

題目：Motor cortex somatotopic presentation after restriction of neck movement in rats

保健医療学専攻 理学療法分野・基礎理学療法学領域

氏名：関口 賢人

キーワード：motor cortex, representaiton, neck restriction

「研究の背景と目的」

頸部は、頭部の支持をするだけでなくバランス機能、視覚に関連した運動など様々な機能に関与するため、同関節の障害はバランス機能の代表される全身の運動に影響を与える。したがって、頸部は理学療法士にとって治療戦略上、重要な部位の一つであるが、その機能異常に関する研究はバイオメカニクスの見地から行われたものが多く、中枢神経内のシステムに関する研究は存在しない。特に大脳皮質運動野は皮質脊髄路の起始部として随意運動を制御するだけでなく、可塑性に富み損傷などを受けた際にも速やかに再構成されることが知られているため、頸部障害に伴って何らかの変化が生じやすいと考えられるが、これについて一切が不明である。そこで、本研究ではラットを対象に 2 週間の頸部固定を行い、それが運動野の体部位再現与える影響について調べることにした。

「方法」

実験には、Wistar 系ラットを 18 匹用いた。ラットは Experimental 群 (n = 6)、Sham 群 (n = 6)、control 群 (n = 6) に分類した。Experimental 群はシーネで肩甲帯固定し、頸部の伸展のみを制限した。Sham 群はシーネで肩甲帯を固定し、頸部の運動制限は行わなかった。Control 群は通常飼育を継続した。2 週間後、皮質内微小刺激法 (Intra-cortical micro stimulation: ICMS) を用いて各群のラットの運動野のマッピングを行った。マッピングは Bregma よりも接側の 56 箇所について行い、反応のあった領域を 0.25 mm^2 と換算して、各身体領域の分布と面積を求めた。

データは平均値±S.D.で示し、各群の値の比較には一元配置分散分析を用い、下位検定には Bonferroni 法による多重比較を用いた。

「結果」

頸部伸展が制限された Experimental 群のラットは、初め頸部を回旋、または体幹を伸展し、頸部の伸展を代償するようになるが、全ての個体が 1-2 日で体幹伸展によって頸部伸展制限を代償するように行動が変化した。固定期間中に摂食量や摂水に変化はなく、2 週間後の体重に差はなかった。

一方、運動野の体部位再現には大きな変化が認められた。変化が認められたのは Experimental 群で他の 2 群に比べて頸部領域、洞毛領域が半減し ($P < 0.001$)、前肢領域にも僅かな萎縮が認められた ($P < 0.05$)。さらに、運動野の内側には他の 2 群には存在しない体幹領域が出現した。また、面積だけの変化ではなく Sham 群や Control 群で頸部領域、洞毛領域が占める領域が Experimental 群では前肢領域や体幹領

域に侵食され、置き換わっていた。このような領域では閾値以上（ $50\mu\text{A}$ 以下の）の刺激を与えると、本来の領域の運動が観察されるが、刺激強度を下げると他の運動だけが残った。顎領域の面積や各領域の閾値には変化が生じなかった。

「考察」

本研究結果からラットの頸部の伸展運動を制限することにより、運動野の頸部領域、洞毛領域に強い萎縮、前肢領域に僅かな萎縮が観察された。また、体幹領域は正常なラットでは Bregma の尾側にしか分布していないが、頸部を固定したラットでは Bregma よりも吻側の領域に新たな体幹領域が出現していた。Experimental 群で観察された体部位再現の変化は麻酔深度に依存した体部位再現の変化とも異なり、sham 群の脳皮質には同様の現象が観察されなかったということを考慮すると、運動野の体部位再現の変化は頸部伸展制限に起因するものであると考えるのが合理的である。先行研究によると運動野における体部位再現は活動依存的な変化を示すことが知られているので、頸部の運動制限とそれを代償する体幹の運動によって前者の萎縮と後者の拡大が生じたと考えられる。

頸部固定に伴う運動野の変化の背景にあるメカニズムは不明であるが、僅か 2 週間という短期間の頸部固定が運動野の体部位再現を変化させてしまうという結果は臨床において観察される頸部の機能障害が全身に与える影響を理解するための貴重な知見となり得るものである。また、末梢神経切断に関連して生じる運動野の体部位再現の変化は、神経切断後 1 時間後には観察されるという報告も存在するため、運動野の体部位再現の変化は 2 週間よりもずっと短い時間でも生じる可能性すらある。これまで、頸部障害による全身性の運動の変化に対する神経系の寄与について明確に示した研究はなかったが、本研究が初めて示す、運動野の体部位再現の変化は頚椎の運動障害患者の病態について「運動野の関与」という新たな解釈を加える可能性がある。今後は頸部固定による運動量の変化と運動野の体部位再現の変化による運動への影響について定量的な解析を進め、臨床で観察される症状との関連についてさらに探っていきたい。

「結語」

ラットの頸部伸展運動を制限することにより、運動野の頸部領域、洞毛領域は半減し、前肢領域は僅かな萎縮が認められた。また、本来、洞毛領域であった部位に体幹領域が出現した。頸部の伸展制限により、脳皮質運動野の体部位再現に変化が生じ、頸部とその運動に関連する身体部位を制御するシステムに可塑的变化が生じることが明らかになった。

「引用文献」

- 1) Treleaven J: Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther*, 2008, 13: 2-11.
- 2) Cheng CH, Chien A, Hsu WL et al.: Changes of postural control and muscle activation pattern in response to external perturbations after neck flexor fatigue in young subjects with and without chronic neck pain. *Gait Posture*. 2015, 41:801-7.