

The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry

2. 方法=====

【対象】本研究において、下記の取り込み基準、除外基準に沿って対象者を選定し、35名の署は圧脳卒中後遺症者(RHL群17名、LHL群18名)と対照群として27名(男性14名、女性13名)が選ばれた。

○対象の選定基準

- ① 発症 6 か月以内の片側半球のみに病巣がある運動とバランス能力に障害を有す初発脳卒中後遺症者
- ② 被験者は介助や物理的な支持を要すことなく 60 秒立位保持が可能である者
- ③ 対照群として脳卒中患者群と同年代で、筋骨格系や前庭系、視覚、体性感覚に障害を有さず、覚醒や姿勢制御に影響を及ぼす薬を服用していない健常成人を選定

○対象の除外基準

- ① 80 歳以上や覚醒の低い者、神経症状のある脳卒中前駆症状や眩暈、前庭系の障害、弱視、複視のある者は除外
- ② 失語症者の中で本研究の目的を十分に理解できない者は除外
- ③ CT や MRI により脳機能の評価を行い、腫瘍や後頭蓋窩に病理学上の問題がある者は除外

【手順】

(1)安静立位保持

被験者は床反力計上で 50 秒間裸足にて安静立位保持をとる。CP の側方変位を安静立位保持にて記録し、内外側方向における CP の平均変位を 50 秒間の内外側方向の変位として算出した。

(2) 視運動刺激(Optokinetic stimulation:以下、Okn 刺激)

安静立位で 15 秒保持した後、視運動刺激を視野上 100°の範囲で 35 秒間行った。回転速度は 60°/秒で、時計周り(右 Okn 刺激)、反時計周り(左 Okn 刺激)に光の点を動かした。被験者へは動く点を追わぬよう前方を凝視するよう説明した。左右からの各視覚刺激は約 3 分間の安静坐位での休息を挟んで行われた。

(3)ガルバニック刺激(Galvanic stimulation:以下、Gv 刺激)

安静立位にて 15 秒保持した後、35 秒以上両耳の Gv 刺激刺激により刺激した。側方への姿勢の変位を導出するため左右どちらか一方の乳様突起に陰極電極を貼付。二種の Gv 刺激は間に休息期間を設けた:左変位(左 Gv 刺激)、右変位(右 Gv 刺激)各刺激は坐位での休息を 3 分間挟んで行われた。

The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry

【データ解析】

右側(R-Okn)、左側(L-Okn)方向への Okn 刺激による側方変位は、5-30 秒間の CP の平均変位から 1-12.5 秒の安静期の平均変位を引いた値を算出した。同様に、Gv 刺激での側方変位は 20-45 秒間の刺激期間の CP の平均変位から 1-12.5 秒間の安静立位での平均変位を引いた値を算出した。これらは、右側(R-Gv)、左側(L-Gv)方向への Gv 刺激共に同様に行われた。

LHL 群と RHL 群間の特性は Mann Whitney 検定にて比較した。刺激中の側方変位に関しては A 3-way ANOVA を用いた。3 要因は各群(LHL, RHL, コントロール)、刺激の種類(Okn, Gv)、刺激方向(右, 左)とした。グループ効果を「3 群間×刺激の種類」「3 群間×方向」「刺激の種類×方向」に分けて検定した。Okn と Gv とで算出されたそれぞれの側方変位量について Spearman の相関係数にて統計解析を行った。

結果=====

患者は男性 22 名、女性 13 名、その内脳梗塞が 21 名、脳出血が 14 名であった。LHL, RHL 患者間においては、LHL 群と比較して RHL 群で安静立位時の姿勢の傾きが有意に大きく、それ以外は顕著な差は認めなかった。

安静立位時と比較して、刺激中の CP の変位は 3 群とも刺激方向により左右への変位を認めた。群間と刺激方向で交互作用を認め(P<0.07)、左方向への刺激のみ RHL 群の変位が LHL 群、対照群と比較して有意に大きかった。実際、RHL 群における左側への変位は、LHL 群、対照群と比較してそれぞれ 2.8 倍、2.4 倍であり、右側への変位は 3 群間において有意な差を認めなかった。興味深いことに、RHL 群の左への変位(RHL 群の姿勢非対称性の軽減)は右側への変位(LHL 群の姿勢非対称性の軽減)の 2.2 倍大きかった。さらに、LHL 群と対照群間では左右の変位に有意差はなかった。また、刺激効果に関しては Gv 刺激と比較して Okn 刺激の方が刺激による変位量は 1.6 倍大きかった。

全体として、全グループを比較すると、変位量は Okn と Gv 間で正の相関を認めた。また、正の相関は群ごとのサブグループ解析においても認めた。しかし、データの個別性を分析してみると、どちらかの刺激に反応し、両方に反応する人はいなかった。さらに、常に同じ刺激方向へ反応するわけではなかった。

考察=====

CP の外側変位は、左半球損傷者と比較して右半球損傷者でより大きかった。この右半球損傷者の同側方向への極端な姿勢の傾きは自己身体の誤った定位(orientation)に起因するものであり、右半球領域の特定の場所が姿勢障害を引き起こす感覚刺激の方向性と関係しているのではないかと。RHL 群における感覚刺激による極端な姿勢への影響は、恐らく空間表象を担う中心である右半球において生じた変化による結果であることを強く支持する。この姿勢への影響は空間認知処理における高次脳機能の処理過程の結果として生じる高次の影響ではないだろうか。

さらに、Okn, Gv 刺激による変位量の減少には直線的相関関係があり、これら 2 種類の刺激には姿勢制御に関連した共通の、少なくとも重複している中枢神経系のメカニズムがあることが示された。

The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry

本研究結果は、様々な感覚情報を統合し空間における自己身体表象を作る高位中枢(右の後部頭頂皮質や側頭頭頂接合部)のような超様相的(supramodal)な構造を感覚刺激が活性化し、姿勢制御に影響を与えることを支持している。Okn、Gvの反復刺激は、刺激している期間持続する改善を引き起こすことが考えられる。これらの刺激方法に関する最近の研究では無視症状においても試用されている⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。これらの研究者らは刺激した期間持続した一定の効果を述べている。近年の二つのOkn刺激のランダム化比較試験において、Okn刺激の反復刺激が右半球損傷患者の複合的な無視症状(視覚、聴覚)を長期的に改善させたことを明らかにした⁷⁾⁸⁾。同様に、左上肢の固有受容感覚障害を有する右半球損傷患者に対して20分間Gv刺激を用いた研究では、刺激中と刺激後において一時的に改善した¹⁰⁾¹¹⁾。最終的に、Gv刺激を3期間受けた被検者の約半数において、左側の体性感覚の改善が少なくとも三か月間継続したことを示した。Okn、Gv刺激を長期的に加えることで脳卒中後、恐らく特に右半球損傷者の姿勢制御能力に関して重要で長期的な治療効果を及ぼすことをこれらの研究が示していることは明らかである。

解説=====

視覚や前庭系への感覚刺激が特に右半球損傷患者の姿勢制御に影響を与えるということはとても興味深い。体性感覚と併せて視覚、前庭系などへの感覚刺激、そして多感覚統合の過程の中で自己身体表象が構築され、姿勢制御に大きく関連する。治療介入においては重力条件や頸部体幹と四肢との関係性を考慮したアプローチを行っていく必要があると感じた。

参考文献=====

- 1)Perennou DA ,Amblard B ,Laassel el-M ,Pelissier J. Hemispheric asymmetry in the visual contribution to postural control in healthy adults. Neuroreport1997;8(14):3137-41
- 2) Perennou DA, Amblard B, Leblond C, Pelissier J. Biased postural vertical in humans with hemispheric cerebral lesions. Neurosci Lett 1998;14(252):75-8
- 3)Perennou DA, Leblond C, Amblard B, Micallef JP, Herisson C, Pelissier JY. Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. Arch Phys Med Rehabil2001;82(4):440-8
- 4)Rode G, Tiliket C, Boisson D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. Scand J Rehabil Med 1997;29(1):11-6.
- 5) Rode G, Tiliket C. Charlopain P Boisson D. Postural asymmetry reduction by vestibular caloric stimulation in left hemiparetic patients. Scand J Rehabil Med 1998;30(1):9-14.
- 6)Kerkhoff G, Keller I, Ritter V, Marquardt C. Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect. Restor Neurol Neurosci 2006;24(4-6):357-69
- 7) Kerkhoff G, Keller I, Artinger F, Hildebrandt H, Marquardt C, Reinhart S, et al. Recovery from auditory and visual neglect after optokinetic stimulation with pursuit eye movements-transient modulation and enduring treatment effects. Neuropsychologia 2012;50(6):1164-77.

The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry

- 8)Kerkhoff G, Reinhart S, Zigler W, Artinger F, Marquardt C, Kellaer I, Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: a randomized controlled study. *Neurorehabil Neural Repair* 2013 Nov-Dec;27(9):789-98
- 9)Thimm M, Fink GR, Kust J, et al. Recovery from hemineglect: differential neurobiological effects of optokinetic stimulation and alertness training. *Cortex* 2009;45(7):850-62
- 10)Schmidt L, Keller I, et al. Galvanic vestibular stimulation improves arm position sense in spatial neglect:a sham-stimulation-controlled study. *Neurorehabil Neural Repair* 2013a;27(6):497-506
- 11)Schmidt L, Keller I, et al. Now you feel both: galvanic vestibular stimulation induces lasting improvements in the rehabilitation of chronic tactile extinction. *Front Hum Neurosci* 2013b;7:90