●原 著●

# 運動準備期の大脳皮質運動野周辺における 酸素動態と循環応答の対応

#### 岩館 雅子1 定本 朋子2

要 旨:本研究では、運動準備期の大脳皮質運動野周辺の脳酸素動態と心拍数、血圧および前腕 屈筋群の酸素動態を同時計測し、掌握運動の準備関連活動と循環応答の対応を検討した。その結 果、運動準備によって、脳のoxyHbとtotalHb、心拍数、筋oxyHbの増加が認められ、血圧には変 化がみられなかった。この結果から、運動準備期には、大脳皮質運動野の活動と心拍数および筋 血流速度の上昇を同時に生じるという関連性が示唆された。(J Jpn Coll Angiol, 2008, **48**: 389–396)

Key words: near-infrared spectroscopy, heart rate, muscle oxygenation, motor preparation

# 緒 言

運動時の循環調節には、セントラルコマンドと呼ばれ る、高位中枢からの制御が重要な役割を担うといわれて いる。筋収縮を発現させる運動指令が高位の運動中枢 から脊髄α運動ニューロンへと下行する際, それと平行 して延髄の心血管中枢に連絡をもち、その経路を介して 伝えられる情報をセントラルコマンドと呼んでいる<sup>1)</sup>。こ のようなセントラルコマンドの起源が、徐脳ネコを用い た自発床歩行時には視床下部や中脳にあるとする研究も あるが<sup>2)</sup>,島皮質<sup>3)</sup>や内側前頭皮質<sup>4)</sup>といった大脳皮質に あることを示す研究もみられている<sup>5,6)</sup>。また、これらの 大脳皮質領域と並び、運動指令に直接かかわる大脳皮 質運動野が循環反応の調節に重要であることを示す報告 も、動物実験ではみられている。筋収縮発現がない運動 閾値下の電気刺激を運動野に与え筋血流が増大すること を示した報告"や、神経筋遮断により筋収縮のない条件 で運動野を刺激すると、活動肢となるべき骨格筋の血流 が増加し<sup>8)</sup>、また同時に腎のような非活動部位では血流 減少がみられることを示す報告7.9)がある。いずれの研究 も運動時の循環調節に運動野の興奮が関与することを示 している。このような大脳皮質運動野の賦活と循環反応

<sup>1</sup>日本大学生産工学部 <sup>2</sup>日本女子体育大学基礎体力研究所 との関係を検討することは、セントラルコマンドの調節 を知るうえで重要な課題である。しかし、ヒトにおける 検証は未だ数少なく、これは、動物実験と同様に運動野 を電気刺激し、その刺激により生じる筋収縮を無効にす る筋麻痺条件(反射性制御をなくす)といった侵襲的手法 を適用することが難しいからであったと考えられる。

このような問題があるため、セントラルコマンドに関 するヒトの研究では、運動野の直接刺激ではなく、筋収 縮のない運動の準備や想起(イメージ)という手法により 間接的に運動野を賦活させ、その際にみられる循環反応 を検討するという手法がとられてきた。それらの成果に よると、運動準備期<sup>10)</sup>、運動想起時<sup>11)</sup>には運動遂行時に 類似した循環反応が生じることが報告されている。しか し、大部分の研究では、運動野の活動指標が同時計測さ れておらず、皮質活動と循環反応が対応するという実証 が得られてはいなかった。また皮質活動を計測した研究 では、放射性物質が必要な計測法であるSPECT(単光子 放射線コンピュータ断層撮影)が用いられているため<sup>11)</sup>、 結果を追試することが難しく、また刻々と変動する循環 反応との時系列的対応関係という点では限界もみられて いた。

一方,運動制御に関する神経科学の研究では,非侵 襲的手法である脳波を用い,大脳皮質運動野の活動が

2007年4月2日受付 2007年12月5日受理

THE JOURNAL of JAPANESE COLLEGE of ANGIOLOGY Vol. 48, 2008

運動準備期<sup>12)</sup>や運動想起時<sup>13</sup>にみられることは多数報告 されている。しかしこれらの研究では、研究視点の違い もあり、循環反応との対応についての検討がなされては こなかった。その理由は、脳波を用いた研究では、加算 平均を行うため被験者に同一試行を数十回繰り返し行わ せるが、この繰り返しによる慣れや疲労が循環反応を変 化させ、両変数の対応関係の検討を困難にするためと考 えられた。

以上のような状況の中で,新しい計測手法であるが, 近赤外分光法(near-infrared spectroscopy: NIRS)を用いた 大脳皮質酸素動態の計測は,非侵襲的に皮質活動を示 す指標として注目され,実際に適用されるようになって いる<sup>14,15)</sup>。NIRSは時間分解能にも比較的優れ,脳波のよ うな加算を必ずしも必要としないことから,変動しやす い循環反応との対応関係をみるには,現時点では最も適 しているといえる。

このような先行研究および実験手法等の問題点を踏ま え、本研究では、運動を遂行しないが皮質運動野が賦 活されると考えられる運動準備期という実験条件を設定 し、また脳酸素動態をNIRSを用いて計測することによ り、運動準備期における大脳皮質運動野の賦活と循環反 応との対応関係を検討することにした。

# 方 法

#### (1)被験者

右利きの健康な成人女性13名を対象とした[年齢:22± 1歳(平均値±標準偏差),身長:159±4cm,体重:59± 9kg,掌握運動による随意最大筋力(maximum voluntary contraction: MVC):22±1kg]。

#### (2)実験条件と手続き

被験者は頭部を楽な位置に固定できる椅子に座り,右 腕を握力計,左腕を血圧測定台に置いた。握力計およ び血圧測定台はいずれも心臓位の高さに調節した。本 研究は,静的掌握運動を行わない対照条件と運動を行う 運動条件の2条件で構成されている(Fig.1)。「運動の準 備」以外の意識や構えが条件間で異ならないようにする ため,声を出さずに音信号数を数える計数作業を同時に 課した。なお,運動準備期に関する先行研究<sup>12)</sup>では約10 秒以内の比較的短時間の準備期が設定されてきたが,心 拍数(heart rate: HR)および動脈血圧は,呼吸性変動(約5 秒周期)およびMayer波(約10秒周期)といった長い周期的



#### Figure 1 Experimental protocol.

*A*, start of sound signal; *B*, start of counting the sound signal from one to fifty; *C*, re-start of counting from one to ten while subjects in the Control condition were quietly sitting and the subjects in Exercise condition were sustaining static handgrip contraction.

変動の影響を受けるため、比較的長い運動準備期を設定 する必要があった。また予備実験において被験者の眠気 や集中力の変化等の影響を少なくするため、本研究では 50秒の運動準備期とした。

Fig.1 に示すように、約2分間の安静の後に、1Hzの 音信号を発生させ(Fig.1 内A), その10秒後に「計数開 始」の指示が与えられた。指示と同時に、被験者は音信 号にあわせて 1, 2, 3…, と信号音を数え始め(Fig.1 内 B), 50回まで数えた後, 再び1から10まで数えた(Fig.1 内C)。計数時には声を出したり、回数を予測したりせず に丁寧に数えること, また実験終了後に数えた数の合計 値の回答を求めること等を説明した。計数作業の練習後 に,対照条件を先に,続いて運動条件を実施した。対照 条件では、「掌握運動を行わない条件であるので、 安静 にして計数作業をする」よう教示した。運動条件で用い る30% MVCの負荷と運動の仕方を練習したのち、運動 条件の開始前には、「運動を行う条件であるので、1から 10までの再計数作業と同時に右手の掌握運動を行う」よ う教示した。本研究では、対照条件を1試行おこなった 後,運動条件を1試行おこなった。また,運動条件を後 に実施するようにしたが、その理由は、被験者の内省報 告において運動条件が先に実施されると運動の想起や構 えが対照条件でも起こりやすいことが、予備実験で確か められたからである。

脈管学 Vol. 48, 2008

# (3)測定項目

大脳皮質運動野周辺における,酸素化ヘモグロビン (oxyHb),脱酸素化ヘモグロビン(deoxyHb)および総ヘ モグロビン(totalHb)の変化を近赤外分光装置(OMM-3000,島津製作所)により計測した。測定は,大脳皮質 左運動野手領域に相当する部位(脳波国際10-20法に基 づくC3)に受光プローブを置き,照射プローブは受光プ ローブを中心に前後および内側・外側方向へ3cm離れた 4 点に置き,運動野周辺領域全体の酸素動態が計測でき るようにした。4 点からの照射信号を1つの受光プロー ブで各々計測し,その4つの計測値を合計して,運動野 皮質周辺のoxyHb, deoxyHb, totalHbの測定値とした。 これらの信号のサンプリング間隔は装置の最小間隔であ る10Hzとした。

循環応答の指標として, HR, 平均血圧(mean arterial blood pressure: MAP), 心拍出量(cardiac output: CO)を 計測した。HRは胸部双極誘導法より導出した心電図波 形のR-R間隔により測定した(R-TRIG UNIT.メディセ ンス)。フィノメータ血圧測定装置(Finometer®, Finapres Medical System)を用いて、連続指動脈波形を測定し、1 心拍ごとの指動脈圧波形の積分値の 1/2 をMAPとした。 またフィノメータが内蔵するModel Flow法の解析プログ ラムを用いて圧波形から1回拍出量を算出し、また1回 拍出量とHRの積からCOを算出した。さらに、掌握運 動時には主働筋となる前腕屈筋群の酸素動態(oxyHb, deoxyHbおよびtotalHb)を,近赤外分光装置(NIRO-200, 浜松ホトニクス)を用いて計測した。計測部である右深 指屈筋の筋厚を、あらかじめ超音波Bモード法により 測定し, 筋厚の最大部位表面に照射と受光のプローブ を4cm離して貼付した。計測部位の皮下脂肪厚は0.5± 0.1cmであった。データ取込のサンプリング間隔は装置の 最小間隔である2Hzとした。

# (4)データ処理と検定

各測定項目のデータについて,安静開始後30秒から 90秒(Fig. 1の-100から-40にあたる)を基準値として,基 準値からの変化量を算出した。そしてその変化量を5秒 ごとに平均して代表値とした。本研究では,計数開始時 (Fig. 1*B*)から運動直前までの「運動準備期50秒間におけ る代表値」を,条件(対照と運動)×時間(10点の値)の対 応のある2元配置分散分析を用いて検定した。なお,結 果の図には静的掌握運動開始時のデータを描画している

脈管学 Vol. 48, 2008

が,統計的検定データには含まれていない。分散分析の 結果,条件の主効果および交互作用が有意と認められた 場合,時間ごとの2条件間の平均値の差をpaired t-testを 用いて検定した。有意水準を5%未満とした。データは 平均値±標準偏差で示した。

# 結 果

Fig.2は、運動準備期における左運動野周辺の酸素動 態を示している。運動条件では、対照条件に比べoxyHb およびtotalHbが高く、また安静時基準値(0値)よりも高 くなっていた。一方deoxyHbは低下傾向を示すがほぼ基 準値に近く、また条件間の相違がみられなかった。

Fig. 3 は、運動準備期におけるHR, MAPおよびCO の変化を示している。運動条件のHRおよびCOは、安静 時よりも高く, また対照条件よりも高い値を示した。一 方, MAPについては 2 条件間の差がみられなかった。 次に右前腕屈筋群における酸素動態の変化(Fig. 4)を みると, oxyHbおよびdeoxyHbにおいて条件間の相違が みられた。oxyHbでは運動条件が対照条件よりも高く, deoxyHbでは運動条件の方が低いという相違がみられ た。このようなoxyHbおよびdeoxyHb の和であるtotalHb には、条件間の差がみられなかった。

# 考 察

本研究は、運動を行う運動条件と運動を行わない対照 条件の準備期間における大脳皮質運動野周辺の酸素動 態と循環応答の変化について検討した。それによって得 られた結果から運動野の活動と循環応答との対応につい て考察する。

#### (1) 脳酸素動態

本研究結果において、運動条件のoxyHbとtotalHbは基 準値よりも上昇し、対照条件より有意に高くなっていた。 oxyHbが局所脳血流変化の最適指標であるという先行研 究<sup>14,15)</sup>を踏まえると、運動野周辺領域における脳血流が運 動条件では増加したと考えられる。またラットの脳モデル を用いて、脳血流速度変化による脳血流の増減がある場 合と脳酸素消費率上昇に伴う脳血流増加がある場合にお ける変化を比較・検討したHoshiら<sup>16)</sup>の研究から、次のよ うなことがうかがえる。脳酸素消費率の変化がなく脳血 流量のみが増加した場合には、本研究と同様にoxyHbと totalHbが上昇するが、加えてdeoxyHbの低下が典型的で

391



Figure 2 Changes in oxygenated hemoglobin (oxyHb), deoxygenated hemoglobin (deoxyHb) and total hemoglobin (totalHb) obtained from left motor cortex during the preparatory period before handgrip exercise (HG).

Values are means  $\pm$  SD in 13 subjects.  $\bigcirc$ , control condition;  $\bigcirc$ , exercise condition; \*, p < 0.05; \*\*, p < 0.01.

あると報告されている。一方, 脳酸素消費率が上昇した 場合にはそれを上回る脳血流増加があるため<sup>17)</sup>, oxyHb とtotalHbの上昇が観察されるが, deoxyHbは必ずしも 「基準値よりも低い」とは限らず,本実験結果でみられた ような「基準値に等しい」,あるいは「基準値よりも高い」 という種々の反応を示すことが報告されている。このよ うな知見に従うと,本研究でみられた基準値に等しい deoxyHbの反応は, 脳酸素消費率上昇に伴う局所脳血流 の増加を反映している可能性が高いと考えられる。

以上のことから,本研究における運動条件では,運動 野周辺部位において,神経活動賦活に伴った局所脳血 流量の増加が生じたのではないかと推察される。

# (2)循環反応と筋酸素動態

循環変数の指標として計測したHRおよびCOにおいて は、運動条件の方が対照条件よりも高いという結果が示 された。このようなHRの上昇は、運動前の予期心拍反 応に関する先行研究によると、ヒトでは心臓迷走神経活 動の抑制<sup>IR,19)</sup>に起因すると報告されている。一方、意識 下動物では心臓交感神経活動の亢進<sup>20)</sup>がかかわると指摘 されている。本研究においては、どちらの仕組みが運動 条件のHR上昇をどの程度説明するのかについては明ら かではなく、今後の検証が必要と思われる。

**MAP**には条件間の相違がなかったが、この結果は、 運動条件ではCOが高く総末梢血管抵抗(total peripheral

脈管学 Vol. 48, 2008



**Figure 3** Changes in heart rate (HR), mean arterial blood pressure (MAP), and cardiac output (CO) during the preparatory period before handgrip exercise (HG).

Values are means  $\pm$  SD in 13 subjects.  $\bigcirc$ , control condition;  $\bigcirc$ , exercise condition; \*, p < 0.05; \*\*, p < 0.01.

resistance: TPR)が対照条件よりも低下していることを示 している。その部位の正確な同定は難しいが,TPRの低 下部位のひとつとして,前腕の筋血管抵抗の関与が考え られる。しかしながら,後述するように,筋酸素動態の 結果(Fig. 4)において,totalHbに有意差がみられなかっ たことから,TPRの低下に対する筋血管抵抗の関与は, ごくわずかであったと推察される。

握力発揮の主働筋である前腕屈筋群において(Fig. 4),運動条件においてはoxyHbが基準値よりも上昇し deoxyHbが低下していた。このような対照条件にはみら れない結果は、被験者が筋をわずかに収縮させた結果 であるという説明が考えられるかもしれない。しかし、 実際に静的掌握運動時の前腕屈筋群のNIRSによる酸素 動態を検討したHomma & Kagaya<sup>21)</sup>によると、10%MVC 以下のような低強度の筋収縮では、酸素の需要と供給 が均衡しているため、oxyHbとdeoxyHbは安静時値から 有意な変化を示さないと指摘されている。この結果を 踏まえると、本研究でみられた運動条件のoxyHbの上昇 とdeoxyHbの低下という結果は、筋収縮が引き起こした 反応とは考え難い。また、「oxyHbの上昇、deoxyHbの 低下、totalHbが変化しない」という運動条件の反応は、 Hoshiら<sup>16)</sup>の研究成果によると、酸素消費が変化せず、血 流速度がわずかに上昇した場合にみられる反応に一致す るといえる。これらのことを踏まえると、本研究の運動

脈管学 Vol. 48, 2008

393



**Figure 4** Changes in oxygenated hemoglobin (oxyHb), deoxygenated hemoglobin (deoxyHb), and total hemoglobin (totalHb) obtained from right forearm flexor muscles during the preparatory period before handgrip exercise (HG).

Values are means  $\pm$  SD in 13 subjects.  $\bigcirc$ , control condition;  $\oplus$ , exercise condition; \*, p < 0.05; \*\*, p < 0.01.

条件では,安静にしているにもかかわらず,活動肢とな る前腕屈筋群において,筋血流速度が上昇していたので はないかと考えられる。

では、このような運動条件におけるHR上昇および前 腕血流速度の上昇がなぜ生じたのだろうか。最も考えら れる説明は、前述した運動条件における皮質運動野周辺 の神経活動の高進の関与であると考えられる。

種々の先行研究において、HRおよび筋血流が大脳皮 質活動の影響を受けることが報告されている。例えば、 運動をイメージしたり<sup>11)</sup>,筋麻痺条件下において運動 (attempted exercise)を行う場合には<sup>6)</sup>,運動遂行時に類 似したHRの上昇が生じることが示されている。また、 大脳皮質運動野周辺の神経活動は循環反応の調節に関 連することが、皮質電気刺激<sup>7,8)</sup>、運動野の機能障害<sup>22)</sup>な どの報告により示唆されている。いずれの研究において も、運動野の神経活動の変化によって筋血流や心拍また は血圧などの循環変数に変化が生じることが報告されて おり、運動野が循環調節にかかわることが示唆されてい る。また、運動野と心血管中枢間の連絡については、錐 体路ニューロンを刺激することで循環反応がみられるこ とから、錐体路を介する投射が重要であると考えられて いる<sup>23)</sup>。さらに、錐体路ニューロンが結合している脊髄の 運動ニューロンにおいて、運動準備期に脊髄介在ニューロ ン活動の高進が生じていることが近年報告されている<sup>24)</sup>。

脈管学 Vol. 48, 2008

#### (3)本研究の制限

本研究ではヒトにおいて運動準備にかかわる皮質活 動と循環反応とのかかわりを検討するため、NIRSによる 非侵襲的手法を用い、被験者の心理的・生理的拘束が 少ない状態で実験ができるようにした。そして、NIRSに よって得られる脳血流動態の変化から、運動野周辺の神 経活動変化を推察した。しかし, NIRSを脳活動計測に 適用する際には、筋への適用時のような較正25)が不可能 であるため、酸素消費量の定量化が難しいといえる。こ のため、測定データの解釈には制限を伴うといえる。ま た筋血流の指標として考察を進めた筋酸素動態の変化 についても、直接筋組織血流を計測したものではない。 さらに、呼吸性およびMayer波による循環応答の変動を 避け、運動準備にかかわる脳血流反応と循環応答との関 係を取り出すために、本研究では運動準備期を約50秒と 長く設定した。このことは安定したデータをもたらせた が、結果の解釈においては、運動準備期に関する神経科 学分野の先行研究との比較を困難にしたといえる。

# 結 論

本研究では、運動を行う運動条件と行わない対照条件 という、運動以外の教示はすべて等しく設定した実験プ ロトコールを用いて、50秒間の準備期における脳酸素動 態と心拍数、平均血圧、および筋酸素動態の変化につい て条件間で比較した。その結果、運動条件の準備期に は、大脳皮質運動野周辺において酸素消費率上昇に伴う 脳血流量の増加が生じ、心拍数と前腕屈筋群の血流速 度も同様に上昇することが示された。このことから、運 動開始前から運動準備にかかわる大脳皮質活動の高進と 心拍数および筋血流の変化が共に生じる仕組みがあると 推察した。

#### 謝 辞

本研究は、日本女子体育大学における、文部科学省学術 フロンティア推進事業(平成16~20年度)による研究助成を受 けて行われたものである。

# 文 献

 Waldrop TG, Eldridge FL, Iwamoto GA et al: Central neural control of respiration and circulation during exercise. In: Rowell LB, Shepherd JT eds. Handbook of Physiology, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems. American Physiological Society, Bethesda, MD, 1996,

脈管学 Vol. 48, 2008

# 333–380.

- Sadamoto T, Matsukawa K: Cardiovascular responses during spontaneous overground locomotion in freely moving decerebrate cats. J Appl Physiol, 1997, 83: 1454–1460.
- Saper CB: Convergence of autonomic and limbic connections in the insular cortex of the rat. J Comp Neurol, 1982, 210: 163–173.
- Frysztak RJ, Neafsey EJ: The effect of medial frontal cortex lesions on cardiovascular conditioned emotional responses in the rat. Brain Res, 1994, 643: 181–193.
- Critchley HD, Corfield DR, Chandler MP et al: Cerebral correlates of autonomic cardiovascular arousal: a functional neuroimaging investigation in humans. J Physiol, 2000, **523**: 259–270.
- 6) Nowak M, Holm S, Biering-Sørensen F et al: "Central command" and insular activation during attempted foot lifting in paraplegic humans. Hum Brain Mapp, 2005, 25: 259–265.
- Green HD, Hoff EC: Effects of faradic stimulation of the cerebral cortex on limb and renal volumes in the cat and monkey. Am J Physiol, 1937, 118: 641–658.
- Clarke NP, Smith OA, Shearn DW: Topographical representation of vascular smooth muscle of limbs in primate motor cortex. Am J Physiol, 1968, 214: 122–129.
- 9) Hoff EC, Kell JF Jr, Carroll MN Jr.: Effects of cortical stimulation and lesions on cardiovascular function. Physiol Rev, 1963, 43: 68–114.
- Callister R, Ng AV, Seals DR: Arm muscle sympathetic nerve activity during preparation for and initiation of legcycling exercise in humans. J Appl Physiol, 1994, 77: 1403– 1410.
- Williamson JW, McColl R, Mathews D et al: Brain activation by central command during actual and imagined handgrip under hypnosis. J Appl Physiol, 2002, 92: 1317–1324.
- 12) Deecke L, Scheid P, Kornhuber HH: Distribution of readiness potential, pre-motion positivity, and motor potential of the human cerebral cortex preceding voluntary finger movements. Exp Brain Res, 1969, 7: 158–168.
- Pfurtscheller G, Neuper C: Motor imagery activates primary sensorimotor area in humans. Neurosci Lett, 1997, 239: 65–68.
- 14) Hoshi Y, Tamura M: Dynamic multichannel near-infrared optical imaging of human brain activity. J Appl Physiol, 1993, 75: 1842–1846.
- 15) Kato T, Kamei A, Takashima S et al: Human visual cortical function during photic stimulation monitoring by means of near-infrared spectroscopy. J Cereb Blood Flow Metab,

1993, **13**: 516–520.

- 16) Hoshi Y, Kobayashi N, Tamura M: Interpretation of nearinfrared spectroscopy signals: a study with a newly developed perfused rat brain model. J Appl Physiol, 2001, 90: 1657–1662.
- 17) Fox PT, Raichle ME: Focal physiological uncoupling of cerebral blood flow and oxidative metabolism during somatosensory stimulation in human subjects. Proc Natl Acad Sci U S A, 1986, 83: 1140–1144.
- 18) Martin CE, Shaver JA, Leon DF et al: Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. J Clin Invest, 1974, 54: 104–115.
- Toska K, Eriksen M: Peripheral vasoconstriction shortly after onset of moderate exercise in humans. J Appl Physiol, 1994, 77: 1519–1525.
- 20) Tsuchimochi H, Matsukawa K, Komine H et al: Direct measurement of cardiac sympathetic efferent nerve activity during dynamic exercise. Am J Physiol Heart Circ Physiol,

2002, 283: H1896-1906.

- 21) Homma S, Kagaya A: Oxygen delivery and utilization in working muscles during 1-min static handgrip exercise at varied intensity. J Exerc Sci, 1998, 8: 30–37.
- 22) Fulton JF: Cerebral cortex, Autonomic representation in precentral motor cortex. In: Physiology of the Nervous System, Fulton JF ed, Oxford University Press, New York, 1949, 468–484.
- 23) Landau WM: Autonomic responses mediated via the corticospinal tract. J Neurophysiol, 1953, 16: 299–311.
- 24) Perlmutter SI, Maier MA, Fetz EE: Activity of spinal interneurons and their effects on forearm muscles during voluntary wrist movements in the monkey. J Neurophysiol, 1998, 80: 2475–2494.
- 25) Hamaoka T, Iwane H, Shimomitsu T et al: Noninvasive measures of oxidative metabolism on working human muscles by near-infrared spectroscopy. J Appl Physiol, 1996, 81: 1410-1417.

# Relationship between Cortical Oxygenation in the Motor Area and Cardiovascular Responses during the Resting Preparatory Period before Voluntary Exercise

Masako Iwadate1 and Tomoko Sadamoto2

<sup>1</sup>Nihon University, College of Industrial Technology, Chiba, Japan <sup>2</sup>Japan Women's College of Physical Education, Research Institute of Physical Fitness, Tokyo, Japan

Key words: near-infrared spectroscopy, heart rate, muscle oxygenation, motor preparation

The present study investigated cortical oxygenation in the motor area (MA) and the concomitant cardiovascular responses during a resting preparatory period either followed by the right handgrip exercise (Ex) or no exercise (Con) in 13 healthy subjects. The oxygenated hemoglobin (oxyHb), deoxygenated hemoglobin (deoxyHb), and total hemoglobin (totalHb) in the left motor cortex were measured by near-infrared spectroscopy. Heart rate (HR), cardiac output (CO), mean arterial blood pressure, and oxyHb, deoxyHb, and totalHb in the right forearm flexor muscles were simultaneously recorded in both Ex and Con experiments. During the preparatory period in Ex, the oxyHb and totalHb in the motor cortex were significantly higher than those in Con, while deoxyHb was similar to that in Con. These changes in Ex indicated a significant increase in regional cerebral blood flow resulting from neuronal activation in MA. In accord with the cerebral changes, HR, CO, and muscle oxyHb were elevated significantly in Ex but not in Con. These results suggested that the increases in HR, CO, and muscle flow rate in Ex were coupled with the cortical activation in MA resulting from exercise preparation. (J Jpn Coll Angiol, 2008, **48**: 389–396)