

〈学内共同研究要約〉

ACTN3 遺伝子タイプを生かした運動処方プログラムの開発に関する研究

○内藤久士（運動生理学研究室）、形本静夫（運動生理学研究室）、
関根紀子（スポーツ健康医科学研究所）、佐賀典生（スポーツ健康医科学研究所）、
小林裕幸（運動生理学研究室）

【目的】

近年、骨格筋内の α アクチニン（ACTN）3タンパク質の発現調節に関わるACTN3遺伝子とその一つとして注目されている。ACTNタンパク質には、ヒトにおいてはACTN2およびACTN3のアイソフォームが存在し、ACTN3遺伝子型はRR、RXそしてXXに分類される。ACTN3タンパク質は、速筋線維中にしか発現しないために、加齢に伴う速筋線維の選択的な萎縮や損失の程度が、ACTN3遺伝子の有無と関連している可能性を推察させる。骨格筋内のACTN3タンパク質の発現調節に関わるACTN3遺伝子が速筋線維中にしか発現していないことに着目し、(1)ACTN3遺伝子型と健康に関わる体力要素との関連、(2)ACTN3遺伝子型と高齢期の運動トレーニングに対する応答性との関わり、(3)筋の不使用および持久的運動によるACTN3タンパク質発現量の変化、を明らかとすることを目的とした。

【方法】

実験(1)：追跡可能な後期高齢者を含む高齢者22名を対象とし、ACTN3遺伝子型と歩行速度をはじめ、要介護度および日常生活の活動性を調査・解析し、ACTN3遺伝子型の違いによって高齢期の身体諸機能や活動性に何らかの傾向が見られるかどうかを検討した。遺伝子の判定には口腔細胞を採取し、TaqMan PCR Master Mixを用いた。

実験(2)：ACTN3の異なる遺伝子型（RR：17%、RX：46%、XX：37%）を持つ年齢74歳の高齢女性35名を対象に、スクワット、レッグエクステンション、レッグカール、ヒップフレクションの4種の運動で構成されたトレーニングを、10回1セット、週3セット以上、2ヶ月間、自宅において行い、そのトレーニング効果を遺伝子型別に検討した。遺伝子の判定には実験(1)と同様の方法を用いた。

実験(3)：実験動物を用いて、尾部懸垂および走運動に対する骨格筋のACTN3タンパク質の発現を組織化学的、生化学的分析に検出および定量した。

【結果】

実験(1)ACTN3遺伝子型と健康に関わる体力要素との関連性：10年前に開催された運動教室に参加したことのある高齢女性（現在の平均年齢88歳； $n=22$ ）を対象としてACTN3遺伝子型を分析したところ、RR型4名、RX型

9名、XX型9名の分布であった。彼女たちの10年前の歩行速度を調べたところ、普通歩行速度には違いが見られなかったが、最大歩行速度はRR型1.2 m/秒、RX型1.2 m/秒、XX型1.4 m/秒で、XX型の群が有意に速く歩くことができた。また、股関節の伸展力も有意にXX型群が高い値を示した（RR型0.86、RX型0.83、XX型1.09 Nm/kg）。これらの結果は、ACTN3遺伝子型の違いによって高齢期の身体諸機能や活動性に違いが存在する可能性を示唆するものであった。

実験(2)体力水準の低い中高齢者を対象にした運動トレーニングの効果：トレーニング教室の前後で、身長、体重、体脂肪率、握力、長座体前屈、上体起こし、開眼片足立ちを測定したところ、トレーニング前の形態および体力に、遺伝子多型による有意な差はみられなかったが、トレーニング前後での比較では、RX型においてのみ有意（ $p<0.05$ ）な改善がみられた。また、R配列を持つ被験者（RR+RX）は上体起こしおよび開眼片足立ちで有意な改善（ $p<0.05$ ）を示したが、XX型では違いは観察されなかった。以上の結果から、体力水準の低い高齢女性における筋力トレーニングへの応答性は、ACTN3遺伝子多型の影響を受ける可能性があることが示唆された。

実験(3)筋の不使用および持久的運動による骨格筋内ACTN3タンパク質発現量の変化：ACTN3タンパク質は、ラットの尾部懸垂による廃用性筋萎縮に伴う筋線維の速筋化に伴って発現量が増大することを明らかにした。また、一方、ACTN2タンパク質は、走トレーニングにとともなう筋線維の遅筋化傾向とともに発現量が増大するが、ACTN3タンパク質には変化が見られないことを明らかにした。さらに、加齢との関係からは骨格筋のACTN3タンパク質の発現は、速筋線維の割合に依存する一方で、ACTN2タンパク質の発現は、筋の酸化能力の改善と関連していることを明らかにした。

【結語】

ヒトを対象とした研究において今後さらに被験者数を増やし、ACTN3遺伝子の情報を生かした運動処方プログラム開発のための基礎的資料をさらに蓄積していく必要があるものと考えられた。

動脈硬化症の予防へ向けた研究～酸化傷害マーカーを中心として

○池田啓一¹, 高子真吾¹, 山倉文幸², 岩井秀明¹, 細見 修¹
¹健康学科, ²医療看護学部

我々は、生活習慣病のうち動脈硬化症に的を絞り、運動と栄養の面からの予防対策を目指すための基礎的、応用的な調査および研究を行ってきた。今回は、今までの結果を踏まえて対象を限定し研究を進めることにした。

〈研究1〉

対象者は、企業における中年男性の特定保健指導対象者を対象とし、無作為抽出により4群（①有酸素運動群、②レジスタンス運動群、③それらを組合せた群（組合せ群）、④非運動群）に分類した。運動群のトレーニング頻度および時間は、1日1時間程度、週3日以上、1ヶ月間（4週間）とした。運動強度は、ボルグスケールや、カルボネン法による目標心拍数を基準とし、全員に出来るだけ同じ運動負荷がかかるようにした上で、3つの運動群を比較検討した。運動指導期間開始前と終了後に採血し、血中のバイオマーカーを分析した。食生活については、普段と同じ生活リズムの中で、運動を行うことによる血中測定値の変化という観点から、食事に対する制限を加えず、普段と変わらない食事を摂るよう指示した。総コレステロール値については、全ての運動群について有意な変化が見られなかった。しかし、運動をしなかった場合には、全員の値が変

わらない、もしくは改悪されており、非運動群全体としても有意に改悪されていた。あるバイオマーカーについては、①有酸素運動群、②レジスタンス運動群、③それらを組合せた群（組合せ群）において、1ヶ月後には、個人々での値について全ての被験者において改善が見られた。運動には、運動種別によらず、血中コレステロールの上昇を抑制する効果があること、また、ある種のバイオマーカーに対しては、改善効果があることがわかった。

〈研究2〉

我々は、独自の酸化バイオマーカーとしての6-ニトロトリプトファンについて、運動時など種々の状況での変化についての検出を目指している。既に、独自に作成した抗体によるウェスタンブロット法での検出法を開発しており、培養細胞系での検出などを行い既に幾つか報告済みである。今回は、この方法を用いて、ヒト血清中における6-ニトロトリプトファンの検出を試みたところ、いくつかのタンパク質中に6-ニトロトリプトファンが存在することがわかった。現在、他の分析法と組み合わせて精査している段階である。

地域と学校が連携した福祉教育カリキュラムの構築に関する研究

○牛尾直行（健康学科・准教授），松山 毅（健康学科，准教授）

【目的】

本研究の前段階として，2007/08年度に「地域と学校における福祉教育プログラムの開発研究」を学内共同研究として実施した。その結果，学校と社会福祉協議会などの社会資源の連携が困難な状況にあること，小・中・高が連携した福祉教育のカリキュラム（学校教育課程に位置づいたもの）が必要とされていることなどが明らかとなった。そこで本研究は，主に千葉県内の小中学校及び社会福祉協議会などの地域の社会資源と連携をしながら，学校と地域が一体となって福祉教育に取り組める福祉教育カリキュラム及びプログラムの開発を行うことを目的とした。

【方法】

1. 小・中・高での実践に基づく研究

すでに実施されている福祉教育プログラムに学びながら，前学内共同研究を進める過程で地域の福祉教育実践校や社会福祉協議会・福祉ボランティアなどと相当程度の人的協力体制が構築できていたので，それを最大限に活用し，実際に福祉教育の実践を行うことで，カリキュラムを作成していった。

2. PDCA サイクルを2年計画で繰り返す

学校教育課程の中の具体的なカリキュラムは，計画に基づき，実際に授業を行い，それを振り返り評価して，改善していくことでカリキュラムとしての完成度を高める必要がある。本研究でもそのサイクルを2年計画で繰り返すことにより，より実践的な福祉教育カリキュラム構築を目指した。

【結果】

1. 2009年度の成果

ア. 千葉県内市町村社会福祉協議会への福祉教育推進状況に関する調査に基づき，地域を基盤として福祉教育を行

うための課題を整理し，日本福祉教育・ボランティア学習学会で報告した。

イ. 千葉県内で福祉教育パッケージ指定方式を行っている地区にヒアリングを行なうにあたり，試行的にI市T地区社会福祉協議会でヒアリングを実施した。

ウ. 東京都立A高等学校において，1年間を通じて福祉体験活動プログラムの実際を参与観察するとともに，データをとり，それを同高校研究紀要にまとめた。

2. 2010年度の成果

ア. 福祉教育パッケージ指定終了地区社会福祉協議会（O町，S市Y地区，M市M地区）の事務局員へのヒアリング調査を実施した。i）社協の意識面では「教育」としてではなく地域福祉事業の一環として関わるという認識が強いこと，ii）福祉教育パッケージの対象地区では福祉教育推進協議会が年間2/3回の会議を開催しているが，十分に課題や教育目標などを共有してカリキュラムを検討するには至らなかったことなどが明らかとなった。

イ. 千葉県福祉教育推進員養成研修会へ上記の結果を反映させ，福祉教育プログラムを作成するワークショップにおいて，学校と社協が一緒に互いの状況を理解しながら共有できる課題やプログラムの検討を行なうシミュレーションを行ない，福祉教育プログラムを作成することができた。

【今後の課題】

本研究により，福祉教育カリキュラムの策定・実施の際の，各学校の連携，社協・地域との連携，学校教育課程への組み込みなどの課題とその解決策の糸口が明らかとなったので，実際に一つの地域や学校において，上記の研究結果に基づいた福祉教育プログラムを実施し，その検証を行なうことが課題である。

大学剣道部員の聴力検査の追跡調査 —他の運動部員の聴力検査結果との比較—

○中村 充 (スポーツ健康科学研究科)
藤本由紀子 (医学部 耳鼻咽喉科学講座)
伊藤 伸 (医学部 耳鼻咽喉科学講座)

【目的】

一般的に健常者が聴力障害を引き起こす要因としては、加齢、騒音、衝撃、疾病などが挙げられる。しかし、剣道などのスポーツ活動によっても聴覚障害が引き起こされる報告がされている。そこで今回、習慣的な剣道をはじめとした競技スポーツの実践が聴力に及ぼす影響について、大学生を対象とした実態調査と追跡調査から検討を行った。

【対象および方法】

男子大学生237名(剣道部員117名、柔道部員26名、陸上競技部員51名、サッカー部員43名)を対象とし、純音聴力検査を行った。また剣道部員13名を対象に、純音聴力検査と耳音響放射検査を用いて2年間にわたり追跡調査を行った。

【結果】

1. 聴力障害率の比較

剣道部(n=117)と他運動部(n=120)の左、右、左右を対象に、剣道部と他運動部の障害率の差をFisherの正確検定で検定した。

左($p<0.001$)右($p<0.001$)、左右($p<0.001$)ともに剣道部の聴力障害率が有意に高かった。

2. 聴力障害と背景因子との関係

剣道部を対象に、左、右、左右の障害有無別に、年齢、身長、剣道歴、開始年齢、稽古時間、段位との関係をt検

定で検定した。左と左右の障害有無間の稽古時間に有意差が認められた。稽古時間は障害有の群が有意に長かった(左: $p<0.03$, 左右: $p<0.01$)。

3. 周波数と聴力障害との関係

剣道部で聴力障害のある人(左:18, 右:16)を対象に各周波数(250~8000 Hz)の障害率を集計した。つぎに回帰分析にて障害率に周波数の1~3次式を当てはめた。

左は2次式あてはまりが高く、周波数4000 Hz近辺の障害率が最大であることが推測された。しかし、回帰式は有意でなかった($p=0.157$)。

右は3次式のあてはまりが高く、周波数3000 Hz近辺の障害率が最大であることが推測された。しかし、回帰式は有意でなかった($p=0.129$)。

統計的有意性検定の有意水準は5%とした。統計解析はSPSS ver18.0で実施した。

【結論】

純音聴力検査では、長期の剣道実践による騒音と衝撃が周波数域1000 Hzから4000 Hzを中心として聴力に影響を及ぼしていると考えられた。しかし空間的余裕や環境整備により、騒音の影響を軽減できる可能性が示唆された。また耳音響放射検査は、聴力変化の早期評価の指標となりうることを推察された。

シューズにおける衝撃緩衝材の挿入が歩行時の衝撃力に及ぼす影響

○小山桂史, 渡辺圭佑, 柳谷登志雄

【背景】歩行の接地に伴う地面反力は歩行速度によって最大で、自重の2倍から3倍生じることがある。このような地面反力が反復されることによって、足部や下肢関節に傷害の伴う危険性が高くなることが知られている (McBryde, 1985; Taunton et al., 2002; Folman et al., 2004)。

歩行の接地に伴う衝撃力を軽減させる試みとして、衝撃緩衝材を踵部に挿入したシューズが作られている。しかしながら、シューズの踵部に衝撃緩衝材を挿入することが歩行の接地に伴う衝撃力を軽減させるか否かについてはわからない。なぜなら足関節が内外旋もしくは内外反動作も生じながら接地するため、衝撃緩衝材を挿入した部分に地面反力が必ずしも作用するとは限らない。そこで本研究では、シューズに挿入した衝撃緩衝材が歩行時の衝撃力に及ぼす影響について検討すると同時に、衝撃緩衝材の面積が衝撃力に及ぼす影響についても検討した。

【方法】本研究には健常な成人男性6名(年齢; 23.1 ± 1.6 歳, 身長; 1.71 ± 0.02 m, 体重; 70.7 ± 9.1 kg)が参加した。被験者は3種類のシューズをそれぞれ着用して、直線12 mの歩行路を1.0 m/s (低速度), 1.5 m/s (中速度), 2.0 m/s (高速度)で歩行した。それらのシューズは衝撃緩衝材 (SORBO®) を挿入していないシューズ (SRB0) と、8 cm², 42 cm² のSORBO®を踵部に挿入したシューズ (それぞれSRB8, SRB42, 図1) であった。歩行路の6 mから7.8 mにはフォースプレートが埋設されており、フォースプレート上に右足が接地するように指示をした。規定速度の範囲内で歩行したか否かを確認するために光学式速度計測装置を用いて確認した。

被験者の歩行動作を右矢上面からビデオカメラで撮影し、その映像からピッチおよびストライドを算出した。また歩行時の鉛直方向の地面反力を計測し、その最大値

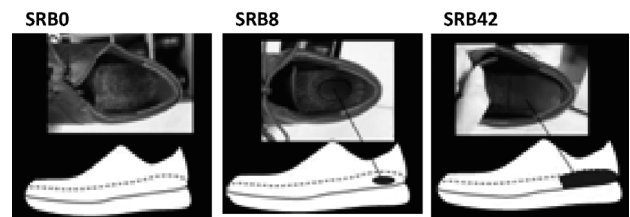


図1 本研究で使用したシューズ

(FZmax) を算出した。さらにシューズ内に足圧センサを挿入して足圧と接地面積を計測し、足圧と接地面積の積によって足底屈力を算出した。足部を前足部、中足部、後足部に分けて、後足部の足底屈力の最大値 (PFmax) を算出した。本研究では、FZmax と PFmax を衝撃力の指標とした。

【結果および考察】いずれの歩行速度においても、ピッチおよびストライド長はシューズ間に有意な差は見られなかったことから、いずれのシューズを着用した時も歩調は同じであったことが考えられる。またFZmaxは、いずれの速度においてもシューズ間に有意な差が見られなかった。一方、PFmaxは、中速度および高速度ではSRB42で歩行した時(中速度; 602.7 ± 121.9 N, 高速度; 696.3 ± 94.0 N)はSRB0(中速度; 500.9 ± 81.9 N, 高速度; 589.9 ± 83.9 N)で歩行した時と比較して、約15%有意に低値を示した ($p < 0.05$)。これらの結果から、衝撃緩衝材を挿入しただけでは地面反力および足底屈力は軽減されないが、挿入した衝撃緩衝材の面積を拡大することによって足底屈力は軽減されることが示唆された。

【結論】シューズに挿入する衝撃緩衝材の面積によっては、歩行の接地に伴う足底屈力が軽減させることが可能であることが明らかとなった。

ニコチンパッチ貼付によるニコチンが持久的運動中の呼吸循環器応答に及ぼす影響

○中瀉 崇¹, 澤田 亨², 深尾宏祐³¹スポーツ健康科学研究科・博士後期課程, ²スポーツ健康科学部・客員准教授,
³医学部循環器内科・非常勤助教

【背景】

我が国の生活習慣病の予防・対策は「運動・食事・禁煙」の3つに焦点をあてて取り組まれているが、この中の禁煙対策はニコチンパッチなどの禁煙補助剤を使用した禁煙支援が一般化しつつあり、一定の成果が得られている。しかし、禁煙時にはエネルギー摂取量の増大などによる体重の増加がこれまでに報告されている (Carney RM et al, 1984)。したがって、「運動・食事・禁煙」を単独で指導するだけでなく、それらを組み合わせた取り組みなど、内容の充実が求められる。しかし、ニコチンパッチなどの禁煙補助剤を用いた運動時の呼吸循環器応答に関するエビデンスはほとんど得られていない。

【目的】

本研究は、禁煙補助剤として使用されているニコチンパッチの貼付が持久的運動中の呼吸循環器応答およびエネルギー代謝に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

23-29歳の成人男性7名(非喫煙者)を対象に、ニコチンパッチ無しのコントロール条件とニコチンパッチ(ニコチン35mg含有, Novartis社)を貼付するニコチン条件の2条件において、最大下強度の自転車運動を実施し、酸素摂取量、心拍数、血中乳酸濃度、主観的運動強度を測定した。(負荷:体重の5%kp, ペダル頻度:60rpm, 時間:20分)。ニコチンパッチは測定開始10時間前に左胸に貼付し、研究デザインはランダムクロスオーバー試験とした。なお測定開始直後は、呼吸循環器応答が定常状態に達していないため、開始5分間のデータは除外した。統計処理はSPSSを用いて二元配置分散分析(条件, 時間)を行い、統計的有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

対象者7名はニコチンパッチ貼付による身体の不調を訴えることなく20分間の運動を終了した。

運動中の酸素摂取量、呼吸交換比、心拍数、血中乳酸濃度は両条件間に有意な差は認められなかった。統計学的に有意ではないが、心拍数はニコチンパッチ貼付運動中すべての時間においてニコチン条件が平均すると3~4拍/分高く、運動終了後の回復期もニコチン条件が高い値であった。またエネルギー代謝の指標となる呼吸交換比、血中乳酸濃度は運動中すべての時間においてニコチン条件がコントロール条件よりも低く、ニコチン条件における運動中の呼吸交換比はコントロール条件と比較して対象者7名中6名が低かった(0.95 vs 0.91)。

【考察】

本研究はニコチンパッチ貼付の持久的運動中の呼吸循環器応答に及ぼす影響を検討し、運動中の酸素摂取量、血中乳酸濃度はニコチンパッチによる影響は見られなかった。ニコチンによるカテコールアミンの分泌促進、交感神経活動の興奮が心拍数や血圧を増加させるという先行研究の結果と一致しなかった。その要因として、本研究で用いた体重の5%kp負荷は、年齢から予測する最高心拍数(220-年齢)の約75%、乳酸濃度が5mmol/L以上と比較的運動強度が高かったことが考えられる。運動強度によるカテコールアミン分泌や交感神経活動の興奮が、ニコチンの影響よりも大きかった可能性が考えられる。

しかし、ニコチンパッチ貼付により運動中の呼吸交換比、血中乳酸値が低かったことは脂質代謝の亢進を示唆する結果であった。本研究は1つの運動強度のみであり、ニコチンパッチがそれらに及ぼす影響は運動強度に依存する可能性が考えられるため、今後は低強度から中等度までの運動強度を用いた研究を行うことが必要であろう。

【結論】

ニコチンパッチが持久的運動中の呼吸循環器応答およびエネルギー代謝に及ぼす影響は見られないが、運動中の脂質代謝が亢進する可能性が示唆された。

筋機能と有酸素能を同時改善するトレーニングプログラムの開発

○尾崎隼朗, 大西 朋, 小林裕幸, 吉原利典

【背景】

加齢に伴う骨格筋量の低下は骨粗鬆症やインスリン抵抗性などの発症リスクを高め、有酸素能の低下は心臓血管系の疾病リスクを上昇させる。そのためレジスタンストレーニングによる筋サイズの増加と、持久性トレーニングによる有酸素能の改善が推奨されている。しかし、筋肥大をもたらすためには、通常、高強度でのレジスタンストレーニングが必要であることから、こうしたトレーニングは若年者のように中高齢者の誰もが実施できるわけではない。これに対し、近年、軽負荷の運動でも、筋の発揮張力を維持しながら実施すると、筋内圧の上昇によって活動筋への血流が制限されることで、筋肥大を引き起こすことが可能であることが示されている。また一般にレジスタンス運動では持久性運動に比べ代謝的な要求は低いために、レジスタンストレーニングによって有酸素能の向上を期待することはできないが、これらを組み合わせたコンバインドトレーニングは筋量の増加とともに有酸素能の向上にも効果的であることが示されている。しかし、こうしたコンバインドトレーニングにおいて、持久性運動の強度の違いがレジスタンス運動による筋サイズ・筋力の増加に与える影響は明らかではない。そこで本研究では中高齢者を対象に、コンバインドトレーニングにおける持久性運動の強度の違いが筋肥大効果に及ぼす影響を検討した。

【方法】

50-69歳の中高齢女性12名を低強度運動群（6名、1.56 ± 0.03 m, 56.1 ± 3.9 kg）と高強度運動群（6名、1.52 ± 0.03 m, 52.2 ± 4.1 kg）に分け、レジスタンス運動と持久性運動を組み合わせたコンバインドトレーニングを約30分/日、3日/週、8週間実施した。チューブ及び自体重負荷を用いたレジスタンス運動は9種目を各10回、2セットずつ実施した。チューブ負荷を用いた種目では、強度を17-22 RMに設定した。持久性運動には歩行運動を用いて、低強度運動群では55% $\dot{V}O_2$ max、高強度運動群では75% $\dot{V}O_2$

maxの強度でレジスタンス運動と交互に実施した。両群でのエネルギー消費量を一致させるために、低強度運動群では40秒間、高強度運動群では30秒間の歩行運動を実施した。8週間のトレーニングの前後で、超音波Bモード法により筋厚を、BIODEX System 3を用いて等尺性及び等速性最大筋力を評価した。またトレッドミルによる最大運動負荷テストによって最大酸素摂取量を測定した。

【結果】

トレーニング前後で、年齢、身長、体重、BMI（Body Mass Index）に、両群ともに有意な変化は認められなかった。8週間のトレーニング後、筋厚は、上腕部前面において、両群で有意（ $p < 0.05$ ）な増加がみられたものの、大腿部前面（低強度運動群；Pre: 40 mm, Post: 44 mm、高強度運動群；Pre: 43 mm, Post: 44 mm）、および腹部（低強度運動群；Pre: 8 mm, Post: 10 mm、高強度運動群；Pre: 8 mm, Post: 9 mm）ともに、低強度運動群でのみ有意（ $p < 0.05$ ）な増加が確認された。等速性肘屈曲筋力には両群で変化がみられなかったが、等尺性膝伸展筋力（ $p < 0.01$ ）、等速性膝伸展筋力（30°/sec, 90°/sec; $p < 0.05$ ）及び等速性肘伸展筋力（30°/sec; $p < 0.05$ ）は低強度運動群においてのみ有意に増加した。一方、最大酸素摂取量は両群において有意な改善は認められなかったが（低強度運動群；Pre: 26.9 ± 1.9 ml/kg/min, Post: 26.3 ± 2.0 ml/kg/min、高強度運動群；Pre: 26.9 ± 0.9 ml/kg/min, Post: 28.7 ± 1.3 ml/kg/min）、疲労困憊までの走行時間には両群で有意（ $p < 0.05$ ）な改善が確認された。

【結論】

中高齢者を対象として、軽負荷のレジスタンス運動と低強度な歩行運動を組み合わせたコンバインドトレーニングでは、筋サイズ及び筋力の改善が認められるが、高強度な歩行運動を組み合わせるとその改善効果は抑制される可能性が示唆された。

レジスタンス運動中の温熱負荷が骨格筋における Akt/mTOR シグナル伝達を促進するか

○柿木 亮 (スポーツ健康科学研究科, 博士後期課程)
岡本隆史 (スポーツ健康科学部, 協力研究員)
佐賀典生 (スポーツ健康医科学研究所, 博士研究員)

【背景・目的】レジスタンス運動は、筋の収縮によるメカニカルストレスのみならず、ホルモン応答や筋 pH 低下など生体内に様々な変化をもたらす。これらが細胞内への刺激となり Akt/mTOR シグナル伝達経路の活性化を介して mRNA 翻訳開始やタンパク質合成が促進され、筋タンパク質量の増大、すなわち肥大につながる事が明らかにされてきている。ところで、温熱負荷は、骨格筋のタンパク質合成を促進する刺激となることが示されつつある。

Goto ら (2003) は、骨格筋の培養細胞において、機械的収縮と温熱負荷を組み合わせたところ、有意に筋タンパク質量の増大をもたらすことを示した。このことから、レジスタンス運動と温熱負荷を組み合わせることは、収縮刺激のみによってもたらされる Akt/mTOR シグナル伝達経路の活性化をより増加させ、タンパク質合成を促進させる可能性が予想される。そこで、本研究の目的は、温熱負荷が、ヒト骨格筋においてレジスタンス運動による Akt/mTOR シグナル伝達経路の活性化を促進するのか否かを明らかにすることであった。

【方法】健康な成人男性 8 名を被験者とした。各被験者は、以下の 2 条件を被験者毎に無作為に日にちを変えて行った；コントロール条件 (膝伸展運動実施) および温熱負荷条件 (温熱負荷中に膝伸展運動実施)。両条件とも、被験者は片脚の膝伸展運動 (角速度；30 度/秒) を 6 回×4 セット行った。温熱負荷条件において温熱負荷はマイクロ波を外側広筋に対して照射することでを行い、運動前から運動終了まで合計 30 分間温熱を負荷した。両条件において運動前、直後および 1 時間後に、筋生検法により被験者の外側広筋から筋を摘出した。筋サンプルは、Akt/mTOR シグナル伝達経路に関与するタンパク質 (Akt, mTOR, S6K1, S6, 4E-BP1) を電気泳動法およびウェスタンブロット法を用いて分析した。

【結果】コントロール条件において、レジスタンス運動は、運動 1 時間後に S6K1 および S6 リン酸化の有意な増加をもたらした。また、4E-BP1 リン酸化は、運動直後か

ら 1 時間後にわたって有意に減少したままであった。一方、温熱負荷条件においては、運動直後から 1 時間後にわたって S6K1 リン酸化が有意に増加していた。また、Akt, mTOR および S6 リン酸化は運動 1 時間後で有意に増加し、その増加はコントロール条件と比較しても有意に高いものであった。さらに、運動後に減少していた 4E-BP1 リン酸化が温熱負荷を組み合わせると運動 1 時間後で回復していた。

【考察】本研究において、レジスタンス運動のみで、骨格筋の S6K1 および S6 リン酸化を有意に増加させたことから、mRNA の翻訳を介してタンパク質合成が高まっている状態であることが十分に考えられる。一方、レジスタンス運動中に温熱を負荷することによって、レジスタンス運動のみでは観察されなかった Akt や mTOR リン酸化の有意な増加が生じた。また、温熱負荷は、S6K1 リン酸化の早期の増加、S6 リン酸化の増強、4E-BP1 リン酸化の減少の抑制をもたらした。S6K1, S6 および 4E-BP1 リン酸化の増加の程度は、筋タンパク質合成の程度と関連があることが先行研究において示されていることから、温熱負荷はレジスタンス運動の効果を高める刺激となっていることが考えられる。さらに、興味深いことに、一過性のレジスタンス運動による S6K1 や S6 リン酸化の急性増加は、長期的なトレーニング後の筋肥大と関連していることが動物やヒトを対象とした研究において報告されている。したがって、本研究においてレジスタンス運動中の温熱負荷は、Akt, mTOR, S6K1 や S6 リン酸化の付加的な増加をもたらしたため、レジスタンス運動のみよりも筋タンパク質合成を高めていることが十分に考えられ、長期的なトレーニングを行った場合には筋サイズの増加に対してより効果的である可能性が推察される。

【結論】温熱負荷は、ヒト骨格筋においてレジスタンス運動による Akt/mTOR シグナル伝達経路の活性化を促進する。

下肢スティフネスとアクチニン3遺伝子の関連性に関する研究

○渡辺圭佑 (スポーツ健康科学研究科, 博士後期課程)
 関根紀子 (スポーツ健康医科学研究所, 博士研究員)
 柳谷登志雄 (スポーツ健康科学部・准教授)

【緒言】跳躍運動におけるバネ能力を spring-mass モデルを用いて定量し, 下肢スティフネスとして評価する手法がある (Fareley et al. 1999). 下肢スティフネスは跳躍高や跳躍時の発揮パワーに影響を及ぼすことや (Arampatzis et al. 2001), 種目特性によって異なることが明らかにされている (Hobara et al. 2008). ところで, スポーツの種目特性は遺伝的要因と強く関連することが明らかにされている. 例えば, 種目特性と密接に関わる筋線維組成は, 遺伝的な要因の影響を強く受けることが明らかにされてきた. また最近では, 骨格筋の力学的特性を決定づける構造タンパク質に関わる遺伝子として α アクチニン (alpha-actinin: ACTN) 3 遺伝子が速筋線維にのみ発現することから, パワー系の種目特性との関わりが注目されている (Yang et al. 2003). したがって, 種目特性によって異なる下肢スティフネスは, ACTN3 遺伝子と関連性を持つことが予想されるが, それらの関係についてはこれまで明らかにされてはいない. そこで本研究では, 下肢スティフネスと ACTN3 遺伝子の関連性を明らかにすることを目的とする.

【方法】陸上競技パワー系種目を専門とする男子学生68名を対象とした. 被験者は1.5, 2.0, 2.5, 3.0および3.5 Hz のホッピングをフォースプレート上で各15回ずつ行った. その際, フォースプレートを用いてホッピング中の鉛直方向の地面反力を記録した (1000 Hz). 得られたデータから, ホッピング周波数, 接地時間, 滞空時間および地面反力の最大値を求めた. 下肢スティフネス (Kleg) は地面反力の最大値と重心変位から算出した. なお, 重心変位は接地中の鉛直方向の地面反力から身体重心の加速度を算出し, 二回積分することで推定した (Farley et al., 1999). 本研究で示す Kleg の値は, 15回の跳躍のうち6回目以降の安定した跳躍5回の平均値とした. また DNA を血液から抽出し, リアルタイム PCR 法にて ACTN3 R577X 遺伝子型を決定した.

【結果および考察】全ての被験者68名について, ACTN3 遺伝子型の頻度を調べた. その結果, ACTN3 XX 型,

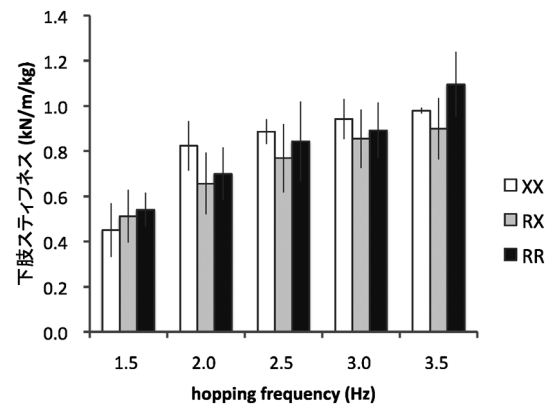


図1 ACTN3 遺伝子型における下肢スティフネスの比較

RX 型および RR 型の割合は, それぞれ19.1%, 55.9%および25.0%であった. 先行研究では, ACTN3 遺伝子の RR および RX 型を有する競技者は, スプリント・パワー系パフォーマンスに優れることが明らかにされている (Yang et al. 2003, Niemie and Jajamaa 2005). しかしながら, 本研究の結果では ACTN3 遺伝子型頻度は一般人と同様の傾向を示した. このことは, 先行研究とは異なる結果である.

また, 跳躍種目を専門とする競技者において, ACTN3 遺伝子型によって下肢スティフネスを比較した. その結果, いずれの hopping frequency における下肢スティフネスには ACTN3 遺伝子型間に相違がみられなかった (図1). さらに, 遺伝子型を XX と RX+RR と分類し, 下肢スティフネスを比較した. その結果, 両群間に相違がみられなかった.

スポーツ遺伝子は ACTN3 以外にも多く存在することがわかっている. また, 遺伝子型で一つの能力を説明することは難しく, 必ずしも一流の競技者の才能を保証するわけではない. しかしながら, 各スポーツ遺伝子と身体パフォーマンスの関するデータを積み重ねることで, タレント発掘やより適したトレーニング内容を検討する上で, 客観的マーカーになるかもしれない.

大学生における社会的認知能力と集団適応に関する認知・神経心理学的研究

○川田裕次郎（精神保健学研究室・博士後期課程）
 広沢正孝（精神保健学研究室・教授）
 桐野衛二（順天堂静岡病院・先任准教授）
 田中純夫（教育心理学研究室・先任准教授）
 渋谷智久（東洋学園大学・准教授）
 飯嶋正博（心身障害者心理学研究室・先任准教授）

【はじめに】

社会的認知能力の一つ「マインド・リーディング(MR: 他者の心の状態を適切に読みとる能力)」は、集団への適応に重要な役割を果たしていると考えられている。しかしながら、この点に関する認知・神経心理学的な検討は十分に行われていない。そこで本研究は、第1に、MRと対人ストレスイベントの頻度(集団適応)との関連性を検証すること(研究Ⅰ)、第2に、MRに関連する脳賦活部位を明らかにすること(研究Ⅱ)、第3に、社会性の発達に関連する「Empathizing指数(EQ)」「Systemizing指数(SQ)」が、MR時の脳活動に及ぼす影響について検討することを目的とした(研究Ⅲ)。

【方法】

研究Ⅰ: 大学生166名を対象に質問紙調査実施した。質問紙は、①日本語版 Reading Mind in the Eyes Test (RME: Kawata et al. 2010)、②対人ストレスイベント尺度 (Interpersonal Stress Event Scale: ISE) (橋本, 1997) を使用。

研究Ⅱ・Ⅲ: 大学生20名(男性10名, 女性10名)を対象に日本語版 RME を実施中の脳の賦活量を fMRI にて測定した。ABA ブロックデザイン (A 課題: 感情を予測する課題, B 課題: 性別・年齢を予測する課題) を採用した。

また、EQ, SQ の質問紙を実施した。

【結果】

研究Ⅰ: RME と IES の相関分析の結果、男性において RME と ISE の下位尺度である「対人劣等 ($r = -.39, p < .05$)」、及び「合計得点 ($r = -.22, p < .05$)」に有意な負の相関が示された。

研究Ⅱ: A 課題中及び B 課題中の脳賦活量において 5% 水準で有意差が認められる脳部位を判定した結果、「右上後頭回」に有意差が認められた。

研究Ⅲ: EQ 得点と SQ 得点との相関を示す脳部位を判定した結果、EQ と「右中前頭回」「右山頂」「右上側頭回」の賦活量が有意な相関を示した。

【結論】

- ① 男性では、マインド・リーディングが対人ストレスイベントと関連する。
- ② 「右上後頭回」がマインド・リーディングに関連している可能性がある。
- ③ EQ の高い者は、マインド・リーディング時に「右中前頭回」「右山頂」「右上側頭回」を特徴的に使用している。

学生柔道指導における積極的な練習環境変化の効果を探る

○菅波盛雄, 廣瀬伸良, 中村 充

1. 目的

柔道の試合は、トーナメント方式であり敗退しても敗者復活戦があり、さらに同一スコアで終了した場合ゴールデンスコア（延長戦）方式が採用されている。つまり、一本勝ち以外は高強度の運動を繰り返し行うために、筋持久力や全身持久力の向上が必要不可欠である。

対人競技である柔道において、日常の限られた練習環境の中では競技者間の力関係が既知であり、乱取練習では上位者の練習負荷が下位者よりも軽くなる傾向にある。さらに、常に同じ環境下では練習中の“ペース配分”が自然と身に付いてしまう事が懸念される。そのために、試合での予測不能な展開や常に全力でのパフォーマンスが要求される状況下において、必要とされる能力を養う事が困難であると考えられる。このような傾向は、長年競技を続けてきた熟練者の多くが認めるところである。

本研究では、大学生男子柔道競技者の持久能力に関する知見を得るために乱取練習時や試合時の血中乳酸濃度を測定する。さらに合宿や合同練習における「練習環境変化の持久能力への影響」も検討する。

2. 研究方法

- (1) 学内通常練習：被験者はJ大柔道部員計7名、階級は66 kg級2名、73 kg級81 kg級90 kg級が各1名100 kg級2名、なお、測定は練習前、2, 6, 9本目の終了後の計4回とした。
- (2) 学外合同練習：B大学での測定は、(1)の被験者7名とし測定回数は、2, 4, 6, 8本目とした。
- (3) 学内・学外練習試合：試合練習は(2)の学外合同練習の際の午後実施し、被験者は同一の7名とした。同様に、本学部員同士の試合および本学に稽古および試合のため

に訪れたH大学との試合時の乳酸値の測定を行った。測定は、乱取終了後および試合終了後すぐに耳朶から採血してラクトースカウトにて血中乳酸濃度の測定を行った。なお、検定に際しては練習前または試合前の値を用いた。

3. 結果および考察

試合での値は、普段の練習で見られない高値な結果が得られた。この結果は、試合で求められる値に普段から対応しなければならないことを示すものである。

また、学内通常練習とB大学での合同練習時の血中乳酸濃度は、明らかにB大学での合同練習時の方が高く片側検定1%水準で有意差が認められた。同様に、学外合同練習時と学外での試合練習の比較を試みた結果、練習時よりも試合時の方が高い値を示しており、両側検定5%水準で有意差が確認された。また、学内での試合とH大学との試合の比較を試みた。どちらも同一階級、実力がほぼ等しいものとした。その結果、他大学との対戦の方が学内での試合練習よりも高い値であり、片側検定1%水準で有意差が確認された。

以上のように、①公式試合での運動の激しさは、高値な血中乳酸値として裏付けされた。そして、血中乳酸値を指標として考えた場合、②通常の練習場所を離れ、多様な練習相手と異なる環境を与えることで、たとえ各選手が最大努力での練習を心掛けたとしても、より強度の高い練習が可能であることが示唆された。それは、慣れない相手の予測できない攻撃や防御、戦術や戦法への対応が困難であることを意味するとともに、学外合宿のような環境を変えた練習の実施が、多様な相手への対戦経験だけでなく、運動強度にも効果が期待できることを示している。

こころと体の健康「遺伝子情報を利用したスポーツ科学の総合的研究」

○柳谷登志雄 (バイオメカニクス研究室・前任准教授), 内藤久士 (運動生理学研究室・教授)
青木和浩 (体カトレーニング研究室・前任准教授), 仲村 明 (陸上競技研究室・准教授)
原田睦巳 (体操競技研究室・准教授)

1) はじめに

スポーツ競技のパフォーマンスや運動能力に関係することが予想される遺伝子への関心が高まるなか、ここ数年、筋力や筋パワーの発揮と関係があるとされる骨格筋内の α アクチニン3 (ACTN3) タンパク質の発現調節を行うACTN3に注目が集まっている。

α アクチニンは、ヒトの骨格筋において筋節を仕切るZ膜の主要な構成成分であり、筋出力やパワー発揮に影響する遺伝子であると言われている。ACTN3はRアレルとXアレルの組み合わせによるRR型、RX型およびXX型に分類されるが、XX型ではACTN3タンパク質を作り出すことが出来ず、ACTN2がその代わりを果たすということになる。ACTN2タンパク質が速筋線維および遅筋線維の双方に発現するのに対して、ACTN3タンパク質は速筋線維にしか発現しないという特徴をもっている。

これまでのACTN3に関連した研究により、速筋線維におけるACTN3タンパク質の存在が特にスプリント・パワー系の競技種目において成功を収めることに強く関わっている可能性があることが報告されている。そこで、本研

究では特にACTN3遺伝子型に着目して、スポーツに関する様々な観点から検討をおこなった。

2) 検討内容

【研究1】

本学陸上競技部、体操競技部、バレー部、スカッシュ部に所属する男子学生および卒業生(計78名)についてACTN3遺伝子型の検査を実施し、ACTN遺伝子型と競技種目および競技成績との関係から検討を行った。

【研究2】

韓国体育大学校陸上競技部、水泳部、レスリング部、バドミントン部に所属する学生134名について、ACTN3遺伝子型の検査を実施した。さらに、跳躍力および下肢スティフネス(鉛直スティフネスおよび脚スティフネス)を測定し、ACTN3遺伝子型との関係について検討した。

【研究3】

韓国人小学生120名を対象として、ACTN3遺伝子型の検査および50メートル走テストを実施し、ACTN3遺伝子型と子どもの短距離疾走能力との関係について検討した。

青少年スポーツ政策のアジア4カ国比較研究

○野川春夫, 高橋季絵, 渡辺泰弘, 舟木泰世

1. 研究の背景

近年, 青少年のスポーツ実施に関する政策・施策が世界各国において注目されている。青少年のスポーツが政策として明示されることで, スポーツを通じた国力のアピールが実現するとともに, 将来, 国を支えるであろう青少年の人間形成に寄与する可能性があることが報告されている。日本では, スポーツ立国ニッポンを目指すべく議論が日々おこなわれている。韓国やシンガポール, マレーシアを始めとした東, 東南アジア諸国では, 国の支援のもと, 独自のスポーツ政策による競技力の向上や, 青少年のスポーツ参加といった政策を打ち出すことで, スポーツの意義を見出している。しかしながら, スポーツ政策に関する研究は日本を含めアジア諸国においてもまだ蓄積が少なく, 国内外の政策動向を捉え, 国際比較研究する意義は大きいといえる。本研究では, アジア4カ国における青少年スポーツに関する政策動向の調査と, 体育系大学やスポーツスクールにおけるスポーツによる青少年教育と選手育成システムの実施に関する調査を実施し, 比較研究を行うことを目的とし, 今後の日本の青少年スポーツに関する政策・施策の方向性の提案を試みることにした。

2. 研究方法

アジア4カ国(シンガポール・中国(北京)・韓国・日本)の掲げる青少年スポーツ政策に関して, 文献や資料の収集およびインターネットによる情報収集をしたうえで, シンガポールおよび韓国の体育・スポーツ系大学やスポーツスクールを対象に現地視察およびインタビュー調査を実施した。

- 調査対象: シンガポール及び韓国における青少年スポーツ政策の実施機関, 担当者
- 調査方法: 調査対象者への半構造化面接
- 調査期間: 2011年1月(シンガポール)
2012年2月(韓国)

3. 結果・考察

シンガポール: シンガポールにおいて“スポーツは国民生活に欠かせない重要なものであり, 「国民全体のスポーツへの積極的な関与」, 「国際大会における選手の活躍」, 「シンガポール国内のスポーツ産業振興」をミッションとして掲げている。具体的には, 国民のスポーツ文化浸透に向けた情報発信を行う「Let's Play」, 学校のクラブ活動の推進を主な目的とした「Sports Education Programme (SEP)」, 年齢に応じた段階的なスポーツ技術習得を提供していく「Sports Development」といった, 国民および青少年を対象としたスポーツ振興プログラムが展開されている。

韓国: スポーツ活動の参加状況の改善, スポーツに親しみやすい教育環境の整備, 世界の中での韓国スポーツの位置づけ, エリートスポーツの国際競争力の強化, スポーツ行政システムの先進化, スポーツ産業の競争力の強化などの主要政策課題を提示し, 体育・スポーツ振興政策を推進している。トップアスリート育成に関しては, 韓国オリンピック委員会によって, 選手の才能を開発するシステムが存在している。学校体育に関しては, 教育科学技術部と文化体育観光部が学生等の体力の向上のために両部署の協力と業務で連携している。また, 韓国体育大学では, トップアスリートの競技生活終了後のキャリア開発・支援も試みられていた。

4. 結論

トップアスリート育成に関しては, 若年代からの一貫指導と強化が実施されている韓国の施策や, 一種目のみでなく, ジュニアの時期に他種目も経験できるような環境を整備しているシンガポール・スポーツスクールなどの特徴的な事例が明らかとなった。また, シンガポールでは, 国を挙げてのキャンペーンが明確に示されており, 国民の体力向上や青少年スポーツの振興の面において, 今後日本の政策・施策を考える上で参考となる点も多いと考える。

日本プロサッカー選手のセカンドキャリアに関する研究-10 years after-

○青葉幸洋, 野川春夫, 北村 薫, 吉村雅文, 水野基樹, 上代圭子

1. 研究の背景

サッカー界では、2005年頃よりJリーグの方針により、複数の新たなクラブが全国に創設された。そしてこれら新たに創設されたクラブは、選手としてはもちろんのこと、トップチームを始め下部組織などに多くの指導者のポジションができ、恰好のJリーグ解雇後の進路となった。また、近年は大学も元プロサッカー選手を監督やコーチとして受け入れている。このような状況により、元プロサッカー選手の進路はますます広がり、サッカーから離れずにいる。

また、日本では1990年代からアスリートのキャリアアトラクションに焦点を当てた研究は増加しているが、縦断的に行った実証研究は極めて少ない。

そこで、日本人元プロサッカー選手（以下、元選手）の10年間のキャリアパスを追うことによって、現在もサッカーに関係している元選手の動向を中心に、日本のプロサッカー選手のセカンドキャリアプロセスにどのような変化があったかを明らかにすると共に、新たに Role-Exit Model の修正モデルの構築することを目的として研究を行った。

2. 研究方法

本研究は追跡調査であるため、1999年に行われた上代と重野の調査が用いた Drahota & Eitzen の研究を援用しており、同様の研究方法と手順を用いている。

●調査対象：元選手24名

(1999年の上代と重野の研究と同一の被験者)

●サンプル抽出方法：有意抽出法

●調査方法：直接面接法（平均1時間程度）

●調査期間：2010年10月～2011年12月

●調査内容：セカンドキャリア以降のキャリアプロセス

●分析方法：質的内容分析

3. 結果・考察

1999年の調査当時、13名（約54%）がサッカーの指導職であった。また、フットサル場の経営者やクラブのGM、サッカーの解説者なども含めると18名（75%）がサッカービジネスに関係していた。2010年時点では、サッ

カーの指導職が10人（約42%）であることから、若干減少していた。だが、サッカービジネス関係者を含めると18名（75%）であることから、全体数としての増減はなく、10年前と変わらず、サッカービジネスから離れないことが明らかになった。また、サッカーの指導経験がある者は19名おり、ライセンスの取得時期については18名（95%）が引退後に取得していた。これは、先行研究と同様に現役時代が「今」に焦点を当てていたと考えられる。さらに指導職を獲得した後に、上級のライセンスを取得しており、理由としては「将来Jクラブなどで監督をするため」という回答をした者もいた。したがって、元選手は、現役中には引退後に対する準備を行わないが、指導者になった後には上級ライセンスを取得することが明らかになった。

最後に、Drahota & Eitzen の Role-Exit Model を基に、元選手のキャリアプロセスについて検討した。プロセスは2パターンあったが、Drahota & Eitzen とは異なったプロセスを繰り返す元選手が多かった。そして、ターニングポイント（Stage 3）を迎えるまでは資格を取るなどの準備もせず、次のキャリアを模索（Stage 2）を行わないという傾向があった。

4. 結論

総じて、プロサッカー選手は引退後、再度キャリアアトラクションを行った際にもサッカービジネスから離れず、将来に対する不安を抱かない傾向がみられ、次のキャリアへの準備はあまり行なわない。しかし、サッカー界に残るために必要な場合には準備を行うことがあるということが明らかになった。また、上記の特徴を踏まえて、モデルを構築した（図1参照）。

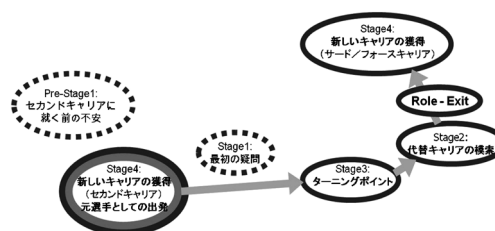


図1 日本人プロサッカー選手のキャリアプロセスモデル

機能カラー眼鏡の使用が視機能に及ぼす影響

○河村剛光, 村上茂樹, 青木和浩

【目的】

紫外線やまぶしさ等から眼を守るために、黒色系のサングラスを着用することが一般的である。しかし、競技種目によっては、視界が黒く暗くなることで、プレーに影響することも予想されるため、黒く視感透過率の低いレンズが全ての状況に対して適している訳ではない。また、最近では、様々な色・透過率の機能カラーレンズ（眼鏡）が開発販売されており、レンズの選択が難しい状況であるとも考えられる。

そこで本研究では、スポーツ場面も想定しながら、数種類の機能カラーレンズの使用が若年者および中年者の視機能にどのような影響を与えるか明らかにすることを目的とする。実験では、黒色系と、近年注目されている黄色系のレンズを使用することとした。黄色は、短波長側の可視光である青色光線をカットしつつ、人間の眼の感度が良好な波長550 nm 近辺の視感透過率が高いという特徴がある。

【方法】

被験者は、成人計44名で、若年者群としては、体育系大学に所属する学生24名（男性13名、女性11名：平均年齢 21.0 ± 1.2 歳）が参加し、中年者群としては、成人20名（男性16名、女性4名：平均年齢 57.9 ± 6.0 歳）が参加した。被験者には実験の内容を説明し、書面にて同意を得た上で、実験を実施した。

被験者は計5種類のレンズ（クリア、薄黄、濃黄、薄黒、濃黒色）をランダムな順序で使用し、各視機能の測定を行った。視機能の測定項目は、横方向動体視力、深視力、コントラスト感度、眼と手の協応、低コントラスト視力等であった。横方向動体視力は眼の前を水平に移動する視標を識別する能力の測定、深視力は距離感の測定、眼と手の協応は眼で見た視標に対して素早く正確に反応できるかどうかの測定である。コントラスト感度の測定では、1.5, 3, 6, 12, 18 cycle/degree のそれぞれの空間周波数にお

けるコントラスト感度を測定した。低コントラスト視力の測定では、測定条件を、薄暮、薄暮+グレア（まぶしい条件）、昼間、昼間+グレアとして、それぞれ、コントラスト100%・10%・5%の視標を用いた視力検査を行った。また、全測定終了後に、まぶしさ、色の変化、好みなどについて、主観的なアンケート調査を実施した。

【結果・考察】

横方向動体視力や深視力にはレンズの色による有意差は認められなかった。一方では、眼と手の協応においては、濃黒色レンズは、記録が低下する可能性が考えられた。視標に対して視線を向けて、追従視したり、距離を確認したりする場合には影響は小さいが、周辺視で視標を発見して正確に素早く反応する課題やその繰り返しにおいては、レンズの色が影響する可能性がある。

コントラスト関連の測定について、特に、中年者のデータにおいて、薄暮条件、薄暮+グレア条件のクリア・薄黄色は、濃黒色・濃黄色よりも有意に低コントラスト視力が高かった。薄暮などの条件下では、薄い色のレンズはクリアレンズと同様に使用できる可能性がある。

アンケート調査の結果からは、薄黒のレンズの評価が比較的高く、黄色系のレンズによって色が変わる・明るく感じることは慣れていないことが予想された。

現在も研究分析中であるが、視機能の測定結果、アンケート調査結果ともに、若年者と中年者で大きく傾向が異なるということはないと推察される。

生涯にわたりスポーツ活動を行う人々も多く、長い年月の光刺激による眼の傷害を防ぐためには、機能的なカラーレンズを使用することも大切である。また、競技パフォーマンスの観点からも、より良い視環境でプレーすることが重要となる。今後も、スポーツ活動を踏まえた機能カラーレンズの使用に関連する研究調査を行っていく必要がある。

自転車運動における運動強度の違いが脳酸素動態に及ぼす影響

○佐賀典生（スポーツ健康科学部・助手），河合祥雄（スポーツ健康科学部・教授）

【背景・目的】自転車運動はランニングやウォーキングに並ぶ代表的な有酸素運動となりつつあり，注目されている．これまで自転車運動が身体に及ぼす影響は明らかになってきているが，実際に運動した場合に，高位中枢である脳活動にどのような影響を与えるかは未だ十分明らかになっていない．本研究の目的は乳酸 2 mmol/l (LT) 強度および 4 mmol/l (OBLA) 強度時の自転車運動中の脳酸素動態，血圧，心拍数，血中乳酸濃度の変化を観察することであった．

【方法】健康な成人男性 6 名 (23±1 歳) が本研究に参加した．被験者は，LT 強度，または OBLA 強度を決定するために，自転車エルゴメータを用いて多段階漸増負荷テストを行った．被験者は LT および OBLA 強度での自転車運動 (50 rpm) を 10 分間行った．その間，被験者の左右

前額部分に近赤外線分光計 (赤外線酸素モニタ装置) のプローブを装着し，前半と後半の各 5 分間の各区間における酸化ヘモグロビン ($\Delta\text{oxy-Hb}$)，脱酸化ヘモグロビン ($\Delta\text{deoxy-Hb}$)，総ヘモグロビン濃度 ($\Delta\text{total-Hb}$)，および血圧を比較した．

【結果】LT および OBLA の両強度の運動において，時間経過に伴い， $\Delta\text{oxy-Hb}$ および $\Delta\text{total-Hb}$ は有意に増加し， $\Delta\text{deoxy-Hb}$ は有意に減少したが，左右差は認められなかった ($p > 0.05$)． $\Delta\text{oxy-Hb}$ ， $\Delta\text{total-Hb}$ および血圧は LT 強度の運動と比較して，OBLA 強度の運動で有意に高かった ($p < 0.05$) が，左右の差は観察されなかった．

【結論】自転車運動における運動強度の増加に伴い，前頭前野の脳酸素動態が増加する可能性が示唆された．

Unstable shoes を履いて歩行した時の筋腱複合体の長さ変化に関する研究

○小山桂史, 内藤久士, 柳谷登志雄

【背景】 Unstable shoes は、不安定な姿勢を強いる構造で作られたシューズで、それを着用した場合には下肢筋群の活動レベルが増大して、筋力トレーニングもしくは身体活動レベルの向上が引き起こされることが期待されている。例えば、歩行した時では下肢筋群の中でも特に腓腹筋内側頭の筋活動量が増大することが確認されている (Romkes ら2006 ; Nigg ら2006) . 歩行中の腓腹筋内側頭の力は、筋と腱 (筋腱複合体) のそれぞれの張力と弾性エネルギーによって発揮され、各長さの変化量の影響を受ける。そのため、Unstable shoes での歩行は通常のシューズでの歩行と比べて、筋腱複合体の動態が異なることが予想される。そこで本研究では、Unstable shoes の着用が歩行中の筋腱複合体の動態に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】 本研究には健康な成人男性7名が参加した。被験者は Unstable shoes (US) と一般的なウォーキングシューズ (WS) をそれぞれ着用して、傾斜が水平であるトレッドミル上を歩行した。歩行速度を 3.6 km/h, 5.4 km/h, 7.2 km/h とし、歩行動作を右矢状面からビデオカメラで撮影して、腓腹筋内側頭の筋線維を超音波で撮像した。また腓腹筋内側頭の筋活動量をマルチテレメータシステムによって記録した。歩行動作の映像から膝関節および足関節の角度を算出し、超音波の映像から筋線維長と羽状角を算出した。各関節角度から Grieve ら (1978) の方程式を使用して筋腱複合体の長さを推定し、筋腱複合体の長さから筋線維長の羽状角の余弦成分を減じることによって腱組織の長さを推定した (Fukunaga ら2001) . 右足接地から同足の接地までの各長さの変化パターンと、接地中の各長さの変化量を求めた。

【結果および考察】 いずれの速度においても、筋腱複合体および筋線維、腱組織の長さの変化パターンはシューズ間で

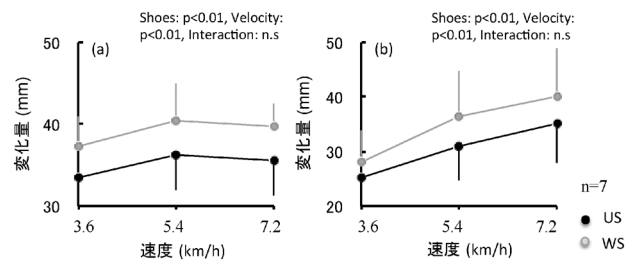


図1 US と WS で歩行時の接地中における筋腱複合体(a)および腱組織(b)の変化量

相違が見られなかった ($p > 0.05$)。また筋線維長の変化量もシューズ間で相違が見られなかった。一方、筋腱複合体の長さ変化量は 3.6 km/h, 5.4 km/h, 7.2 km/h で、US では 33.4 ± 2.5 mm, 36.2 ± 4.2 mm, 35.6 ± 4.4 mm, WS では 37.2 ± 3.7 mm, 40.4 ± 4.5 mm, 39.8 ± 2.7 mm であり、US での歩行は WS での歩行と比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$, 図 1a)。また、腱組織の変化量においても 3.6 km/h, 5.4 km/h, 7.2 km/h で、US では 25.1 ± 4.5 mm, 30.9 ± 6.4 mm, 35.1 ± 7.2 mm, WS では 28.0 ± 5.9 mm, 36.5 ± 8.4 mm, 40.2 ± 8.7 mm であり、US での歩行は WS での歩行と比較して、有意に低値を示した ($p < 0.05$, 図 1b)。

US での歩行は WS での歩行と比べて、筋腱複合体および腱組織の長さ変化量が小さくなることから、貯蓄されて解放される弾性エネルギーの利用量が小さくなることが示唆された。弾性エネルギーは、筋の力発揮を効率的にすることが報告されている (Bennet. 1975; Bennet and Lucey, 1967)。したがって、US で歩行時には弾性エネルギーを補うために筋の活動量が多くなり、結果として身体活動レベルが増大することが推察された。

【結論】 Unstable shoes を着用した歩行では、腓腹筋内側頭の筋線維長の変化には影響を及ぼさないが、腱組織長の変化量が小さくなることが示唆された。

ニコチンパッチ貼付によるニコチンが運動中のエネルギー代謝に及ぼす影響

○中瀧 崇, 澤田 亨, 深尾宏祐

【背景】

我が国の生活習慣病の予防・対策は「運動・食事・禁煙」の3つに焦点をあてて取り組まれているが、この中の禁煙対策はニコチンパッチなどの禁煙補助剤を使用した禁煙支援が一般化しつつあり、一定の成果が得られている。しかし、禁煙時にはエネルギー摂取量の増大などによる体重の増加がこれまでに報告されている (Carney RM et al, 1984)。したがって、「運動・食事・禁煙」を単独で指導するだけでなく、それらを組み合わせた取り組みなど、内容の充実が求められる。しかし、ニコチンパッチなどの禁煙補助剤を用いている際の低強度から高強度までの異なる運動強度におけるエネルギー代謝および呼吸循環応答に関するエビデンスはほとんど得られていない。

【目的】

本研究は、禁煙補助剤として使用されているニコチンパッチの貼付が低強度から高強度までの運動強度における運動中の呼吸循環器応答およびエネルギー代謝に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

【方法】

23-29歳の成人男性14名（喫煙者4名、非喫煙者10名）を対象に、ニコチンパッチ無しのコントロール条件とニコチンパッチ（ニコチン17.5 mg含有、Novartis社）を貼付するニコチン条件の2条件において、最大下強度の自転車運動を実施し、酸素摂取量、心拍数、血中乳酸濃度、主観的運動強度を測定した。（負荷：0-4.0 kp, 0.5 kp 漸増/4分、ペダル頻度：60 rpm）。ニコチンパッチは測定開始10時間前に左胸に貼付し、研究デザインはランダムクロスオーバー試験とした。統計処理はSPSSを用いて二元配置分散分析（条件、時間）を行い、統計的有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

喫煙者、非喫煙者2名ずつ両条件とも疲労困憊のため3.5 kpで終了し、喫煙者2名はニコチン条件において運動終了後に吐き気、胸焼け等の副作用を訴えた。しかし運動中の主観的運動強度に条件間で差は見られず、残りの10名は身体の不調を訴えることなく4.0 kpでの運動を終了した。

心拍数はニコチンパッチ貼付10時間経過している安静時、3.5 kpまで運動中すべてのステージにおいてニコチン条件が有意に高く、平均すると約7拍/分高かった。しかし、換気量、酸素摂取量、呼吸交換比、血中乳酸濃度において条件間に有意な差は認められなかった。

【考察】

本研究はニコチンパッチ貼付の運動中のエネルギー代謝へ及ぼす影響を検討し、ニコチンパッチ貼付により同一負荷に対する心拍数の増加を確認した。本研究は血液データの測定を行っていないが、心拍数の増加はニコチンによるカテコールアミンの分泌促進が影響したものと考えられる。

本研究の結果から、運動処方を実施する現場において年齢から求める目標心拍数を用いた運動処方を行う場合、処方する負荷を過少評価する可能性がある。また、酸素摂取量-心拍数関係を用いた最大下負荷試験から最大酸素摂取量を推定する場合は、最大酸素摂取量を低く推定する可能性もあるため、注意を要する必要がある。

また喫煙者2名が運動終了後に副作用を訴えた点は、禁煙と運動を組み合わせた指導を今度推進していく上における重要な基礎的データである。

【結論】

ニコチンパッチ貼付によりコントロール条件と比較して運動中の心拍数は約7拍/分増加する。

子どもにおける下肢スティフネスとアクチニン3 遺伝子の関連性に関する研究

○渡辺圭佑 (スポーツ健康科学研究科, 博士後期課程)
 関根紀子 (スポーツ健康医科学研究所, 博士研究員)
 柳谷登志雄 (スポーツ健康科学部・准教授)

【緒言】 跳躍運動における下肢スティフネスは下肢の筋腱複合体の特性を表す。これまで下肢スティフネスは跳躍高や力学的パワーに影響を及し、発育発達によっても異なることが我々の研究で明らかになっている。一方、近年 α アクチニン3 遺伝子 (ACTN3) と、競技種目特性や競技レベルとの関わりが注目されている。これらを踏まえると、子どもにおける下肢スティフネスは ACTN3 遺伝子の影響を受けることが予想される。そこで本研究では下肢スティフネスと ACTN3 遺伝子の関連性について子どもを対象に明らかにすることを目的とした。

【方法】 韓国の一般小学生男子105名 (年齢 9.4 ± 1.2 歳, 身長 1.36 ± 0.10 m, 体重 33.0 ± 6.7 kg) を被験者とした。被験者はフォースプレート上で2.2 Hzの両脚ホッピングを約15回行った。テンポの規定には電子メトロノームを用いた。フォースプレートを用いて、ホッピング中の鉛直方向の地面反力を記録した (1000 Hz)。得られたデータから、ホッピング周波数、接地時間、滞空時間および地面反力の最大値を求めた。下肢スティフネス (K_{leg}) は地面反力の最大値と重心変位から算出した。なお、重心変位は接地中の鉛直方向の地面反力から身体重心の加速度を算出し、二回積分することで推定した (Farley et al., 1999)。本研究で示す K_{leg} の値は、15回の跳躍のうち6回目以降の安定した跳躍5回の平均値とした。またDNAを血液から抽出し、リアルタイムPCR法にてACTN3 R577X 遺伝子型を決定した。

【結果】 全ての被験者105名について、ACTN3 遺伝子型の頻度を調べた。その結果、ACTN3XX型, RX型およびRR型の割合は、それぞれ28.6%, 44.9%および26.5%であった。また、各遺伝子型のうち20名の下肢スティフネスを比較した結果、下肢スティフネスにはACTN3 遺伝子型間に相違がみられなかった。

【考察】 本研究では下肢スティフネスにACTN3 遺伝子型

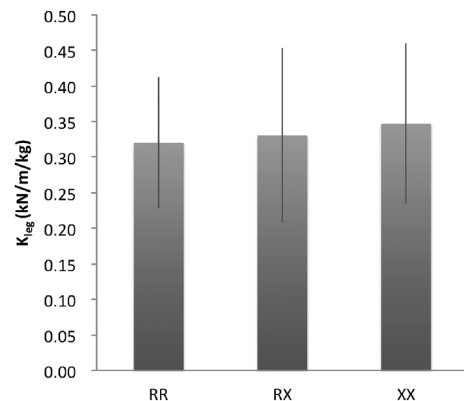


図 ACTN3 遺伝子型における下肢スティフネスの比較

の違いによる有意な差は認められなかった。このことから、子どもにおいて下肢スティフネスはACTN3 遺伝子と関連性がない可能性が示唆された。下肢スティフネスは下肢全体の筋の特性や筋パワーを表すため、子どもの場合には発育発達に伴い今後も向上することが考えられる。今後は縦断的な調査や対象の幅を広げることで、より明確となるだろう。また、ACTN3 遺伝子はそのタイプによってトレーニングの影響が異なることが確認されている。子どもにおいては、成人アスリートと比較すると専門的なトレーニングの量が少ないため、遺伝子型による影響がまだ反映されてないことも考えられる。したがって本研究では遺伝子型の特徴が下肢スティフネスに現れなかったと示唆される。

スポーツ遺伝子はACTN3以外にも多く存在することがわかっている。また、遺伝子型で一つの能力を説明することは難しく、必ずしも一流の競技者の才能を保証するわけではない。しかしながら、子どもにおいて各スポーツ遺伝子と身体パフォーマンスの関連するデータを積み重ねることで、将来的にはタレント発掘の客観的マーカーになるかもしれない。

サイクル化を取り入れたレジスタンストレーニングの最適な運動量に関する研究

○ヘイキ・ソーネステ (大学院スポーツ健康科学研究科)
柿木 亮 (スポーツ健康医科学研究所)
坂本彰宏 (スポーツ健康医科学研究所)
形本静夫 (大学院スポーツ健康科学研究科)

【背景】複数セットによるトレーニング効果はシングルセットに比べて高いことが知られている (Krieger, 2009). 非鍛錬者においても3セットでレジスタンストレーニングを始めるのが一般的である (Carpinelli, 1998) が, 怪我の危険性が高くなることも指摘されている. 近年, 複数セットのレジスタンストレーニングにサイクル化を取り入れることで, 筋力増加に有利に働くことが示されている (Rhea et al., 2004). したがって, シングルセットにおいても, サイクル化を取り入れることで筋力増加を効果的に引き出し, 複数セットで得られるトレーニング効果に近づけることができると推察されるが, この点を検討した研究は現在のところ見当たらない.

【目的】本研究の目的は, 非鍛錬者において, 1セットのレジスタンストレーニングをサイクル化することで3セットと同等あるいはそれ以上のトレーニング効果が得られるか否かを検証することであった.

【方法】レジスタンストレーニング経験のない10名の男性

被験者は, プリチャーカールを左右の腕のいずれかで1セット, その他方の腕で3セット, 週2回, 12週間行った. トレーニング期間中, 1セットの場合は, 15RM×15回, 10RM×10回, 6RM×6回の順に負荷と回数をトレーニング日ごとにサイクル化させた. 3セットの場合は, 10RM×10回に設定した. トレーニング前後に, 最大挙上重量 (1RM) の測定およびMRI撮影による上腕二頭横断面積の評価を行った.

【結果】1セットの腕および3セットの腕の1RMの増加率は, $31.8 \pm 11.9\%$ および $29.0 \pm 10.0\%$ であり, 統計的に有意な差はなかった. 一方, 1セットの腕および3セットの腕の筋横断面積の増加率は, $7.8 \pm 4.0\%$ および $13.8 \pm 6.4\%$ であり, 3セットの方が1セットと比較して有意に増加率が高かった ($p < 0.05$).

【結論】サイクル化された1セットは, 非鍛錬者において通常の3セットのトレーニングと同等の筋力増強をもたらすことが示唆された.