、ヒラメ筋の表層を滑走し、筋線維束長の短縮による筋厚の変化を羽状角の変化で代償していると考えられる。すなわち、下腿三頭筋の動態は腓腹筋の近位への滑走と羽状角の変化、およびヒラメ筋の筋厚変化を定量化する必要が考えられる。

飲水および摂食が安静椅子座位における姿勢調節に及ぼす影響について

玉地 雅浩・青山 宏樹

藍野大学医療保健学部理学療法学科

Key words / 飲水、摂食、姿勢調節

【目的】

近年、内臓臓器の大きさや位置など体幹の臓器に重力を感知する受容体としての働きがあり、これが姿勢調節に関与しているのではないかという説がある。そこで本研究では胃の重量や位置関係の変化と姿勢調節の関係を調べる事を本研究の目的とする。

【方法】

対象は本学学生の健常男性 10 人、平均年齢 21.2 歳とした。被験者は測定開始 12 時間前より絶食、3 時間前より絶飲水とした。三次元動作解析装置 (Motion Analysis 社製 MAC3D) を用いて計測部位、C7、両肩峰、Th7、L4、両上前・後腸骨棘、の計 9 力所の位置変化を計測した。摂食前後の計測は条件①摂食無し及び条件②摂食有りにて 2 回計測した。条件①摂食無しでは、1 分間の安静座位後 90 秒間計測した。その後 1 分間のインターバルを挟んで 90 秒間の計測を計 4 回行った。条件②摂食有りでは、1 分間の安静座位後 90 秒間の計測直後の 1 分間に 180g のエネルギー補給用ゼリー 2 個を摂取した、その後は条件①と同様である。飲水前後の計測では条件②飲水有りで、1 分間の安静座位後 90 秒間の重心動揺の測定を行い、その後の 1 分間の間に 60 秒かけて 500ml の微炭酸飲料を摂取した点以外は摂食前後を計測した際と同様である。

【結果】

摂食前後の計測では C7 と Th7 の間に ($P < 0.01$)、C7 と ASIS の間に ($P < 0.05$) で有意差が認められた。飲水前後では計測条件②飲水有りにて、飲水後 2 回目の 90 秒間と 3 回及び 4 回目の 90 秒間の間に有意に Th7 が前方に移動した ($P < 0.05$)。また有意に C7 が前方に移動した ($P < 0.01$)。

【結論】

飲水時と比較して摂食時には胃の形や位置関係の変化が少なかったことが結果に影響したと考えられる。飲水によって胃が背側に動いた際に腹膜が付着している体幹の前壁が後方に引っ張られる。その際に骨盤が動いてないにも関わらず胃より頭部側の Th7 や C7 が前方に移動する事によって、体幹内部で後方に移動している胃の重さとバランスをとろうとしている可能性がある。

人工股関節全置換術後患者における歩行周期の変動性を指標とする歩行解析の有用性

坪内 優太^{1,2)}・川上 健二^{2,3)}・松本 裕美¹⁾・井上 仁¹⁾・兒玉 慶司¹⁾・兒玉 吏弘¹⁾・木許 かんな¹⁾・原田 拓也¹⁾
原田 太樹^{1,2)}・須藤 晴香¹⁾・池田 真一¹⁾・片岡 晶志^{1,3)}・津村 弘^{1,2)}

1) 大分大学医学部附属病院リハビリテーション部

2) 大分大学大学院医学系研究科

3) 大分大学福祉健康科学部設置準備室

Key words / 人工股関節全置換術, 加速度計, 歩行周期変動性

【緒言】

加速度計を用いた歩行解析は、場所を限定せずに長距離の時間変動計測を簡便に行うことが可能であり、他の解析法に比べて臨床研究にて幅広く用いられてきている。中枢神経疾患患者や転倒経験高齢者では歩行周期の変動が増加すると報告されており、変動周期の乱れは神経系機能の低下を示唆する (Hausdorff J.M., 1997)。歩行周期の変動の大きさを指標とする歩行解析は、関節内のメカノレセプターに影響を与える整形外科疾患にも応用できると考えられる。そこで、本研究の目的は、整形外科疾患における加速度計を用いた、歩行周期の変動を指標とする歩行解析の有用性を検証することにある。

【対象】

変形性股関節症 (股 OA) に対し人工股関節全置換術 (THA) を施行した 25 症例を対象とした。

【方法】

加速度計 (MicroStone 社製圧電型 3 軸加速度計) を第 3 腰椎と踵骨隆起に装着し、10 歩行周期の体幹加速度データをサンプリング周波数 200Hz で測定した。測定したデータの左右成分と鉛直成分より前額面上のリサーチュ図形を作成した。作成した図形より、軌跡が左右対称の群 (対称群) 12 名と非対称の群 (非対称群) 13 名に分類し、歩行変動を比較した。歩行変動の比較は、踵骨隆起の加速度データから歩行周期の変動性を示す Stride-to-stride Time Variability(STV) を算出し、Mann-Whitney U 検定を行った (SPSS22.0)。

【結果】

非対称群の STV は $2.97 \pm 0.57\%$ であり、対称群の $2.22 \pm 0.95\%$ に比べて有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

【考察】

歩行時の体幹加速度が非対称性を示すと歩行周期の変動性が増加することが示唆された。股 OA 患者における歩容の非対称性の原因は、患側股関節外転筋力や膝関節伸展筋力の低下などが挙げられる (芦川ら, 2013)。本研究により、THA 患者においても歩行周期の変動性増加が身体機能の異常を示唆することがわかったが、その原因については明らかとなっておらず、今後の検討課題である。

ジャンプ着地動作時の下肢関節の kinematics を変化させるには？

口頭指示による影響の検討

野田 逸誓¹⁾・工藤 慎太郎^{1,2)}

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

Key words / ジャンプ, external focus, kinematics

【目的】

本研究の目的はジャンプ着地動作において、口頭指示により着地動作時の股・膝・足関節の kinematics を変化させることができかを検証した。

【方法】

対象は整形外科の疾患を有しない健常男性成人 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 1 は「両足でジャンプして、両足で前方の台に飛び乗って下さい」と指示し、その後、条件 2 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、課題を行った。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 31 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・足関節の角度を求め、条件 1・2 間の違いを検討した。統計学的処理には対応のある t 検定を用いた。

【結果】

股関節の屈曲角度は、条件 1 30.3 ± 15.9 度・条件 2 $25.1.6 \pm 20.2$ 度、で有意差を認めた ($P < 0.05$)。膝関節の屈曲角度は、条件 1 で 38.2 ± 18.0 度・条件 2 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 ($P > 0.05$)。

【結論】

静かに着地する課題は、身体の外部環境に注意を向ける external focus であり、先行研究により、external focus の運動学習における有効性は証明されている。股関節や膝関節の屈曲運動が不十分になると、身体重心が後方化し、膝や大腿部のスポーツ障害を惹起することが知られている。今回の結果より、そのような例においては、今回用いた運動課題は股関節屈曲を促す external focus の課題として有効になる可能性が示唆された。

体幹伸展時の背筋群の動態と筋硬度との関係

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⁾

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

Key words / 背筋群 , 筋硬度 , 超音波画像診断装置

【目的】

慢性腰痛患者には体幹筋群の機能評価が必要とされているが、臨床においては触診により、定性的に筋硬度が評価されるにとどまっている。我々は筋の収縮時の動態に注目して、超音波画像診断装置を用いた定量的な測定を試みている。そこで、本研究の目的は健常者における筋の動態と腰背筋群の筋硬度の関係を明らかにすることとした。

【方法】

対象は腰痛のない健常成人 19 名(男性 17 名、女性 2 名)、38 側とした。測定機器には超音波画像診断装置(MyLab25, Esoate 社製)、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 L4 レベルで棘突起から 3cm 以内を内側群、6cm を外側群とし、超音波画像を撮像した。その後体幹を 20° 伸展挙上(伸展時)し、この時の内側群、外側群の静止画を撮像した。超音波画像から内側群、外側群それぞれの筋厚を Image-J を用いて測定し、それぞれの伸展時と安静時の変化量を算出した。筋硬度の測定には筋硬度計 NEUTONE TDM-N1 (TRY-ALL 社製) を用い、測定肢位は腹臥位でリラックスした状態とし、超音波画像撮影と同部位にて 3 回測定し、平均値を求めた。内側群と外側群それぞれの筋厚変化量と筋硬度の値の関係を Pearson の積率相関係数を用いて検討した。有意水準は 5%未満とした。

【結果】

内側群では相関係数 - 0.14、外側群では相関係数 - 0.24 となり、内側筋群、外側筋群ともに筋硬度と筋厚変化量との間に有意な相関関係は認めなかった。

【結論】

臨床においては安静時の筋の硬度を触診し、筋の性状を推察することがある。また、安静時と運動負荷時の筋厚の変化量は収縮能を反映していると考えられる。本研究結果から、筋硬度により、固有背筋の収縮能は推測できないことが示唆された。つまり、固有背筋の超音波画像による動態評価は固有背筋の収縮能を簡便に評価する上で有効と考えられる。今後は腰痛有無による比較検討をしていく必要がある。

異なる戦略による立位前方リーチ動作の運動学的特性の差異

橋立 博幸¹⁾・内海 智之²⁾・増田 和樹³⁾・小山 航⁴⁾・井口 拓也⁵⁾・藤澤 祐基¹⁾・齋藤 昭彦¹⁾

1) 杏林大学保健学部理学療法学科

2) 一般社団法人巨樹の会小金井リハビリテーション病院

3) 医療法人社団恵仁会府中恵仁会病院

4) 医療法人社団三秀会羽村三慶病院

5) 医療法人社団広恵会春山外科病院

Key words / 立位前方リーチ , 姿勢戦略 , 重心移動

【目的】

立位での姿勢制御では股関節戦略と足関節戦略が用いられていることが知られているが、異なる姿勢戦略による立位前方リーチ動作の特性については十分に明らかとされていない。本研究では、異なる姿勢戦略による立位前方リーチ動作の運動学的特性の差異について検証することを目的とした。

【方法】

対象は健康な若年男性 40 人(平均 21 歳)であり、足圧分布計上での右上肢による立位前方リーチ動作を通常条件と足関節戦略(A) 条件にて実施した。A 条件ではできるだけ両側股関節を屈曲させずにリーチ動作を行うよう対象者に教示した。各条件のリーチ動作の静止画をもとに画像解析ソフト ImageJ にて、リーチ距離、肩峰と外界のなす角度(A-M 角度)、肩峰と大転子のなす角度(A-T 角度)を算出し、足圧分布計にてリーチ動作における足圧中心(COP) の前後移動距離と左右移動距離を測定した。

【結果】

A 条件のリーチ距離($247.5 \pm 58.4\text{mm}$)、A-M 角度($11.5 \pm 2.8\text{deg}$)、A-T 角度($21.4 \pm 6.9\text{deg}$)、COP 前後移動距離($117.6 \pm 24.8\text{mm}$)、COP 左右移動距離($32.4 \pm 13.3\text{mm}$)は、通常条件のリーチ距離($388.5 \pm 47.1\text{mm}$)、A-M 角度($20.9 \pm 3.2\text{deg}$)、A-T 角度($54.4 \pm 10.9\text{deg}$)、COP 前後移動距離($127.5 \pm 25.3\text{mm}$)、COP 左右移動距離($40.0 \pm 9.3\text{mm}$)に比べて有意に低い値を示した。また、リーチ距離を従属変数、COP 前後移動距離、COP 左右移動距離を独立変数、身長を調整変数とした重回帰分析を実施した結果、通常条件では COP 前後移動距離のみが有意に関連し、一方で A 条件では COP 前後移動距離とともに COP 左右移動距離が有意な関連項目として抽出された。

【結論】

いずれの条件においても支持基底面内における重心移動がリーチ距離に影響を及ぼしていたが、通常の立位前方リーチ動作に比べて足関節戦略に依存した立位前方リーチ動作では、リーチ距離が制約され、支持基底面内での随意的な前後左右の重心移動が実際のリーチ距離に反映されやすい特性があると考えられた。

ヒトの運動時の心拍数調節機序の再検証

～房室興奮伝導時間に着目して～

高橋 真・中本 智子・松川 寛二・渡邊 多恵・関川 清一・濱田 泰伸

広島大学大学院医歯薬保健学研究院

Key words / 房室伝導時間, 心拍数, 心拍変動周波数解析

【目的】

従来、運動開始時から約 100 拍 / 分 (bpm) までの心拍数は心臓迷走神経によって、それ以上の増加は心臓交感神経によって調節されるとしてきた。しかしながら、高強度運動時に心臓迷走神経活動が完全に抑制されているのかについては未だ不明である。ヒトで心臓迷走神経活動を推定する方法は心拍変動の高周波成分のみである。これまで心拍変動の解析には心電図 RR 間隔の変動が用いられてきたが、我々は運動中に RR 変動は PP 変動より小さく、PR 間隔、すなわち房室伝導時間が心房興奮リズムの変動を打ち消し、心室興奮リズムを安定させることを明らかにした。したがって、運動中の心臓迷走神経活動の推定には PP 間隔の変動を用いる必要があり、さらに PR 間隔の調節機序は未だ明らかではない。そこで、本研究は心電図 PP 間隔及び PR 間隔の高周波成分を指標とし、ヒトの高強度運動中の心拍数及び房室伝導調節における心臓迷走神経の役割を再検証した。

【方法】

心拍数を 100, 120, 140 bpm と段階的に増加させ、それぞれ 3 分間の定常状態中の心電図を計測した。PP 間隔、RR 間隔、PR 間隔を算出した後、Wavelet 周波数解析を行った。さらに、心拍数 140 bpm レベルで定常運動中に副交感神経遮断薬である硫酸アトロピンを静脈内投与し、心臓迷走神経活動への影響を検証した。

【結果】

PP 間隔の高周波成分は RR 間隔より有意に高値を示した。さらに、定常運動中にアトロピン投与後、心拍数は約 10 bpm 増加し、PP 間隔の高周波成分は有意に減少した。また、PR 間隔の高周波成分は運動中及びアトロピン投与前後で有意な変化を示さなかった。

【結論】

高強度運動中においても心臓迷走神経活動は完全に抑制されていないことが明らかとなった。また、PR 間隔、すなわち房室伝導は心臓迷走神経による調節ではなく、内因性に調節されることが示唆される。

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

簡易計測器による算出方法における誤差の検討

万野 真伸^{1,2)}・小出 卓哉³⁾・大島 徹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) 専門学校大阪医專

4) 富山県立大学

Key words / 機能別実効筋評価, 二関節筋, 簡易計測器

【目的】

ヒト四肢の関節トルクにより運動能力を評価し、その結果をもとに療法の指針決定が行われている。しかし、関節トルクによる評価では各関節が独立している必要があるが、ヒトには二つの関節に同時に関与する二関節筋の存在により独立しておらず、二関節筋は一関節筋が発生する収縮力の一部とみなしていることになる。そこで、我々は二関節筋を含めた筋配列を基準にしたリンクモデルの理論解析により、四肢先端に発生する複数の出力値を計測することにより、二関節筋の機能を含めた生体内力（機能別実効筋力）の定量化が可能であることを提示した。しかし、この手法では体幹を堅固に固定する装置が必要であり、容易に計測することが難しい問題があった。ここでは、非常に簡易化した計測器、すなわち、体幹の固定が十分でない条件でも適正に評価が可能な計測方法を提案し、従来の計測方法と簡易計測器における計測方法による差異を明らかにすることを試みた。

【方法】

リンクモデルの理論解析から算出した体幹の固定が不十分でも大きな影響を受けない姿勢条件において、上肢先端の手根関節に発生する最大出力の 4 点（最大伸展および最大屈曲動作を含む）と上肢先端の手根関節に発生する姿勢条件から得られる特定方向の最大出力の 5 点の出力分布結果を比較した。この 2 条件を 2 日おきに 2 週間（6 回）の計測をおこない、その出力値から出力分布の六角形の形状を求めた。

【結果】

簡易計測器では体幹の動きを規制できず、最大伸展および最大屈曲動作を含む 4 点計測法において出力分布の誤差が大きくなり、5 点計測法においては体幹の動きの影響がある場合でも、出力分布の誤差が小さくなっていた。

【結論】

簡易計測器を用いて計測を行う場合においては、最大伸展および最大屈曲動作を外した 5 点計測法を用いることで誤差が小さく、より正確なヒト四肢の運動能力の評価が可能であることがわかった。

2次元動作解析の撮影条件と信頼性の検証

撮影距離と周波数の再現性への影響

北川 崇・井上 花奈・下村 咲喜・工藤 慎太郎

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科

Key words / 2次元動作解析, 信頼性, 再現性

【目的】

臨床の現場において行われる歩行動作解析は主として目視での動作解析が主流である。この方法は簡便である半面、観察者の技術に大きく依存し、結果が主観的になる可能性がある。客観的な解析方法として3次元動作解析装置を使用した方法が存在するが、機器が高価であり、時間的負担が大きい。我々は2次元動作解析により関節運動を記録するソフトを開発している。しかし、その2次元動作解析は計測環境の影響を強く受ける。そこで、本研究で2次元動作解析の撮影環境に焦点を置き、最も再現性の高い環境を検討する。

【方法】

対象となる成人女性は直角のカーボン製フレームに3つのマーカを貼付したものを持ち、歩行路を113beats/minで歩行した。デジタルカメラは、被写体の全身が移るように、床から1mの高さで三脚に固定し、カメラと被写体の距離（カメラ距離）が2m, 3m, 4mとする3条件で計測した。また周波数は30Hz・120Hzの2条件とし、カメラ距離と周波数の組み合わせの6条件で計測を行った。画像処理ソフトを用いて連続Jpeg形式に変換した。そして歩行動作の全フレームに対しImage-Jを使用してマーカの2次元座標を測定し、マーカの成す角度をExcelで算出した。これらの画像処理を2名の検者が3回ずつ行った。得られた結果よりICC(1.k)・ICC(2.1)を用いて検者内信頼性・検者間信頼性を求めた。

【結果】

ICC(1.k)では2m-30Hz(検者A:0.973, 検者B:0.926).2m-120Hz(検者A:0.978, 検者B:0.90).3m-30Hz(検者A:0.745, 検者B:0.899).3m-120Hz(検者A:0.968, 検者B:0.906).4m-30Hz(検者A:-0.139, 検者B:0.91).4m-120Hz(検者A:0.292, 検者B:0.884)という結果が得られた。ICC(2.1)では2m-30Hz(0.932).2m-120Hz(0.945).3m-30Hz(0.746).3m-120Hz(0.628).4m-30Hz(0.477).4m-120Hz(0.323)という結果が得られた。

【結論】

カメラを用いて2次元動作解析を行う場合は、被写体とカメラの距離が2mであれば周波数に関わらず、再現性が高いと考える。

ラット膝関節炎モデルに対する電気刺激を用いた感覚刺激入力ならびに筋収縮運動が痛みや炎症におよぼす影響

坂本 淳哉¹⁾・寺中 香²⁾・近藤 康隆³⁾・片岡 英樹²⁾・佐々部 陵⁴⁾・濱上 陽平⁵⁾・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 2)社会医療法人長崎記念病院リハビリテーション部

3)日本赤十字社長崎原爆謹早病院リハビリテーション科

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

5)社会福祉法人十善会十善会病院リハビリテーション科

Key words / 関節炎, 感覚入力, 筋収縮運動

【目的】

本研究では電気刺激を用いた感覚入力並びに筋収縮運動がラット膝関節炎の痛みや炎症に及ぼす影響を検討した。

【方法】

8週齢のWistar系雄性ラットを、右側膝関節に関節炎を惹起する実験群と擬似処置を施す対照群に分け、実験群は関節炎惹起後、1)通常飼育する関節炎群、2)患部を不動化する不動群、3)低強度の筋収縮運動を実施する運動群、4)筋収縮が惹起されない程度の感覚入力を実施する刺激群に分けた。運動群と刺激群には右側大腿に表面電極を貼付して電気刺激(周波数50Hz, パルス幅250μs, 週6回)を行い、刺激強度は運動群では2~3mA、刺激群では1mAとした。また、起炎剤投与の前日ならびに1・7・14・21・28日目に患部の腫脹と圧痛閾値ならびに足底の痛覚閾値を評価した。起炎剤投与7日目には各群の一部のラットから右側膝関節を採取し、CD68に対する免疫組織化学的染色に供した。

【結果】

患部の腫脹は、実験期間を通して実験群間に有意差は認められなかった。また、圧痛閾値は、運動群、刺激群は起炎剤投与7日目より関節炎群、不動群より有意に上昇し、起炎剤投与21日目以降は対照群との有意差も認めなかった。次に、足底の痛覚閾値は運動群は起炎剤投与14日目以降、対照群との有意差を認めなかつたが、刺激群は起炎剤投与28日目まで対照群より有意に低下し、関節炎群や不動群と同程度であった。そして、滑膜のCD68陽性細胞数は、運動群と刺激群は関節炎群や不動群より有意に低値で、この2群を比較すると運動群が有意に低値を示した。

【結論】

今回の結果から、関節炎発症直後から電気刺激を用いた筋収縮運動を実施すると、組織学的にも患部の炎症が早期に改善することが示唆され、これに伴い中枢性感作が抑制され、二次性痛覚過敏の予防につながったと推察される。一方、感覚刺激のみを入力しても患部の炎症の改善は不十分であり、そのため二次性痛覚過敏の予防にはつながらなかつたと考えられる。

運動による鎮痛効果の検証

城 由起子¹⁾・松原 貴子²⁾

1)名古屋学院大学リハビリテーション学部

2)日本福祉大学健康科学部

Key words / 疼痛, 運動, 鎮痛

2000年以降に発表された各国の疼痛診療ガイドラインをみると、運動は疼痛マネジメントの中でも強く推奨されている。従来、運動の効果としては、筋力増強や柔軟性向上による関節への負担軽減、バランス能力の向上、体重コントロールなどが期待されてきた。一方、運動による筋力や筋持久力といった身体機能の改善は、疼痛や機能障害の改善と相関しないとの報告もあることから、運動の疼痛マネジメントとしての効果は、身体機能向上による二次的効果のみに留まらないと考えられる。

近年、運動により痛覚感受性が低下するexercise-induced hypoalgesia (EIH)に関する報告が多数されている。その機序として内因性疼痛修飾系の関与が指摘されているが詳細は明らかでない。また、様々な運動種類や負荷強度・時間によるEIHの報告があり、有酸素運動では高強度・長時間の運動が有効とされているが、高負荷な運動を疼痛患者へ応用することは難しい。さらに、運動種類の違いによる効果を比較した報告は見受けられず、疼痛患者への臨床応用として最適な運動プログラムは明らかでない。そこで、我々は臨床に即した運動による鎮痛効果の検証をすすめている。

低負荷(40%HRR)での自転車運動、歩行、上肢運動によるEIH効果を比較した結果、全ての方法で全身性にEIHを認め、その効果は運動方法による明らかな違いを示さなかつた。さらに、より低負荷で短時間な運動であつても、注意要求の高い運動や運動に対する動機づけ強化によりEIHが生じた。また、EIHを認める際には、同時に気分の改善や自律神経応答が確認された。

EIHは運動方法に関わらず広範性に認められ、運動への注意や動機づけを高めることでその効果は増大する可能性が示唆された。以上より運動は、薬物を用いずに内因性疼痛修飾系に作用することができ、また患者個々の状態に合わせた運動方法の設定が可能な汎用性の高い疼痛マネジメントプログラムになり得ると考えられる。

不活動に伴う筋痛のメカニズムおよびホットパックによる治療効果について

中川 達貴¹⁾・肥田 朋子²⁾・平賀 慎一郎¹⁾・堀 紀代美³⁾・尾崎 紀之³⁾

1) 金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科 機能解剖学分野 2) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部

3) 金沢大学 医薬保健研究域医学系 機能解剖学分野

Key words / 不活動, NGF, ホットパック

【目的】

我々は両側足関節を4週間底屈位にギプス固定した不活動モデルラットにおいて腓腹筋で筋痛が発生することを報告している。一方、遅発性筋痛モデルで神経成長因子 (Nerve Growth Factor : NGF) の関与が報告されている。そのため、本モデルの筋痛に NGF が関与しているか検討した。また、本モデルの筋痛に対する理学療法として、一般的に鎮痛効果が知られているホットパックによる温熱療法の治療効果も検討した。

【方法】

対象は8週齢のWistar系雄性ラット30匹とし、無作為に通常飼育する無処置群8匹、両側足関節をギプス固定する不活動群13匹、固定期間中にホットパックによる温熱療法を行う不活動+温熱群9匹に振り分けた。ギプス固定は足関節最大底屈位にて固定した。ホットパックはギプスを一時的に除去し、1日20分間、週5日施行した。筋痛覚閾値の評価として、Randall-Selitto装置を用いて腓腹筋内側頭の筋痛覚閾値を測定した。不活動群5匹はギプス固定開始から4週目に右側腓腹筋内側頭に抗NGF抗体を投与し、その3時間後に筋痛覚の評価を行った。残りのラットは不活動期間終了後、ネンブタール深麻酔下にて腓腹筋を摘出し、ELISA法によりNGFを定量した。

【結果】

不活動群の筋痛覚閾値は経時に低下し、2週目で有意に低値を示した($p<0.05$)。抗NGF抗体を用いた行動薬理では、投与前と比較し、投与後で筋痛覚閾値は有意に上昇した($p<0.05$)。不活動+温熱群の筋痛覚閾値は、ギプス固定2、3、4週目において不活動群と比べて有意に高値を示した。 $(p<0.05)$ 。腓腹筋のNGF量は無処置群に比べ、不活動群では有意に増加したが、不活動+温熱群は、不活動群に比べ有意に減少した($p<0.05$)。

【考察】

不活動により筋痛を引き起こし、この筋痛にNGFが関与していることが示唆された。また、ホットパックによる温熱療法は筋痛の発生やNGFの増加を抑制した。これらのメカニズムに関しては今後検討していく必要がある。

経頭蓋磁気刺激と末梢電気刺激のペア刺激が皮質脊髄路の興奮性変化に及ぼす影響

齊藤 慧^{1,2)}・小丹 晋一^{2,3)}・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 / 経頭蓋磁気刺激, 末梢電気刺激, 運動誘発電位

【目的】

Paired associative stimulation (PAS) は末梢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り、脳卒中片麻痺者に対するリハビリテーション手法の一つである。PAS の効果として、脳卒中により失われた運動機能の再建や損傷した脳機能の再組織化が報告されている。この運動機能改善や損傷脳の可塑的変化には、PAS 後の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。しかし、PAS の構成要素である末梢電気刺激と TMS のペア刺激については十分な検証がなされておらず、それが皮質脊髄路の興奮性変化に及ぼす影響やその持続性は明らかになっていない。本研究では、TMS と末梢電気刺激のペア刺激が皮質脊髄路の興奮性変化に及ぼす効果とその持続性について検討した。

【方法】

対象は健常成人 8 名（男性 5 名、女性 3 名、平均年齢 23.6 ± 3.8 歳）とした。ペア刺激は右正中神経への電気刺激と対側半球への TMS の組み合わせとし、刺激間隔 (ISI) を 21.5 ms と 25 ms の 2 条件とした。電気刺激は 2 極バー電極を用いて、刺激強度を運動閾値直下（運動閾値の 0.8 倍）、パルス幅を $200 \mu\text{s}$ とした。TMS は短母指外転筋 (APB) の hot spot に与え、ペア刺激の刺激強度を APB の運動誘発電位 (MEP) が 1 mV となる強度とした。皮質脊髄路興奮性の評価は TMS によって APB の MEP をペア刺激前、5 秒後、10 秒後、20 秒後に記録した。TMS 強度は APB の MEP が 1mV となる刺激強度とした。

【結果】

ISI = 21.5ms のとき、ペア刺激後に MEP が増大し、その効果は 10 秒後まで持続した。一方、ISI = 25 ms のときには、ペア刺激後 20 秒に MEP が減弱した。また、ペア刺激後 10 秒および 20 秒において、ISI = 21.5 ms のときに誘発した MEP が ISI = 25ms のときよりも有意に増大する結果となった。

【結論】

経頭蓋磁気刺激と末梢電気刺激を組み合わせたペア刺激後の皮質脊髄路の興奮性変化とその効果の持続性は ISI によって調節される。

小脳への経頭蓋直流電流刺激が立位姿勢制御に及ぼす影響

犬飼 康人^{1,2)}・佐々木 亮樹²⁾・小丹 晋一²⁾・中川 昌樹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

Key words / 小脳, 経頭蓋直流電流刺激, 重心動揺

【目的】

非侵襲的脳刺激法の一つである経頭蓋直流電流刺激 (transcranial direct current stimulation : tDCS) は非侵襲的に一次運動野の可塑的変化を引き起こすことが可能であり、現在では一次運動野以外への刺激も試みられている。本研究は、立位姿勢制御に対する新たな介入方法として小脳に対する tDCS が立位姿勢制御に及ぼす影響を検証することを目的としている。

【方法】

対象は健常男性 16 名とした。tDCS には DC-Stimulator(Neuro Conn 社製) を使用し、刺激強度は 2.0mA、刺激時間は 20 分とした。スポンジ表面電極 ($5 \times 7\text{cm}$) を使用し、貼付部位は刺激電極を外後頭隆起の 2cm 下方、対極電極を前額部とした。Cathodal, Anodal, Sham 刺激の 3 条件を被験者毎にランダムに行い、各刺激間は 3 日間以上空けた。tDCS 前後に GravicorderG-5500(アニマ社製) にて閉脚立位での重心動揺計測を実施した。測定時間は 1 分間とし、刺激前後ともに各 2 回の測定を実施した。2 回測定した総軌跡長、単位軌跡長、矩形面積、外周面積の平均値を算出し、各条件の刺激前後の変化を対応のある t 検定を用いて統計処理を行った。なお有意水準は 5% とした。

【結果】

総軌跡長（平均値士標準偏差）は、Cathodal 刺激前後で $67.99 \pm 15.35\text{cm}$ から $61.89 \pm 16.36\text{cm}$ と有意な減少を認めた ($p<0.01$)。Sham 刺激、Anodal 刺激では刺激前後で有意差を認めなかった。単位軌跡長は、Cathodal 刺激前後で $1.13 \pm 0.26\text{cm/秒}$ から $1.04 \pm 0.27\text{cm/秒}$ と有意な減少を認めた ($p<0.01$)。Sham 刺激、Anodal 刺激では刺激前後で有意差を認めなかった。矩形面積、外周面積はいずれの刺激においても刺激前後で有意差を認めなかった。

【結論】

Cathodal 刺激では刺激前後で総軌跡長、単位軌跡長が有意に減少した。今後、総軌跡長、単位軌跡長が減少した機序については更なる検証が必要だが、立位姿勢制御が不安定な症例への理学療法や、転倒予防に対するアプローチに新たな側面を開拓する有益な結果である。

口頭指示の違いが姿勢バランスに与える影響

姿勢安定性と周波数特性に着目して

佐久間 萌¹⁾・萬井 太規²⁾・長谷川 直哉¹⁾・武田 賢太¹⁾・伊吹 愛梨¹⁾・石川 啓太¹⁾・田中 晨太郎¹⁾・佐藤 祐樹¹⁾
吳 瑕¹⁾・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 / 口頭指示, 姿勢安定性, 周波数解析

【目的】

転倒を防ぐための効率的なバランス練習は理学療法の重要な課題である。口頭指示の違いが姿勢バランスのパフォーマンスに影響を与えることは報告されているが、圧中心と質量中心の統合的な指標である COP-COM 間距離を用いて姿勢安定性の違いを示した研究は我々の知る限り見あたらない。本研究は、異なる口頭指示が姿勢バランスに及ぼす影響、および姿勢安定性と姿勢戦略との関連について検討した。

【方法】

健常若年者 16 名を内的指示群・外的指示群の 2 群に無作為に分け、不安定板上での「なるべく長く立位を保つ」という課題を行った。課題中、各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」にそれぞれ焦点を向けるよう指示した。姿勢安定性の指標として COP-COM 間距離、姿勢戦略の指標として COP の周波数特性を分析した。

【結果】

口頭指示の違いによる姿勢安定性や姿勢戦略に有意差は認められなかった。一方、COP-COM 間距離と COP の平均周波数に有意な正の相関が示された。姿勢安定性を向上させるためにはフィードフォワード制御が優位になることが示唆される。

【結論】

今回の口頭指示の違いによって姿勢安定性と姿勢戦略の違いは示されなかった。一方、姿勢安定性と姿勢戦略における周波数特性の関連性が示された。今後、指示内容を修正して検討していく予定である。

高強度運動中の運動関連領域における酸素化ヘモグロビンの変動は領域によって異なる

椿 淳裕¹⁾・高井 遥菜²⁾・竹原 奈那³⁾・徳永 由太⁴⁾・佐藤 大輔¹⁾・田巻 弘之¹⁾・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) 丸川病院

3) 新潟医療福祉大学大学院

4) 新潟リハビリテーション病院

Key words / 高強度運動, 運動関連領域, 酸素化ヘモグロビン

【目的】

本研究の目的は、高強度運動中の酸素化ヘモグロビン変動の領域による差異を明らかにし、運動療法実施中のリスク管理における基礎的知見を得ることである。

【方法】

健常成人 10 名を対象とした。自転車エルゴメータによる下肢ペダリング運動を課題とし、安静 4 分、ウォーミングアップ 4 分の後、最大酸素摂取量の 70% の負荷量で、10 分間の主運動を実施した。この間の補足運動野(SMA)と感覺運動皮質(SMC)の酸素化ヘモグロビン(O_2Hb)および脱酸素化ヘモグロビン(HHb)を、脳酸素モニタ(OMM-3000、島津製作所)を用いて測定した。 O_2Hb 、HHb とともに、領域ごとに安静 4 分間の平均値に対する課題中の変化量を算出し、1 分ごとの平均値を求めた。主運動において、 O_2Hb および HHb の最高値を示すまでの時間(ピーク時間)を求め、領域間で比較した。 O_2Hb については、平均ピーク時間から運動終了時点までの変化量を算出し、領域間で比較した。いずれも対応のある t 検定を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

O_2Hb は、主運動開始後一旦上昇した後、運動終了まで減少した。HHb は、主運動開始から運動終了まで上昇した。 O_2Hb の平均ピーク時間は、SMA が 6.1 ± 3.5 分、SMC が 3.6 ± 1.7 分であり、SMC が有意に早かった ($p < 0.05$)。HHb の平均ピーク時間は、SMA が 9.0 ± 2.8 分、SMC が 9.9 ± 0.3 分であり、領域間に有意な差はなかった。平均ピーク時間から運動終了時点までの O_2Hb の変化量は、SMA が -1.47 ± 5.08 a.u.、SMC が -6.01 ± 5.62 a.u. であり、SMC の減少が有意に大きかった ($p < 0.01$)。

【結論】

高強度運動中の O_2Hb の変動は SMA と SMC とで異なり、SMC のピーク時間が早く、運動終了までの減少も大きいことが明らかとなった。

アキレス腱の踵骨隆起付着部の解剖学的特徴

江玉 瞳明^{1,2)}・久保 雅義¹⁾・大西 秀明¹⁾・高林 知也¹⁾・横山 絵里花¹⁾・稻井 卓真³⁾・影山 幾男²⁾

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

Key words / アキレス腱, 跖骨隆起付着部, 捻れ構造

【目的】

アキレス腱（AT）は、腓腹筋内側頭（MG）、腓腹筋外側頭（LG）、ヒラメ筋（Sol）の腱線維束が互いに捻れながら融合して外側方向への捻れ構造を呈している。この捻れ構造に関する解剖学的研究は多数報告されているが、その多くが AT の踵骨隆起付着部付近の横断面で検討したものである。踵骨隆起付着部において捻れ構造を検討した報告は散見する程度であり、症例数も少なく一定した見解が得られていない。そこで本研究は、AT の踵骨隆起付着部について解剖学的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は、日本人固定遺体 73 体 131 側（男性：86 側、女性：45 側）を用いた。方法は AT を MG、LG、Sol の腱線維束に分離し、Sol のみが踵骨隆起の深層（踵骨側面）に付着するものを軽度の捻れ（Type I）、LG と Sol が踵骨隆起の深層に付着するものを中等度の捻れ（Type II）、LG のみが踵骨隆起の深層に付着するものを重度の捻れ（Type III）に分類した。また、AT の踵骨隆起付着部位を上方部、中央部、下方部の 3 部位に分類した。

【結果】

捻れ構造の分類については、Type I は 31 側（24%）、Type II は 88 側（67%）、Type III は 12 側（9%）であった。また、AT の踵骨隆起付着部位については、踵骨隆起の上方部には踵骨後部滑液包が存在し、AT の各線維束の一部は中央部と下方部の境界に付着する腱線維も存在したが大部分は中央部に付着していた。

【結論】

捻れ構造の分類については、Type II が最も多く存在した。また付着部位については、大部分が中央部に付着していた。近年、AT 障害の発生メカニズムに捻れ構造が関与している可能性が示唆されている。しかし、捻れの分類や付着部位を加味して検討した研究は行われていない。従って、本研究結果は AT 障害の中でも特に AT 付着部症の発生メカニズム解明のための重要な基礎的情報となると考える。

遺伝子改変の新しい手法 CRISPR/Cas9 による特異的な遺伝子抑制

田中 貴士・宮田 信吾

近畿大学 東洋医学研究所 分子脳科学研究部門

Key words / CRISPR/Cas9, 遺伝子抑制, 特異的

【目的】

効果的なリハビリテーションの検証・開発およびリハビリテーションの地位向上のためには、科学的な根拠の提示が必須である。しかし、リハビリテーション領域の研究においては Loss of function すなわち機能抑制による科学的な検証が乏しい状況にある。この現状を打開すべく、簡便かつ安価に導入できる遺伝子抑制法 CRISPR/Cas9 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR associated protein 9) を紹介する。CRISPR/Cas9 法は、従来の遺伝子改変技術の大きな問題であった非常に高額な導入コストやベクター構築の煩雑さが解消された画期的なゲノム編集技術である。

【方法】

本研究では、DNA の二本鎖切断を引き起こす野生型 Cas9 ではなく、一本鎖切断機能のみをもつ Cas9 を用いて、20 塩基程度の single guide RNA を 2 種類設計するだけの Double-nicking 法により特異的な遺伝子抑制を試みた。標的因子を発現している培養細胞株（マウス神経芽細胞腫由来 Neuro2a cells）へ CRISPR/Cas9 の遺伝子導入を行ない、薬剤により CRISPR/Cas9 を安定的に発現するクローンを作製した。このクローン Neuro2a において、標的因子の発現が減少できているのか否かを Real-time PCR 法や免疫染色法、Western blotting 法を用いて検証した。

【結果】

標的因子のメッセンジャー RNA はコントロールと比較し約 70% の減少を認め、免疫染色法や Western blotting 法によるタンパク質の検出は困難なレベルであった。CRISPR/Cas9 を発現させた Neuro2a において、標的因子の十分な発現抑制が認められた。

【結論】

今回設計した CRISPR/Cas9 による Double-nicking 法は、標的因子に対して有効に機能していることが確認できた。今後は、リハビリテーション介入によって生じる各種の細胞内シグナルの機能抑制に CRISPR/Cas9 を使用することで、科学的かつ効果的なリハビリテーションの検証を簡便に行うことができると言える。

脳出血後のスキルトレーニングは大脳皮質感覚運動野における AMPA 受容体サブユニットを増加させる

玉越 敬悟^{1,2,3)}・田巻 弘之^{1,2)}・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, カケキシア, AMPA 受容体

【背景】

本研究は、脳出血後のスキルトレーニングが大脳皮質感覚運動野における 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=12）、非運動群（ICH 群：n=12）とスキルトレーニング群（ICH+AT 群：n=12）の 3 群に分けた。脳出血モデルは、コラゲナーゼ溶液を左線条体に微量注入して作製した。偽手術は、0.9% 生理食塩水を微量注入した。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 課題とし、各コース長を 1 m とした。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 を用いて経時に実施した。脳出血後 14 日目と 29 日目に組織採取を行い、リアルタイム PCR を用いて、両側大脳皮質感覚運動野における AMPA 受容体サブユニットの GluR1、GluR2、GluR3、GluR4 の mRNA 発現量を解析した。

【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、脳出血後 14 日目では全サブユニットにおいて全群間に有意差を認めなかつたが、脳出血後 29 日目では、傷害側大脳皮質において ICH + AT 群の全サブユニットが ICH 群より有意に高値を示した。

【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。

癌性カケキシアに伴う骨格筋の遺伝子発現変化とタンパク質代謝制御

宮崎 充功

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 / タンパク質代謝, カケキシア, マイクロアレイ

【目的】

カケキシア（cachexia、悪液質）とは、癌や AIDS などの慢性消耗性疾患における全身性の代謝障害症候群の総称である。各疾患に共通する病態として骨格筋重量の顕著な低下を特徴としているが、その発生機序や効果的な予防方策などはほとんど解明されていない。本研究では、癌性カケキシアにおける骨格筋タンパク質代謝制御の分子機構について検討するため、マイクロアレイを用いた骨格筋の網羅的遺伝子発現解析を行った。

【方法】

CD2F1 系マウス（雄性、8 週齢）を対象とした。実験的カケキシア誘発モデルとしてマウス大腸癌由来細胞（C26 colon carcinoma）を皮下移植（1 個体当たり 1×10^6 個）し、対照群にはリン酸緩衝食塩水のみを投与した。移植 4 週目に腓腹筋を摘出し、total RNA を抽出後、マイクロアレイ解析（Agilent, SurePrint G3 Mouse GE 8x60K）による遺伝子発現プロファイリングを行った。

【結果】

カケキシア誘発モデルマウスにおいては、体重や骨格筋重量、Grip Strength の有意な減少など、全身性の骨格筋萎縮および筋力低下が観察された。また遺伝子発現プロファイリングの結果、合計 1166 種類の発現変動遺伝子が同定された（513 遺伝子が発現レベルの上昇：Zscore ≥ 2.0 , ratio ≥ 1.5 、653 遺伝子が発現レベルの減少：Zscore ≤ -2.0 , ratio ≤ 0.66 ）。この発現変動遺伝子群には、ユビキチン-プロテアソーム系タンパク質分解の活性化の指標とされる Atrogin1 および MuRF1 などが含まれていた。さらにパスウェイ解析による発現変動遺伝子の絞り込みを行ったところ、細胞内タンパク質合成を促進させる mTOR 系シグナル経路に関連する 6 種類の候補遺伝子が同定された。

【結論】

癌性カケキシアの発症に伴い、ユビキチン-プロテアソーム系によるタンパク質分解経路の活性化や、タンパク質合成を賦活する mTOR 系シグナル分子の遺伝子発現抑制など、骨格筋タンパク質代謝制御の変化が誘導されることが明らかとなった。

高齢期における不動性骨萎縮に対する電気刺激誘発性筋収縮の効果

田巻 弘之¹⁾・與谷 謙吾²⁾・荻田 太²⁾・中川 弘毅¹⁾・桐本 光¹⁾・大西 秀明¹⁾・山本 智章³⁾・春日 規克⁴⁾

1) 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

2) 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系
4) 愛知教育大学創造科学系

Key words / 骨組織, 高齢期, メカノセンサー

【目的】

若齢期ラットの不動による骨量低下に対して、電気刺激誘発性筋収縮(ESMC)による低下軽減効果、並びに機械伸展活性化(SA)チャネルの関連性についてこれまで報告してきた(Tamaki et al. 2014, 2015)。本研究では、高齢期におけるこれらの効果を骨梁の3次元微細構造及び骨量の観点から検証した。

【方法】

2年齢雄性ラット(40匹)を対象とした。左坐骨神経をdenervationした後(DN群)、左下腿前面への経皮的電気刺激(ES: 16mA, 10Hz, 30分/日, 6日/週)を1週間行う群(DN+ES群)、streptomycin(SAチャネル阻害剤:Str)を投与する群(DN+Str群)、ESとStrとを処方する群(DN+ES+Str群)及び対照群(Cont群)を設けた。Strは経口(4g/L)でES処置終了日まで投与した。DN後1週間後に脛骨を採取して3次元micro CTにて撮影し、骨量及び骨梁立体構造を評価した。また、機械的刺激により骨細胞で産生が高まり、石灰化促進に関連するDMP1に対する免疫組織化学染色を行った。

【結果】

骨量はDN群ではCont群よりも有意に($P<0.05$)低下した。ES処置を行った場合、DN+ES群では骨量低下が軽減され、DN群より有意に($P<0.05$)高いレベルに維持され、3次元骨梁構造も同様に維持された。一方、DN+ES+Str群ではDN+ES群より骨量及び骨梁構造パラメータが低いレベルにあり、ESMCによる骨量低下軽減効果及び骨梁構造維持効果が一部減弱した(減弱率:若齢>高齢)。DN群とDN+Str群とは有意な差は見られなかった。骨基質のDMP1のimmunoreactivityはDN群よりもDN+ES群で高く、DN+ES+Str群では減弱した。

【結論】

高齢期の廃用性骨量低下はESMCにより完全に防止することはできないが、軽減する効果が得られた。またその効果は、Str投与と組み合わせることにより一部減弱することが示され、ESMCの力学的因子の関与が推察された。しかしその減弱率は、これまで報告してきた若齢期のものよりも小さく、他の因子の関連割合が高齢期では高くなる可能性も推察された。

伸張性筋収縮及びstreptomycin投与の脛骨骨量並びに三次元骨梁構造に及ぼす影響

中川 弘毅¹⁾・田巻 弘之¹⁾・早尾 啓志¹⁾・與谷 謙吾²⁾・荻田 太²⁾・山本 智章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
3) 新潟リハビリテーション病院

2) 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

Key words / 骨量, 筋収縮, マイクロCT

【目的】

電気刺激誘発性筋収縮(ESMC)は若齢期における不動初期の骨量低下の軽減に有効であり、その効果発現の一部が機械伸展活性化(SA)チャネルと関連する可能性が報告されている(Tamaki et al. 2014, 2015)。本研究では、一度の伸張性筋収縮の実施並びに1週間のstreptomycin(SAチャネル阻害剤:Str)投与の骨量及び三次元骨梁構造に対する影響について、若齢期と高齢期において検討することを目的とした。

【方法】

若齢期(2ヶ月齢, n=16)及び高齢期(2年齢, n=18)雄性ラット34匹を対象とし、各々age-matched control群(Cont), 伸張性収縮群(ECC), ECC+Str投与群(ECC+Str)にグルーピングした。ECC実施群には、麻酔下で左前脛骨筋(TA)直上の皮膚に双極刺激電極を置き、強縮電気刺激を行い、同時に背屈した足関節を他動的に底屈することでTAのECCを合計80サイクル実施した。Str投与群には、ECC実施の6日前から実験終了日までStrを飲水に溶解して経口投与した。ECC実施2日後に脛骨を採取し、三次元マイクロCTを用いて撮影し、骨量(BV/TV), 骨梁立体構造及び骨梁形態をそれぞれ計測し、ECC非処置側(右:R)に対する処置側(左:L)の割合で標準化(%)して評価した。

【結果】

高齢期のBV/TVは若齢期よりも有意に($P<0.05$)低かった。若齢期及び高齢期とともに、処置側及び標準化BV/TVはCont群、ECC群、ECC+Str群間で有意な差は見られなかった。骨梁構造を反映する指標である骨梁幅(Tb.Th), 骨梁数(Tb.N), 骨梁間距離(Tb.Sp), 骨梁連結密度(Conn.Dn), 骨梁の形態(扁平～棒状)を示すStructure Model Index(SMI)も3群間で有意な差は見られなかった。

【結論】

加齢による骨量レベルの差異に関わらず、一度だけのECC実施は、骨量、三次元骨梁構造及び骨梁形態に有意な影響を及ぼさない可能性が示された。またこれに、1週間のstreptomycin投与を組み合わせても骨組織形態に影響がないことが示唆された。

不動初期の電気刺激誘発性筋収縮が脛骨骨幹部の力学的特性に及ぼす影響

松永 拓朗¹⁾・田巻 弘之¹⁾・中川 弘毅¹⁾・早尾 啓志¹⁾・與谷 謙吾²⁾・荻田 太²⁾・山本 智章³⁾・大西 秀明¹⁾

1) 新潟医療福祉大学理学療法学科

2) 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

3) 新潟リハビリテーション病院

Key words / 電気刺激, 骨強度, 不動

【目的】

不動により骨量低下が生じ、骨強度も低下することは知られている。これまで我々は、除神経による下肢不動とした骨格筋に対して、電気刺激誘発性筋収縮(ESMC)による張力が海綿骨の骨量低下の軽減並びに骨梁構造の維持に効果的であることを報告してきた。本研究では、不動初期の脛骨骨幹部の皮質骨の力学的特性の変化を調べるとともに、ESMCがそれらの特性に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

7週齢雄性ラット20匹を用い、左坐骨神経のdenervationのみを行った群(DN群, n=6), DN後に下腿前面への電気刺激処置(16mA, 10Hz, 30分/日, 6日/週)を行った群(DN+ES群, n=6), 対照群(Cont群, n=8)を設定した。8週齢にて脛骨を採取して、力学的特性の検査として破断強度試験機を用いて3点支持破断試験を行い、得られた応力-ひずみ曲線からMaximum load, Elastic modulus, Stiffnessを算出した。また三次元pCTで撮影した骨幹中央部の画像から骨量を計測し、また横断画像から断面二次モーメントを算出し、骨量及び構造の指標とした。

【結果】

Maximum loadはCont群及びDN+ES群と比較してDN群では有意に($P<0.05$)低値を示したが、Cont群とDN+ES群との間に有意な差は認められなかった。Elastic modulus及びStiffnessはCont群と比較してDN群では有意に($P<0.05$)低下したが、DN群とDN+ES群、Cont群とDN+ES群との比較では有意な差は認められなかった。骨量はDNにより有意に($P<0.05$)低下したが、DN群とDN+ES群とに有意な差はなかった。また断面二次モーメントはDN群で低値を示す傾向にあったが3群間で有意な差はなかった。

【結論】

ESMCは除神経後の脛骨のMaximum loadの低下を防止する効果があるが、Elastic modulus, Stiffnessの低下を防止する効果が得られにくいことが推察された。また本研究で得られたESMCによる骨破断強度の低下軽減効果は、量的構造的因子以外の因子(骨質)による可能性が考えられた。

伸張性収縮による筋線維膜透過性の増大に対する streptomycin 投与の効果

早尾 啓志¹⁾・田巻 弘之¹⁾・中川 弘毅¹⁾・與谷 謙吾²⁾・荻田 太²⁾・山本 智章³⁾・大西 秀明¹⁾

1) 新潟医療福祉大学理学療法学科

2) 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

3) 新潟リハビリテーション病院

Key words / 伸張性収縮, 機械伸展活性化イオンチャネル, 筋損傷

【目的】

過度な運動の実施あるいは伸張性収縮(ECC)を含む筋収縮活動の反復により、筋損傷が誘発される。筋損傷に至るECCに伴う筋細胞内カルシウムイオン濃度($[Ca^{2+}]_i$)の過剰な上昇は、streptomycin(Str), gadolinium, GsMTx4等の機械伸展活性化イオンチャネル(SAC)阻害剤により防止されることが知られている。本研究ではECCを実施し、筋損傷過程で生じる膜透過性の変化を観察するとともに、Str投与によるそれらの抑制効果を検証した。

【方法】

8週齢雄性ラット16匹を用いて、対照群(cont: n=4), 伸張性収縮群(ECC: n=6), ECC+Str投与群(ECC+Str: n=6)の3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)直上)に刺激用電極を置き、強縦電気刺激誘発性足関節背屈を起こし、この時他動的に足関節を底屈させ、TAのECCを合計80セット行った。StrはECC実施の6日前より経口(4g/L)で投与開始し、実験終了日まで投与した。ECC処置の1日後に膜不透過性のevans blue dye(EBD)を腹腔内投与し、2日後にTAを採取した。凍結切片を光学及び蛍光顕微鏡で観察し、1つの筋当り100本の筋線維を対象とし、EBDの浸潤が見られる(EBD+)筋線維の数、面積及び真円度を画像解析ソフトを用いて計測した。

【結果】

EBD+筋線維はECC群及びECC+Str群に観察され、Cont群では観察されなかった。ECC群と比較してECC+Str群ではEBD+筋線維の数は有意に減少した($P<0.01$, ECC: 19 ± 14, ECC+Str: 4 ± 2)。EBD浸潤のない(EBD-)筋線維面積は3群間で差はなかったが、EBD+筋線維面積はECC処置により有意に($P<0.01$)増大した。また、筋線維の真円度を比較したところ、EBD+筋線維はEBD-筋線維よりも有意に($P<0.01$)低値を示した。

【結論】

反復的な伸張性収縮は筋細胞の膜透過性を増大し、筋線維は膨化してより円形に近い形態を呈し、Str投与によりそれらは軽減されることから、これらの反応過程にSACが関連している可能性が推察された。

手指対立運動イメージが脊髄神経機能の興奮性に与える影響 利き手側と非利き手側の比較

黒部 正孝¹⁾・東藤 真理奈²⁾・文野 住文³⁾・鈴木 俊明³⁾

1) 関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科

2) 関西医療大学院 保健医療学研究科

3) 関西医療大学 臨床理学療法教室

Key words / 運動イメージ, 利き手・非利き手, F波

【目的】

利き手と非利き手による運動イメージが脊髄神経機能の興奮性変化に与える影響について、脊髄運動神経の興奮性の指標であるF波を用いて比較した。

【方法】

対象は、健常者8名（男性5名、女性3名）、平均年齢19.1±1.0歳とした。対象の利き手は、全例右手であった。まず、非利き手条件として、安静臥位で左正中神経を刺激し、左母指球筋よりF波を測定した（安静試行）。次に、最大ピンチ力測定後、非利き手による最大随意収縮の50%強度でのピンチ動作を1分間練習させた。十分な安静後、先ほど学習した運動をイメージさせ、同時にF波を測定した（運動イメージ試行）。さらに、運動イメージ直後、5分後、10分後、15分後に、安静状態でのF波を測定した。利き手条件についても、同様の過程で別日に行った。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。

【結果】

利き手、非利き手条件共に、運動イメージ試行時のF波出現頻度、振幅F/M比が安静試行と比較して増加傾向を認めた。さらに、運動イメージ試行直後、5分後、10分後、および15分後のF波出現頻度、振幅F/M比は安静試行と比較して差を認めなかった。立ち上がり潜時については、全試行間で差を認めなかった。また、安静時を1としたF波出現頻度相対値、振幅F/M比相対値、立ち上がり潜時相対値は、非利き手と利き手の2条件間での変化を認めなかった。

【結論】

最大随意収縮の50%強度での運動イメージは、脊髄神経機能の興奮性に増加傾向をもたらすが、その変化に利き手、非利き手による左右差は認めなかった。

持続的他動運動が関節軟骨に及ぼす病理組織学的影響 ラット膝関節4週固定モデルによる検討

小島 聖¹⁾・渡邊 晶規²⁾・細 正博³⁾

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) 金沢大学医薬保健研究域保健学系

Key words / 拘縮, 持続的他動運動, 病理組織学

【目的】

持続的他動運動は外傷や手術による関節組織の修復や拘縮の予防を目的として行われ、その効果が報告されている。しかし、関節可動域範囲内の他動運動が不動化により生じた軟骨の器質的变化を改善し得るものか、組織学的に検討されたものは少ない。そこで本研究では、拘縮により生じた関節軟骨の器質的变化に対し、持続的他動運動の影響を病理組織学的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は8週齢のWistar系雄ラット6匹（186～222g）とした。先行研究に準じ、吸入麻酔下でラットの右膝関節を最大屈曲位にて4週間固定し拘縮を作製した。固定期間終了後、無作為に非治療群と治療群の各3匹に分け、治療群には持続的他動運動を4週間実施した。その方法は吸入麻酔下でラットを台上に腹臥位とし、4速クランクギアボックス（TAMIYA）のモーターで自作した持続的他動運動装置にて膝関節が屈曲・伸展するように設置した。可動時は膝関節を無理に伸展させることのないようにアーム部分の長さを調節し、持続的な他動運動のみを行うようにした。モーターの回転速度は10rpmとし、毎日30分間実施した。非治療群は治療群と同等の時間吸入麻酔のみ実施した。実験期間終了後、通常の組織標本作製手順にて膝関節矢状面が観察可能なHE染色標本を作製し、光学顕微鏡下にて鏡検した。

【結果】

非治療群の関節軟骨では、大腿骨関節面の不整、軟骨表層の線維増生、脛骨接触部分の菲薄化が認められた。治療群の関節軟骨では、軟骨表層の線維増生は認められたものの、大腿骨関節面の不整や軟骨層の菲薄化は軽微であった。

【結論】

拘縮により生じた軟骨の器質的变化は、関節可動範囲内の持続的他動運動で改善する可能性が示唆された。

ヒトiPS細胞由来間葉系間質細胞(MSC)は骨格筋疾患治療に応用可能であるか

竹中 菜々^{1,2)}・金森 洋子¹⁾・池谷 真¹⁾・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)

Key words / iPS細胞, 間葉系間質細胞(MSC), 6型コラーゲン

【目的】

骨格筋の間質には血小板由来増殖因子受容体(PDGFR α)陽性の間葉系間質細胞mesenchymal stromal cell(MSC)が存在しており、これらの細胞が産生する様々な分泌因子や細胞外基質が骨格筋の恒常性の維持や骨格筋再生に働いている。中でも、MSCが産生する6型コラーゲン(COL6)は、サテライト細胞の活性化や骨格筋再生の促進に働き、ヒトでは、COL6の欠損はウルリッヒ型筋ジストロフィー症等の筋疾患の原因であることもわかっている。また近年、当研究所においてヒトiPS細胞からMSCを作製法が新たに確立された。そこで、ヒトiPS細胞由来MSC(hiPSC-MSC)の性質を詳細に解析し、生体組織に由来するMSCと同等の性質を有しているかを確認したうえで、hiPSC-MSCを骨格筋疾患に対する移植治療等の新たな治療法確立へつなげることを目的とした。

【方法】

hiPSC-MSCの形態や遺伝子発現、タンパク発現が解析された。中でも特にPDGFR α とCOL6の二つに注目し、生体組織に由来するMSCとの比較がなされた。さらに、Glycerolを骨格筋中へ注入することで作製された骨格筋損傷モデルへこれらのhiPSC-MSCを移植し、移植による効果を検討した。

【結果・結論】

hiPSC-MSCは生体に由来するMSCと同様にPDGFR α とCOL6が高いレベルで発現していた。また、移植実験ではhiPSC-MSCがPDGFR α やCOL6の発現を維持したまま生着していた。さらに、今回の骨格筋損傷モデルは骨格筋内への異常な脂肪蓄積と纖維化を示す病態モデルであるが、移植されたhiPSC-MSCによりそれらの病態が抑制されていた。そのため、hiPSC-MSCは骨格筋再生促進や難治性骨格筋疾患の治療に応用が可能であると考え、現在は骨格筋疾患モデルmouseへの移植実験を進めている。

他動運動が自律神経動態に与える影響

田中 恩・宇野 健太郎・谷頭 幸二・好永 智治

特定医療法人茜会 昭和病院

Key words / 自律神経, 他動運動, 筋緊張

【目的】

本研究は、筋緊張を自律神経機能異常の一つの兆候と捉え、他動運動により自律神経の働きをコントロールし、交感神経機能異常が原因と思われる痛みや筋緊張の軽減を図る運動療法の開発へつなげることを目的とする。

【方法】

被験者：20歳～32歳(平均23.8歳)の健常成人10名(男性7名、女性3名)。使用機器：自律神経機能測定装置(クロスウェル社製Reflex名人)。実験概要：被験者はベッド上安静臥位をとり、左右の肘関節に対し2種類の他動運動を行う。1) 小振幅他動運動(Short Stroke passive movement；以下SS)：肘関節中間位を開始肢位とし屈曲・伸展各5度(計10度)の範囲を約2Hzの速さで往復する。2) 全可動域他動運動(Full Range passive movement；以下FR)：屈曲・伸展全可動域を約10秒(屈曲5秒・伸展5秒)の速さで往復する。プロトコール：①Control(Rest)2分、②Rt SS2分、③Lt SS2分、④Rt FR2分、⑤Lt FR2分、⑥Rest2；安静2分とした。統計処理は、一元配置分散分析、Bonferroni補正を行い危険率5%とした。

【結果】

1. CVRR(自律神経活動)では、SS, FR, Rest2の比較で、SSとFRにおいて活動性の低下がみられた($p < 0.05$)。2. L/H(交感神経活動)では、Rt SS, Lt SS, Rest2の比較で、Rest2において活動性が向上した($p < 0.05$)が、SS, FR, Rest2の比較では、Rest2で活動性が向上する傾向がみられた($p = 0.062$)。3. HF(副交感神経活動)では、SS, FR, Rest2の比較で、SS, FRにおいて活動性が向上する傾向がみられた($p = 0.675$)。

【結論】

本研究では、SS, FRともに自律神経活動(CVRR)に影響を与えたが2群間に有意差はみられなかった。2Hzの反復運動および往復10秒程度の肘屈曲伸展運動がヒトの自律神経系に影響を与えることが示唆された。

運動イメージが脊髄神経機能の興奮性および運動の正確性に与える影響について 自覚的筋収縮強度の把握

福本 悠樹¹⁾・文野 住文²⁾・鈴木 俊明²⁾

1) 関西医療大学院 保健医療学研究科

2) 関西医療大学 臨床理学療法教室

Key words / F波, 運動イメージ, 運動の正確性

【目的】

運動イメージ時の脊髄神経機能の興奮性変化と運動イメージが正確な力の調節に与える影響を検討した。

【方法】

本研究の対象は健常者 30 名、平均年齢 20.3 歳とした。安静背臥位で左側正中神経刺激による左母指球筋の F 波を測定し（安静試行）、次に、母指と示指でセンサーを持った状態で F 波を測定した（センサー把持試行）。F 波分析項目は、出現頻度、振幅 F/M 比、立ち上がり潜時とした。次に、50% MVC のピンチ動作を開眼で 10 秒間練習させた。その後、閉眼で 50% MVC のピンチ力であると被験者が判断した地点から、正解時間（50% MVC ± 5% であった総時間）と変動係数（ピンチ力の値の変位）を 10 秒間測定（ピンチ課題①）し、運動の正確性の指標とした。次にイメージ群には、センサーを持しながら運動イメージをした状態（運動イメージ試行）、その後にピンチ課題①と同様の課題を試行した（ピンチ課題②）。コントロールとして、別日に、運動イメージ試行を、イメージを行わずにセンサーを持った状態（イメージ無しセンサー把持試行）として同様の検討を行った。

【結果】

運動イメージでは、センサー把持試行と運動イメージ試行時の出現頻度と振幅 F/M 比が安静試行より有意に増加し、さらに、運動イメージ試行時の出現頻度がセンサー把持試行よりも有意に増加した。コントロールは、センサー把持試行とイメージ無しセンサー把持試行時の出現頻度と振幅 F/M 比が安静試行と比較して有意に増加したが、両者間での差はなかった。正解時間と変動係数は、イメージ、コントロール共に、ピンチ課題①と②の間に差はなかった。

【結論】

センサーを持ったのみでも脊髄神経機能の興奮性は増加し、センサーを持しながら運動イメージを行うことで、より脊髄神経機能の興奮性は増加した。正解時間と変動係数から、今回の運動イメージでは運動の正確性は変化なかった。

機械的触覚刺激の刺激ピン数の違いが体性感覚誘発電位に及ぼす影響

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⁾・齋藤 慧¹⁾・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 / 体性感覚誘発電位, 機械的触覚刺激, ピン数

【目的】

機械的触覚刺激時のピン数の違いが、体性感覚誘発電位 (Somatosensory Evoked Potentials : SEP) に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は同意が得られた健常成人 7 名 (24.4 ± 1.7 歳) であった。点字に類似した機械的触覚刺激 (ピン径 1.3 mm) を利用し、1 ピンと 8 ピンの刺激後に誘発される SEP 振幅を比較した。SEP は、多チャンネル脳波計 (eegosport) を利用し、頭皮上 C3 および P3 (国際 10 – 20 法) から導出された波形を記録した。刺激提示時間は 2 ms、刺激周波数は 1.5 Hz – 1.6 Hz に設定し、刺激部位を右示指先端とした。1 ピンと 8 ピンはランダムに提示し、それぞれ 500 回の波形を加算平均した。解析は各条件の SEP 振幅値とした。統計処理には、対応のある t 検定を用い有意水準を 5 % とした。

【結果】

機械的触覚刺激時の SEP 振幅値は、C3において 1 ピン条件では N1(28 ms)/P1(45 ms) が 0.49 ± 0.08 μV, P1/N2(66 ms) は -0.68 ± 0.16 μV であり、8 ピン条件では N1 (30 ms) /P1 (44 ms) が 0.80 ± 0.14 μV, P1/N2 (69 ms) は -1.20 ± 0.14 μV となり、1 ピン条件に比べ 8 ピン条件で有意に大きな値を示した ($p < 0.05$)。P3において、1 ピン条件では N1 (35 ms) /P1 (47 ms) が 0.39 ± 0.08 μV, P1/N2 (64 ms) は -0.52 ± 0.15 μV であり、8 ピン条件では N1 (34 ms) /P1 (46 ms) が 0.71 ± 0.10 μV, P1/N2 (64 ms) は -0.94 ± 0.21 μV となり、1 ピン条件に比べ 8 ピン条件で有意に大きな値を示した ($p < 0.05$)。

【結論】

小径のピンを利用した機械的触覚刺激時の SEP 振幅値はピン数に応じて変化し、1 ピン条件に比べて 8 ピン条件で C3 および P3 において振幅値が増大することが明らかとなった。

軽負荷反復運動課題における Post-exercise depression 期間中の短間隔皮質内抑制の変動

宮口 翔太^{1,2)}・小島 翔¹⁾・小丹 晋一¹⁾・佐々木 亮樹¹⁾・田巻 弘之¹⁾・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) 中条中央病院

Key words / Post-exercise depression, 経頭蓋磁気刺激, 短間隔皮質内抑制

【目的】

本研究の目的は、軽負荷反復運動課題における Post-exercise depression 期間中の短間隔皮質内抑制(SICI)の変動を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健常成人 10 名 (22.4 ± 1.6 歳) であった。被験者は 2Hz 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 % 強度とした。皮質脊髄路の興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激を用いた。左大脳皮質一次運動野手指領域を磁気刺激し、右第一背側骨間筋より単発磁気刺激による運動誘発電位 (single_MEP) および SICI を計測した。single_MEP 計測における磁気刺激強度は安静時運動閾値 (RMT) の 130 % とし、SICI 計測における試験刺激強度は運動課題前後における single_MEP の値が同程度になる強度に調節した。また条件刺激強度は 80 %RMT とし、二連発磁気刺激の刺激間隔は 2 ms とした。運動課題前 (pre) および運動課題後 1-2 分 (post 1-2 min), 運動課題後 3-4 分 (post 3-4 min) に single_MEP および SICI を計測した。

【結果】

運動課題前後の single_MEP の値は、 1.35 ± 0.27 mV (pre), 0.93 ± 0.19 mV (post1-2 min), 1.32 ± 0.33 mV (post3-4 min) となり、post1-2 min において有意な減弱が認められた ($p < 0.01$)。また single_MEP に対する SICI の割合は、 37.4 ± 12.3 % (pre) および 39.2 ± 8.6 % (post1-2 min) となり、有意差は認められなかった。

【結論】

本研究より、軽負荷反復運動課題における Post-exercise depression 期間中に SICI は変動しないことが明らかになった。

単純触覚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^{1,2)}・大西 秀明¹⁾・宮口 翔太¹⁾・小丹 晋一¹⁾・佐々木 亮樹¹⁾・菅原 和広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 / 触覚刺激, 運動誘発電位, 経頭蓋磁気刺激

【目的】

近年、単純触覚刺激の介入により二点識別覚の改善や一次体性感覚野の興奮性増大が報告されているが (Pleger et al. 2001; Tossi et al. 2013)，皮質脊髄路興奮性の変動を報告したものはない。そこで本研究は、単純触覚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 6 名 (24.8 ± 2.6 歳) であった。単純触覚刺激には、触覚刺激装置を利用し、点字用の 24 本のピン (ピン径 1.3 mm, ピン間隔 2.4 mm, 突出量 0.7 mm) にて、右示指先端を刺激した。触覚刺激頻度は 20 Hz とし、ピン突出持続時間は 50 ms とした。また、刺激の on / off 時間は 1 秒 / 5 秒とし、介入時間は 20 分間とした。皮質脊髄路興奮性の指標には経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位 (motor evoked potential; MEP) を用い、右第一背側骨間筋より記録した。磁気刺激強度は安静時に 1 mV の MEP が誘発される最小強度とし、介入前、介入直後、介入終了 5, 10, 15, 20 分後に記録を行った。

【結果】

記録された MEP 振幅値は、 1.01 ± 0.02 mV (介入前), 0.79 ± 0.04 mV (介入直後), 0.68 ± 0.05 mV (介入 5 分後), 0.80 ± 0.06 mV (介入 10 分後), 0.93 ± 0.06 mV (介入 15 分後), 0.88 ± 0.07 mV (介入 20 分後) となり、介入直後から 10 分後まで MEP 振幅値の有意な減少が認められ ($p < 0.05$)、その後回復する傾向が認められた。

【結論】

高頻度の単純触覚刺激は、一次体性感覚野の興奮性を増大させ (Tossi et al. 2013)，一次体性感覚野の興奮性増大は一次運動野の興奮性を減弱させることが報告されている (Schabrun et al. 2012)。本研究においても、継続的な単純触覚刺激により一次体性感覚野の興奮性が増大し、その結果皮質脊髄路の興奮性が減弱したのではないかと考えられる。

陽極および陰極経頭蓋直流電流刺激が反復随意運動課題後の Post-exercise depression に与える影響

佐々木 亮樹^{1,2)}・小丹 晋一^{1,2)}・中川 昌樹^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}・小島 翔^{1,2)}・犬飼 康人¹⁾・齊藤 慧¹⁾・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 / 経頭蓋直流電流刺激, Post-exercise depression, 運動誘発電位

【目的】

本研究の目的は、10分間の経頭蓋直流電流刺激(tDCS)が2分間の反復随意運動課題によって誘発されるPost-exercise depression(PED)にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることであった。

【方法】

本研究には、健常成人10名(23.4±4.1歳)が参加した。介入は、一次運動野への陽極または陰極tDCS(2mA, 10分)と右示指の反復随意運動課題(20%MVC, 2Hz, 2分)とした。介入条件は、陽極tDCSのみ実施(条件1), 陰極tDCSのみ実施(条件2), 運動課題のみ実施(条件3), 陽極tDCS開始8分後に運動課題を開始(条件4), 陰極tDCS開始8分後に運動課題を開始(条件5)の5条件とし、各条件の対象者はそれぞれ8名であった。介入効果の検証のため、経頭蓋磁気刺激によって誘発される運動誘発電位(MEP)を右第一背側骨間筋から導出した。MEPは介入前(pre)と介入後の1-2分(post 1-2), 3-4分(post 3-4), 5-6分(post 5-6), 7-8分(post 7-8)のそれぞれで計測した。磁気刺激強度は介入前にMEP振幅値が1mVを導出する強度とした。解析は介入前後のMEP振幅値とし、介入条件と時間を要因として二元配置分散分析を行った。

【結果】

二元配置分散分析の結果、時間要因の主効果および交互作用が認められた($P < 0.05$)。事後検定の結果、条件1において、preでは 1.00 ± 0.06 mVであり、post 1-2では 1.29 ± 0.11 mVとなり、MEP振幅値の有意な増加が認められた($P < 0.05$)。一方で、条件2ではMEP振幅値の有意な変化は認められなかった。条件3では、preでは 0.89 ± 0.05 mVであり、post 1-2では 0.70 ± 0.06 mVとなり、MEP振幅値の有意な減少が認められた($P < 0.05$)。条件4および条件5においては、MEP振幅値の有意な変化は認められなかった。

【結論】

2分間の反復随意運動課題によってPEDが誘発されることと、そのPEDは、10分間の陽極および陰極tDCSによって消失することが明らかになった。

持続的または間欠的な高周波短時間末梢神経電気刺激が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

小丹 晋一・佐々木 亮樹・中川 昌樹・宮口 翔太・小島 翔・犬飼 康人・齊藤 慧・大西 秀明

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key words / 末梢神経電気刺激, 運動誘発電位, 経頭蓋磁気刺激

【目的】

本研究の目的は、末梢神経電気のOn/Off条件に着目し、持続的または間欠的な高周波短時間電気刺激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とした。

【方法】

対象は健常成人12名(22±2歳)であった。200Hzの高周波末梢神経電気機械刺激を右尺骨神経に対して運動閾値の110%強度で10秒間施行した。その際、10秒間持続して電気刺激を行う条件(条件1)と5秒間隔で通電-休息-通電を行う条件(条件2)を行った。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MEPを用い、右第一背側骨筋より記録した。磁気刺激強度は安静時に1mVのMEPが誘発される強度とし、介入60秒前から30秒前(Pre1), 30秒前から介入直前(Pre2), 介入終了直後から30秒後(Post1), 30秒後から60秒後(Post2), 60秒後から90秒後(Post3), 90秒後から120秒後(Post4), 120秒後から150秒後(Post5), 150秒後から180秒後(Post6)まで計測した。解析は介入前後のMEP振幅とし、Pre1に対して変化率を算出して比較した。

【結果】

介入前後のMEP変化率は、条件1では 101 ± 7 (Pre2), 129 ± 7 (Post1), 147 ± 9 (Post2), 148 ± 6 (Post3), 146 ± 9 (Post4), 134 ± 6 (Post5), 135 ± 9 (Post6)となり、Post1-6まで有意な増大が認められ、条件2では 103 ± 5 (Pre2), 105 ± 8 (Post1), 137 ± 11 (Post2), 136 ± 11 (Post3), 127 ± 10 (Post4), 116 ± 11 (Post5), 105 ± 9 (Post6)となり、Post2-3において有意な増大が認められた。

【結論】

10秒間の末梢神経電気刺激により皮質脊髄路の興奮性は一過性に増大することが明らかとなった。また、その興奮性増大の持続効果はOn/Off条件に影響され変動する可能性が示唆された。

経頭蓋直流電流刺激と末梢神経電気刺激の組み合わせが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響

立木 翔太¹⁾・小丹 晋一^{2,3)}・佐々木 亮樹^{2,3)}・中川 昌樹^{2,3)}・宮口 翔太^{2,3)}・大西 秀明²⁾

1) 新潟医療福祉大学 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 理学療法学分野

Key words / 経頭蓋直流電流刺激, 末梢神経電気刺激, 運動誘発電位

【目的】

本研究の目的は、一次運動野への経頭蓋直流電流刺激(tDCS)と末梢神経電気刺激(ES)の組み合わせが一次運動野興奮性に及ぼす影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健常成人10名(年齢20.8±0.4歳)とした。介入課題は次の3種類を設定した。1) 単独陽極tDCS課題(左大脳皮質一次運動野の手指領域に2mAの強度で10分間陽極tDCS刺激を実施), 2) 単独ES課題(右尺骨神経を運動閾値の1.1倍強度で10分間刺激。刺激周波数は30HzでDuty Cycleを4s on/6s offに設定), 3) tDCSとESの併用課題(上述のtDCS課題とES課題の同時に10分間刺激)。皮質脊髄路興奮性の指標には、経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位(MEP)を用い、右第一背側骨間筋より記録した。磁気刺激強度は安静時に1mVのMEPが誘発される最小強度とし、課題前(pre)、課題終了5分後(post-1)、課題終了10分後(post-2)にMEPを記録した。統計処理には、時間要因(pre, post-1, post-2)で反復測定一配置分散分析を行い、事後検定にはFisher's PLSD法を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

単独tDCS課題において、MEP振幅はPreに対してpost-2で有意な増大が認められた($p<0.05$)。一方、単独ES課題およびESとtDCSの併用課題においては、MEP振幅は介入前後で有意な差は認められなかった。

【結論】

2mAの陽極tDCSを10分間与えることにより、刺激終了10分後に皮質脊髄路の興奮性が有意に増大することが確認されたが、tDCS施行中に電気刺激を与えることによりtDCS効果が消失することが示された。

静脈血栓塞栓症に対する理学的予防法として有効な深呼吸の条件の検討

呼吸流速に着目して

津田 晃司¹⁾・坂本 美喜²⁾・片桐 真人^{1,3)}・東條 美奈子^{1,2)}・高平 尚伸^{1,2)}

1) 北里大学 医療系研究科 感覚・運動統御学群 機能回復学

2) 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

3) 北里大学 医療衛生学部 医療検査学科

Key words / 静脈血栓塞栓症, 理学的予防法, 深呼吸

【目的】

深部静脈血栓症(DVT)予防には血流速度を上昇させることが有効であり、その方法の一つに呼吸ポンプ作用を利用した深呼吸方法がある。我々の未発表の研究では、可及的に速く最大呼気位/吸気位まで呼吸を行う最大流速深呼吸を行ったところ、呼吸数3回/分にて右浅大腿静脈最大血流速度(PV)の増加が最大となった。しかし、最大呼気位/吸気位において息こらえが伴うと血圧変動が大きい可能性が考えられる。そこで、本研究では最大呼気位または吸気位へ可及的に一定の換気流速で到達させる一定流速深呼吸を行い、一定流速深呼吸がPVに与える影響を明らかにしてDVT予防法として有効な深呼吸の条件を検討することを目的とした。

【方法】

健常青壮年男性9名(21.8±0.6歳)と健常高齢男性20名(71.2±4.3歳)を対象とした。深呼吸は可及的に最大呼気位/吸気位までの換気を繰り返す呼吸法とした。肢位は端座位、呼吸数は3回/分、呼吸パターンは呼気と吸気それぞれの流速を最大または一定とした次の4つとした:(1)最大/最大(呼気流速/吸気流速),(2)最大/一定,(3)一定/最大,(4)一定/一定。超音波画像診断装置にて安静時および各呼吸パターンの吸気開始時のPVを測定した。高齢群では各呼吸パターンの開始直前、開始1分後、終了時に血圧を測定した。PVの変化を、年齢と呼吸パターンを要因とする反復測定の二元配置分散分析にて解析し、有意水準は5%とした。

【結果】

PVは年齢と呼吸パターンの間に交互作用が認められず、全呼吸パターンにて有意な上昇が見られた(安静時と比較し呼吸パターン(1)-(4)にて青壮年群でそれぞれ3.7, 1.7, 3.2, 1.7倍、高齢群で3.1, 2.0, 2.7, 1.5倍)。呼吸パターン(2), (4)と比較し、(1), (3)にて高値を示した。また全呼吸パターンにて血圧の変動は正常範囲内であった。

【結論】

一定流速深呼吸法は安静時と比較して有意にPVが増加することから、DVT予防法として有効である可能性が示唆された。

超音波エラストグラフィーと筋硬度計を用いた結合組織の硬度計測 大腿外側部での検討

洞庭 萌海¹⁾・中村 翔²⁾・工藤 慎太郎¹⁾

1) 森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科

2) 宮本整形外科クリニック リハビリテーション科

Key words / 筋硬度計, エラストグラフィー, 外側筋間中隔

【目的】

超音波画像診断により関節運動時の筋の動態を評価し、筋機能評価に用いている。我々は超音波画像診断装置上で確認できる筋の動態は、筋膜をはじめとした骨格筋周囲の結合組織の硬度により影響を受けていると仮説を立てている。そこで、筋硬度計に着目し、骨格筋および周囲の結合組織の硬度を計測できるか検討することを本研究の目的とした。

【方法】

対象は健常成人男性17名34肢とした。被験者には計測前に10分間臥床し、安静位を保持させた。超音波画像診断装置にはAplio300(Toshiba)を用い、18MHzのリニアプローブと音響カプラーを使用した。測定モードはリアルタイムエラストグラフィーとして、測定部位は大腿後外側遠位2/3にプローブを当て、腹臥位の肢位から膝関節90度屈曲位にて撮影した。画像上に皮下脂肪、外側筋間中隔、外側広筋を確認し、ストレイングラフを確認しながら一定周期の圧迫・開放を繰り返した。音響カプラーのゲルの硬度に対する皮下脂肪、筋間中隔、外側広筋それぞれの硬度を左右の大転子の画像から5回ずつ測定し、中央値を算出した。また、プローブを当てた部位と同部位で筋硬度計を使って、筋硬度の算出も行った。筋硬度計から算出した硬度の値とエラストグラフィーによる皮下組織、外側筋間中隔、外側広筋の硬度の値の相関関係を検討した。統計学的手法には、Rコマンダー2.1-2にてスピアマンの順位相関係数を使い、有意水準は5%とした検討した。

【結果】

筋硬度計による硬度と皮下脂肪の硬度は $r = 0.39(p<0.05)$ 、筋硬度計と外側筋間中隔は $r = 0.35(p<0.05)$ となり、有意な相関関係を認めた。外側広筋の硬度とは相関関係を認めなかった。

【結論】

筋硬度計は皮下組織や筋膜の厚みのある大腿外側において、筋の硬度より、皮下組織や外側筋間中隔の硬度を反映していた。これは大腿外側には硬い腸脛靱帯が存在し、その表層に皮下組織も多いことから、外側広筋の硬さを計測するより、表層の結合組織の硬さを反映したものと考えた。

立ち上がり動作における大腿部二関節筋の筋活動

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

1) 専門学校 大阪医専

2) 大阪ハイテクノロジー専門学校

3) 大阪電気通信大学

4) 星城大学

5) 富山県立大学

Key words / 大腿直筋, 立ち上がり, 平行リンク

【目的】

ヒトの立ち上がり動作は生活水準を維持するための重要な動作であり、複数の筋が参画する動作である。そこで、我々は動作筋電図学的解析と下肢を単純化したモデルを用いた理論解析により、踵部に発生した床反力が安定した場合の立ち上がり動作の主働筋が大腿直筋と膝関節の一関節伸筋の2筋であり、これにより、大腿直筋が体幹を引き止め、膝関節の一関節伸筋の駆動力のみで立ち上がりを可能にしている事が明らかとなった。ここでは、体幹重心が鉛直上にない立ち上がり動作の筋活動を計測し、体幹重心が鉛直上にある立ち上がり動作の主働筋の2筋の活動と比較・検証を行なった。

【方法】

下肢筋群の筋活動は筋電計を用いて計測を行なった。立ち上がりは踵部による体幹支持とし、初期姿勢は股関節の外角度を90°、膝関節の外角度を30°、60°の2条件とした。なお、体幹重心が鉛直上にない場合の立ち上がり動作を計測するため、立ち上がり動作は膝関節を伸展後に股関節を伸展させる動作とした。

【結果】

膝関節伸展時には体幹重心を踵部の鉛直上に移動させる立ち上がりの主働筋と同様に大腿直筋と膝関節の一関節伸筋の2筋の筋活動が確認できた。また、その後の股関節伸展時にはその2筋の筋活動に加え、大臀筋とハムストリングスの筋活動が確認できた。

【結論】

体幹重心が踵部の鉛直上にない立ち上がり動作の筋活動により、重心が踵部の鉛直上ではなくても、基本的な主働筋は大腿直筋と膝関節の一関節伸筋の2筋である事が明らかとなった。さらに、その体幹と下肢の運動性が滑らかでない場合は今回のような大臀筋とハムストリングスの筋活動が確認されると推察できる。立ち上がり動作時では大腿直筋が平行リンク化する事により、体幹の慣性力と下肢の動きを連動させているため、その運動性が損なわれると、踵部に発生する反力が重心方向へ向かず、そのバランスを取るために、他の筋群が基本の2筋の活動に参画する事が伺えた。

3次元動作解析装置を用いた扁平足の力学的歩行解析

下村 咲喜^{1,2)}・工藤 慎太郎^{2,3)}

1) 老人保健施設和合の里 リハビリテーション科
3) 森ノ宮医療大学卒後教育センター

2) 森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科

Key words / 扁平足, 3次元動作解析装置, 床反力

【目的】

扁平足は下肢関節に影響を与えると考えられているが、歩行に及ぼす影響は明らかになっていない。そこで、扁平足が歩行に及ぼす影響を運動学・運動力学的に解析することを目的とした。

【方法】

対象は明らかな整形外科の疾患や足部に疼痛のない健常成人 15 名 30 肢 (体重 $59.6 \pm 9.3\text{kg}$, 身長 $167.7 \pm 6.9\text{cm}$) 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; 12 肢、扁平足群; 18 肢に分類した。歩行解析には 3 次元動作解析装置 VICON の赤外線カメラ 6 台 (サンプリング周波数 100Hz), 床反力計 (AMTI) を用いた Plug-in gait model に準じて反射マーカーを貼付し, Vicon Nexus を用いて、身体重心および下肢関節角度と関節モーメント、関節パワーを算出した。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 条件とし、十分な練習後、各 5 回ずつ計測した。重心の後方化の指標として、立脚後期の床反力のピーク時の足圧中心と身体重心の進行方向成分の差を身長で正規化したものを算出した。また、関節モーメント、関節パワー、関節角度、歩幅を 2 群間に比較検討した。統計学的手法には対応のない t 検定 ($p < 0.05$) を用いた。

【結果】

重心の後方化は自由歩行で正常足群 $1.3 \pm 0.3\%$ 、扁平足群 $1.2 \pm 0.5\%$ 、コントロール速度で正常足群 $1.3 \pm 0.1\%$ 、扁平足群 $1.4 \pm 0.1\%$ 、最大歩行速度で正常足群 $1.6 \pm 0.1\%$ 、扁平足群 $1.6 \pm 0.2\%$ であった。重心の後方化、関節モーメント、関節パワー、関節角度、歩幅は 2 群間ににおいて有意差がみられなかった。

【結論】

扁平足は運動連鎖により、膝関節や股関節に障害を惹起すると考えられている。しかし本研究の結果、無症候性の扁平足では、歩行中の運動学・運動力学データに健常者と有意差を認めなかった。Sahar らは、非疲労条件では扁平足の歩行中の床反力に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。今後は疲労が扁平足の歩行に及ぼす影響を検討したい。

扁平足に対する母趾外転筋と小趾外転筋への電気刺激の有効性

動作中の三次元足部拳動の検討

高井 真優・片山 博人・工藤 慎太郎

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科

Key words / 扁平足, 電気刺激療法, 三次元足部拳動

【目的】

本研究の目的は、母趾外転筋と小趾外転筋に高電圧電気刺激が扁平足の動作中の三次元足部拳動に与える影響を検討することである。

【方法】

扁平足の若年成人女性 7 名 (平均年齢 20.7 歳) 計 12 足を対象とし、扁平足の判定には Foot posture index を用いた。対象者の足部に 15 点のカラーマーカーを貼付し、下腿前傾運動各 3 回ずつを行い 4 台のハイディフィニションデジタルビデオカメラで撮影した。撮影した動画を、エディタを使用し A V C H D 形式を A V I 形式へ変換を行い、flameDIAS4 を用いて三次元座標を算出した。得られた座標データは Butterworth filter を用いて 10Hz にてフィルタリング処理を行った。全足底接地から最も舟状骨高が低下した点の三次元座標から、立方骨の前方拳動、舟状骨の高さ、第三中足の横方向拳動に着目し、3 回分の平均値を算出し Wilcoxon の順位と検定を行った。高電圧電気刺激療法にはイトー ES-515 (伊藤超短波製) を用いて、母趾外転筋と小趾外転筋に通電を 5 分間行った。強度は各指が外転しかつ疼痛に耐えうる最大強度で行い再計測を行った。

【結果】

立方骨は治療前 $2.26 \pm 0.83\text{mm}$ 、治療後 $2.79 \pm 1.43\text{mm}$ と有意差は認められなかった。舟状骨は治療前 $1.58 \pm 1.11\text{mm}$ 、治療後 $1.79 \pm 0.85\text{mm}$ と第 3 中足骨は治療前 $1.38 \pm 1.97\text{mm}$ 、治療後 $1.21 \pm 2.06\text{mm}$ と有意差は認められなかった。

【結論】

仁木は扁平足の治療に後脛骨筋、足部内在筋の強化は必須であり最低 3 カ月続けることで症状の進行を防ぐことができるとしている。そこで内在筋の中でも体積の大きい母趾外転筋と小趾外転筋を選択し、電気刺激を行ったが有意差を認めなかった。アーチ保持機構には筋・靭帯・腱など様々な組織が関わっている。つまりアーチ保持機構の多様性が治療効果に影響を及ぼしたと考えられる。今後は症例数を増やし、運動力学的視点を追加して検討したい。

高齢者に対する低負荷筋力トレーニングにより筋腫張が生じる運動強度と運動量

荒木 浩二郎・池添 冬芽・築瀬 康・田中 浩基・森下 勝行・磯野 凌・中尾 彩佳・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 / 低負荷筋力トレーニング, 筋腫張, 高齢者

【はじめに】

筋力トレーニング直後に生じる筋厚の増加は筋の腫張と考えられ、運動介入による筋肥大効果と関連があると報告されている。本研究では筋厚増加を筋腫張の指標とし、高齢者に対して低負荷筋力トレーニングを実施し、運動直後の筋腫張が生じる運動強度と運動量について検討した。

【方法】

健常高齢者 13 名（年齢 75.5 ± 4.2 歳、男性 2 名、女性 11 名）を対象とした。徒手筋力計（アニマ社製）を用いて椅子坐位、膝関節 90° 屈曲位での最大等尺性膝関節伸展筋力を測定し、その最大筋力の 5, 10% の重錠負荷で低負荷筋力トレーニングを実施した。膝関節屈曲 90° から 0° の範囲での膝関節伸展運動（求心相 3 秒、等尺相 3 秒、遠心相 3 秒）を 10 回 1 セットとして 5 セット行なった。セット間の休息は 1 分とした。超音波診断装置（GE 社製）にて上前腸骨棘から膝蓋骨上縁を結ぶ中点の短軸像を撮影し、大腿直筋、中間広筋を合わせた筋厚を運動前と 1 セット終了毎に測定した。筋厚増加を筋腫張の指標とし、運動前と比べ筋厚増加が生じる運動量を検討するため、各強度にて運動前・セット毎の筋厚を多重比較法（Bonferroni 法）により比較した。

【結果】

運動強度は最大筋力の 10% で 2.2 ± 0.7kg, 5% で 1.1 ± 0.3kg であった。10% 強度では 3 セット終了後から運動前と比べ有意な筋厚増加を認めた。5% 強度では運動後に有意な筋厚増加を認めなかった。

【結論】

本研究の結果から 10% の強度で 10 回 3 セットの運動を行なうと筋が腫張することが示唆された。筋腫張は酸素供給や代謝物排出を目的とした血流增加、血管透過性亢進による組織間液増加に起因し、筋肥大に必要な低酸素状態や代謝物蓄積の程度を反映する。筋腫張は筋肥大を引き起こす重要な要素だが、筋腫張が生じる負荷での運動介入によって必ずしも筋肥大効果が得られるか明らかではない。今後は本研究で明らかになった運動強度と運動量を用いて介入研究を行ない、筋肥大効果を検証することが必要である。

起立動作における筋シナジーの個人差を反映する体節間協調性について

塙 大樹¹⁾・久保田 圭祐²⁾・国分 貴徳³⁾・西原 賢³⁾・星 文彦³⁾

1) 社会医療法人ジャパンメディカルアライアンス 東埼玉総合病院 2) 医療法人葦の会 石井クリニック

3) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科

Key words / 筋シナジー, 体節間協調性, 起立動作

【目的】

ヒトの起立動作が一目見てそれとわかるのは、全身の中から特定の関節運動のみが選ばれ、単純化されるためである。全身の関節に対して筋の数は更に膨大だが、特定の筋間活動比（筋シナジー）を発現することで単純化されると考えられている。我々はすでに起立動作から筋シナジーを抽出し報告しているが、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。今回は運動学的評価のために、このような筋シナジーの個人差が体節間協調性にどのように反映するのかを検証した。

【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、下肢各体節の仰角（鉛直線に対する傾斜角）を算出、それぞれの体節仰角間で最大値を迎える時点の差を算出した。

【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 ± 10.95[% 時間]）のに対し、後者では骨盤前傾と下腿前傾のピーク時点がほとんど同時だった（平均 -0.50 ± 3.10[% 時間]）。

【結論】

離殿相では慣性を利用して殿部から足底へ身体質量中心を移動させる必要があるが、骨盤前傾と下腿前傾がほとんど同時にピークを迎える被験者ではこれが不十分だったと考えられる。そのため、前脛骨筋とヒラメ筋が共収縮することで足関節の安定性を担保した可能性がある。

健常成人における体幹伸展運動時の固有背筋群の動態の観察 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⁾

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

Key words / 固有背筋群 , 体幹伸展運動 , 超音波画像診断装置

【目的】

近年、超音波画像診断装置を用いた背筋群の研究が多くみられる。しかし、とりわけ多裂筋のみを観察しているものが多いが、多裂筋を中心とした固有背筋内側群と最長筋や腰腸筋から構成される固有背筋外側群は機能的に異なる可能性がある。我々は両筋の形態と機能を観察してきた。そこで本研究の目的は、超音波画像診断装置を用いて体幹伸展運動時の内側筋群、外側筋群の筋収縮動態を観察することとした。

【方法】

対象は健常成人男女 19 名（平均年齢 21.79 ± 3.55 歳、平均身長 169.45 ± 6.81cm、平均体重 65.00 ± 9.76kg）、38 側とし、腰痛のある者は除外した。測定機器には超音波画像診断装置（MyLab25.Esoate 社製）、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 以内を内側群、6cm を外側群とし、超音波画像を撮像した。測定肢位は腹臥位でリラックスした状態を運動開始肢位（安静時）とした。その後体幹を 20° 伸展挙上（伸展時）し、この時の内側群、外側群の静止画を撮像した。超音波画像から内側群、外側群の筋厚を Image-J を用いて測定した。安静時と伸展運動時の筋厚について内側群、外側群をそれぞれ比較した。また安静時と伸展時の差を求め、内側群と外側群で比較検討した。統計的手法には、対応のある t 検定を行い、有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

内側群は安静時 2.63 ± 0.79cm、伸展時 3.37 ± 0.92cm であり、筋厚の変化量は、0.74 ± 0.37cm であった。また外側群は安静時 2.95 ± 0.87cm、伸展時 3.60 ± 1.00cm であり、筋厚の変化量は、0.65 ± 0.35cm であった。内側群、外側群ともに伸展時の筋厚は安静時と比較し、有意に增加了。また、筋厚変化量は内側群と外側群で有意差がなかった。

【結論】

本研究結果より、内側群、外側群とともに伸展時の筋厚は安静時と比較し、有意に增加了。今回は対象が健常成人であったため、今後は腰痛群との比較や他の体幹筋群のトレーニングで検討していく必要がある。

伸張痛が生じる角度での 90 秒のストレッチングは、抵抗トルクと筋力を変化させる

山内 渉^{1,2)}・木山 喬博²⁾・宮津 真寿美²⁾

1) 地方独立行政法人 岐阜県立多治見病院 リハビリテーション科 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 / ストレッチング , 抵抗トルク , 筋力

【背景】

伸張痛のない角度で保持時間 90 秒の静的ストレッチング (SS) と反復ストレッチング (CS) を行うと、筋腱複合体の柔軟性を示す抵抗トルクは変化せず、筋力は低下すると報告されている。伸張痛が生じる角度でストレッチングを行えば、90 秒の保持時間で抵抗トルクが変化することが考えられる。

【目的】

ハムストリングスに対して、伸張痛が生じる角度で合計保持時間 90 秒の SS と CS を行い、抵抗トルクと筋力の変化を明らかにする。

【方法】

対象は、健常男子学生 15 名のハムストリングスとした。SS と CS は、同一被験者の左右の下肢を行った。ストレッチングの 10 分前に前評価、直後に後評価として、抵抗トルクと筋力を測定した。ストレッチング手技と評価項目の測定には Biomedex System 3 を用い、肢位は、端坐位にて股関節約 120° 屈曲位とした。ストレッチングの最終角度は、他動的に膝関節を伸展し伸張痛が生じる角度とし、前評価の 10 分前に決定した。開始角度は、最終角度から 30° 屈曲位とした。SS は、角速度 2° / 秒で伸展し、最終角度で 90 秒保持した。CS は、2° / 秒で伸展し、最終角度で 30 秒保持し、開始角度へ戻すサイクルを 3 回繰り返した。抵抗トルクは、開始角度から最終角度まで 2° / 秒で伸展し、最大値を最大抵抗トルクとした。また抵抗トルクを角度の変化で除した値を Stiffness とし、開始角度から最終角度の 0 ~ 10 %、45 ~ 55 %、90 ~ 100 % の範囲をそれぞれ初期 Stiffness、中間 Stiffness、最終 Stiffness とした。筋力は、開始角度にて、6 秒間の最大等尺性膝屈曲運動を 1 回を行い、最大値を最大筋力とした。

【結果】

SS と CS ともに、最大抵抗トルク、中間 Stiffness および最大筋力は、ストレッチング後、有意に減少した。一方、初期 Stiffness と最終 Stiffness は有意な変化がなかった。

【結論】

伸張痛のない角度より、伸張痛の生じる角度の方が短い保持時間のストレッチングで筋腱複合体の柔軟性を向上させる可能性がある。

2次元動作解析の撮影条件と信頼性の検証

奥行きが妥当性に与える影響

井上 花奈・北川 崇・下村 咲喜・佐藤 貴徳・工藤 慎太郎

森ノ宮医療大学

Key words / 2次元動作解析, 妥当性, 信頼性

【目的】

臨床で広く使われている客観的な動作分析の方法としてデジタルカメラやビデオカメラによる撮影がある。しかし、カメラを使用した動作解析にはカメラと被写体の距離（奥行き）による誤差が生じる可能性が指摘されている。そこで本研究の目的は、奥行きの違いが測定値の妥当性に与える影響を示すことである。

【方法】

直角のカーボン製フレームに3つのマーカを長辺240mm短辺160mmに貼付したものを成人女性1名が持ち、1.手前、2.中央、3.奥、4.中央、5.手前となるようにそれぞれ左右の足を揃えて歩幅40cm、113beat/minで歩行した。三脚上に取り付けたデジタルカメラ（Casio社製Exilim）を設置した。被写体までの距離及び記録周波数は先行研究に基づき、デジタルカメラは2mの距離に設置し、記録周波数を30Hzと120Hzとした。動画を静止画に変換後、歩行動作の全フレームに対しImage-J（フリーソフト）を使用して直角のカーボン製フレームに貼付した3つのマーカの二次元座標を測定した。3つのマーカの成す角度をExcelで算出した。手前、中央、奥の角度については、平均値を算出し、それらの角度について、比較検討を行った。統計学的処理には、一元配置分散分析を用い、事後検定にはBonferroni法を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

30Hzでは手前88.5±1.1°、中央89.7±1.1°、奥89.9±1.6°であり、120Hzでは手前90.1±1.0、中央89.2±0.5、奥89.4±0.5であった。どちらの条件においても手前—中央、手前—奥で有意差が認められた。

【結論】

手前—中央、手前—奥で有意差は認められたが、どちらの条件においても誤差の最大値は約2度であった。この結果から、カメラから被写体の距離が2mでの撮影は異常歩行も可能であり、確保しやすいスペースであるため、利便性がある。すなわち、本研究に用いた設定条件は臨床において客観的な動作分析を可能にすると考えられる。

頭皮および髪が近赤外分光法の脳血流測定に与える影響

竹原 奈那¹⁾・椿 淳裕²⁾・高井 遥菜³⁾・八幡 晶子¹⁾・大西 秀明²⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院

2) 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

3) 丸川病院

Key words / 近赤外線分光法, Hb の変動の大きさ, 光の散乱

【目的】

本研究では、頭皮および髪が近赤外分光法（NIRS）で計測した酸素化ヘモグロビン（O₂Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（HHb）、総ヘモグロビン（THb）値の変動の大きさに影響を与えるか検討した。

【方法】

健常成人27名（年齢20.3±1.1歳）を対象とした。関心領域（ROI）を左一次運動野手指領域とし、O₂Hb、HHb、THbを脳酸素モニタで計測した。各ヘモグロビン（各Hb）値の安静90秒間の標準偏差を算出し、変動の大きさの指標とした。頭皮および髪の指標は、髪の密度、髪の太さ、根元の髪の色、頭皮から頭蓋骨までの厚さとした。髪の密度は、ROI上の頭皮につけた印を中心とした25mm²内の髪の本数とした。髪の太さは、印付近の髪の直径を計測し、10本分の平均値とした。頭皮から頭蓋骨までの厚さは、印上から頭蓋骨までとし、超音波診断システムで画像を取得した後、その厚さを計測した。いずれも画像処理ソフトより計測した。根元の髪の色は、7段階のレベルスケールで照合した。髪の密度、髪の太さ、頭皮から頭蓋骨までの厚さと各Hb値の変動の大きさとの相関関係は、ピアソンの相関係数を用いて解析した。根元の髪色ごとに各Hb値の変動の大きさの平均値を比較した。各Hb値の変動の大きさに対して影響力のある因子の検出はステップワイズ重回帰分析を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

髪の密度、髪の太さ、頭皮から頭蓋骨までの厚さは各Hb値の変動の大きさと有意な正の相関（0.4≤r<0.7, p<0.05）があった。根元の髪の色は2色に分類され、各Hb値の変動の大きさに有意差はなかった。各Hb値の変動の大きさに最も影響力のある因子は、O₂Hbは髪の太さ（r=0.64, p<0.01）、HHbは髪の太さ（r=0.54, p<0.01）、THbは頭皮から頭蓋骨までの厚さ（r=0.56, p<0.01）であった。

【結論】

髪の密度、髪の太さ、頭皮から頭蓋骨までの厚さが低値なほど、NIRSで計測した安静時のO₂Hb、HHb、THb値の変動は小さいことが示された。

牽引型ハンドヘルドダイナモーターにおける股関節伸展筋力測定の絶対信頼性

宮崎 雄樹^{1,2)}・木山 喬博²⁾・宮津 真寿美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, ハンドヘルドダイナモーター

【背景】

ハンドヘルドダイナモーター (HHD) による股関節伸展筋力測定は、徒手によるものが一般的である。近年、ベルトの牽引力を HHD で計測する方法が報告されているが、その多くは絶対信頼性の検討を行っていない。

【目的】

健常者を対象とし、異なる肢位にて HHD を用いた把持と牽引の 2 種類で股関節伸展筋力測定を行い、検者内絶対信頼性を明らかにする。

【方法】

被検者は下肢に既往のない学生 20 名（男女 10 脚ずつ）とし、測定肢位は腹臥位、側臥位とした。股関節伸展筋力測定は、徒手筋力計 mobie (SAKAImed) を用い、センサーやベルトを腓骨外果遠位端の位置に当てる。測定は、5 秒間の最大努力股関節伸展等尺性収縮を連続して 3 回行い、その最大値を採用した。検者内信頼性を検討するため、1 週間以上空けて同手順で測定を行った。相対信頼性の検討は ICC(1,1) を使用し、絶対的信頼性の検討は Bland-Altman 分析で系統誤差の有無を確認後、系統誤差が認められなかった場合は最小可検変化量 (MDC) を求めた。

【結果】

測定値は、腹臥位牽引、腹臥位把持、側臥位牽引、側臥位把持の順でそれぞれ、 156.3 ± 63.4 N、 142.1 ± 63.0 N、 83.1 ± 36.1 N、 88.2 ± 41.4 N であった。ICC はそれぞれ 0.95、0.90、0.90、0.92 であった。Bland-Altman 分析では全ての肢位で系統誤差は認めず、MDC は 40.1 N、56.4 N、31.9 N、34.6 N、MDC% は 25.7%、39.7%、38.4%、39.2% であった。

【考察】

本研究で行った股関節伸展筋力測定は、腹臥位牽引で MDC% が最も低値を示した。これは腹臥位の方が側臥位より肢位が安定するため筋力発揮が大きくなり、筋力の強い測定では牽引の方が力負けしない事が影響すると考えられた。また ICC は全ての肢位で高い相対信頼性を示したが、絶対信頼性は高いとは言えなかった。すなわち、相対信頼性の検討のみでは誤差の種類や量が分からず、信頼性の評価としては情報が不十分だが、絶対信頼性には臨床的意義があると考える。

11月15日(日) 10時05分～11時05分 ポスター発表2

会場：大会議室（管理図書館棟）

P-2-01	高齢期における不動性骨萎縮に対する電気刺激誘発性筋収縮の効果	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	田巻 弘之
P-2-02	伸張性筋収縮及び streptomycin 投与の脛骨骨量並びに三次元骨梁構造に及ぼす影響	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	中川 弘毅
P-2-03	不動初期の電気刺激誘発性筋収縮が脛骨骨幹部の力学的特性に及ぼす影響	新潟医療福祉大学理学療法学科	松永 拓朗
P-2-04	伸張性収縮による筋線維膜透過性の増大に対する streptomycin 投与の効果	新潟医療福祉大学理学療法学科	早尾 啓志
P-2-05	手指対立運動イメージが脊髄神経機能の興奮性に与える影響	関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科	黒部 正孝
P-2-06	持続的他動運動が関節軟骨に及ぼす病理組織学的影響	金城大学医療健康学部	小島 聖
P-2-07	ヒト iPS 細胞由来間葉系間質細胞 (MSC) は骨格筋疾患治療に応用可能であるか	京都大学 iPS 細胞研究所	竹中 菜々
P-2-08	他動運動が自律神経動態に与える影響	特定医療法人茜会 昭和病院	田中 恵
P-2-09	運動イメージが脊髄神経機能の興奮性および運動の正確性に与える影響について	関西医療大学院 保健医療学研究科	福本 悠樹
P-2-10	機械的触覚刺激の刺激ピン数の違いが体性感覚誘発電位に及ぼす影響	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	中川 昌樹
P-2-11	軽負荷反復運動課題における Post-exercise depression 期間中の短間隔皮質内抑制の変動	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	宮口 翔太
P-2-12	単純触覚刺激による介入が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	小島 翔
P-2-13	陽極および陰極経頭蓋直流電流刺激が反復随意運動課題後の Post-exercise depression に与える影響	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	佐々木 亮樹
P-2-14	持続的または間欠的な高周波短時間末梢神経電気刺激が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	小丹 晋一
P-2-15	経頭蓋直流電流刺激と末梢神経電気刺激の組み合わせが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 理学療法学科	立木 翔太
P-2-16	静脈血栓塞栓症に対する理学的予防法として有効な深呼吸の条件の検討	北里大学 医療系研究科 感覚・運動統御学群 機能回復学	津田 晃司
P-2-17	超音波エラストグラフィーと筋硬度計を用いた結合組織の硬度計測	森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科	洞庭 萌海
P-2-18	立ち上がり動作における大腿部二関節筋の筋活動	専門学校 大阪医専	小出 卓哉
P-2-19	3次元動作解析装置を用いた扁平足の力学的歩行解析	老人保健施設和合の里 リハビリテーション科	下村 咲喜
P-2-20	扁平足に対する母趾外転筋と小趾外転筋への電気刺激の有効性	森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科	高井 真優
P-2-21	高齢者に対する低負荷筋力トレーニングにより筋腫張が生じる運動強度と運動量	京都市立大学院医学研究科人間健康科学系専攻	荒木 浩二郎
P-2-22	起立動作における筋シナジーの個人差を反映する体節間協調性について	社会医療法人ジャパンメディカルアライアンス 東埼玉総合病院	塙 大樹
P-2-23	健常成人における体幹伸展運動時の固有背筋群の動態の観察	四軒家整形外科クリニック リハビリテーション科	前沢 智美
P-2-24	伸張痛が生じる角度での 90 秒のストレッチングは、抵抗トルクと筋力を変化させる	地方独立行政法人 岐阜県立多治見病院 リハビリテーション科	山内 渉
P-2-25	2次元動作解析の撮影条件と信頼性の検証	森ノ宮医療大学	井上 花奈
P-2-26	頭皮および髪が近赤外分光法の脳血流測定に与える影響	新潟医療福祉大学大学院	竹原 奈那
P-2-27	牽引型ハンドヘルドダイナモーターにおける股関節伸展筋力測定の絶対信頼性	一宮市立市民病院	宮崎 雄樹

**2015 年度 (公社) 日本理学療法士協会
専門理学療法士 (基礎) 必須発表会プログラム**

日 時： 2015 年 11 月 15 日（日） 11:10 ~ 12:10

会 場： 大講義室 5 (A437 教室)

司 会： 椿 淳裕 (新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科)

1. 11:10 ~ 11:40

姿勢筋群活動パターン間の定量的協調性

-Uncontrolled Manifold Analysis-

浅賀 忠義 (北海道大学大学院保健科学研究院)

2. 11:40 ~ 12:10

解剖学的観察による知見と MRI を用いた骨格筋活動評価

平野 和宏 (東京慈恵会医科大学葛飾医療センター)

大会企画 講演者索引

	い		
今井亮太	.....領域別ミニシンポジウム 1	高橋真	.....領域別ミニシンポジウム 4
	お	谷口圭吾	.....シンポジウム
大橋ゆかり	.....領域別ミニシンポジウム 3	壇順司	.....教育講演
	か	中山恭秀	.....な
河上敬介	.....教育講演	藤川智彦	.....学術集会長基調講演
	く		ふ
工藤和俊	.....領域別ミニシンポジウム 3	松木良介	.....特別講演
	こ	松下光次郎	ま
神崎素樹	.....シンポジウム	山口智史	.....領域別ミニシンポジウム 4
小峰秀彦	.....領域別ミニシンポジウム 4	山崎俊明	.....領域別ミニシンポジウム 2
	さ		や
酒井利奈	.....男女共同参画企画	吉田直樹	.....研究基礎講座 2
	し	吉田啓晃	.....研究基礎講座 1
柴田恵理子	.....領域別ミニシンポジウム 1	渡邊航平	よ
	す		わ
菅原憲一	.....学術大会長基調講演		.....シンポジウム
	た		

大会企画 司会者・オーガナイザー索引

	あ		
浅賀忠義	.....領域別ミニシンポジウム 2	菅原憲一	.....学術集会長基調講演
	か	高橋真	た
金子文成	.....特別講演	中俣修	.....領域別ミニシンポジウム 4
	.....シンポジウム	中山恭秀	な
	く	村上賢一	.....研究基礎講座 3
久保雅義	.....領域別ミニシンポジウム 3	門馬博	.....学術大会長基調講演
	さ		む
坂本美喜	.....男女共同参画企画		.....研究基礎講座 2
	.....研究基礎講座 1		も
	す		.....領域別ミニシンポジウム 1

一般演題 発表者索引

索引の記号は演題番号です。

発表日時、セッションについてはセッション・演題番号・座長一覧をご参照下さい。

あ	黒部正孝	..... P-2-05	田中浩基	..... O-2-04
相原正博	..... O-3-01	こ	田中貴士	..... O-8-02
青木信裕 O-5-01	小出卓哉 P-2-18	田中恩 P-2-08
荒木浩二郎 P-2-21	小島聖 P-2-06	田巻弘之 P-2-01
い	小島翔	..... P-2-12	玉越敬悟	..... O-8-03
石垣智也 P-1-13	小丹晋一 P-2-14	玉地雅浩 P-1-20
犬飼康人	..... O-7-02	小山総市朗	..... O-6-01	つ
伊能良紀	..... O-2-01	さ	立木翔太	..... P-2-15
井上花奈 P-2-25	齊藤慧 O-7-01	津田晃司 P-2-16
岩本えりか O-1-01	坂本淳哉O-JPTF-01	椿淳裕 O-7-04
う	佐久間萌	..... O-7-03	坪内優太	..... P-1-21
内海智之	..... O-4-01	佐々木亮樹	..... P-2-13	ど
梅原潤 O-2-02	佐藤貴徳 P-1-19	洞庭萌海 P-2-17
梅森拓磨	..... P-1-17	し		な
え	下村咲喜	..... P-2-19	内藤真也	..... O-4-03
江玉睦明 O-8-01	城由起子O-JPTF-02	中川達貴O-JPTF-03
お	す		中川弘毅	..... P-2-02
大野善隆 P-1-01	菅田陽怜 P-1-06	中川昌樹 P-2-10
奥山航平 P-1-16	杉山佳隆 P-1-02	中堀純矢 O-6-02
か	た		長澤良介	..... O-5-04
兼岩淳平	..... P-1-18	高井眞優	..... P-2-20	に
金子文成 O-5-02	高木領 O-3-04	西谷源基 O-6-03
川崎翼	..... P-1-11	高橋真	..... P-1-25	ぬ
川内春奈 O-1-02	高林知也 O-2-03	沼田純希 P-1-14
き	武田和也	..... P-1-12		の
北川崇 P-1-27	竹中菜々 P-2-07	野嶌一平 P-1-15
く	竹原奈那	..... P-2-26	野田逸誓	..... P-1-22
黒澤千尋	..... O-4-02	立本将士	..... O-5-03	

は		み		よ
橋立博幸	..... P-1-24	三津橋佳奈	..... P-1-23	横山絵里花
塙大樹	..... P-2-22	宮口翔太	..... P-2-11	好永智治
早尾啓志	..... P-2-04	宮崎充功	..... O-8-04	
	ふ	宮崎雄樹	..... P-2-27	渡邊晶規
福本悠樹	..... P-2-09		む	..... P-1-03
	ま	村尾綺	..... P-1-08	渡邊龍憲
前沢智美	..... P-2-23		も	
前島洋	..... P-1-05	森谷伸樹	..... O-3-02	
増田和樹	..... O-4-04		や	
松木明好	..... P-1-10	安田和弘	..... O-1-04	
松田直樹	..... P-1-07	山内渉	..... P-2-24	
松永拓朗	..... P-2-03	山下達郎	..... P-1-09	
万野真伸	..... P-1-26	山田崇史	..... O-3-03	

一般演題 演者索引

索引の記号は演題番号です。

発表日時、セッションについてはセッション・演題番号・座長一覧をご参照下さい。

あ		稻田亨	P-1-07	え	
* 荒木浩二郎	.....P-2-21	岩田浩康	.....O-1-04	* 江玉睦明	.....O-8-01
* 青木信裕	.....O-5-01	犬飼康人	.....P-2-10	江玉睦明	.....O-2-03
* 相原正博	.....O-3-01		.....P-2-13		.....O-6-04
阿部大豊	.....O-5-02		.....P-2-14		お
阿部友和	.....P-2-18	今井亮太	.....P-1-13	* 奥山航平	.....P-1-16
荒巻英文	.....P-1-11	市橋則明	.....O-2-02	* 大野善隆	.....P-1-01
荒木浩二郎	.....O-2-04		.....O-2-04	奥山航平	.....O-5-02
青山宏樹	.....P-1-20		.....P-2-21	岡田洋平	.....P-1-10
青木達彦	.....O-3-03	石井直方	.....O-3-04	沖田実	.....O-1-02
浅賀忠義	.....O-7-03	石川啓太	.....O-7-03		....O-JPTF-01
浅田啓嗣	.....P-1-03	石田和人	.....O-8-03	沖本敦志	.....P-1-05
い			.....P-1-02	荻田太	.....P-2-01
* 伊能良紀	.....O-2-01		.....P-1-04		.....P-2-02
* 井上花奈	.....P-2-25	池谷真	.....P-2-07		.....P-2-03
* 岩本えりか	.....O-1-01	池添冬芽	.....O-2-04		.....P-2-04
* 犬飼康人	.....O-7-02		.....P-2-21	小笠原理紀	.....O-3-04
* 石垣智也	.....P-1-13	池田真一	.....P-1-21	大熊諒	.....P-1-17
伊吹愛梨	.....O-7-03		う	大高洋平	.....O-5-03
井口拓也	.....O-4-01	* 内海智之	.....O-4-01		.....P-2-12
	.....O-4-04	* 梅原潤	.....O-2-02	大山友加	.....O-3-03
	.....P-1-24	* 梅森拓磨	.....P-1-17	大西秀明	.....O-7-01
井上花奈	.....P-1-27	宇野健太郎	.....O-1-03		.....O-7-02
井上宜充	.....P-1-14		.....P-2-08		.....O-7-04
井上慎太郎	.....O-1-02	後山耕輔	.....P-1-12		.....O-8-01
井上仁	.....P-1-21	内海智之	.....O-4-04		.....O-8-03
磯野凌	.....P-2-21		.....P-1-24		.....P-2-01
稻井卓真	.....O-8-01	梅原潤	.....O-2-04		.....P-2-02

	..... P-2-03	片寄正樹	..... O-1-01	* 小丹晋一	..... P-2-14
	..... P-2-04		..... O-5-01	* 小島聖	..... P-2-06
	..... P-2-10	片桐真人	..... P-2-16	* 小島翔	..... P-2-12
	..... P-2-11	片山博人	..... P-2-20	河野賢一	..... O-2-01
	..... P-2-12		き	近藤康隆	....O-JPTF-01
	..... P-2-13	* 北川崇	..... P-1-27	近藤国嗣	..... O-5-03
	..... P-2-14	桐本光	..... P-2-01	近藤勇太	..... O-2-02
	..... P-2-15		..... P-2-12	国分貴徳	..... P-2-22
	..... P-2-26	北川崇	..... P-2-25	小山航	..... O-4-01
大島徹	..... P-1-26	木許かんな	..... P-1-21		..... O-4-04
大澤竜司	..... O-5-03	木山喬博	..... P-2-24		..... P-1-24
	..... P-1-14		..... P-2-27	小山総市朗	..... P-1-12
尾崎紀之	....O-JPTF-03		く	小出卓哉	..... P-1-26
	か	* 黒部正孝	..... P-2-05	小丹晋一	..... O-7-01
* 金子文成	..... O-5-02	* 黒澤千尋	..... O-4-02		..... O-7-02
* 兼岩淳平	..... P-1-18	久保雅義	..... O-2-03		..... P-2-10
* 川崎翼	..... P-1-11		..... O-6-04		..... P-2-11
* 川内春奈	..... O-1-02		..... O-8-01		..... P-2-12
影山幾男	..... O-8-01	久保田圭祐	..... P-2-22		..... P-2-13
加藤寛聰	..... P-1-02	工藤慎太郎	..... P-1-18		..... P-2-15
金子文成	..... O-5-01		..... P-1-19	小島聖	..... P-1-03
	..... P-1-07		..... P-1-22	小島翔	..... P-2-10
	..... P-1-09		..... P-1-23		..... P-2-11
	..... P-1-16		..... P-1-27		..... P-2-13
金森洋子	..... P-2-07		..... P-2-17		..... P-2-14
金谷知晶	..... O-2-03		..... P-2-19	肥田朋子	....O-JPTF-03
	..... O-6-04		..... P-2-20	兒玉慶司	..... P-1-21
金田嘉清	..... O-6-01		..... P-2-23		ご
	..... P-1-12		..... P-2-25	吳瑕	..... O-7-03
春日規克	..... P-2-01	楠貴光	..... O-6-03	後藤勝正	..... P-1-01
川上健二	..... P-1-21		こ		ご
片岡英樹	....O-JPTF-01	* 小山総市朗	..... O-6-01	* 佐々木亮樹	..... P-2-13
片岡晶志	..... P-1-21	* 小出卓哉	..... P-2-18	* 佐久間萌	..... O-7-03

* 佐藤貴徳	..... P-1-19		..... P-1-07	館林大介	..... O-3-03
* 坂本 淳哉	....O-JPTF-01		..... P-1-09	玉越敬悟	..... P-1-02
* 齊藤慧	..... O-7-01		..... P-1-16	高井遙菜	..... O-7-04
佐々部陵	....O-JPTF-01		す		..... P-2-26
佐々木亮樹	..... O-7-01	* 杉山佳隆	..... P-1-02	高橋美沙緒	..... O-6-01
	..... O-7-02	* 菅田陽怜	..... P-1-06	高橋良輔	..... P-1-07
	..... P-2-10	須藤晴香	..... P-1-21	高松泰行	..... O-8-03
	..... P-2-11	菅原憲一	..... O-5-03		..... P-1-02
	..... P-2-12		..... P-1-14	高平尚伸	..... P-2-16
	..... P-2-14	菅原和広	..... P-2-12	高林知也	..... O-6-04
	..... P-2-15	菅本一臣	..... O-2-01		..... O-8-01
佐藤貴徳	..... P-2-25	鈴木俊明	..... O-6-03	谷頭幸二	..... P-2-08
佐藤大輔	..... O-7-04		..... P-2-05	竹原奈那	..... O-7-04
佐藤祐樹	..... O-7-03		..... P-2-09	竹内裕喜	..... P-1-04
佐伯純弥	..... O-2-02	鈴木智高	..... P-1-14	田巻弘之	..... O-7-04
坂本淳哉	..... O-1-02		せ		..... O-8-03
坂本美喜	..... P-2-16	関川清一	..... P-1-25		..... P-2-02
斎藤史明	..... O-3-01	関谷達	..... O-6-01		..... P-2-03
櫻井英俊	..... P-2-07		た		..... P-2-04
櫻井宏明	..... O-6-01	* 玉越敬悟	..... O-8-03		..... P-2-11
	..... P-1-12	* 玉地雅浩	..... P-1-20		..... P-2-12
斎藤慧	..... P-2-10	* 高井真優	..... P-2-20	田村友一	..... P-1-06
斎藤昭彥	..... O-4-01	* 高橋真	..... P-1-25	田中恩	..... O-1-03
	..... P-1-24	* 高木領	..... O-3-04	田中浩基	..... O-2-02
斎藤慧	..... P-2-13	* 高林知也	..... O-2-03		..... P-2-21
	..... P-2-14	* 竹原奈那	..... P-2-26	田中晨太郎	..... O-7-03
斎藤浩太郎	..... P-1-15	* 竹中菜々	..... P-2-07	田辺茂雄	..... O-5-03
し		* 田巻弘之	..... P-2-01		..... O-6-01
* 下村咲喜	..... P-2-19	* 田中恩	..... P-2-08		..... P-1-12
* 城由起子	....O-JPTF-02	* 田中貴士	..... O-8-02		..... P-1-14
下村咲喜	..... P-1-27	* 田中浩基	..... O-2-04	武田賢太	..... O-7-03
	..... P-2-25	* 武田和也	..... P-1-12	立本将士	..... P-1-14
柴田恵理子	..... O-5-02	* 立本将士	..... O-5-03	つ	

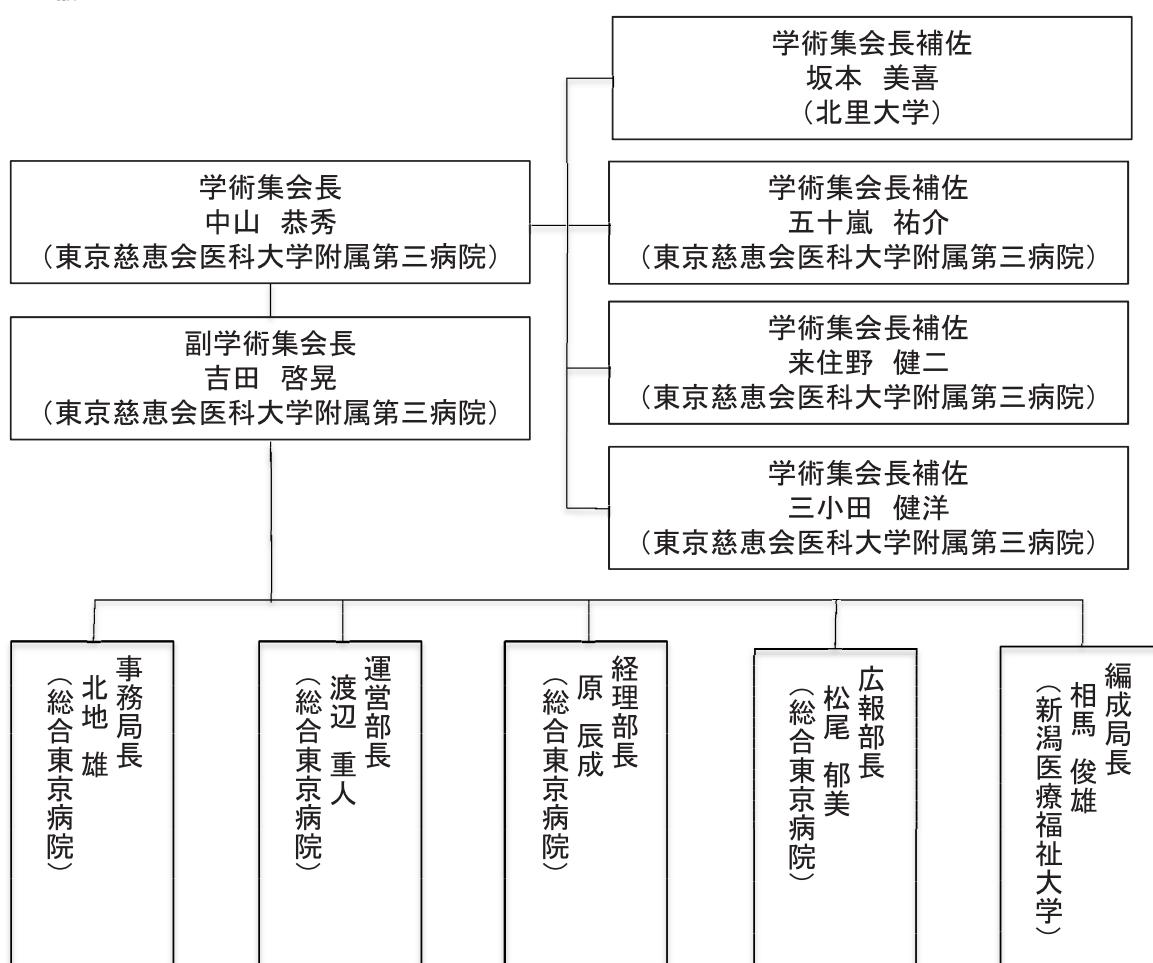
* 津田晃司	..... P-2-16		..... P-2-03	* 塙大樹	..... P-2-22
* 椿淳裕	..... O-7-04		..... P-2-04	橋立博幸	..... O-4-01
* 坪内優太	..... P-1-21	中川昌樹	..... O-7-01		..... O-4-04
* 立木翔太	..... P-2-15		..... O-7-02	原田拓也	..... P-1-21
津村弘	..... P-1-21		..... P-2-13	早田莊	..... O-6-03
鳶木新	..... O-3-04		..... P-2-14	早尾啓志	..... P-2-02
椿淳裕	..... P-2-26		..... P-2-15		..... P-2-03
土屋順子	..... O-5-03	中村雅俊	..... O-2-02	長谷川聰	..... O-2-02
	..... P-1-14		..... O-2-04	長谷川直哉	..... O-7-03
て		中村翔	..... P-2-17	萩原宏毅	..... O-3-01
寺中香	....O-JPTF-01	中尾彩佳	..... P-2-21	畠中泰彦	..... P-1-18
で		中本智子	..... P-1-25	濱田泰伸	..... P-1-25
出家正隆	..... P-1-05	中野治郎	..... O-1-02	濱上陽平	....O-JPTF-01
と			....O-JPTF-01		ひ
鳥山実	..... P-1-05	中里浩一	..... O-3-04	平賀慎一郎	....O-JPTF-03
兎澤良輔	..... P-1-11	長岡凌平	..... O-1-01	平田雅之	..... P-1-06
東藤真理奈	..... P-2-05	長野聖	..... P-1-10	平野和宏	..... P-1-17
東條美奈子	..... P-2-16	直井佑生	..... P-1-12	廣瀬昇	..... O-3-01
徳永由太	..... O-2-03		に	檜森弘一	..... O-3-03
富田哲也	..... O-2-01	* 西谷源基	..... O-6-03		ふ
徳永由太	..... O-7-04	西原賢	..... P-2-22	* 福本悠樹	..... P-2-09
ど			ぬ	藤戸稔高	..... O-2-01
* 洞庭萌海	..... P-2-17	* 沼田純希	..... P-1-14	藤川智彦	..... P-1-26
な		沼田純希	..... O-5-03		..... P-2-18
* 中川弘毅	..... P-2-02		ね	藤田康介	..... O-2-02
* 中川昌樹	..... P-2-10	根木亭	..... O-1-01		..... O-2-04
* 中川達貴	....O-JPTF-03		の	藤澤祐基	..... O-4-01
* 中堀純矢	..... O-6-02	* 野田逸誓	..... P-1-22		..... O-4-04
* 長澤良介	..... O-5-04	* 野嶽一平	..... P-1-15		..... P-1-24
* 内藤真也	..... O-4-03	野嶽一平	..... P-1-04	二井数馬	..... O-2-01
中山恭秀	..... P-1-17		は		ぶ
中山卓	..... P-1-18	* 橋立博幸	..... P-1-24	文野住文	..... P-2-05
中川弘毅	..... P-2-01	* 早尾啓志	..... P-2-04		..... P-2-09

ほ			P-2-15	* 横山絵里花	O-6-04
細正博	..... P-1-03	宮津真寿美	..... P-2-24	* 好永智治	..... O-1-03
	..... P-2-06		..... P-2-27	依藤史郎	..... P-1-06
星文彦	..... P-2-22	宮田信吾	..... O-8-02	横山絵里花	..... O-2-03
堀紀代美	....O-JPTF-03	宮崎充功	..... O-3-02		..... O-8-01
ま		三津橋佳奈	..... P-2-23	吉川秀樹	..... O-2-01
* 松永拓朗	..... P-2-03	道川誠	..... P-1-02	吉田啓晃	..... P-1-17
* 松田直樹	..... P-1-07		む	好永智治	..... P-2-08
* 松木明好	..... P-1-10	* 村尾絢	..... P-1-08	與谷謙吾	..... P-2-01
* 前沢智美	..... P-2-23		も		..... P-2-02
* 前島洋	..... P-1-05	* 森谷伸樹	..... O-3-02		..... P-2-03
* 増田和樹	..... O-4-04	森岡周	..... P-1-13		..... P-2-04
* 万野真伸	..... P-1-26	森下勝行	..... O-2-04	わ	
丸山仁司	..... O-3-01		..... P-2-21	* 渡邊晶規	..... P-1-03
松原貴子	....O-JPTF-02	本村芳樹	..... O-2-02	* 渡邊龍憲	..... P-1-04
松崎敏朗	..... O-1-02	本澤征二	..... P-1-07	早稻田雄也	..... P-1-02
松川寛二	..... P-1-25	や		渡邊晶規	..... P-2-06
松本裕美	..... P-1-21	* 安田和弘	..... O-1-04	渡邊多恵	..... P-1-25
前沢智美	..... P-1-23	* 山下達郎	..... P-1-09	渡邊裕文	..... O-6-03
前島洋	..... O-7-03	* 山田崇史	..... O-3-03	渡邊龍憲	..... P-1-15
増田和樹	..... O-4-01	* 山内涉	..... P-2-24		
	..... P-1-24	山下達郎	..... O-5-02		
万野真伸	..... P-2-18	山口智史	..... O-5-03		
萬井太規	..... O-7-03	山本智章	..... P-2-01		
み			..... P-2-02		
* 宮口翔太	..... P-2-11		..... P-2-03		
* 宮崎雄樹	..... P-2-27		..... P-2-04		
* 宮崎充功	..... O-8-04	山縣桃子	..... O-2-02		
* 三津橋佳奈	..... P-1-23	八幡晶子	..... P-2-26		
宮口翔太	..... P-2-10	築瀬康	..... O-2-02		
	..... P-2-12		..... O-2-04		
	..... P-2-13		..... P-2-21		
	..... P-2-14		よ		

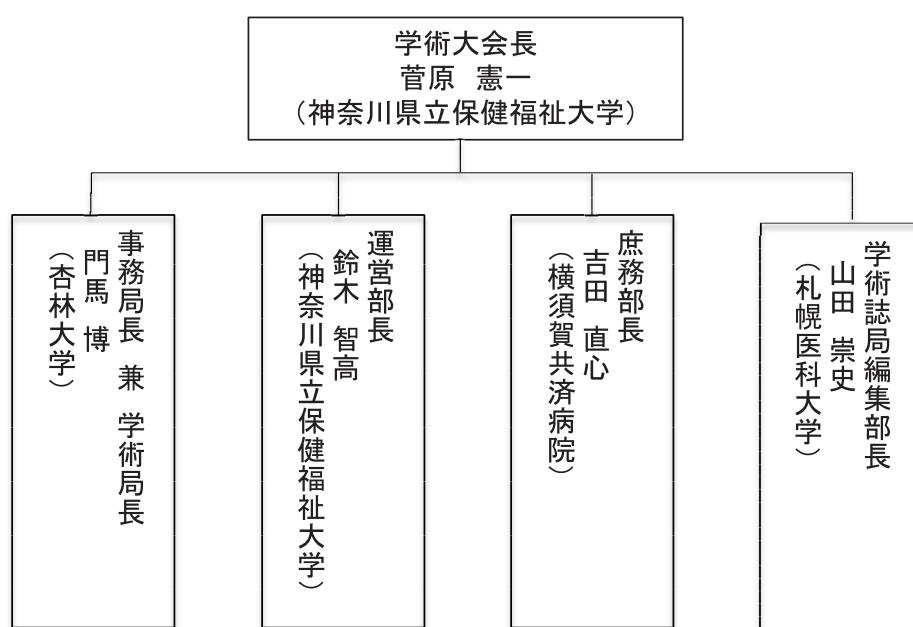
大会組織構成



第2回 日本基礎理学療法学会学術集会 組織構成



日本基礎理学療法学会 第20回学術大会 組織構成



日本基礎理学療法学雑誌 投稿規定

改訂：2015（平成 27）年 12 月 9 日

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：°C、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う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) 曽我部正博, 成瀬恵治, 曽我浩之: 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1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

論文の分類

I. 学術領域別

- | | |
|-----------------|---------------|
| I-1 解剖学 | I-3 運動学 |
| I-1-a 肉眼解剖 | I-4 公衆衛生・健康科学 |
| I-1-b 組織学 | I-5 生化学 |
| I-1-c 画像解剖 | I-6 分子生物学 |
| I-2 生理学 | I-7 福祉工学 |
| I-2-a 神経（認知科学含） | I-8 再生医療 |
| I-2-b 運動器（筋・骨格） | I-9 その他 |
| 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 | |

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 晓	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19巻第1号

2016年1月13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 北海道リハビリー

〒061-1195
北海道北広島市西の里507番地1
TEL: 011-375-2116 FAX: 011-375-2115

