

論文紹介

# 電気刺激による不随意運動は脳の血管に対して選択的な脳血流量の増加を示す

Ando S, Takagi Y, Watanabe H, Mochizuki K, Sudo M, Fujibayashi M, Tsurugano S, Sato K. Effects of electrical muscle stimulation on cerebral blood flow. BMC Neuroscience. 2021; 22: 67.

須藤 みず紀

**背景** 身体不活動が多くの疾患と関係があることは広く知られている。しかし、運動をできない、あるいは行うことが困難な人も多い。そこで、骨格筋を対象とした電気刺激 (EMS) による不随意運動は、随意運動の代替法としての可能性が期待されている。これまでに随意運動が脳全体の血流量を増加させることが示されているが、下肢の骨格筋への EMS が脳血流 (CBF) に与える影響は明らかにされていない。そこで本研究では、下肢の骨格筋への EMS による不随意運動が CBF にもたらす効果を明らかにすることを目的とした。そして、大脳皮質を含めた脳の広い部分に血流を供給する内頸動脈 (ICA) と脳幹や小脳などに脳の後方に血流を供給する椎骨動脈 (VA) との間で、電気刺激による応答の違いがみられるのかを併せて検証した。

**方法** 本研究では、9名の健常若年男性を対象にクロスオーバー法を用いて実験を実施した。不随意運動は、腰、両脚の大腿部と足首にベルト電極を付け、電気刺激 (周波数: 4 Hz, パルス幅: 0.25 ms) による筋収縮の時間は20分間とした。電気刺激条件と安静条件で、それぞれ別日に測定を実施した。脳血流量は、EMS前、EMS中、または安静中に超音波ドップラー装置にて計測した。同時に、呼気ガス測定を行い、換気量、酸素摂取量、呼気終末二酸化炭素分圧の分析を実施した。

**結果** EMSによる不随意運動中に内頸動脈の脳血流量に増加がみられた。更に、呼気終末二酸化炭素分圧の変化量と内頸動脈の血流変化量との間で有意な正の相関を示した。これらの結果は、骨格筋への電気刺激により大脳皮質の幅広い領域への血流量が増加し、二酸化炭素に対する応答性が血流量

の増加と関係があることを示している。一方、随意運動とは異なり椎骨動脈では脳血流量に変化がみられず、随意運動との違いも明らかとなった。

**結論** 本研究から、骨格筋への電気刺激が大脳皮質の広い範囲へ血流を供給する内頸動脈の血流量を選択的に増加させ、随意運動と同様に脳の健康につながる可能性が示唆された。

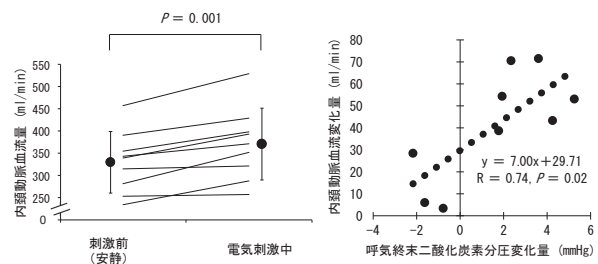


図 内頸動脈における血流量の結果

左：安静時と電気刺激中の内頸動脈血流量  
右：呼気終末二酸化炭素分圧の変化と内頸動脈血流量の変化との関係

骨格筋への電気刺激中に内頸動脈の血流量 (脳血流量) が増加 (左)。また、内頸動脈の血流量の変化と二酸化炭素分圧の変化との間に正の相関がみられた (右)。これは電気刺激中に骨格筋で二酸化炭素が多く生成された被験者ほど、脳血流量が増えたことを示唆している。

## 執筆者によるコメント

本研究は、4大学との共同研究で実施されました。運動と脳の健康については、多くの疫学研究によりその効果が検証されています。一方で、「なぜ運動が脳の健康をもたらすのか？」というメカニズムについてはエビデンスの蓄積が十分でないのが現状であり、基礎的な知見の蓄積が欠かせません。加齢による脳血流量の低下は認知機能の低下と関係がある可能性が示唆されています。今回の研究は、1回の電気刺激に対する脳血流の応答に関する研究でしたが、電気刺激が運動の代替として脳の健康につながる可能性を示唆する重要な学術的知見となりました。