

論文内容要旨

論文題目

ヒト手根伸筋群の活動に関する機能解剖学的研究：
神経筋電気刺激を用いた解析

責任分野：運動機能再建・回復学分野

氏名：寒河江 正明

【内容要旨】

手根伸筋群には長・短橈側手根伸筋 (ECRL・B) と尺側手根伸筋 (ECU) がある。3筋の作用について教科書をみると、「ECRL・B は手根の伸展と外転、ECU は手根の伸展と内転に作用する」と簡便に記載されているのが一般的である。本研究では、3筋の作用についてより詳細に調べることを目的として、健康者を対象に神経筋電気刺激 (ENS) を用いた解析を行った。

健康者 12 名 (男性、21-43 歳) の右上肢を対象として、前腕回内、中間、回内位で、各筋の ENS で誘発される手根の運動 (方向と可動域) と力 (方向とトルク) を調べた。ENS は、ワイヤー電極と機能的電気刺激 (FES) 装置を用いて行った。運動の記録はビデオカメラによる撮影と 3D ポジションセンサー、力の記録は力計測装置を用いて行った。方向は、外転、伸展、内転、屈曲をそれぞれ 0°、90°、180°、270° とした。

12 名のうち 7 名 (21-43 歳) で全ての結果が得られたので、以下に 7 名の結果を示す。前腕の回内、中間、回外位の、それぞれの肢位で、運動では、ECRL の ENS で $63.0 \pm 9.3^\circ$ (平均 \pm 標準偏差)、 $65.3 \pm 8.2^\circ$ 、 $46.3 \pm 8.0^\circ$ 、ECRB で $88.1 \pm 3.9^\circ$ 、 $84.9 \pm 2.5^\circ$ 、 $69.1 \pm 9.6^\circ$ 、ECU で $198.7 \pm 19.3^\circ$ 、 $169.3 \pm 2.2^\circ$ 、 $118.7 \pm 10.3^\circ$ の方向に最大可動域までの運動が誘発された。力では、ECRL で $55.0 \pm 6.8^\circ$ の方向に 1.84 ± 0.73 Nm、 $30.1 \pm 9.7^\circ$ に 1.81 ± 0.65 Nm、 $30.1 \pm 13.0^\circ$ に 1.78 ± 0.68 Nm、ECRB で $81.0 \pm 4.8^\circ$ に 1.76 ± 0.46 Nm、 $64.9 \pm 14.2^\circ$ に 1.76 ± 0.69 Nm、 $80.9 \pm 14.9^\circ$ に 1.52 ± 0.43 Nm、ECU では $181.4 \pm 6.4^\circ$ に 1.55 ± 0.24 Nm、 $156.7 \pm 11.4^\circ$ に 1.53 ± 0.31 Nm、 $154.0 \pm 18.6^\circ$ に 1.38 ± 0.34 Nm の力が誘発された。

以上、ECRL は手根の伸展よりも外転、ECRB は外転よりも伸展に作用し、ECU は伸展にはあまり作用せず内転に作用することが示された。遺体を材料とした研究でも同様な報告がなされており、ENS を用いることで生体でも同精度の解析が可能であることがわかった。また、今回得られた結果は、手の外科や FES による動作再建の際に有効となるものと思われた。

平成 19 年 2 月 7 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：寒河江正明

論文題目：ヒト手根伸筋群の活動に関する機能解剖学的研究：神経筋電気刺激を用いた解析

審査委員：主審査委員

加藤 宏司

副審査委員

青柳 優

副審査委員

後藤 薫



審査終了日：平成 19 年 1 月 18 日

【 学位論文審査結果の要旨 】

ヒトの手首でみられる手背を持ち上げる伸展（背屈）運動は、手根関節をまたいで骨についている伸筋群の配置とその収縮に依存している。この伸筋群には、長および短橈側手伸筋 *m. extensor carpi radialis longus and bravis* (ECRL and ECRB) および尺側手根伸筋 *m. extensor carpi ulnaris* (ECU) などがあり、これらが協力して働き、手首を伸展させる。一般的には、ECRLとECRBは伸展運動を、ECUは伸展と内転運動を起すとされている。手根の運動に関わる筋の作用は、遺体を用いたり、あるいは随意運動中の筋電図活動の記録によって解明されている。実際の生体内で、個々の筋が持つ機能を明らかにすることは、腱移行術や機能的電気刺激治療による動作再建に必須な知識である。

そのため、本研究では、上記の3筋の生体内での作用をより詳細に調べることを目的として実験を行った。実験では、個々の筋を分離して単独に収縮できる神経筋電気刺激法を用いた。解析は刺激により誘発される、手根の運動の方向と可動域および等尺性収縮でみられる力の大きさや方向について検討した。前者の解析は3Dポジションセンサーとビデオカメラを用い、後者のためには手関節トルク計測装置を製作して行った。電気刺激は各筋の運動点に表面電極を添付して、幅0.2 ms、刺激頻度20 Hz、刺激の強さ20 Vの矩形波刺激を与えた。被験者は21-43歳の健常男性7名であった。結果は以下のようであった。

1. 前腕を回内、中間、回外位の位置にして刺激を与えたところ、随意運動によって起こる最大可動域まで運動が起こった。
2. 運動の大きさはそれぞれの肢位で、ECRLでは(平均±SD)、 $63.0 \pm 9.3^\circ$ 、 $65.3 \pm 8.2^\circ$ 、 $46.3 \pm 8.0^\circ$ であり、ECRBでは、 $88.1 \pm 3.9^\circ$ 、 $84.9 \pm 2.5^\circ$ 、 $69.1 \pm 9.6^\circ$ であり、ECUでは、 $198.7 \pm 19.3^\circ$ 、 $169.3 \pm 2.2^\circ$ 、 $118.7 \pm 10.3^\circ$ であった。
3. 誘発された運動の力は、ECRL では、 $55.0 \pm 6.8^\circ$ の方向に 1.84 ± 0.73 Nm、 $30.1 \pm 9.7^\circ$ の方向に 1.81 ± 0.65 Nm、 $30.1 \pm 13.0^\circ$ の方向に 1.78 ± 0.68 Nm、であり、ECRBでは、 $81.0 \pm 4.8^\circ$ の方向に 1.76 ± 0.46 Nm、 $64.9 \pm 14.2^\circ$ の方向に 1.76 ± 0.69 Nm、 $80.9 \pm 14.9^\circ$ の方向に 1.52 ± 0.43 Nm、であり、ECUでは、 $181.4 \pm 6.4^\circ$ の方向に 1.55 ± 0.24 Nm、 $156.7 \pm 11.4^\circ$ の方向に 1.53 ± 0.31 Nm、 $154.0 \pm 18.6^\circ$ の方向に 1.38 ± 0.34 Nm であった。

以上の結果をまとめると、ECRLは手根の伸展より外転に、ECRBは外転より伸展に、ECUは伸展には寄与が少なく内転の機能を持つことが明らかになった。これらの結果は手根の運動機能に関する制御に関する基礎的知識として有意義であり、臨床上の機能再建や運動制御に役に立つものであるとして、審査委員会は博士（医学）に値するものと判断した。