

P2-A-0471**経頭蓋直流電気刺激による最大等速性膝関節伸展筋力および筋出力制御能力の即時的効果**渡部 雄大¹⁾, 久保田雅史¹⁾, 松尾 英明¹⁾, 五十嵐千秋¹⁾, 嶋田誠一郎¹⁾, 馬場 久敏²⁾¹⁾福井大学医学部附属病院リハビリテーション部, ²⁾福井大学医学部器官制御医学講座整形外科学領域**key words** 経頭蓋直流電気刺激・筋出力制御能力・最大等速性膝関節伸展筋力**【はじめに, 目的】**

経頭蓋直流電気刺激(transcranial direct current stimulation; tDCS)は頭皮上に設置した電極から微弱な直流電流を一定時間流すことで、非侵襲的に皮質活動の興奮性を強化又は減衰する機器である。陽極を運動野直上の頭皮に設置する Anodal-tDCS は、刺激部位の神経活動の興奮性を高める事から皮質脊髄路の興奮性が高まる事が広く知られている。逆に運動野直上に陰極を設置する Cathodal-tDCS は、脳の興奮性を抑えることができる。刺激開始1分前後で電流を OFF にする sham-tDCS では、被験者に気づかれることなく刺激を行うことができ、研究に用いられる。近年、tDCS が運動パフォーマンスに与える効果が多く報告されてきているが、筋機能へ与える効果は十分明らかにされているとは言えない。また、運動学習の向上や、学習の維持にも有効であると報告されているが筋出力を制御する能力が tDCS により変化するかは明らかではない。そこで本研究では、運動野の Anodal-tDCS が、等速性膝関節伸展筋力および膝関節伸展筋の筋出力制御能力に及ぼす影響について検討し、若干の知見を得たので報告する。

【方法】

対象は整形外科疾患の既往のない健康男性6名(平均年齢 25.5±6.7 歳)とした。研究デザインは二重盲検法とし、Anodal-tDCS と Sham-tDCS の2条件を無作為化し2日間に分けて実施した。tDCS は NeuroConn 社製 DC Stimulator Plus を用い、一次運動野の直上に anodal 電極 (25cm²) を右眼窩上に cathodal 電極 (25cm²) を設置した。刺激強度は 1mA とし、Anodal-tDCS 時には 20 分間刺激を継続し、Sham-tDCS 時には刺激開始1分後に自動的に電流を停止させた。各試行間での学習効果の依存を避けるため1週間以上の間隔をあけた。tDCS の介入前、及び介入直後に最大等速性膝関節伸展筋力と、筋出力制御能力を評価した。最大等速性膝関節伸展筋力は BIODEX 社製バイオデックスシステム 4 (以下 Biodex) を用い、角速度 60deg/s での等速性筋力を3回実施し、最大トルクの体重比を算出した。一方、筋出力制御能力は設定された目標筋出力値に近い筋出力を制御する能力であり、今回は角速度 60deg/s での等速性求心収縮とし、20Nm を目標筋力値とした。先行研究(Hortobagyi T. et al, 2001)を参考に、目標値と実測値との差の絶対値を算出し、膝関節 90° 屈曲位から伸展 0° までの範囲の平均値を Force accuracy として算出した。測定前に5分間の練習期間を作り十分に方法の習熟ができたことを確認後、5回連続で測定を実施した。最大等速性膝関節伸展筋力は anodal-tDCS あるいは sham-tDCS 介入前後の平均値を対応のある t-test を用いて比較した。さらに Force accuracy は、anodal-tDCS あるいは sham-tDCS 介入前後の比率 (=tDCS 後の Force accuracy/tDCS 前の Force accuracy) を算出し、群間で Mannwhitney の U-test を用いた。ともに有意水準を 5% とした。

【結果】

最大等速性膝関節伸展筋力は、Sham-tDCS の直前 2.71±0.56Nm/g から直後 2.70±0.55Nm/kg と有意差は認めず、Anodal-tDCS においても直前 2.93±0.65Nm/kg から直後 2.99±0.63Nm/kg と有意差は認めなかった。一方、Sham-tDCS および Anodal-tDCS 前後を比較し Anodal-tDCS での Force accuracy は Sham-tDCS を比較して Anodal-tDCS 施行前後で改善を示した。

【考察】

本研究では Anodal-tDCS 後の最大等速性膝関節伸展筋力向上は認められなかった。Tanaka (2011) らは脳卒中症例において tDCS により即時的にダイナモメーターで計測した等尺性筋力が向上することを報告している。本研究では Biodex を用いて評価を試みたが、明らかな変化は認められなかった。対象が健康者であったことや、対象者数が不十分であり、今後さらに検証していく必要があると思われた。一方で、筋出力制御能力に関しては Sham-tDCS 前後と Anodal-tDCS 前後を比較し Anodal-tDCS での Force accuracy は Sham-tDCS を比較して Anodal-tDCS では低下していた。一次運動野は学習の初期段階に関与していると考えられており、筋出力を制御するための運動学習が促進される可能性が考えられた。

【理学療法学研究としての意義】

tDCS は大脳皮質の興奮性を簡便かつ安全に変えることができ、脳卒中をはじめとする多くの症例のリハビリテーションの効率を高めるために非常に有用な装置になり得ると考えられる。本研究では、健康人において筋出力を制御する学習が促進され、運動学習課題前に tDCS を実施しておくことで効率的なリハビリテーションを展開していく可能性が期待できる。