

後頸部への電気刺激の刺激周波数の違いが座位バランスおよび脳賦活に与える影響

学籍番号 08M2417 氏名 中田農生

1. 研究目的

後頸部への電気刺激により座位バランス能力が改善されることが健常者および脳血管障害患者において報告されているが、電気刺激の刺激周波数は100Hzのみが用いられており、刺激条件の変化に伴う効果への影響は検討されていない。また、後頸部への電気刺激が脳賦活に与える影響についても検討されていない。電気刺激の刺激周波数については、電気生理学的検査である体性感覚誘発反応の測定において0.7Hz～3Hzといった比較的低い刺激周波数も用いられており、低い刺激周波数でも座位バランス能力の改善に効果があるのではないかと考えられた。

以上から本研究の目的は、後頸部への電気刺激の刺激周波数の変化によって座位バランスおよび脳賦活にどのような影響の違いがあるかを重心動揺計測および脳血流動態変化の観点から検討することとした。

2. 対象と方法

【対象】 書面による同意の得られた若年健常者20名(男性10名、女性10名、平均年齢 22.4 ± 2.48 歳)。

【介入および評価】 : 対象者には、重心動揺計 (使用機器 : GS-3000、アニマ) 上での5分間の安静座位 (足底非接地の端座位) をとらせ、全身状態を安定させた。その後、対象者の片側の後頸部に低周波治療器 (使用機器 : ES-420、伊藤超短波) を用いた電気刺激を5分間加えた。なお、電気刺激の条件は、①刺激周波数3Hz、②10Hz、③100Hzの他、④電気刺激を行わない (以下、コントロール) の4条件とし、コントロール以外での電気刺激強度については筋収縮が触診で確認されず、対象者が電気刺激を自覚できる強度とした。その後、電気刺激の条件を維持したまま、対象者には座位バランス課題として腕を組んだ座位姿勢にて開眼、閉眼での最大重心移動を左右に計4回行ってもらい、各最大重心移動完了後30秒間の静止姿勢保持中の重心動揺パラメータ (総軌跡長、矩形面積) を測定した。また、対象者の前額部に光イメージング脳機能測定装置(使用機器 : OEG-16、Spectratech) を装着し、左右の前頭葉における脳血流量を各実験の実施中を通じて測定した。対象者ごとの実験回数は、電気刺激の条件の違いにより4回となるが、各実験は1日以上の間隔を空けて実施し、電気刺激の条件および座位バランス課題の実施順序、後頸部の左右の電気刺激位置はくじ引きで決定した。

【統計学的分析】 統計学的分析にはStatcel3を使用した。各刺激条件間での重心動揺パラメータの比較にはBonferroni/Dunnの検定を用いた。各刺激条件での前頭葉の脳血流量の変化の検討にはDunnnettの検定を用いた。全ての統計学的分析の有意水準は5%未満とした。

3. 結果

座位バランス課題実施中の重心動揺パラメータについては、各刺激条件間での明らかな違いを認めなかった。脳血流量については、全身状態が安定した時の脳血流量を基準値として座位バランス課題実施中の脳血流量を比較すると、右後頸部刺激では、刺激条件として10Hzまたは100Hzでの閉眼での座位バランス課題実施時のみ両側前頭葉の有意な血流増加を認めた。一方、左後頸部刺激時では、3Hz、10Hz、100Hzともに開閉眼の条件に関係なく座位バランス課題実施時での両側前頭葉の有意な血流増加を認め、この傾向は特に10Hzおよび100Hzで顕著であった。

4. 考察とまとめ

座位バランス課題実施中の重心動揺パラメータについては、各刺激条件間での明らかな違いを認めなかった。この理由としては、本研究の対象者が若年健常者であったため座位バランス能力も十分に高く、後頸部刺激により感覚入力が増加したとしても座位バランス能力に明らかな変化が生じなかった可能性が考えられる。一方、座位バランス課題実施中の脳血流量については、左右いずれの後頸部刺激においても両側前頭葉の血流増加を認めたものの、刺激周波数や開閉眼の条件を考慮すると右後頸部刺激よりも左後頸部刺激の方が両側前頭葉の血流増加を引き起しやすいのではないかと考えられた。一側後頸部刺激により両側前頭葉の血流が増加する理由としては、①運動野は同側体性感覚野からの求心性入力を受けており、後頸部刺激により増加した感覚入力運動野を含む前頭葉を賦活させる可能性があること、②左右の体性感覚野間には脳梁を介した線維連絡があり、一側体性感覚野へ入力された感覚情報は脳梁を介して反対側体性感覚野へ伝達されることで反対側前頭葉が賦活される可能性があること、の二点が考慮される。次に、右後頸部刺激よりも左後頸部刺激の方が両側前頭葉の血流増加を引き起しやすい理由としては、先行研究にて①右大脳半球の方が左大脳半球よりも感覚情報処理速度が早い、②脳梁を介した大脳半球間の情報伝達速度についても右から左方向の方が逆方向よりも早い、の二点が指摘されており、結果として左後頸部刺激により右大脳半球への感覚情報入力を増加させる方がより効率的に両側前頭葉を賦活させ得る可能性が考えられた。なお、刺激周波数については、従来の100Hz程度の高い数値を用いること、すなわち単位時間当たりにより多くの刺激を入力することが脳賦活目的では適切ではないかと考えられた。