

# 論文内容要旨

## 論文題目

ヒト三角筋から上腕二頭筋運動ニューロンへの I 群 a 線維による脊髄反射

責任講座： 解剖学第一 講座  
氏 名： 吉元 拓也

## 【内容要旨】(1,200 字以内)

運動ニューロンの興奮性を調節する機構の一つに I 群線維の興奮を入力とした興奮性（促通）や抑制性の脊髄反射回路（抑制）がある。これらの回路は円滑な運動や姿勢の維持に関与すると考えられている。促通は筋の共収縮、抑制は交代性収縮に機能すると考えられている。

ヒト肩の運動に関与する筋として三角筋前部（DA）、中部（DM）、後部（DP）と上腕二頭筋（BB）がある。これらの筋に対して筋電図を用いて肩屈曲伸展による運動を調べてみると、DA、DM、BB は肩屈曲で共収縮、DP と BB は肩屈曲伸展で交代性収縮を示した。これは脊髄で異なる神経投射を示唆する所見であり、本研究では、post-stimulus time-histogram (PSTH) 法と electromyogram-averaging (EMG-A)法を用いて三角筋各部から BB 運動ニューロンへの反射を調べた。

対象は健常男性 7 名の右上肢とした。被験者は椅子に座り、肩軽度外転位、肘屈曲位、前腕回外位とした。両方法ともに BB の筋電図を記録しながら条件刺激として腋窩神経 DA 枝（DA 神経）、DM 枝（DM 神経）、DP 枝（DP 神経）に運動閾値直下の電気刺激（矩形波:1.0ms）を行った。また刺激強度を確認するために三角筋各部に記録電極を貼りつけた。

PSTH 法では、DA、DM 神経刺激により、それぞれ 41 個中 26 個、48 個中 29 個の BB 運動単位に促通が誘発された。この促通と BB 同名筋促通の中枢潜時の差は DA 神経刺激では  $0.1 \pm 0.3\text{ms}$ 、DM 神経刺激では、 $0.1 \pm 0.2\text{ms}$  であった。ヒトシナプスを介する時間は 1.0ms とされているのでこの促通は単シナプス性の経路をとることが示された。EMG-A 法では、DA、DM 神経刺激により被験者全員に促通が誘発された。両方法ともに条件刺激を運動閾値直下で行っていることから求心性神経は I 群線維であることが示された。さらにその I 群線維を鑑別するために DA と DM に振動刺激を行うと、促通は消失し、回復までに 30 分以上要した。これは、Ia 線維終末からの神経伝達物質の放出が抑制されていることが考えられる。また両方法において DP 神経刺激では BB 運動ニューロンに対し、促通も抑制も誘発されなかった。以上、ヒト DA と DM から BB へは Ia 線維による単シナプス性促通の存在が示された。ネコでは、DM からの促通はないとされているのでこの促通は前肢から上肢への移行に伴う反射回路網の変化を示すものと考えられた。

2021年 8月 3日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

## 学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 吉元 拓也

論文題目： ヒト三角筋から上腕二頭筋運動ニューロンへのI群a線維による脊髄反射

審査委員：主審査委員 太田 康之



副審査委員 後藤 薫



副審査委員 園田 順彦



審査終了日： 2021年 8月 3日

### 【 論文審査結果要旨 】

運動ニューロンの興奮性を調整する機構に、I群線維の興奮を入力とした興奮性（促通）や抑制性の脊髄反射回路（抑制）がある。これらの回路は円滑な運動や姿勢の維持に関与すると考えられており、促通は筋の共収縮、抑制は交代性収縮に機能すると考えられている。ヒト肩の運動に関わる骨格筋として三角筋前部（DA）、中部（DM）、後部（DP）と上腕二頭筋（BB）があり、筋電図の解析で、DA・DM・BBは肩屈曲で共収縮、DP・BBは肩屈曲進展で交代性収縮を示した。よって、DA・DM・BBとDP・BBでは異なる脊髄反射を示唆しているが、その詳細は明らかではない。そこで本研究では、post-stimulus time-histogram（PSTH）法とelectromyogram-averaging（EMG-A）法を用いて、三角筋各部（DA、DM、DP）からBB運動ニューロンへの脊髄反射を調べた。

対象は健常男性7名の右上肢であり、PSTH法とEMG-A法ともBBの筋電図を記録しながら、条件刺激として腋窩神経DA枝、DM枝、DP枝に運動閾値直下の電気刺激を行い、刺激強度の確認のため三角筋各部に記録電極を貼った。

PSTH法では、DA・DM神経刺激により、それぞれ41個中26個、48個中29個のBB運動単位に促通が誘発された。この促通とBB同名筋促通の中樞潜時の差はDA神経刺激では $0.1 \pm 0.3$  ms、DM神経刺激では $0.1 \pm 0.2$  msであり、既報告により単シナプス性の経路と考えられた。EMG-A法では、DA・DM神経刺激により被験者全員に促通が誘発され、条件刺激を運動閾値直下で行っていることより、求心性神経はI群線維であることが示された。また、DA・DMに振動刺激を行うと、促通は消失し、回復までに30分以上要したため、既報告により、促通へのIa線維の関与が考えられた。また、PSTH・EMG-A法とも、DP神経刺激ではBB運動ニューロンの促通・抑制とも誘発されなかった。

本研究ではDAとDMからBBへのIa線維による単シナプス性促通を、PSTH・EMG-A法を用いて初めて明らかにしており、博士（医学）の学位に相当する研究と判断したが、以下の点につき修正する必要がある。

- ① 緒言あるいは考察に、三角筋・上腕二頭筋以外の筋の脊髄反射研究の既報告を記載する。
- ② 本研究においてDP刺激ではBB運動ニューロンの促通・抑制とも誘発されなかったが、その結果に関する考察をより詳細に記載する。
- ③ 本研究の限界について、今後の展望とともに記載する。

ることが求められる。また、自験例の疾患背景の詳述、患者除外基準の明確化、NB-chirp-ASSR 閾値が AM<sup>2</sup>-ASSR 閾値よりも 2000Hz で低いこと、鎮静薬の影響に関する考察などを詳述することも必要である。さらに今回の研究の残された問題点も整理して今後の研究の方向性を示すと、一層意義深い論文となる。これらの審査会の指摘を受けて、申請者は論文の修正を適切に行った。小児の他覚的聴力評価法がより精度を増し、患者の負担がより軽減されることは臨床上極めて重要で、この領域の研究が少ないことを鑑みれば、本研究成果の公表は臨床に大きく裨益することが期待される。従って、審査会では、本研究が博士（医学）の学位に値すると判断した。