
The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFMSM)

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

Volume 5, Number 5 November 25, 2016

CONTENTS

Review Articles

System physiology of respiratory control in man

T. Miyamoto329

The exercise pressor reflex in hypertension

M. Mizuno, JH. Mitchell and SA. Smith339

Interlimb coordination from a psychological perspective

T. Muraoka, K. Nakagawa, K. Kato, W. Qi and
K. Kanosue349

Short Review Articles

Possible neurophysiological mechanisms for mild-exercise-enhanced executive function: An fNIRS neuroimaging study

K. Byun, K. Hyodo, K. Suwabe, T. Fukuie and
H. Soya361

Effects of low pH on the mechanical response of thin-fiber muscle afferents that may be associated with exercise pressor reflex

N. Hotta and K. Mizumura369

Experimental research models for skeletal muscle contraction

Y. Manabe and NL. Fujii373

Skeletal muscle oxygen dynamics and peak aerobic capacity

S. Takagi379

Abstracts

The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFSM)

Vol. 5, No. 5 November 2016

Review Articles

ヒトにおける呼吸調節のシステム生理学 (329-337)

森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科

宮本忠吉

呼吸調節系のController特性(制御部; 動脈血CO₂分圧 [P_{aCO₂}]に対する分時換気量[\dot{V}_E]の定常応答)やPlant特性(制御対象部; [\dot{V}_E]に対するP_{aCO₂}の定常応答)は吸入気ガス濃度を変えて, 入力P_{aCO₂}を段階的に変化させたり, 意識的に入力VEを増減させることによって定量化できる. この両者を同じ座標軸上にプロットすると, 呼吸化学調節の動作点を示す平衡線図が得られる. 平衡線図上の両サブシステム特性の交点は呼吸調節系を閉ループ状態にしたときの動作点P_{aCO₂}, \dot{V}_E 値と一致する. 本総説では, ヒト呼吸調節系の負帰還制御機構(閉回路; closed loop)を開回路(open loop)の状態にし, 制御部と制御対象部の二つの要素に単純化して入出力関係を同定した後, 安静時や運動時の換気反応を決定している生理学的機構を統合的に理解するシステム生理学的研究手法(平衡線図解析法)の可能性と実際について概説する.

高血圧と運動昇圧反射 (339-347)

¹Departments of Health Care Sciences, ²Internal Medicine, University of Texas Southwestern Medical Center

水野正樹^{1,2}, Jere H. Mitchell², Scott A. Smith^{1,2}

高血圧患者の身体運動時における心臓血管反応は過剰である. この過度な循環応答は心血管イベントリスクを高めるため, 発生機序の解明は極めて重要な研究課題と言える. また, 安静時の血圧が正常な成人でも, 運動に対する血圧反応が大きい場合, 将来的に高血圧に罹患するリスクが高くなることが示唆されている. したがって, 余剰な循環応答を惹起するメカニズムを解明することは, 高血圧の早期予防ならびに治療につながると考えられる. これまで, 骨格筋からの反射入力である運動昇圧反射の異常が高血圧における過剰な心臓血管反応を引き起こすと考えられている. そこで本総説では, 主に高血圧モデル動物から得られた知見に基づき, 高血圧における運動昇圧反射異常のメカニズムについて概説する.

心理学的視座から見た二肢協調動作 (349-359)

¹日本大学経済学部, ²東京大学大学院総合文化研究科,

³日本学術振興会, ⁴早稲田大学スポーツ科学学術院, ⁵早稲田大学スポーツ科学研究科

村岡哲郎¹, 中川剣人^{2,3}, 加藤孝基⁴, 戚維璜⁵, 彼末一之⁴

二肢を同時に動かす時にはそれぞれの肢動作が制約を受けることが知られている. 制約の種類は大別すると神経筋的な制約と知覚・認知的制約があるとされ, それら制約がともに二肢協調動作に影響を及ぼすと考えられていた. しかし, 2001年にMechsnerらが「自発的な協

調は純粹に知覚的な現象」だとする論文をNature誌に発表し多くの議論が巻き起こった. 本総説では, このMechsnerらの論文で行われた実験を軸に, それに反論する研究ならびに関連した研究を検証することを試みた. その結果, Mechsnerらの論文に対する決定的な反証を提示した研究は未だ存在せず, むしろ二肢協調動作を心理学的視座から見た研究によって新しい成果が多く生み出されていることが明らかとなった. 今後の研究では, 運動を心理学的視座から統一的に記述する理論の構築と, どのような神経メカニズムで知覚再現と運動再現を結びつけているのかを明らかにする必要がある.

Short Review Articles

低強度運動による実行機能向上の神経生理的機構: fNIRSを用いた研究 (361-367)

¹筑波大学体育系運動生化学研究室, ²カリフォルニア大学アーバイン校神経生物学・行動学部, ³公益財団法人明治安田厚生事業団体力医学研究所, ⁴筑波大学体育系ヒューマン・ハイパフォーマンス先端研究センター
邊 銅鎬^{1,2}, 兵頭和樹³, 諏訪部和也¹, 福家健宗¹, 征矢英昭^{1,4}

身体活動や運動が脳の構造や機能に有益な効果をもたらすことが知られている一方で, 現代社会では座位活動中心の生活が蔓延し, 身体活動量が低下している. こうした背景の下, 運動不足の若齢者や高齢者も実践しやすい軽い強度の運動効果に注目が集まっている. 実際, 長期間の低強度運動は, 中強度運動と同様に実行機能を担う前頭前野の萎縮を防ぐことが報告されている. しかし, 一過性の低強度運動が脳機能, 特に前頭前野が司る実行機能に与える影響とその脳内機構についてはいまだ明らかでない. 我々はこの点を明らかにするため, 前頭前野を神経基盤とする実行機能課題と, 運動後すぐに皮質神経活動を測定できる脳機能イメージング手法である機能的近赤外線分光法(fNIRS)を用いて検討した. その結果, 一過性の低強度運動でも実行機能は高まり, 興味深いことにその向上は, 課題関連脳部位である左半球の前頭前野背外側部と前頭極の神経活動亢進や覚醒水準の増加と一致した. この一過性の低強度運動による実行機能向上の脳内機構として, 軽い運動で脳内濃度が高まり, 覚醒に関与する神経伝達物質であるアセチルコリンやドーパミンの作用が考えられる. 本総説では, こうした我々の研究結果の詳細とその意義について概説した.

酸が運動昇圧応答に関与し得る筋細径求心神経の機械反応に及ぼす影響 (369-372)

中部大学生命健康科学部

堀田典生, 水村和枝

運動時, 心臓・血管や呼吸応答は反射的に増強される.

循環応答の運動時増強は、運動昇圧応答と呼ばれている。運動昇圧応答は、活動筋における筋細径求心神経に対する機械・代謝的刺激により起こると考えられている。また、虚血によるアシドーシスは、運動昇圧応答を高めることが知られている。しかしながら、水素イオン単独ではあまり多くの筋細径求心神経を興奮させない。そこで本総説では、酸が筋細径求心神経線維の機械刺激に対する閾値を低下させ、反応を増強すること、それが運動昇圧応答を強めることに貢献することについて概説する。また、細胞外構成マトリックスであるパーシカンが、筋細径求心神経線維の酸による機械反応増強作用の機序に関わるという新しい感作機序を紹介する。さらに、酸による運動昇圧応答を高める機序の理解は、循環疾患患者における、アシドーシスを伴う運動を行う際の循環応答増強を抑制できる可能性についても概説する。

生化学研究で用いられる筋収縮系モデル (373-377)

首都大学東京人間健康科学研究科ヘルスプロモーションサイエンス

眞鍋康子, 藤井宣晴

骨格筋は体を動かすための「運動器」として以外にも、全身の代謝に関わる器官として注目されている。運動により骨格筋の質や量を維持することは、生活の質や寿命と深い関係があることは明らかではあるが、その詳細なメカニズムは未だに明確ではない。運動と健康の関連性を分子レベルで明らかにするために、運動（筋収縮）により引き起こされる細胞内分子の活性変化や、運動により骨格筋から分泌されるホルモン（総称してマイオカインと呼ばれる）を研究する分野が注目されるようになってきており、これらの研究のための様々な骨格筋の *in vivo* / *in vitro* モデルが開発され、利用されている。本総説では、研究で使われる運動以外の筋収縮モデルについて概説する。それぞれのモデルは利点と欠点を有しているため、目的に応じて使い分けることが重要である。

骨格筋酸素ダイナミクスと有酸素性能力 (379-383)

早稲田大学スポーツ科学学術院

高木 俊

近赤外分光法は、1-2Hz程度の時間分解能にて非侵襲的に骨格筋酸素ダイナミクスの評価が可能な測定法であり、骨格筋酸素ダイナミクスから推定できる骨格筋の O_2 extractionは最大酸素摂取量の決定要因の一つである。最大酸素摂取量などの全身持久力の低下は動脈硬化性疾患の発症と関連する一方で、社会の高齢化や科学技術の進歩による不活動化によって低体力者数も増加することが予想される。よって、低体力者における骨格筋における酸素ダイナミクス及び酸素ダイナミクスと最大酸素摂取量の関連を検討することは重要である。本総説では近赤外分光法にて評価した骨格筋酸素ダイナミクスと最大酸素摂取量の関連について著者の研究成果を中心に概説した。有酸素性トレーニングによって中高齢者（心疾患患者含む）の骨格筋における O_2 extractionが亢進し、その亢進が最大酸素摂取量の改善と関連することが示唆された。