

第 11 回日本電気生理運動学会 発表論文

(開催日)

2009 年 11 月 7 日(土) ~8 日(日)

(開催地)

京都大学大学院人間・環境学研究所 (京都府京都市)

◆ 「足漕ぎ車いす駆動と走行訓練前後の脳血流変化」

東北大学大学院医学系研究科 運動機能再建分野

関 和則, 半田 康延

仙台大学体育学部 健康福祉学科

関矢 貴秋

第 11 回 日本電気生理運動学会

日 時 2009年11月7日(土)、8日(日)

会 場 京都大学大学院 人間・環境学研究科

大会長 森谷敏夫(京都大学大学院 人間・環境学研究科)

足漕ぎ車いす駆動と走行訓練前後の脳血流変化

Change of middle cerebral artery perfusion after driving a cycling wheelchair
in the patients with walking disability関 和則¹, 関矢貴秋², 半田康延¹¹仙台大学体育学部健康福祉学科, ²東北大学大学院医学系研究科 運動機能再建学分野Kazunori Seki², Takaaki Sekiya², Yasunobu Handa¹¹Department of Restorative Neuromuscular Rehabilitation, Tohoku University Graduate School of Medicine²Department of Health and Welfare Science Faculty of Physical Education, Sendai University

1. はじめに

われわれは両足で駆動する足漕ぎ式の車いす(足漕ぎ車いす)を開発し、種々の歩行障害者に適用してきた。その結果、歩行不能な脳卒中片麻痺患者でも、関節可動域制限がなければほとんどの症例で駆動可能であり、また脊髄損傷による不全対麻痺者や不全四肢麻痺者でも、条件によっては健常者の早足程度の速度で駆動できることが判明した。

エルゴメーター等を用いた持続運動は、脳機能の活性化をもたらす可能性がある一方で、運動の種類や強度によっては脳血流の低下を招く懸念もある。この点は足漕ぎ車いすについても同様であることから、本研究では、一側下肢の運動麻痺による歩行障害を有する例を対象として、理学療法の一環として足漕ぎ車いすを用いた走行訓練を実施した際に、脳血流に対してどのような変化があるかを検討した。

2. 方法

2.1 対象

リハビリテーションを目的として入院した、脳卒中片麻痺患者 7 名(脳出血 1 名、脳梗塞 6 名、右片麻痺 5 名、左片麻痺 2 名)、脳挫傷による左片麻痺患者 1 名と外傷性脊髄損傷による左下肢麻痺患者 1 名の計 9 名(平均年齢 68.2 ± 15.4 (SD) 歳、男性 6 名、女性 3 名)を対象として、丸ハンドル型自走式足漕ぎ車いすを 3 分間漕いだ前後で、脳血流速度を測定した。全例、呼吸循環機能に明らかな異常はなかった。また下肢運動機能および呼吸循環機能に異常のない健常被験者 8 名(平均年齢 62 ± 8.0 (SD) 歳、男性 3 名、女性 5 名)をコントロール群として、同様に 3 分間の足漕ぎ車いす走行前後で脳血流速度を測定した(表 4)。対象患者のうち 7 名(平均年齢 68.3 ± 17.5 (SD) 歳、男性 5 名、

女性 2 名)については、継続して足漕ぎ車いすを用いた 4 週間の走行訓練を実施し、訓練終了時に初回と同様に 3 分間の足漕ぎ車いす走行前後で脳血流速度の測定を実施した。

2.2 足漕ぎ車いすの走行

患者群では、訓練室内に一周 50m の走行路を設け、理学療法士の見守りと、必要に応じて危険防止のための部分的なハンドル操作補助のもと、自由速度による 3 分間の自力走行を行わせた。コントロール群の測定は、体育館にて一周 50m の走行路を設け、見守りと、必要に応じて危険防止のための声かけのもと、自由速度による 3 分間の自力走行を行わせた。4 週間の走行訓練を実施した 7 名では、1 日の訓練時間を 1 クール 3 分とし、各クール間に 1 分の休息を挟みながら、計 5 クール (15 分) の走行訓練を連続的に実施した。

2.3 脳血流速度の測定と処理

脳血流は、安静時と 3 分間の足漕ぎ車いす走行直後に測定した。測定には超音波診断装置用い、経頭蓋ドップラー法によって計測した。測定は脳損傷による片麻痺患者では非病巣側で行い、脊髄損傷による左下肢麻痺患者と健常被験者では右側とした。低周波数のセクタスキャンプローブを側頭骨にあて、頭蓋骨を介して中大脳動脈血流を観察した上で、パルスドプラ法によって同部の血流波形を記録した。このデータから時間平均ピーク値 (Time Average Peak: TAP) (cm/sec) を算出して、これを中大脳動脈における血流速度のパラメーターとした(図)。またこの記録波形をもとに、中大脳動脈における分時拍動数 (bpm) を求めた。

統計処理には、対応のある 2 群間の差の検定には、Wilcoxon の符号順位検定を、対応のない 2 群間の差の検定には、Mann Whitney の U 検定を用いた。いずれについても危険率 5% を有意水準とした。

3. 結果

患者群とコントロール群には3分間の走行距離に有意な差が見られた。患者群の平均走行距離は 95.2 ± 31.6 m、コントロール群の平均走行距離は 143 ± 31.1 m であった。患者での TAP は、安静時は平均 38.5 ± 15.2 cm/sec、足漕ぎ車いす3分間走行後は平均 46.8 ± 13.5 cm/sec となり、走行後に有意 ($p < 0.05$) に増加した。コントロール群での TAP は、安静時は平均 42.0 ± 14.3 cm/sec、足漕ぎ車いす3分間走行後は平均 38.4 ± 5.9 cm/sec であり、前後において有意な差は見られなかった。患者群とコントロール群の安静時の TAP 同士、走行後の TAP 同士の比較では、ともに有意な差はみられなかった。TAP の記録から算出された中大脳動脈の分時拍動数は、患者群の安静時 69.7 ± 9.4 bpm、足漕ぎ車いす3分間走行後 72.2 ± 11.3 bpm、コントロール群の安静時 73.4 ± 12.7 bpm、走行後 70.1 ± 13.6 bpm となり、いずれも走行前後で有意な差はみられなかった。

また、足漕ぎ車いす走行訓練を4週間実施した7名の患者では、訓練前(初回)の安静時 TAP は平均 36.9 ± 16.9 cm/sec、足漕ぎ車いす3分間走行後は平均 43.3 ± 13.3 cm/sec、4週間の訓練終了時の安静時 TAP は平均 47.6 ± 13.8 cm/sec、足漕ぎ車いす3分間走行後は平均 50.5 ± 15.1 cm/sec となった。安静時の TAP はすべての例で訓練終了時に増加し、統計的にも有意 ($p < 0.05$) であった。

4. 考察

運動による脳血流あるいは脳機能は、運動の種類や負荷量によって異なった変化を示す。ウェイトリフティングのような無酸素運動を、最大負荷量で行かせた際には、超音波ドップラー法で測定された中大脳動脈の血流速度が低下するが、健常者の歩行中の脳内血流変化を、SPECTを用いて検討した研究では、歩行中には運動野皮質や小脳の血流増加が明らかであった。すなわち、自由歩行程度の比較的緩やかな有酸素運動では、脳血流に大きな問題が生じないと推察される。

亜最大負荷までの運動時に中大脳動脈の血流は増加するという報告は多く、超音波ドップラー法を用いた場合には安静時の15~30%程度、 ^{133}Xe クリアランス法では31%という報告がみられる。一方、最大酸素消費量に至る運動ではむしろ安静時よりも血流が低下することが指摘されている。本研究における患者群での初回測定では、足漕ぎ車いすの走行後に平均約24%のTAPの増加が得られており、その点では下肢障害者における足漕ぎ車いすによる3分間の走行は、少なくとも脳血流の減少をもたらさない安全な

運動と言える。

一方コントロール群では TAP の有意な増加がみられなかった。3分間の走行距離は患者群よりもコントロール群で平均40%程度長く、走行運動量は多かった。しかし中大脳動脈の分時拍動数に患者群とコントロール群間で差はなく、3分間の走行後の変化にも差はみられなかった。分時拍動数はほぼ心拍数に等しいと考えられることから、3分間の運動負荷量は両群で顕著な違いがなかったものと思われる。脳血流速度の決定因は、動脈血の酸素分圧 (PaO_2) と炭酸ガス分圧 (PaCO_2)、および血圧とされるが、酸素濃度の薄い高地のような環境でない限り、最大酸素消費量の30%程度の運動では、酸素飽和度や血圧の変化はわずかであり、 PaO_2 や PaCO_2 にもほとんど変化のみられないことが指摘されている。こうした点から考えると、患者群での TAP の変化は、単に脳血流の減少がなかったとするよりも、コントロール群ではみられない積極的な増加と位置づけるべきかもしれない。

4週間の走行訓練を併せて行えた7例では、訓練終了時の安静時 TAP が全例初回走行時を上回った。これらの患者では、 PaO_2 や PaCO_2 に影響をおよぼす肺疾患や心疾患の合併はなく、動脈血中の酸素や炭酸ガス分圧の変化がこうした変化をもたらしたとは考えがたい。また TAP の測定は脳損傷患者では非病巣側で行っているため、脳浮腫の改善等の自然回復の影響は少ないものと思われる。測定部位のずれ等の手技の影響も無視できないが、このような変化から考えれば足漕ぎ車いすを用いた長期的な走行訓練は、損傷後の脳活動に血流面での改善をもたらす可能性が高い。

参考文献

- [1] C.H.E. Imray, S.D.Myers, K.T.S. Pattinson, A.R. BRADWELL, c.w.Chan, S.Harris, P.Collins, A.D.Wright, and the Birmingham Medical Research Expeditionary Society : Effect of exercise on cerebral perfusion in humans at high altitude. J Appl Physiol 99:699-706,2005

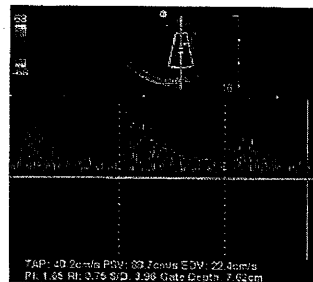


図 超音波ドップラー法で測定された TAP