

日本女子体育大学附属基礎体力研究所
第17回研究フォーラム・学術フロンティア研究成果中間報告会

日 時：2006年11月25日 13：30～16：40

会 場：日本女子体育大学本館 E102

プログラム

- 13：30 開会の挨拶 永島 惇正（日本女子体育大学学長）
- 13：40～15：00 研究成果（中間）報告 座長 中村 泉（日本女子体育大学教授）
- 「プロジェクト全体の説明」 定本 朋子（日本女子体育大学教授）
- 「中心循環と末梢循環のマッチングと mismatching」 清水 静代（慶應義塾大学体育研究所講師）
- 「骨格筋への血流配分と筋からの血液還流」 加賀谷淳子（日本女子体育大学名誉教授）
大森芙美子（鹿屋体育大学大学院）
- 「運動時の内臓器官および脳の血流動態とその調節機構」 定本 朋子（日本女子体育大学教授）
- 「運動時の筋交感神経活動からみた中枢指令および反射性制御の調節機構」 斉藤 満（豊田工業大学教授）
- 「運動準備期のセントラルコマンドの働き」 岩館 雅子（学術フロンティアポスドク研究員）
- 「運動時の呼吸循環系変化に対する中枢性・末梢性の神経調節」 佐藤 耕平（日本女子体育大学助手）
- 「有疾患における運動および筋虚血に対する血流調節プロファイル」 長田 卓也（東京医科大学講師）
- 15：00～15：30 コーヒーブレイク 〈研究成果ポスター発表〉
- 15：40～16：30 特別講演 司会 高橋 和之（日本女子体育大学基礎体力研究所所長）
- 「脳を正しく使おう」 金澤 一郎先生
（国立精神・神経センター総長，日本学術会議会長，宮内庁長官官房・皇室医務主管）
- 16：40 閉 会

日本女子体育大学附属基礎体力研究所

第17回研究フォーラム・学術フロンティア研究成果中間報告会

「運動時における循環調節の統合的解明 ースポーツによる健康・体力づくりプログラムの構築に向けてー」

学術フロンティア推進事業「運動時における循環調節の統合的解明ースポーツによる健康・体力づくりプログラムの構築に向けてー」は、日本女子体育大学附属基礎体力研究所を拠点として、国内外の研究者中心に（表1参照）、平成16年度から実施されている事業である。平成18年度はその5年間にわたる研究期間の中間年にあたり、基礎体力研究第17回研究フォーラムを兼ねた、学術フロンティア研究成果中間報告会を平成18年11月25日に開催した。

永島 惇正学長（日本女子体育大学）の開会挨拶では、私学助成学術フロンティア推進事業の経緯と本学における学術的意義に対する期待の言葉が述べられた。また成果の中間報告会という節目にあたり、多忙にも関わらず、特別講演をしてくださる金澤一郎先生への感謝が述べられた。研究成果中間報告会では、中村 泉教授（日本女子体育大学スポーツ健康学科長）の司会により、プロジェクト全体の概要（図1）およびこれまでの主な研究成果が報告された。発表された報告の要旨は以下のとおりである。

また、当日の午前中に開催された本プロジェクトの「外部評価委員会」においても、以下の要旨を含む研究成果についての報告がなされ、評価を受けるとともに、多くの示唆と教示を頂いた。その外部評価委員としてご尽力をいただいた浅見 俊雄先生（東京大学名誉教授・元国立スポーツ科学センター長）、松田 光生先生（筑波大学名誉教授、流通経済大学教授）、田村 照子先生（文化女子大学大学院研究科長・教授）に心より感謝を申し上げる次第である。また研究成果中間報告会の開催、外部評価委員会の実施にあたりご支援をいただいた学校法人二階堂学園理事長ならびに教職員の皆さまに重ねて感謝申し上げます。

本プロジェクトの概要

現代社会においては日常的な身体活動の機会が減少し、すべての人々にとって意図的運動の実施が極めて重要である。しかし、「動く」ことに対する身体適応のメカニズム、特に「安全性」確保に不可欠であり、かつ多数の因子が複雑に作用する運動時の循環調節機序は十分明らかにされていない。そこで本プロジェクトでは、さまざまな特性を持つ運動時の循環調節機構を明らかにすると同時に、多様な特性を持つ健康人および有患者に適用して検証し、科学的根拠を持つ「安全で有効な運動プログラム」の構築に向けた提案を行うことを目的としている。本プロジェクトは科学的な新知見をもたらすと同時に、国の重要かつ喫緊の課題となっている国民の健康のための運動推進にも貢献するという大きな意義がある。

平成16～20年度にわたる5年間の研究期間のうち、最初の3年間（平成16～18年度）は、運動時の循環調節の研究基盤を確立するために、様々な運動様式（動的と静的運動）、種々の運動強度と運動時間、身体各部位の運動を実施させて、循環の中心である心臓からの血液の拍出量（心拍出量）と身体各部位・臓器（活動筋、非活動筋、腹部内臓、脳など）への血流の分配、筋組織での酸素動態、血圧応答、交感神経活動の変化を測定し、循環調節に関与する生理学的因子の解明とその調節機構を実験的に明らかにする計画である。続く2年間（平成19～20年度）は、それらの調節機構が、発育や加齢に伴ってどのように変化するか、疾患の有無、競技者と非競技者との体力差、男女の相違といったさまざまな身体特性をもった対象者において明らかにする。最終的には、これらの成果を総合して、循環調節の観点から安全で有効なスポーツ運動プログラムについて提案する。

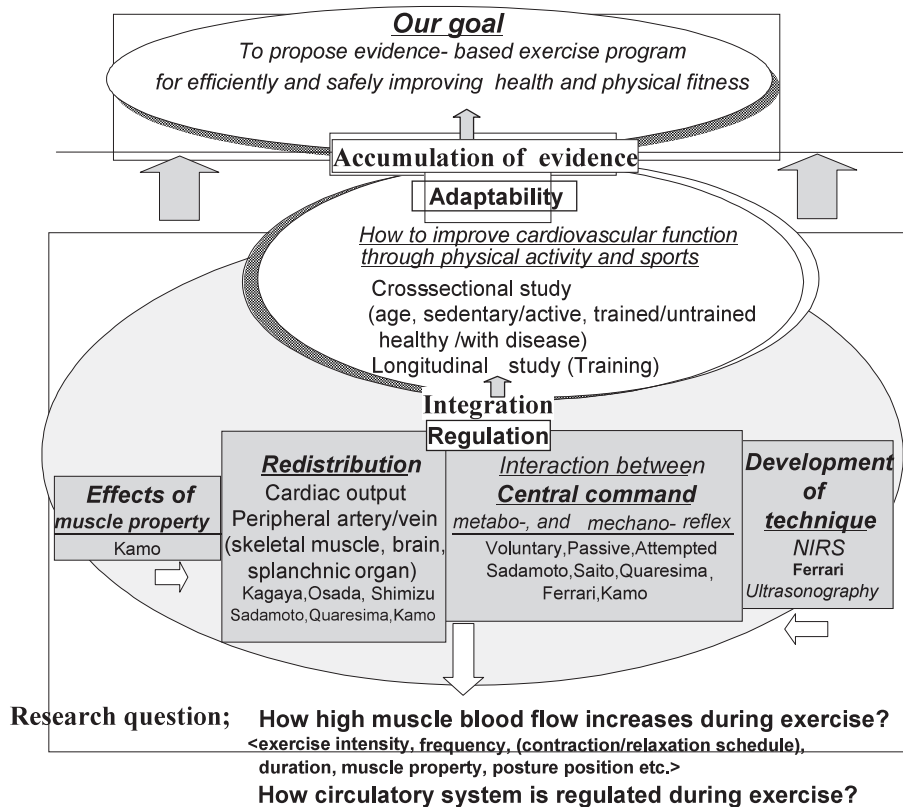


図1 本プロジェクトの研究デザイン

表1 プロジェクトの研究体制（平成18年現在）

研究者氏名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
加賀谷淳子 研究代表者 (平成16～18年度)	日本女子体育大学 名誉教授	骨格筋への血流分配と筋からの 血液還流	運動特性と骨格筋への血流分配への関 係解明, 研究全体の統括と推進.
定本 朋子	日本女子体育大学教授	運動時の内臓器官および脳の血 流動態とその調節機構	非活動組織血流からみた運動時の循環 調節の解明, 研究の実施に関する統括 と推進.
加茂 美冬	日本女子体育大学 助教授	運動様式, 運動強度, 運動時間 および筋代謝からみたモーター ユニットの動員特性	筋疲労発現, 運動特性, 筋代謝との相 互連関の解明
清水 静代	慶應義塾大学体育研究 所講師	運動時の心拍量の変化と各種 血管への血流分配	中心静脈と末梢循環のマッチングとミ スマッチング
佐藤 耕平	日本女子体育大学助手	運動時の呼吸循環系変化に対す る中枢性・末梢性の神経調節	呼吸循環応答に関わる調節因子の解明
岩館 雅子	学術フロンティア支援ス タッフ, ポスドク研究員	運動準備期のセントラルコマン ドの働き	セントラルコマンドと循環応答の対応 関係の解明, 各研究プロジェクト実施 のための補助や調整
斉藤 満	豊田工業大学教授	運動時の筋交感神経活動からみ た中枢指令および反射性制御の 調節機構	自律神経による運動時循環調節メカニ ズムの解明
長田 卓也	東京医科大学講師	有疾患における運動および筋 虚血に対する血流調節プロファ イル	低体力者や有疾患者の循環調節メカニ ズムの解明と運動療法の基盤構築
Marco Ferrari	University of L'Aquila (Italy) 教授	脳循環・代謝測定用近赤外線分 光法の開発	研究装置の開発
Valentina Quaresima	University of L'Aquila (Italy) 教授	近赤外線分光法による運動時の 脳循環・代謝の変化	脳への血流分配にかかわる調節機構の 解明

■ 研究成果（中間）要旨

骨格筋への血流分配と筋からの血液還流

加賀谷 淳子（日本女子体育大学）

大森芙 美子（鹿屋体育大学大学院）

Abstract

Re-distribution of blood flow to skeletal muscles was studied to clarify 1) an interaction between arterial and venous flow, 2) exercise time- and intensity-dependent blood flow changes to no-exercising limb, and 3) time course of changes in post-exercise blood flow. Three studies were conducted. The first study indicated that the brachial venous outflow due to muscle action accelerated brachial arterial blood flow when a prolonged handgrip exercise increased muscle blood volume. The second study observed blood flow and vascular conductance of non-exercising forearm and leg during handgrip exercise. Vascular conductance of non-exercising limb increased or decreased depending on exercise intensity, exercise duration, and the limb used and vessels studied. The third study was conducted to find the time course of blood flow changes immediately after exercise to find an optimal exercise interval (frequency). As a result, The largest occurrence of the cardiac cycle for peak blood flow after exercise was at the 3rd cardiac cycle in all contraction intervals and exercise intensities,

(1) 活動中の骨格筋への血流供給は、筋内血液量や静脈血流量によって修飾されると考えられてきたが、静脈血流量測定の高難易度から、その仮説が実証されてはいなかった。本研究プロジェクトにおいて実施された掌握運動時の動静脈血流の研究から、時間経過に伴う両者の関係は必ずしも一致していないこと、筋ポンプ作用（筋収縮によって筋内から押し出される血液量）が動脈側に影響を与えるのは、運動開始直後の極く短時間と、運動持続後の筋内血管床が拡大する時期においてであることが明らかになった。

(2) 筋活動中の非活動体肢血流量は、血管拡張作用によって減少するとする報告と、血圧依存で増加するとする報告があり、議論の対象となっている。すでに、アームクラッキング（上肢回旋運動）とサイクリング運動では強度依存で増加すること、それは、血管に対するシアストレスによるものであることを示したが、本プロジェクトでは、掌握運動時の非活動上下肢の血管コンダクタンスは運動の強度だけでなく、持続時間にも依存した変化を示すこと及び部位特異性のあることを明らかにし、この論争に新たな知見を加えた。

(3) 骨格筋への血流量が運動後、一過性に低下するのか、増加するのか、増加するとすれば時間はどれくらいかは明らかでなかった。本プロジェクトでは、下腿運動後の膝窩動脈血流量は運動後増加し、それは3心拍目に、最高値に達するとの新知見を得た（アジアスポーツ医学会賞受賞）。

運動時の内臓器官および脳の血流動態とその調節機構

定本 朋子（日本女子体育大学）

(1) 内臓器官の血流動態とその調節機構

Abstract

Since visceral regions are consisted of functionally different organs such as kidneys and gastrointestinal tracts. It was hypothesized that blood flow regulation induced by the autonomic activation

during exercise is different among arteries supplying to specific organs. To verify the hypothesis. We studied blood flow responses in renal artery (RA) and the superior mesenteric artery (SMA) during static handgrip exercise and the postexercise muscle ischemia (PEMI). Ten healthy female volunteers performed a sustained static handgrip exercise at 30 % of maximum voluntary contraction for 2 min followed by a 6-min recovery period (control condition). Subjects also underwent the occlusion condition. In which arterial blood flow in the upper arm was arrested immediately after the handgrip exercise. Mean arterial blood pressure (Finapres), heart rate (ECG), and blood flow in RA (RABF) and SMA (SMABF) were measured by Doppler ultrasound technique. Vascular resistance in RA and SMA (RAVR and SMAVR) were calculated. During handgrip exercise, RAVR significantly increased and sustained at the higher level during PEMI in occlusion condition. Whereas RAVR in control condition returned to the resting level. On the contrary, SMAVR in both conditions slightly increased during exercise and returned to the resting level during PEMI. These results supported the hypothesis that blood flow regulation among different visceral organs is differential during exercise and PEMI. RA appeared to be more sensitive to exercise stimulus and the reflex signals arising from muscle metaboreceptors than SMA. The artery supplying to the digesting gastrointestinal tract such as SMA might be to some degree exempt from flow-reducing participation during exercise.

先行研究では「運動時には腹部内臓の血流減少が起こる」と一括されてきたが、本研究では、臓器によって運動時の内臓血流調節が異なるとの知見を得た。静的運動時（30 % MVC 負荷）には腎動脈血流が低下し、腎の血管抵抗が著しく上昇した。一方、消化器官へ連絡する動脈（上腸間膜動脈）では、同一運動であっても腎動脈のような血流減少がみられず、血管抵抗の上昇も低いことが示された。このような腎動脈と上腸間膜動脈の血流反応の違いをもたらす要因として、筋代謝受容器反射（活動筋中に蓄積された代謝産物に由来する反射性制御）の働きが腎動脈と上腸間膜動脈では異なることが示された。腎動脈は上腸間膜動脈に比べ、筋代謝受容器反射による血管収縮作用を受けやすいことが示唆された。

(2) 運動時の脳血流動態とその調節

Abstract

To elucidate the cerebral blood flow responses to static exercise, we measured arterial blood flow responses in three sites of "the carotid artery root" and one site of "the vertebral artery root". Ten healthy female volunteers performed a 3-min sustained static handgrip exercise with ramp load increasing from 10% to 30% of maximum voluntary contraction followed by a 3-min postexercise muscle ischemia (PEMI). The blood flow (BF) in left common carotid artery (CCABF), the left internal carotid artery (ICABF), and the left vertebral artery (VABF) was measured by ultrasonography. Mean flow velocity in the left middle cerebral artery (MCAV) was also recorded. Mean arterial blood pressure (MAP; Finapres) and heart rate (HR; ECG). The vascular resistance (VR) was calculated from the ratio of MAP to the CCABF, ICABF, VABF, or MCAV. During static exercise the vascular resistance in all arteries increased from the resting level in parallel with the increase in MAP, but the magnitude of increase was greater in the "carotid artery root" than the "vertebral artery root". During PEMI, CCABF-VR, ICABF-VR, and MCA-VR were significantly higher than the resting level, whereas VABF-VR returned to the resting level. These data suggested that the static exercise produced greater vasoconstriction in the "carotid artery root" than the "vertebral artery root" and that the muscle metaboreflex played an important role in vasoconstriction in the "the carotid artery root" but not in the "vertebral artery root"

脳への血流は左右の内頸動脈経路（主に大脳皮質側頭葉，前頭葉，頭頂葉，島皮質へ灌流）と椎骨動脈経路（主に延髄，小脳，後頭葉へ灌流）の2経路により供給されるが、この2経路における運動時の血流動態およびその調節機構に相違があることが示された。内頸動脈経路では、血圧が上昇するような運動時には顕著な血管抵抗

の増大, つまり血管収縮作用がみられ, これにより流入血液を制限することが示唆された. 一方, 椎骨動脈経路では血管抵抗の増大が少なく, 血流の制限が少ないことが示された. またこのような血管抵抗増大の要因として, 頸動脈経路では筋代謝受容器反射が果たす役割が大きい, 椎骨動脈経路では筋代謝受容器反射の関与が殆どみられないことも示された.

運動時の筋交感神経活動からみた中枢指令および反射性制御の調節機構

齊藤 満 (豊田工業大学)

Abstract

This project attempted to investigate the effect of central command (CC) and peripheral reflex on regulation of exercise circulation. Since sympathetic nervous system has crucial role to regulate cardiovascular system, muscle sympathetic nerve activity (MSNA), which is modulated by CC and reflex input from periphery, was recorded during and following isometric handgrip. MSNA, blood pressure (BP) and perceived exertion as an index of CC increased gradually during exercise while inhibitory effect of baroreflex on MSNA decreased gradually until exercise end. However, during post exercise ischemia (PEI) its effect increased again compared with during exercise indicating that CC might influence baroreflex effect. In the second study, MSNA response during high intensity handgrip exercise and metaboreflex MSNA during PEI was compared between dominant (DA) and non-dominant arm (NDA) exercise. MSNA response during high intensity handgrip was the same in both arms, while metaboreflex MSNA response during PEI was greater in DA than in NDA. In addition, effect of four weeks resistance training of NDA on metaboreflex MSNA response was investigated and the response was still greater in DA compared to NDA exercise. These results demonstrate that no difference in CC between DA and NDA, but metaboreflex was different and the difference could not cancel with short-term resistance training.

運動時の圧反射調節にはセントラルコマンド (運動努力) が常時関わり, その強さに依存して変化することが示され, 運動努力の重要性が確かめられた. 利き腕と非利き腕をトレーニング, 非トレーニング肢モデルとしてセントラルコマンドの効果を検討した結果, セントラルコマンドの左右差は認めなかったが, 代謝受容器反射の差を認め, この結果に基づいて, 代謝受容器反射がレジスタンストレーニングで解消できるかどうか検討した. その結果, 短期間の高強度レジスタンストレーニングは最大筋力やパフォーマンスを向上させるが, MSNA 反応の左右差を解消することはできず, 代謝受容器反射への効果は認められなかった. したがって, 代謝受容器反射に対する効果は4週以上のトレーニングが必要と考えられた.

運動様式, 運動強度, 運動時間および筋代謝からみたモーターユニットの動員特性

加茂 美冬 (日本女子体育大学)

Abstract

The first new finding of this study was that a constant discharge rate of motor units does not maintain constant force development, and "rate coding" is considered to be necessary for keeping a constant force. This finding was based upon following experiments. The evoked force of muscle fibers was observed during repetitive electrical stimulation for 3min on m. vastus medialis. The stimulus frequency was 0.2 Hz, 10 Hz and 20 Hz. The changes in the evoked force did not represent a constant but

were complex at 10 Hz and 20 Hz stimulations. At 10 Hz the evoked force showed an initial transient increment, then an abrupt decrement followed by a gradual increase and then a gradual decrease. The initial transient peak did not appear at 20Hz stimulation. The magnitude of potentiation was not necessarily large at 20 Hz. The second finding of this study was that the mechanism to induce changes in AMP during muscle exertion was not explained by the previously proposed hypothesis, because a significant positive correlation coefficient was obtained between CV and AMP.

筋力は骨格筋の運動単位 (motor unit) の振る舞いにより決定されている。本プロジェクトでは、随意的に一定張力を発揮し、それを維持する静的運動 (関節角度が変化しない状態で筋力発揮をする運動様式) を多く用いている。また運動負荷をさまざまに変化させる運動様式も多用している。このような運動時の運動単位の特性について、まず一定筋力の保持時について次のような知見を得た。一定頻度の電気刺激により誘発張力は初期に増大するが、この初期における張力増大を抑えるように、運動単位の活動頻度 (放電間隔) を延長させる仕組みがあることが明らかとなった。また随意筋力発揮時の運動単位活動電位の波形 (振幅) が、一定筋力を維持した場合や強度を変化させた場合といった筋力発揮様式により異なることを運動単位活動電位の波形解析から明らかにした。そして筋力発揮様式により波形振幅を変化させる仕組みとして、従来の説明 ($\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプの増強) が当てはまらず、新たな説明が必要であることを指摘した。このような運動単位の活動変化は、筋線維間を走行する血管にも影響を与える重要因子であり、運動時の循環を考える上で貴重な知見である (第60回日本体力医学学会賞受賞)。

有疾患における運動および筋虚血に対する血流調節プロフィール

長田 卓也 (東京医科大学)

Abstract

The present study examined the femoral arterial blood flow response in each leg during intermittent isometric knee extension at incremental exercise intensities in patients having peripheral vascular disease. Changes in blood flow during exercise tend to be higher in the more-affected leg (PVD side) than the control healthy leg. Hyperemic response in the working skeletal muscle may be different in both legs. It is speculated that peripheral vascular disease may influence the blood flow response in muscle contractions during a state of exercise.

閉塞性動脈硬化症保有者は、下肢動脈血管の動脈硬化による血行障害のために運動歩行時に間歇性跛行を認める。しかしながら、疾病下肢運動中の血流動態についての報告は少ない、そこで本研究では一過性運動時における血流動態を検討する事を目的とした。閉塞性動脈硬化症保有者を対象に、両下肢それぞれにおいて多段階負荷等尺性片側膝伸展運動中の下肢血行動態を検討した。安静時において、疾病下肢血流量は、その反対側である対照下肢と比較して少ない傾向を示した。しかしながら、運動強度に対する下肢血流増加は、対照下肢側に比べ疾病下肢側において大きい傾向が認められた。運動に伴う疾病側下肢血流反応は、対照下肢と比べ異なることが考えられ、末梢循環障害が安静時のみならず運動中の骨格筋循環に与える影響が示唆された。

中心循環と末梢循環のマッチングと mismatching

清水 静代 (慶應義塾大学)

Abstract

The purpose of this study was to determine cardiac output and active limb blood flow responses to knee extension exercises. Two physically active women performed knee extension exercises with the one-legged. Exercise intensities were 20%, 30% and 40% of the subjects' maximum voluntary contraction (MVC) and the exercise frequency was 50 contractions per minute. The 20% MVC exercise duration was 10 min, while the 30% and 50% MVC exercise conditions were performed to exhaustion. During exercise, stroke volume (SV) and heart rate (HR) were measured using Doppler ultrasound and electrocardiogram (ECG), respectively. Cardiac output (Q_{sys}) was calculated as the product of SV and HR. Blood flow to the femoral (Q_{fa}) was measured by Doppler ultrasound methods. The Q_{sys} about increased 1.4-2.0 times, when Q_{sys} and Q_{fa} were compared in the change from the resting level. In contrast, Q_{fa} during exercise were about 6-18 times. That it, compares the Q_{sys} with Q_{fa} did not changes from the resting level. In addition, during muscle contraction phase of knee extension exercise, the effect of muscle contraction and relaxation on blood flow differs between Q_{sys} and Q_{fa} .

循環の中樞である心臓の拍出量と末梢の血流量は互いに影響しあい、末梢循環のみで調節できる場合と、中心循環を増加させて調節する場合がある。したがって、中樞と末梢の循環を同時に測定し、両者の相互作用を明らかにすることは重要である。本研究は、活動筋量の相違、及び筋の活動期および活動休止期の大腿動脈血流量が、心拍出量とどのような関係にあるのかを明らかにすることを目的とした。その結果、いずれの強度においても心拍出量は、大腿動脈血流量と比較し安静時からの変化は少ないことが示された。また、大腿動脈血流量は筋活動時には抑制、筋活動休止期には亢進されるが、心拍出量は筋活動及び休止の影響を受けないことが示された。

運動時の呼吸循環系変化に対する中枢性・末梢性の神経調節

佐藤 耕平 (日本女子体育大学)

Abstract

The purpose of the present study was to evaluate the role of central command and muscle mechanoreflex on the cardiorespiratory and cerebral blood flow responses at the onset of dynamic exercise. Eleven young women were studied during no-load voluntary exercise (central command/muscle mechanoreflex) and passive movement (muscle mechanoreflex). Voluntary exercise consisted of single arm elbow flexor-extensor exercise for 2-min with no-load. Passive movement was achieved using a motor-driven lever arm and performed with the same range of movement, angular velocity, and frequency as voluntary exercise. In the present study, the following results were obtained: 1) Middle cerebral artery blood velocity (V_{MCA}) and common carotid artery blood flow (\dot{Q}_{CCA}) increased significantly ($P < 0.05$) at the onset of voluntary exercise in parallel with increases in the circulatory responses such as heart rate (HR) and cardiac output (CO). 2) During passive movement, no changes in circulatory and cerebral blood flow responses were observed. These results suggested that central command, but not muscle mechanoreflex, may significantly contribute to the immediate increase in circulatory and cerebral blood flow responses at the onset of dynamic exercise. Moreover, it is possible that the increase in HR and CO at the onset of voluntary exercise may directly affect on cerebral

blood flow responses at the onset of voluntary exercise.

本研究課題では動的運動開始時における呼吸循環応答及び脳血流応答に対するセントラルコマンドと筋機械受容器反射の役割を検討する。被検者は11人の健康な女子大学生とし、2分間の安静後、無負荷での随意肘伸展屈曲運動（VOL）と、受動的にVOLと同じ動作を行なう受動的動作（PAS）をそれぞれ2分間行い、呼吸循環応答に加え、総頸動脈血流量、中大脳動脈血流速度を連続的に測定した。VOL開始時における総頸動脈血流量および中大脳動脈血流速度の増加は心拍数や心拍出量の増加と同期した。しかしながら、PAS開始時には毎分換気量といった呼吸応答に増加が見られたものの、循環応答及び脳血流応答には変化が認められなかった。この結果は、筋機械受容器反射由来の神経反射は主に呼吸系の応答に影響を与える可能性と、随意運動に伴うセントラルコマンド由来の心拍数、心拍出量の増加が脳血流応答に直接的に影響を与える可能性が示唆された。

運動準備期のセントラルコマンドの働き

岩館 雅子（日本女子体育大学基礎体力研究所ポスドク研究員）

Abstract

To study the relation between cardiovascular variables and the activation in the sensorimotor cortex (SM), we measured heart rate (HR), mean arterial blood pressure (MAP) and the oxygenation in SM area and in the forearm flexor muscles by near-infrared spectroscopy (NIRS) during preparatory phase of handgrip exercise. Eleven young healthy females participated in the three sessions with exercise task (ET), a load of 5%, 30%, or 80% of maximum voluntary contraction, and one session without exercise task (Con). In all sessions, subject was asked to count a number continuously from 1 to 50 in accordance with 1-Hz sound signal provided 10 sec before the number counting, and thereafter a 10-sec handgrip exercise was performed in ET but not in the Con. During the preparatory phase, the levels of oxyHb and totalHb in left SM area were higher in ET than those in Con. HR and oxyHb in the active muscle showed similar responses as seen in the oxyHb and totalHb in SM area in spite of different responses seen in mean arterial blood pressure and cardiac output. These results suggested there are a close linkage between the activation of cortical motor cortex and heart rate and the oxygenation in active muscle during preparatory phase.

循環調節におけるセントラルコマンド仮説によると、大脳皮質運動野の皮質活動は循環応答と対応した変化を生じている可能性が考えられるが、未だ不明な点が多い。本研究では、大脳皮質運動野周辺における脳酸素動態の変化が同部位の皮質活動を反映するのではないかと考え、運動準備期の脳酸素動態と循環応答の対応を検討した。その結果、脳の酸素化ヘモグロビンおよび総ヘモグロビン、心拍数、活動肢の酸素化ヘモグロビンは30% MVC強度以上の運動負荷において類似した反応を示した。このことから、運動準備期において運動関連領域に生じる皮質活動と心拍数および活動筋酸素動態は、比較的高い強度の運動時に対応した変化を生じるものと考えられた。

■特別講演

「脳を正しく使おう」

金澤 一郎 先生

(国立精神・神経センター総長，日本学術会議会長，
宮内庁長官官房・皇室医務主管)



第17回基礎体力研究所公開フォーラムでは，学術フロンティア推進事業「運動時における循環調節機構の統合的解明—スポーツによる健康・体力づくりのプログラムの構築に向けて—」の研究成果中間報告会の後に，金澤一郎先生をお迎えし，「脳を正しく使おう」という大変興味深い題目で特別講演をしていただいた。講演に先立って，高橋和之副学長（兼基礎体力研究所長）から金澤一郎先生の紹介が次のようにあった。

金澤一郎先生は，悠仁親王殿下が誕生された折に，笑顔で記者会見に臨まれた皇室医務主管としてメディアを通してご存知の方も多いが，先生は国立精神・神経センター総長，そして日本の科学者77万人を代表する第20期日本学術会議の会長でもあり，脳科学における臨床医・研究者でもあるという先生の経歴がまず紹介された。また金澤先生は，厚生労働省の医道審議会医道分科会長，特定疾患対策懇談会座長，難病財団企画委員会委員長といった数々の委員会において，専門家の立場から優れた指導力を発揮されているリーダーであることも紹介された。

当日の講演は，立見が出るくらい多人数であり，先生のユーモアとウィットに富んだ語り口により，そしてタイミングよく挿入されるジョークとクイズにより，会場全体が金澤先生を中心に一体となり，熱気に満ち溢れた講演となった。その講演の中で，先生はどの年代においても，脳に刺激を与え脳を上手く使うことの大切さについて，次のように繰り返し話された。

最初の話は，講演会場に学生が多いことに配慮されて，脳細胞の話から大脳皮質における左右の機能局在などであり，脳機能に関する基礎知識の初歩的なところから丁寧に説明された。また馴染みやすい例を挙げられて，さまざまな脳の不思議さについて概観された。たとえば，右脳の機能が日本人と西洋人で違うため，われわれ日本人は，秋の夜に鈴虫の声を聞くと「ああ，情緒があるな」と感慨深く思うが，西洋人には，単なる雑音にしか聞こえないということ等であった。

本題の話に移り，脳には巨大な学習機能と許容量があるが，そのような脳に幼児期から高齢者にいたるまで，適切に働きかけることの重要性を説明された。「雀百まで踊り忘れず」，「三つ子の魂百まで」という諺が示すように，乳幼児期の経験・学習がとりわけ重要であると話された。人間社会から阻害・隔離されて育てられた子どもは，知的機能，感情表現，発話機能，言語理解といった発育が不十分となり，人間生活に不可欠な脳機能が獲得できないということを，次のような実験例をもとに説明された。成人したサルでは脳の変性は起こらないが，幼児期のサルの左目を遮蔽した生活をさせると，左目からの情報が入らないため，脳の構造・機能に変性がおこるということであった。

一方，成人後の学習や経験の重要性についても話された。認知症にみられるように，加齢とともに脳機能低下という健康問題も生じるが，成人後であってもさまざまな学習や経験によって脳細胞の新生がみられ，シナプス間の伝達効率も良くなるといった「脳機能向上」を示す研究成果が，日本の研究者により明らかにされていることを紹介された。脳機能を脆弱化させないよう，何事にも無反応な生活を続けるのではなく，さまざまな興味をもって生活することが肝要であるということであった。

続いて，認知症の予防に関する話をされた。カナダの研究者による20年間の追跡研究によると，ボードゲームやトランプなどを頻繁に行っている高齢者と行なわない高齢者では，認知症発症率が違い，トランプやゲームを行うグループの方が，明らかに認知症発症率が低いということを話された。また，身体運動やダンスをしている