
The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFMSM)

Official Journal of the Japanese Society of Physical Fitness and Sports Medicine

Volume 3, Number 3 July 25, 2014

CONTENTS

Review Articles

Relation between motor unit / muscle activity and fine motor performance

Y. Yoshitake283

Association of dog ownership and dog walking with human physical activity

K. Oka, A. Shibata and K. Ishii291

Contribution of ipsilateral primary motor cortex activity to the execution of voluntary movements in humans: A review of recent studies

K. Uehara and K. Funase297

Human circadian rhythms and exercise: Significance and application in real-life situations

K. Mizuno307

Central mechanisms underlying anti-hypertensive effects of exercise training

H. Waki, M. Takagishi and SS. Gouraud317

Characteristics of bone structural changes by growth and mechanical stress in growing rats

M. Ohsako, T. Morita, S. Inoue and M. Takahashi327

Short Review Articles

Disabled sports and physiological specificity in persons with spinal cord injury

T. Nakamura, K. Furusawa, K. Kouda, Y. Nishimura, Y. Sasaki, Y. Umemoto, M. Banno, T. Ogawa, T. Kawasaki, T. Ito, T. Mitsui and F. Tajima335

Wnt signals and bone metabolism

K. Maeda, M. Saito and K. Marumo341

Clinical definition and diagnostic criteria for sarcopenia

J. Udaka, N. Fukuda, H. Yamauchi and K. Marumo347

Regular Article

Effects of downhill running incorporated into long-term endurance training on skeletal muscle fiber-type switching and fatigue resistance

N. Kasuga and S. Takemori353

JPFMSM : Instructions for Authors363

Guidelines on Reporting a Conflict of Interest (COI), Japanese Society of Physical Fitness and Sports Medicine

.....367

Abstracts

The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFSM)
Vol. 3, No. 3 July 2014

Review Articles

精確な力調節と運動単位/筋活動様相との関係

(p. 283-290)

鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

吉武康栄

スポーツ動作や日常生活活動などに代表されるヒトの身体運動は、筋や筋群が生み出す関節トルクや筋力によって成り立つ。したがって、関節トルクや筋力の精確性はそれらのパフォーマンスに直結するため、関節トルクや筋力が要求されるターゲットに対し精確に一致しているかどうか、また、その精確性を規定している生理学的因子の解明を行うことは非常に意義がある。トルクや筋力の精確性はその変動の量によって評価され、多くの関節運動において加齢や神経疾患により変動が増加し、逆に筋力トレーニングによりその増加を抑制可能であることが数多く報告されている。運動単位の活動によって発生する力の合力が筋力を構成していることから、運動単位の発火様相と運動単位の収縮特性（単収縮力、収縮時間、弛緩時間等）が精確な力発揮（力変動）を制御していると考えられる。本総説では、加齢やトレーニングなど外的環境の変化に対する力の精確性（力変動）の変化について、筋や運動単位レベルの活動様相との関連性からこれまでの研究結果を解説した。加えて、力変動を規定する生理学的メカニズムの解明に用いられている最近の測定・解析手法について概説した。

犬の飼育、犬の散歩と人の身体活動の関連 (p. 291-295)

¹早稲田大学スポーツ科学学術院, ²筑波大学体育系岡 浩一郎¹, 柴田 愛², 石井香織¹

犬の飼育および犬の散歩は、人々（特に飼い主）の身体活動を促進するユニークかつ潜在的な資源として注目を集めている。本総説では、犬の飼育、犬の散歩と人の身体活動に関する研究の動向について概観し、今後の方向性について整理した。その結果、単に犬を飼うのではなく、犬と共に歩くことが飼い主の身体活動を促進し、身体活動指針を満たすことに貢献していることが明らかになった。また、犬自身が飼い主にソーシャルサポートを提供し、歩くことへの動機付けを高め、犬の散歩に対する義務感を与えていることも示唆された。犬の散歩に関連する環境的、政策的要因については十分に研究が行われているとは言いが、犬の散歩が可能な公園・場所の存在や高いウォークアビリティ（歩きやすい都市構造）が飼い主の散歩行動に肯定的な影響を与えていた。ただし、現状では飼い主の散歩行動を促進するための介入研究に関するエビデンスは限られている。今後の主な研究課題は、加速度計を用いて飼い主の身体活動（犬の散歩を含む）の評価を行うこと、縦断研究により飼い主における散歩の実施・非実施、定期・不定期実施に関連する要因を明らかにすること、質の高い研究デザ

インを用いて犬の散歩に着目した飼い主の身体活動促進のための介入研究を実施すること、などである。

同側大脳皮質一次運動野の随意運動遂行時における貢献について (p. 297-306)

¹広島大学大学院総合科学研究科, ²日本学術振興会上原一将^{1,2}, 船瀬広三¹

一側肢の随意運動は主に動作肢と対側に位置する大脳皮質一次運動野により制御される。しかし、動作肢と同側に位置する同側大脳皮質一次運動野（ipsilateral primary motor cortex: ipsi-M1）も一側肢の随意運動に関与することが経頭蓋磁気刺激法、機能的核磁気共鳴画像を用いた研究で報告されている。その中でipsi-M1の活動は運動課題依存性や加齢の影響を受けることが報告されている。また、一側上肢による運動学習課題ではipsi-M1興奮性の抑圧がみられる。随意運動中にipsi-M1の興奮性変化が変化する神経生理学的な機序として左右の大脳半球を連結する脳梁経路が関与することが近年経頭蓋磁気刺激法により明らかになっている。本総説では一側肢随意運動中のipsi-M1活動の特徴及びipsi-M1の活動変化に起因する神経生理学的機序の詳細を示し、ヒトの運動制御機構について概観した。

人の概日リズムと運動：その意義と実生活への応用

(p. 307-315)

東北福祉大学子ども科学部

水野 康

本総説では、生理的指標、精神機能および身体機能のパフォーマンスなど、ヒトから認められる多様な概日リズムについて実生活に即して紹介した。深部体温や血漿メラトニン濃度などの生理的指標の概日リズムは、体内時計の時刻を表す。ヒトは昼行性の動物であり、精神機能のパフォーマンスは夜間に最も低下し、次いで日中の午後早い時間に低下する。これは交通事故・産業事故の発生時刻のリスクとも符合する。身体機能のパフォーマンスは、一般に夕刻に最高、早朝に最低となる。平衡性や正確性など脳機能が必要となるものでは、例外的に午前に最高値が認められる。最大酸素摂取量は時刻に関わらず一定の値を示すとされるが、運動現場での全身持久的なパフォーマンスは、運動開始時の深部体温、体温調節機能、環境温湿度により左右され、これらの要因は全て1日の時刻により変動する。ヒトの概日リズムを担う主時計に影響する最も強い要因は光であることが知られている。一方、身体運動も概日リズムを調整する要因の一つとされてきた。ところが、多くの実験結果より、身体運動そのものが概日リズムの主時計を調整する作用は僅か、もしくはほとんど無いと考えられる。最近、ある時刻に身体運動を実施すると、概日リズムの状態とは関係なく、その時刻の運動パフォーマンスを上げることを示唆する結果が得られている。今後、この点を詳細に検

討することが望まれる。

運動習慣による抗高血圧効果の中樞性機序 (p. 317-325)

¹順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科, ²関西医療大学保健医療学部, ³和歌山県立医科大学医学部
和気秀文¹, 高岸美和², Sabine S Gouraud³

本態性高血圧発症の機序の一部は血圧調節中枢の異常であり, 交感神経系活動の亢進により血圧が上昇している。筆者らは高血圧動物モデルを用いた研究により, 延髄背側部に位置する孤束核の異常が神経性高血圧発症に関与していることを明らかにした。一方, 運動療法により高血圧症が予防・改善できるとされており, 我が国でも古くから保健指導の一つとして運動療法が積極的に取り入れられてきた。運動療法による抗高血圧効果の機序については不明な点が多く残されているが, 運動習慣は交感神経活動を低下(すなわち血圧調節中枢の可塑性)させるため, 末梢血管抵抗の低下が抗高血圧効果の一機序として推定されている。運動時には圧受容器や骨格筋受容器などの末梢受容器からの情報と視床下部などの上位中枢からの情報が孤束核に入力され, 圧受容器反射系を適宜調節しながら, 運動パフォーマンスを最大限に維持するように循環動態が調節されている。以上より, 運動習慣による孤束核機能の可塑性が高血圧症の運動療法による安静時交感神経活動の減弱とそれによる血圧値改善に寄与するものと推定できる。本総説では, 運動療法による抗高血圧効果の機序について中枢神経系の役割に焦点を当て, 最近の知見を要約して考察した。

発育期ラットにおけるメカニカルストレス増減に伴う骨構造変化の特徴 (p. 327-333)

¹東洋大学ライフデザイン学部, ²東京医科歯科大学大学院顎顔面解剖学, ³昭和大学大学院口腔解剖学, ⁴東洋大学大学院福祉社会デザイン研究科

大迫正文¹, 守田 剛², 井上 知³, 高橋将人⁴

幼若な段階の皮質骨は多孔質な状態にある。発育に伴ってそれは緻密化されるが, まず, 骨内膜面に環状層板が形成され, その後骨膜側にも層板構造が出現し, このような過程を経て強度が高められる。骨破断試験によるstrength値および皮質骨の単位断面積当たりのstrength値は成熟段階にある方が高い値を示す。このことは発育期におけるstrength値の増加が, 骨量増加と構造変化の両方によって進められることを示唆する。発育期では骨の外形は不動化されても大きな影響を受けないが, 皮質骨の厚さの減少や皮質骨内の血管の走行方向に乱れが生じる。また, 発育期の海綿骨は成熟期より速やかに加重低減によって骨梁の減少を示す。運動負荷の初期には骨芽細胞と破骨細胞の両方が活性化され, 骨形成と骨吸収が促進される。これによって骨形成時に骨基質内に埋入された骨芽細胞の分化や活性化因子が骨髄へ放出されていることが推測される。このように発育期の骨ではモデリングが繰り返され, メカニカルストレスの増減に対しても速やかに適応することが理解される。本総説ではこのような点を中心に概説した。

Short Review Articles

脊髄損傷者のスポーツ参加における生理学的特質

(p. 335-339)

¹和歌山県立医科大学リハビリテーション医学, ²吉備高原医療リハビリテーションセンター, ³和歌山県立医科大学みらい医療推進センター

中村 健¹, 古澤一成², 幸田 剣¹, 西村行秀¹, 佐々木裕介¹, 梅本安則¹, 坂野元彦¹, 尾川貴洋¹, 河崎 敬¹, 伊藤倫之³, 三井利仁³, 田島文博^{1,3}

今日, 医療の発達に伴い数多くの脊髄損傷者が社会復帰を果たしている。しかし, 車いすでの生活を余儀なくされている脊髄損傷者は, 日常生活のみでは運動量が少なく成人病の合併が大きな問題となっている。このため, 脊髄損傷者は, 健康維持増進のため積極的なスポーツ参加が推奨される。ただ, 脊髄損傷者に運動やスポーツ参加を勧める場合, 脊髄損傷者の運動時における生理学的特質を知っておくことが重要である。Natural killer (NK) 細胞活性は, 運動時における免疫学的指標として健常者に対する研究で頻回に用いられている。また, 健常者においてInterleukin (IL)-6は運動時に骨格筋より放出され, 成人病予防などの健康維持に作用することが知られている。そこで, 我々は脊髄損傷者の運動時における生理学的特質の一端を解明する目的で, 脊髄損傷者の上肢運動時や車いすマラソン参加時のNK細胞活性やIL-6の反応動態について検討した。これらの結果より, NK細胞活性やIL-6の反応動態は胸腰髄損傷者では健常者と同様の反応様式を示すが, 頸髄損傷者では健常者や胸腰髄損傷者と比較し幾つかの異なる反応様式を示した。本総説ではこれらの結果について概説した。

Wntシグナルと骨代謝 (p. 341-345)

東京慈恵会医科大学医学部整形外科

前田和洋, 斎藤 充, 丸毛啓史

Wntは分子量約4万の分泌型の糖蛋白であり, 個体発生, 形態形成および発癌など生命現象の様々な局面に関与するサイトカインである。線虫から哺乳類まで種を超えて保存されており, ヒトでは19種類のホモログが同定されている。そのシグナル経路は, 古典経路と非古典経路に大別される。Wnt古典経路は骨形成に対し促進的に働く。Sclerostinは, 骨細胞で産生されるWnt古典経路の阻害因子であり, 骨形成を抑制する。重力負荷は, 骨細胞におけるSclerostinの産生を抑制し骨形成を促進する事から, 骨細胞は硬組織においてメカノセンサーとして考えられている。近年, 骨粗鬆症に対する抗Sclerostin抗体の投与が臨床応用されつつある。本総説では, 骨代謝におけるWntシグナルの役割を概説し, 抗Sclerostin抗体の現状について言及した。

サルコペニアの定義および診断と治療 (p. 347-352)

東京慈恵会医科大学医学部・¹整形外科・²細胞生理学・³分子生理学

宇高 潤¹, 福田紀男², 山内秀樹³, 丸毛啓史¹

これまでの筋萎縮に関する研究は不動化モデルや宇宙飛行モデルを用いた廃用性筋萎縮が中心であった。近年, 新しい筋萎縮の概念であるサルコペニアが注目され

ている。この概念が注目された原因として、人間の平均寿命が増加による社会の高齢化が考えられる。近年、サルコペニアの診断基準を策定する試みが大規模に行われ始めたが、サルコペニアの病態は不明な点が多い。廃用性筋萎縮とサルコペニアはそのメカニズムに共通点が多いため、廃用性筋萎縮とサルコペニアの言葉の運用には混乱がある。そのため、本総説では両者の実体を明確に区別することが重要であることを指摘し、つぎにこれまでのサルコペニアについての結果を要約した。併せて、近年のサルコペニアの診断および治療についての知見を紹介した。

Regular Article

長期の持久的トレーニングに加える下り走が骨格筋の線維タイプ移行と疲労耐性に及ぼす効果 (p. 353-362)

¹愛知教育大学, ²東京慈恵会医科大学医学部

春日規克^{1,2}, 竹森 重²

長期の持久的トレーニング期間に高強度下り走運動を断続的に加えた際の効果を明らかにするため、ラット足底筋を用いて検討した。まず、一回の下り走の影響をみるため、運動習慣のないラットで調べた。その

結果、下り走2-3日後には組織学的な損傷がみられた。また、タイプIIc線維比率は対照群と比べ7倍高く、間接刺激と直接刺激による強縮張力は対照群よりそれぞれ74, 88%まで減少した。この条件では、実験群ラットの筋は21日以内に再生されていることが中心核線維の存在で示された。つぎに、9週間の持久的トレーニング中に断続的に下り走運動を取り入れた際の影響をみるため、Training群とTraining+Downhill群で調べた。トレーニング期間の1, 3, 5, および7週目初日に、Training+Downhill群のラットに下り走運動を与えた。持久的トレーニング終了後、二種類のトレーニング群の足底筋では疲労耐性の向上に伴うタイプIIa線維の割合が増加し、タイプIIb線維の一部が消失した。Training+Downhill群ではTraining群よりタイプIIa線維が増加した。これには70-100本のIIa線維の集合が認められた。これらの結果は、持久的トレーニングに加えられる断続的な高強度運動は筋線維タイプの移行を促進することを示唆する。本研究では同タイプ線維の集合形成が認められたことから、強い運動を実施することによって持久性運動の有効な結果を高めるには至適な運動強度と頻度の存在が推定された。