

低強度自転車エルゴメーターペダリング運動時の脳活動計測における血圧および皮膚血流量の変動の影響

新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科 小柳圭一
高井遥菜
新潟医療福祉大学理学療法学科 椿淳裕

【背景】

リハビリテーション分野では、非侵襲的で時間分解能に優れた近赤外分光法 (NIRS) を用いた粗大運動時の脳活動を計測する研究が行われている。この方法は、近赤外光に対する吸光度の違いによる酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) の濃度変化量から大脳皮質活動を推定するものである。NIRS は頭蓋外から照射された近赤外線光を頭皮上の受光部から検出するため、脳組織以外の頭部組織の影響を受ける可能性が指摘されている。また、刺激課題によっては、心拍や呼吸、血圧などの血流変化が刺激に同期して起こることが報告されている。このように NIRS によって得られた測定データを解釈するにあたり、脳組織以外の頭部組織の影響を考慮しなければいけないと考えられる。近年、NIRS を用いて運動が認知機能へ及ぼす影響を一過性に評価できるモデルが用いられている。このモデルは、運動前後に認知課題を用いて提示課題に対する対象者の反応時間を評価するモデルであり、運動後の認知課題実施時には安静時の大脳皮質活動が認知課題実施時の大脳皮質活動に影響する可能性が考えられる。本研究は、運動前安静区間、運動区間、運動後安静区間の3つの解析区間に分け、それぞれの区間における血圧および皮膚血流量が大脳皮質活動へ及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は、骨関節系疾患、呼吸器疾患および心疾患を有さない健康成人6名 (23.5±1.8歳) とした。課題動作は、自転車エルゴメーターペダリング動作とした。最大下運動負荷試験を実施し、30%peakVO₂を負荷強度とした。計測プロトコールは、運動前安静区間3分、運動区間10分、運動後安静区間10分とし、計測中のペダリング回転数は50回転/分とした。連続血圧・血行動態計測装置 (Finometer, Finapres Medical System 社) を左示指に装着し、beat by beat にて平均血圧 (MAP) を計測した。また、前額部にレーザー組織血流計 (OMEGAFLow FLO-C1, OMEGAWAVE 社) を装着し、皮膚血流 (SBF) を計測した。脳酸素モニター (OMM-3000, 島津製作所) を使用し、国際10-20法に準じて Cz を決定し、Suzuki et al (2007) の方法に準じて左背外側前頭前野 (LDLPFC)、左補足運動野 (LSMA)、左感覚運動野 (LSMC)、右感覚運動野 (RSMC) を関心領域 (ROI) としてプローブを配置し、oxy-Hb を計測した。各測定項目は、運動前安静区間開始直後の1分間の平均値を基準

値とし、基準値からの変化量を1分間ごとに平均したものを Δ oxy-Hb として算出した。統計解析は、運動前区間、運動区間、運動後安静区間における Δ oxy-Hb と MAP, SBF の相関関係の強さをピアソンの相関係数によって求めた。

【結果】

運動前安静区間では、SBF と LSMC のみ正の相関関係が認められた。運動区間では、すべての ROI の Δ oxy-Hb と MAP, SBF に正の相関関係が認められた。運動後安静区間は、すべての ROI の Δ oxy-Hb と MAP に正の相関関係が認められた。しかし、SBF では相関関係は認められなかった。

表1. 運動前安静区間

運動前安静	MAP	SBF
LDLPFC	0.024 (p=0.924)	0.025 (p=0.369)
LSMA	-0.258 (p=0.302)	-0.003 (p=0.991)
LSMC	0.193 (p=0.444)	0.633 (p<0.01)
RSMC	-0.034 (p=0.894)	0.249 (p=0.319)

表2. 運動区間

運動	MAP	SBF
LDLPFC	0.560 (p<0.01)	0.742 (p<0.01)
LSMA	0.483 (p<0.01)	0.591 (p<0.01)
LSMC	0.585 (p<0.01)	0.736 (p<0.01)
RSMC	0.609 (p<0.01)	0.743 (p<0.01)

表3. 運動後安静区間

運動後安静	MAP	SBF
LDLPFC	0.684 (p<0.01)	0.220 (p=0.09)
LSMA	0.650 (p<0.01)	-0.80 (p=0.544)
LSMC	0.596 (p<0.01)	0.176 (p=0.179)
RSMC	0.728 (p<0.01)	0.114 (p=0.385)

【考察】

NIRS データは、頭蓋外組織である皮膚血流に影響されやすいことが報告されている。また、交感神経の過活動を引き起こす可能性のある刺激課題の場合、測定の際に皮膚血流の影響を考慮しなければいけないとされる。本研究では、自転車エルゴメーターペダリング運動を課題としたため、運動区間では MAP, SBF ともに各 ROI の Δ oxy-Hb との間に正の相関関係が認められたと考えられる。運動後の安静区間において、SBF は各 ROI の Δ oxy-Hb との間に相関関係が認められなかった。これより、自転車エルゴメーターペダリング運動後の安静区間の Δ oxy-Hb は、皮膚血流による影響は小さいと考えられる。

【結論】

運動後安静区間の Δ oxy-Hb は、皮膚血流による影響は小さいと考えられる。