
The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFMSM)

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

Volume 1, Number 2 July 25, 2012

CONTENTS

Review Articles

Some aspects of heat stress on the plasticity of skeletal muscle cells

K. Goto, Y. Ohno, A. Goto, A. Ikuta, M. Suzuki, T. Ohira, N. Tsuchiya, S. Nishizawa, T. Koya, T. Egawa, T. Sugiura, Y. Ohira and T. Yoshioka197

Arterial stiffness and lifestyle modification

A. Miyaki and S. Maeda205

Association of exercise with appetite and energy intake through endocrine mechanism

T. Yoshikawa and S. Fujimoto211

Effects of protein and amino acid supplementation on muscle protein metabolism in relation to exercise

Y. Shimomura, Y. Kitaura and N. Shimomura219

Rowing as an aerobic and resistance exercise for elderly people

M. Asaka, H. Kawano and M. Higuchi227

Neural regulation of respiration during exercise -Beyond the conventional central command and afferent feedback mechanisms-

K. Ishida and M. Miyamura235

Monocarboxylate transporter and lactate metabolism

Y. Kitaoka, D. Hoshino and H. Hatta247

Central mechanisms of cardiovascular regulation during exercise: Integrative functions of the nucleus of the solitary tract

H. Waki253

Neural control of human gait and posture

K. Nakazawa, H. Obata and S. Sasagawa263

Heat stress and orthostatic tolerance

F. Yamazaki271

Blood flow in non-muscle tissues and organs during exercise: Nature of splanchnic and ocular circulation

N. Hayashi, M. Yamaoka-Endo, N. Someya and Y. Fukuba281

Morphological and functional characteristics of the muscle-tendon unit

Y. Kawakami287

Control of muscle protein synthesis in response to exercise and amino acids

N. Nakai, F. Kawano and Y. Ohira297

Exercise in a metabolic chamber - Effects of exercise on 24 h fat oxidation

K. Iwayama and K. Tokuyama307

Exercise and sleep – Review and future directions

S. Uchida, K. Shioda, Y. Morita, C. Kubota, M. Ganeko and N. Takeda317

Correlates of physical activity among overweight and obese populations: A review of the literature

Y. Liao, K. Harada, A. Shibata, K. Ishii, K. Oka and Y. Nakamura325

Short Review Articles

Exercise training and the promotion of neurogenesis and neurite outgrowth in the hippocampus

T. Sakurai, J. Ogasawara, T. Kizaki, Y. Ishibashi, T. Fujiwara, K. Akagawa, T. Izawa, Z. Radák and H. Ohno333

Body composition in Japanese children

T. Midorikawa339

Mechanisms of heat acclimation and tolerance induced by exercise training and heat exposure

K. Tokizawa, CH. Lin and K. Nagashima343

Visualization of metabolite change in skeletal muscle by contraction using imaging mass spectrometry

N. Goto-Inoue, M. Setou and NL. Fujii347

Effect of physical exercise on lipolysis in white adipocytes

J. Ogasawara, T. Sakurai, T. Kizaki, K. Takahashi, H. Ishida, T. Izawa, K. Toshinai, N. Nakano and H. Ohno351

Abstracts

The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFSM)

Vol. 1, No. 2 July 2012

Review Articles

温熱ストレスと骨格筋可塑性 (p. 197-204)

¹豊橋創造大学大学院健康科学研究科生体機能学, ²豊橋創造大学保健医療学部, ³豊橋創造大学大学院健康科学研究科公衆衛生看護学, ⁴聖マリアンナ医科大学整形外科学, ⁵日本学術振興会, ⁶山口大学教育学部, ⁷大阪大学大学院医学系研究科適応生理学, ⁸弘前学院大学

後藤勝正^{1,2}, 大野善隆², 後藤亜由美¹, 生田旭洋¹, 鈴木美穂¹, 大平友宇¹, 土屋紀子³, 西澤 苑⁴, 古屋智之⁴, 江川達郎^{1,5}, 杉浦崇夫⁶, 大平充宣⁷, 吉岡利忠⁸

筋力トレーニングや運動など骨格筋肥大をもたらす刺激は、骨格筋細胞内に熱ショックタンパク質 (HSPs: ストレスタンパク質) の発現を誘導する。しかし、この骨格筋におけるHSPsの発現誘導の生理学的意義は未だ明らかでない。真核細胞に対する温熱刺激は、熱ショックファクター (HSF) を介したストレス応答によりHSPsの発現を誘導することはよく知られており、このHSPsは分子シャペロンとして機能していると考えられている。Akt/p70 S6キナーゼ (Akt/p70S6K) やカルシニューリンが関与する細胞内シグナル伝達は、温熱刺激による細胞内におけるタンパク質合成を刺激することが示唆されている。骨格筋の生後発育や損傷からの再生において重要な役割を担っている筋衛星細胞数は、温熱刺激により増加する。また、温熱刺激により損傷した骨格筋の再生は促進する。荷重除去により萎縮した骨格筋の再成長は、HSF1の欠損により遅延する。したがって、骨格筋に対する温熱刺激はHSF1を介した温熱刺激により肥大することが示唆される。温熱刺激による骨格筋肥大は、実験動物だけでなくヒトでもその効果が確認されている。骨格筋に対する温熱刺激は、健康な人はもちろんリハビリテーション中の患者の骨格筋増量や筋力増強法として有用なツールであろう。また温熱刺激は、長期臥床や宇宙滞在により生じる骨格筋萎縮のカウンターメジャーとしても有効かもしれない。

動脈ステイフネスと生活習慣改善 (p. 205-210)

¹筑波大学大学院人間総合科学研究科, ²筑波大学体育系宮木亜沙子¹, 前田清司²

動脈ステイフネスの増大は心血管疾患の独立した危険因子である。加齢や肥満により動脈ステイフネスは増大する。動脈ステイフネスの変化には、血管作動性物質、炎症性因子、酸化ストレス、ホルモン、神経系などが関与している。中高齢者や肥満者における生活習慣の改善 (摂取エネルギー量の制限, 摂取栄養の改善, 定期的な有酸素性運動) は、動脈ステイフネスを低下させる。本稿では、生活習慣の改善が動脈ステイフネスを低下させるメカニズムについての知見を紹介するとともに、これらの先行研究に基づいて中高齢者や肥満者におけるよりよい生活習慣の改善法を提案した。

内分泌機構を介した食欲・エネルギー摂取と運動の関係 (p. 211-217)

大阪市立大学大学院医学研究科運動生体医学

吉川貴仁, 藤本繁夫

食欲の制御は、過剰なカロリー摂取を制限して肥満予防やアンチエイジングを達成するための鍵になる。最近では食欲の制御やエネルギー恒常性のために働く中枢神経系と末梢臓器の間の複雑な相互作用のメカニズムが明らかになってきており、なかでも消化管ホルモンはこれらのメカニズムにおいて重要な役割を果たす。消化管ホルモンは大きく二つに分類され、グレリンのように空腹時に血中で増加する食欲増進系ホルモンとペプチドYY (PYY) やグルカゴン様ペプチド (GLP-1) のように食後や満腹時に増加する食欲抑制系ホルモンがある。これらのホルモンは視床下部の食欲中枢に作用するほか、より高位の脳にも作用することが明らかになっている。運動は、カロリー制限とともに肥満者に対する減量対策の2本柱と考えられる。しかし、一般に運動による体重減少は予想より小さいことがあり、これは運動によるエネルギー喪失への代償性のエネルギー摂取の増加が起るためと考えられる。最近、種々の強度や時間の運動が、消化管ホルモンの血中動態を変化させ、食事に対する食欲抑制系ホルモンの応答性を改善し、代償性のエネルギー摂取量の増加を抑制することが報告されている。この事実は、運動が単にエネルギーを消費する手段ではなく、食欲を変化させエネルギー摂取を制御できる可能性を示唆している。本総説では、運動に伴う血中消化管ホルモンの動態の変化と食欲やエネルギー摂取、体重変化との関連について紹介した。

運動と関連した筋タンパク質代謝に対するタンパク質とアミノ酸サプリメント摂取の影響 (p. 219-225)

名古屋大学大学院生命農学研究科栄養生化学

下村吉治, 北浦靖之, 下村典子

運動は骨格筋のタンパク質とアミノ酸代謝を促進する。したがって、運動と関連した適切な栄養摂取は筋肉の維持増進に重要である。運動前の分岐鎖アミノ酸 (BCAAs) サプリメントの摂取は運動によって誘導される筋損傷や筋肉痛を軽減するのに有効であることが証明された。筋肉でのタンパク質合成は運動後に増大するので、本総説では、適切なタイミングでのタンパク質とアミノ酸摂取が筋タンパク質合成を刺激することについて論議した。また、運動と栄養サプリメントによる高齢者の処方法は、老化によるサルコペニアの対策にも有効であるので、そのことについても言及した。

高齢者に対する有酸素およびレジスタンス運動の要素を含むローイング運動 (p. 227-234)

早稲田大学スポーツ科学学術院

浅香明子, 河野 寛, 樋口 満

高齢者の健康維持・増進のために、有酸素運動とレジスタンス運動の両方が推奨されている。ローイング運動は、全身の筋を動員し、有酸素運動とレジスタンス運動の両要素を兼ね備えていると考えられている。また、ローイングやエルゴメータを用いた室内でのローイング運動は、若年者だけでなく高齢者にも世界中で広く実施されている。ローイング運動は座位で行われるため膝への負担が少ないので、高齢者にとって安全な運動である。高齢ローイング愛好者は、同年齢の運動習慣のない人々と比較して、高い有酸素能力を保持し、体幹部および脚部の筋量が多く、動脈硬化リスクが低いことが報告されている。また、運動習慣のない高齢男性を対象に、6ヶ月間のエルゴメータを用いたローイング・トレーニングを実施した結果、ローイング・トレーニングにより、有酸素能力と筋量が増加し、内臓脂肪量および動脈硬化リスクが減少した。一方、レジスタンス運動は動脈硬化を引き起こすが、有酸素運動とレジスタンス運動の両要素を兼ね備えたローイング運動は、レジスタンス運動単独で見られる動脈ステイフネスおよびコンプライアンスへの悪影響を引き起こさないことが報告されている。したがって、これまでの研究により、ローイング運動は高齢者の健康において有酸素運動とレジスタンス運動の両要素の効果をもつ運動であることが確かめられている。

運動時の神経性呼吸調節-伝統的なセントラル・コマンド説と末梢フィードバック説のかなたに- (p. 235-245)

¹名古屋大学総合保健体育科学センター、²金沢星稜大学人間科学部

石田浩司¹、宮村實晴²

動的運動中に換気は運動強度や代謝率に合わせて急増する。この換気増大は「運動時換気亢進(exercise hyperpnea)」と呼ばれている。中程度の強度までのステップ負荷運動では、換気は運動開始1呼吸目から急増して約20秒目までプラトーを示す(第1相; Phase I)が、この間は代謝産物が化学受容器に到達していないので、神経性ドライブのみの調節を受けている。従って、Phase IIは運動時換気亢進のメカニズムを神経性要因に単純化できるため、Phase Iの特徴を明らかにすることは非常に有用である。2000年ころまでは、中程度の強度までのステップ負荷運動中の換気亢進のメカニズムは、2つの伝統的な神経性ドライブによって説明されてきた。一つは大脳運動野や視床下部からの「セントラル・コマンド」で、もう一つは主に筋の機械受容器からgroup III感覚神経を経由する「末梢神経反射」である。約1世紀もの間、どちらの経路が運動時換気亢進を引き起こすか明らかにしようとする実験が多数行われてきた。現在のところ、セントラル・コマンド説の方がやや優勢ではあるが、中枢・末梢の両方の神経性ドライブが、冗長的に換気を多重調節しているというのが一般的な考え方である。最近の技術革新は、運動時換気亢進の解明に新風をもたらしている。Group IIIおよびIV感覚神経の選択的遮断剤を用いてセントラル・コマンドの影響をなくした実験により、末梢性神経ドライブが再び脚光を浴びるようになった。また、運動時の末梢血流の急増が、収縮筋の細静脈近辺の機械受容器で容積変化とし

て感受され、その情報がgroup IV神経を経由して呼吸中枢に伝えられ、代謝率に合わせて換気を亢進させると言う、「静脈伸展仮説(Vascular distension hypothesis)」が提唱されている。一方、中枢性神経調節の観点からは、「学習(Learning)」が注目を浴びている。その「学習」には二つの経路が考えられている。一つは「長期的適応(Long term modulation; LTM)」と呼ばれ、運動と死腔の増加などの異なる刺激の連合学習を繰り返すことで、セロトニンが関与してシナプスが適応するというものである。もう一方は、「意識的調節(Volitional control)」で、大脳や小脳で認知機能を用いた行動反応または学習反応として換気増大が起こるというものである。しかしながら、これの二つの経路の直接的証拠はなく、傍証しかない。「何が運動時の換気増大を引き起こすのか?」という命題を解き明かすには、もうしばらくかかりそうである。

モノカルボン酸トランスポーターと乳酸代謝

(p. 247-252)

東京大学大学院総合文化研究科

北岡 祐、星野太佑、八田秀雄

長い間、乳酸は酸素が不足する状況で産生される最終代謝産物であり、疲労物質だと考えられてきた。しかしながら、多くの研究によって乳酸がミトコンドリアで酸化される基質であること、さらに血流によって全身の組織へと分配されるすぐれたエネルギー基質であることが示されてきている。乳酸の膜輸送はモノカルボン酸トランスポーターが担っており、骨格筋においてはMCT1、MCT4の2つのアイソフォームが存在する。MCT1はおもに遅筋線維に存在して乳酸の取り込みに関わる一方で、MCT4は速筋線維に多く存在し乳酸の放出に関わっていることが知られている。本総説では、疲労物質だと誤解されてきた乳酸がエネルギー基質として見直されてきた背景とトレーニングによるMCTを中心とした乳酸代謝の変化について紹介した。さらに、非常に高い運動能力をもつサラブレッドの乳酸代謝に関する最新の知見を紹介し、アスリートにとっての乳酸代謝の重要性について議論した。

運動時の中枢性循環調節機序-延髄孤束核の統合機能を中心に- (p. 253-261)

和歌山県立医科大学医学部生理学第二

和気秀文

一般に運動時には血圧と心拍数の上昇が起こる。この反応は運動時の活動筋や脳への血流分配に寄与しており、運動パフォーマンスの維持に極めて重要である。このような循環反応は主として心臓・血管床・副腎への自律神経系出力を制御する脳によるものであるが、その制御過程は未だブラックボックスとして扱われることが多い。本総説では、現在までに提案されている運動時の中枢性循環調節の機序について概説したい。運動時の循環反応は主として交感神経活動の亢進(骨格筋支配性のものを除く)によるものである。運動開始に伴い、(i)運動機能を司る高位中枢からの情報(セントラルコマンド)と、(ii)活動筋の機械受容器や代謝受容器からの情報とが循環調節中枢に入力され、交感神経系の賦活化

が引き起こされると考えられている。交感神経系の賦活化には交感神経プレモーターニューロン群がある吻側延髄腹外側野の興奮が必須であると同時に、当該ニューロン群の活動を抑制させないように、延髄孤束核機能を介して圧受容器反射を修飾する（リセットを引き起こす）必要がある。セントラルコマンド説においては、大脳皮質などからの情報は視床下部背内側核や視床下部室傍核などに入力され、孤束核、吻側延髄腹外側野、および尾側縫線核などを介して最終的に交感神経系出力が制御されると考えられている。また、骨格筋受容器からのフィードバック性制御も、末梢からの情報が脊髄後角ニューロン群を介して孤束核および吻側延髄腹外側野に入力されることにより、交感神経系出力が調節されると考えられている。以上のように、運動時の中枢性循環調節機序は極めて複雑ではあるが、そのブラックボックスの構造が現在徐々に明らかにされてきている。その機序を詳細に解明することが今後の重要な課題である。

ヒトの歩行および姿勢の神経制御 (p. 263-269)

東京大学大学院総合文化研究科

中澤公孝, 小幡博基, 笹川 俊

近年、ヒトを研究対象とする神経科学は、脳画像解析法や脳機能画像解析法、あるいは経頭蓋磁気刺激法などに代表される非侵襲的な研究手法の開発を受けて、格段に進歩した。それに伴い、ヒトの二足立位姿勢および歩行の制御に関する研究も急速に進みつつある。とはいえ、歩行のような動的運動中の脳神経活動を正確に評価することは依然として困難であり、ヒトを直接対象とする研究は依然として多くの限界を抱える。本総説では、この限界の範囲内で得られたヒトの姿勢および歩行を司る神経機序に関連する最近の成果を中心にまとめた。

暑熱ストレスと起立耐性 (p. 271-280)

産業医科大学産業保健学部人間情報科学

山崎 文夫

運動性および非運動性（すなわち受動的体加温）暑熱ストレスが加わることにより人の心臓循環システムは脆弱となり、立位時に低血圧を起こしやすくなって起立耐性が低下する。この起立耐性の低下には、1) 体中心部から皮膚への血流量の再配分、2) 脚静脈コンプライアンスの増加、3) 血圧反射機能の変化、4) 下肢の静動脈反応の減少、および5) 血漿量の減少を含む複数の生理学的メカニズムが関係している。身体の冷却、水分補給、暑熱順化などの対策を組み合わせることによって暑熱環境における起立耐性を改善することができる。本総説では、暑熱ストレスによって引き起こされる起立耐性の低下の原因と対策についてこれまでの研究成果を要約した。

活動筋以外の組織における運動中の血流動態：内臓と眼底の循環 (p. 281-286)

¹九州大学健康科学センター、²県立広島大学人間文化学部、³九州工業大学大学院生命体工学研究科

林 直亨¹, 山岡(遠藤) 雅子², 染矢菜美³, 福場良之²

活動筋の血管拡張に伴う血管コンダクタンスの増加に対抗して血圧を維持するため、多くの非活動部位は血流を抑制し、その結果、非活動部全体としてコンダクタン

スは減少する。この血管収縮は血流配分に貢献している。一方、運動中あるいは運動後における機能低下を防ぐために非活動部位においては過度な血流低下を避けることが望ましい。消化管とその下流にある門脈では、動的運動時に血管収縮を伴って血流が低下し、これが間接的に活動筋の血流増加に貢献することが明らかにされてきた。この血流低下は運動誘発性の胃腸症状と関連するようである。一方、食後に運動を行うと血管収縮は抑制される。このことは消化管での消化吸收機能の維持に関係しているかもしれない。血流低下する部位とは対照的に、眼底血流の一部である脈絡膜血流は血管拡張を起こさないものの運動強度に伴って増加する。運動時の眼底循環の応答と視覚機能との関係はいまだ明らかではない。活動筋とそれ以外の組織とにおける血流の競合は、非活動部位の機能や、食後のような運動条件との関連で検討する必要がある。

筋腱複合体の形態的・機能的特性 (p. 287-296)

早稲田大学スポーツ科学学術院

川上 泰雄

本総説は骨格筋のバイオメカニカルな特徴について、特にその形態的・機能的特徴とその解剖学的な要素（筋束と腱組織）に関する知見を要約したものである。1) 骨格筋の力・スピード発揮特性における筋束形状の重要性について、また筋束形状の骨格筋サイズ依存性について概説した。2) 筋腱複合体の弾性特性についてまとめ、腱組織のバネとしての特性についてふれた。腱組織の弾性は機械的・神経的にコントロールされた状態での関節運動のパフォーマンスに関与し、筋線維の発揮エネルギー節約や骨格筋の正の仕事増強に寄与することが示された。3) 骨格筋の機能分化とその部位依存性について述べ、近位に存在する筋は筋束短縮を通じた仕事の発生器として、遠位に存在する筋はバネとして機能するという先行研究についてまとめた。4) 伸長-短縮サイクルを伴う運動中の腱組織の独特の、しかし奇妙なふるまいについて述べ、腱組織の弾性が筋活動依存で変化する可能性についてふれた。5) 錯綜する最近の知見の解釈のために、複数の筋腱複合体をひとつのユニットとしてとらえる必要性についてふれた。本総説全体を通じて、筋腱複合体は筋束と腱組織の2つの要素をそれぞれアクチュエータとバネとして別個に扱うことは不適切であり、解剖学的にも機能的にも1単位としてとらえるべきであると結論された。

運動およびアミノ酸による筋タンパク質合成

(p. 297-305)

大阪大学大学院医学系研究科適応生理学

中井直也, 河野史倫, 大平充宣

レジスタンス運動や適切な栄養（特にアミノ酸）摂取は骨格筋量の維持に有効である。Mammalian target of rapamycin (mTOR)はセリン・スレオニンキナーゼであり、mTORを介した細胞内情報伝達経路は骨格筋のタンパク質合成を制御する最もよく知られたメカニズムである。レジスタンス運動やアミノ酸摂取は、独立してmTORを活性化し、さらに下流のタンパク質翻訳開始過程およびペプチド鎖伸長過程を刺激する。レジスタン

ス運動は、ホルモンや成長因子等の内分泌機能を介してタンパク質合成を調節する。しかし、レジスタンス運動による骨格筋量の調節において最もよく認知されているメカニズムは、機械的張力であると考えられている。一方、栄養による調節では、細胞内のアミノ酸濃度、特に分岐鎖アミノ酸であるロイシンがアミノ酸摂取後の骨格筋タンパク質合成の主たる調節因子であることが提唱されている。我々も、ロイシン代謝がアミノ酸によるタンパク質合成促進作用に影響を及ぼすことを報告している。レジスタンス運動およびアミノ酸摂取によるタンパク質合成の細胞内情報伝達にはp70 S6 kinase (p70S6K) や eukaryotic initiation factor 4E-binding protein (4E-BP1)等のmTOR下流に存在する因子が関与していることは明らかであるが、mTORの上流の因子については依然として不明な点が多い。本総説では、運動およびアミノ酸による骨格筋mTOR経路の活性化およびタンパク質合成に関わる細胞内メカニズムの最近の知見を概説した。

メタボリック・チャンパー内での運動：運動が24時間の脂肪酸化に及ぼす影響 (p. 307-316)

¹筑波大学人間総合科学研究科心身統合スポーツ科学センター、²筑波大学人間総合科学研究科スポーツ医学専攻 岩山海渡^{1,2}、徳山薫平²

メタボリック・チャンパーを用いた間接熱量測定は睡眠時も含めた長時間の代謝測定を可能にする。本総説では運動が脂肪の酸化に及ぼす影響について、長時間の連続測定から得られた一連の研究成果を考察した。コロラド大学をはじめ複数の研究グループから、1)「運動強度は24時間の脂肪の酸化に影響しない」、2)「運動は24時間の脂質の酸化をほとんど亢進しない」という報告が相次いでいる。これらの報告は、運動中のエネルギー代謝測定を基にして考えてきた我々の常識に反しているように見えるが、運動後にも脂肪酸化の亢進が長時間持続することを考慮すると納得できる。しかし、本総説で3番目に考察する、3)「朝練習は24時間の脂肪の酸化を亢進する」という一見当たり前の実験結果は「運動は脂肪の酸化を亢進しない」という2番目に論じた問題の結論が単純過ぎることを示唆している。これらの問題が解決されるには、もうしばらく精度の高いデータの蓄積と多様な条件設定による解析を待つ必要がある。

身体運動と睡眠 - 総説および将来の方向性 (p. 317-324)

¹早稲田大学スポーツ科学学術院、²神奈川大学人間科学部、³早稲田大学大学院、⁴日本学術振興会

内田直¹、塩田耕平²、守田優子³、窪田千恵³、我如古雅志³、武田典子^{1,4}

身体運動の睡眠に及ぼす影響について解説した。睡眠研究の黎明期においては、睡眠の観察は、睡眠中の脳波の様々な特徴的波形の変化を指標とした睡眠段階評価による、中枢神経系 (CNS) の生理学によって行われていた。この方法により、睡眠を中断させずに様々な睡眠現象を観察するができた。身体運動の睡眠に対する影響についての研究は、1960年代に始まったが、これも脳波による睡眠の評価が主体であった。これらの初期の研究では、睡眠の質の比較的小さな変化しか見つけることがで

きなかった。しかしながら、近年ではCNSだけでなく、身体の生理学的変化にも関心が向いている。日中の身体運動は、サーカディアンペースメーカー、内分泌、自律神経系、その他の身体機能に影響をあたえることを考えれば、睡眠にも影響が及ぼされるはずである。内分泌、代謝、自律神経系の変化などは睡眠中に測定することも可能であり、標準的な睡眠ポリグラフに加えて、身体運動のこれらの指標への影響を測定することは可能である。このような測定は、包括的自己制御システムとしての睡眠が、CNSだけでなく脳以外の身体の関わりによっても行われていることを説明する、十分な証拠を提供することにもつながるであろう。

過体重者および肥満者における身体活動の関連要因 - 文献レビュー (p. 325-331)

¹早稲田大学大学院スポーツ科学研究科、²日本学術振興会、³早稲田大学スポーツ科学学術院

廖邕¹、原田和弘^{2,3}、柴田愛³、石井香織³、岡浩一朗³、中村好男³

身体活動実施に影響を及ぼす要因は、性や年齢など個人属性によって異なることが指摘されているが、過体重者や肥満者の身体活動実施に関連する要因の解明がどの程度なされているかは不明である。本総説では、過体重者および肥満者の身体活動の実施に関連する要因を整理することを目的とした。四つのデータベース：「PubMed」、「Medline」、「Psycinfo」および「医学中央雑誌」を用いて、2000年1月から2010年12月までに出版された英語および日本語論文を検索した。最終的に本研究で扱う論文として9編が抽出された。過体重者や肥満者の身体活動と関連する要因は、年齢、セルフ・エフィカシー、ソーシャルサポート、施設へのアクセスに対する認知、および、近所で運動実施者を見かけることであった。肥満予防・改善に寄与するにはより効果的な身体活動介入の開発に必要とされるエビデンスの蓄積が特に非欧米圏において更に必要であろう。今後、特定の身体活動と関連する主観的および客観的な環境要因を明らかにすることが重要であると考えられる。

Short Review Articles

海馬における神経新生および神経突起伸長と運動トレーニング (p. 333-337)

¹杏林大学医学部衛生学公衆衛生学、²杏林大学医学部細胞生理学、³同志社大学スポーツ健康科学部、⁴Research Institute of Sport Science, Faculty of Physical Education and Sport Science, Semmelweis University

櫻井拓也¹、小笠原準悦¹、木崎節子¹、石橋義永¹、藤原智徳²、赤川公朗²、井澤鉄也³、Zsolt Radák⁴、大野秀樹¹

高齢化の進展に伴い、アルツハイマー病を含む認知症患者の増加が大きな社会問題となっている。運動は認知症・アルツハイマー病の予防や認知機能障害の改善に有効であることが広く知られているが、この理由として、海馬における脳由来神経栄養因子の発現や神経新生の増加が挙げられる。成人脳の海馬における神経新生は、神経前駆細胞の増殖とそれに続く神経突起 (軸索および樹状突起) の伸長など含む分化によって起こる。運動は海

馬領域で細胞の増殖や生存を高めることが数多く報告されているが、神経細胞の神経突起伸長を促進するかについてはまだ報告は少ない。認知機能の向上には海馬における新生神経細胞数の増加だけでなく、神経突起伸長の促進といった質の向上も必要であると推測される。本総説では、海馬における神経新生と神経突起伸長に対する運動トレーニングの影響について解説した。

日本人の子どもを対象した身体組成 (p. 339-342)

桜美林大学健康福祉学群

緑川泰史

子どもを対象に器官・組織レベルで、全身および部位別の身体組成を報告した研究は非常に限られている。本総説では最近取得した脂肪量と骨格筋量のデータを踏まえながら、日本人の子どもを対象にした身体組成研究の流れを掴むことを目的とする。脂肪量に関する最近の我々の研究によると、1) DXA法を使用した場合、過体重の男女の体脂肪率は35%を超えること、2) 過体重と標準体重の子どもの脂肪量の差の約50%が、男女ともに体幹部分の脂肪量に因っている可能性が示唆されたこと、3) 子どもに特化しキャリパー法と超音波法を用いて作成した脂肪量推定式は、現時点でフィールドにおいても利用可能な式であることが示されている。また、骨格筋量に焦点を当てた我々の研究では、1) 全身骨格筋量は思春期前から思春期へ移行する間に劇的に増加し、思春期でほぼ成人と同等な骨格筋量に達すること、2) 思春期前から思春期にかけての骨格筋量の増加は、四肢および体幹においてほぼ同様なスピードであると推測できること、3) 超音波Bモード法で測定した筋厚から日本人成人男女の全身および部位別（腕・体幹・大腿・下腿）骨格筋量を推定する式は、思春期を迎えた男女にも適用可能である一方、思春期前の男女には成人用推定式の適用が難しいことがわかっている。今後は、未完成の脂肪量および骨格筋量の基礎資料づくりと推定式作成に力を注ぐ予定である。

運動トレーニングと暑熱暴露による暑熱順化と暑熱耐性向上メカニズム (p. 343-346)

¹早稲田大学スポーツ科学学術院、²早稲田大学大学院スポーツ科学研究科G-COE、³早稲田大学人間科学学術院統合生理学、⁴早稲田大学応用脳科学研究所

時澤 健^{1,2}、林 政賢²、永島 計^{2,4}

多くの生物は一定期間の温度変化に曝されると、生理学および生化学的な適応を引き起こす。ヒトにおいては、暑熱環境や運動などにより繰り返し高体温になることによって、明らかな生理学的適応を示す。本総説においては、「暑熱順化」と呼ばれるこの適応過程のメカニズムについて論じた。最初に、体温調節がどのように発汗と皮膚血流の反応を適応させているかについて、次に中枢と末梢のメカニズムについて議論する。近年、暑熱順化による細胞内転写因子の変化や視床下部における神

経細胞の新生など新たな発見があった。それらと生理応答との結びつきにはまだ大きな隔りがあるが、従来考えられていた中枢における適応の概念を説明する手掛かりとなるであろう。

イメージングマスマススペクトロメトリーによる骨格筋収縮に伴う代謝物変動の可視化 (p. 347-350)

¹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、²浜松医科大学解剖学講座細胞生物学分野
井上菜穂子^{1,2}、瀬藤光利²、藤井宣晴¹

イメージングマスマススペクトロメトリーは、質量分析法を応用した生体分子可視化法の一つである。従来の質量分析法は生体から目的分子の抽出・精製の過程が必要であり、生体内での局在情報は失われてしまう。イメージングマスマススペクトロメトリーはこれまでの質量分析の特性である構造決定などの長所を残したまま、組織内の局在情報という新たな情報を得る事を可能にし、これまで抗体などが作成困難であった低分子の可視化法として近年注目されている。骨格筋中の脂質は正常な代謝および病態の機構の両方に重要な役割を担っていることが考えられている。代表的な例として、肥満や二型糖尿病の患者においては著しい脂質蓄積が観察され、これらの病態に脂質代謝が重要な役割を担っている事を示唆している。今回我々は近年イメージングマスマススペクトロメトリーの手法を用いてマウス骨格筋の収縮に伴う脂質変動を可視化した結果を報告した。本総説では、我々の報告を中心に、イメージングマスマススペクトロメトリーの手法を用いた最近の骨格筋研究で得られた成果を報告した。

白色脂肪細胞の脂肪分解反応へ及ぼす運動の影響

(p. 351-356)

¹杏林大学医学部衛生学公衆衛生学、²杏林大学医学部第三内科学、³同志社大学スポーツ健康科学部、⁴宮崎大学医学部神経呼吸内分泌代謝学、⁵藍野大学再生医療研究所

小笠原準悦¹、櫻井拓也¹、木崎節子¹、高橋和人²、石田均²、井澤鉄也³、十枝内厚次⁴、中野法彦⁵、大野秀樹¹

代謝のエネルギー源である脂肪酸は、白色脂肪組織や骨格筋内に内在する白色脂肪組織、さらには循環しているリポタンパク質が含有する中性脂肪を加水分解することによって得られる。中強度運動中に供給される遊離脂肪酸の約50%は白色脂肪組織から供給され、これは、ホルモン刺激によって増加する白色脂肪細胞の脂肪分解反応によって亢進する。白色脂肪細胞の脂肪分解機構は代謝エネルギーの供給という目的において進化の過程で高度に保存された生理的機能である。本総説では、白色脂肪細胞の脂肪分解反応を調節する分子群の挙動に関する最近の知見と、急性運動や運動トレーニングによる脂肪分解機構の変化について、著者らの知見を踏まえ概説した。