

総括研究報告書

1. 開発研究課題名：ノイズ様前庭電気刺激を利用した末梢前庭障害患者に対するバランス障害改善機器の開発

2. 研究代表者：岩崎真一（東京大学医学部附属病院耳鼻咽喉科）

3. 研究開発の成果

経皮的ノイズ様前庭電気刺激（ノイズ GVS）は、耳後部に貼付した電極より直流電流を流すことで前庭神経を刺激する方法で、以前より前庭機能検査に使用されてきた。近年、微弱な入力信号に対する非線形の応答がノイズ様の相動的な刺激を与えることによって増強されるという確率共振現象が注目されており、ノイズ GVS による刺激がパーキンソン病や多系統萎縮症などの変性疾患における自律神経反射やパフォーマンスの向上に有効であることが示されている。

我々は、先行研究において、ノイズGVSが体平衡に及ぼす影響を、健常者と両側前庭障害患者に対して検討を行い（Iwasaki et al. Neurology 2014）、ノイズGVSで30秒間刺激を行うと、刺激が無い時と比較して、健常者の76%（21名中16名）および、両側前庭障害患者の91%（11名中10名）においても、体平衡機能の有意な改善を認めることを確認している。本研究は、確率共振を前庭神経に応用し、ノイズGVSによって末梢前庭障害によるめまい・平衡障害に対する新たな治療法の開発を目的とした。

今回の研究では、①ノイズ GVS の歩行に対する影響について検討することを目的として、健常者 19 名（男性 9 名、女性 10 名、年齢 33～60 歳）、両側前庭障害患者 12 名（男性 9 名、女性 3 名、年齢 34～77 歳）に対して、0～1000 μ A の様々な強度のノイズ GVS を与えた状態で 10m 歩行させ、歩行分析機によって、歩行の速度、周期、動揺の程度についての解析を行うとともに、②ノイズ様 GVS 長期刺激の体平衡に及ぼす検討として、健常者 30 名（男性 17 名、女性 13 名、年齢 64～70 歳）に対してノイズ GVS30 分刺激と 3 時間刺激を行い、刺激中および刺激後の持ち越し効果をみるクロスオーバー試験を行った。

①においては、健常成人19名において、100～1000 μ A のノイズGVSによって、歩行速度の有意な増加 ($p < 0.05$) および、200～1000 μ A の刺激において、歩行周期の有意な減少 ($p < 0.05$) を認めた。歩幅について、有意差は認めなかった。歩行速度が最大になる刺激強度は、 $342 \pm 46 \mu\text{A}$ で、全ての被験者において感覚閾値 ($422 \pm 34 \mu\text{A}$) 未満であった。歩行速度が最大になる刺激強度においては、歩行速度は $10.9 \pm 1.2\%$ 増加し、($p < 0.0001$)、歩行周期は $4.6 \pm 7\%$ 減少し ($p < 0.0001$)、歩幅は $5.7 \pm 1.2\%$ 増加した ($p < 0.0001$)。

両側前庭障害患者12名においては、200～1000 μ A の刺激で歩行速度の有意な増加を認め ($p < 0.05$)、500 μ A の刺激で歩幅の有意な増加 ($p < 0.05$)、700～1000 μ A の刺激で歩行周期の減少 ($p < 0.05$) を認めた。上下・左右の揺れ幅には有意差を認めなかった。歩行速度が最大になる刺激強度は、 $725 \pm 46 \mu\text{A}$ で、全ての被験者において感覚閾値 ($850 \pm 34 \mu\text{A}$) 未満であった。歩行速度が最大になる刺激強度においては、歩行速度は $12.8 \pm 1.3\%$ 増加し、($p < 0.0001$)、歩行周期は $3.7 \pm 7\%$ 減少し ($p < 0.0001$)、歩幅は $8.3 \pm 1.1\%$ 増加した ($p < 0.0001$)。

②の研究では、重心動揺計における3つのパラメータ（総軌跡長、外周面積、RMS値）の全てが同時に改善される最適刺激値を有していたのは、60計測中49回（84%）であり、最適刺激強度は $178.8 \pm 9.1 \mu\text{A}$ であった。30分のノイズGVS刺激では、刺激直後から総軌跡長、外周面積、RMS値のいずれもが有意に改善し ($p < 0.01$)、改善効果は刺激終了後3時間にわたり持続した。3時間刺激では、刺激中の改善は少なかったものの、刺激終了後の改善は3時間にわたり持続した。