

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350685

研究課題名(和文) 関節安定性に貢献する筋の機能的役割と制御機構の解明

研究課題名(英文) Analysis of a roll of muscle function and the control system for joint stability

研究代表者

大山 峰生(OYAMA, Mineo)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号：10367427

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、関節の安定性に貢献するための筋を同定し、これらの関節安定性機能を検討するために、深層に存在する容積の小さな筋(方形回内筋、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋、肘筋)に着目し、手掌を接地させる転倒模倣課題と等尺性運動課題を実施した時の筋活動をワイヤー電極で導出した。肘関節、前腕の安定性には、方形回内筋深頭、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋深頭、肘筋が貢献している可能性がある。これらの筋は、前腕回内外肢位で役割が異なっており、方形回内筋深頭と尺側手根伸筋は前腕回内位で、回外筋は中間位で貢献度が高いことが判明した。

研究成果の概要(英文)：The muscles which are adjacent to a ligament having a function of joint stability may play a role as the dynamic stabilizer by muscular contraction. We hypothesized that these muscles have specific activities for stability of the joint. The purposes of this study were to examine activities of the pronator quadratus, supinator, extensor carpi ulnaris, brachialis, anconeus before grounding with a hand in the falling down and to examine activities during isometric movement task such as a finger grip, elbow valgus movement and push off movement of the arm. As a result, the deep head of pronator quadratus, supinator, extensor carpi ulnaris, deep head of brachialis and anconeus contribute to the stability of the elbow joint and the forearm. In addition, the deep head of pronator quadratus and extensor carpi ulnaris contribute more effectively in pronation position and the supinator in mid position of the forearm.

研究分野：複合領域

キーワード：筋機能 関節安定機能 筋活動

1. 研究開始当初の背景

申請者らは C5 レベルの脊髄損傷症例に対して機能的電気刺激 (FES) による機能再建を行い、対象者から好評を得た。しかし、肘、前腕の再建に用いた刺激筋は多関節筋や表層に存在する主動筋であったためか、運動の不安定性が出現するといった問題が生じた。

一方で、脳の興奮を直接的に生体の神経系に対して出力する神経インタフェースが発展してきており、FES の運動制御にこれを応用しようとする試みがある。しかし、生体本来の出力信号がどの筋に対し、どのような意義を持つ信号なのかは理解されていないのが現状であり、適切な運動を生じさせるための出力信号を応用するには依然と多くの問題が残っている。

以上に示した問題が存在するなか、申請者は先に示した臨床経験を踏まえ、関節の安定性を制御するためには深層に存在する容積の小さな筋 (小容積筋) の収縮を応用することが重要と推測し、まずはこれらの筋の収縮特性を解明する必要があると考えた。

2. 研究の目的

関節の安定性に貢献するための筋を同定し、これらの関節安定性機能を検討するために、深層に存在する容積の小さな筋 (方形回内筋、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋、肘筋) に着目し、手掌を接地させる転倒模倣課題と等尺性運動課題を実施した時の筋活動をワイヤー電極で導出した。

3. 研究の方法

(1) 対象と運動課題

対象は、健常成人 6 名とした。被験筋は方形回内筋 (浅頭、深頭)、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋 (浅頭、深頭)、肘筋とし、運動課題として側方へ体幹を傾斜させ倒れた時に手掌を接地させる転倒模倣課題を実施した。さらに、等尺性運動課題として、方形回内筋にはグリップ動作、回外筋には肘関節の外反運動、上腕筋には肘関節の push off 動作課題を設定した。

(2) 筋電図導出

筋電図の導出には、硬質ウレタンで被覆された直径 0.05 mm のタングステン線 (TN204-123 TM, ユニークメディカル, 東京) で作成した双極性貼合ワイヤー電極 (非絶縁部: 2 mm, 電極間距離: 4 mm) を使用した。電極先端部分は筋の収縮に伴い電極が追従するよう鈎状に約 10 mm 折り返した。電極の刺入は、長さ 60 mm のカテラン針 (25 G) をガイドに用い、超音波診断装置 (Viamo TM, 東芝メディカルシステムズ, 東京) の超音波画像で確認しながら刺入した。刺入後はそのガイド針のみ抜去して電極を留置した。電極留置後は、刺入したワイヤー電極を利用して電気刺激を行い、各筋が独立して収縮することを確認した。また、自動運動にて

各筋間でクロストークがないことを確認した。不関電極は、肘頭部に刺入した。

各電極から導出した筋電図信号は、前置増幅器 (DPA-10A TM, ダイアメディカルシステム, 東京) で 10 倍に、さらに主増幅器 (DPA-2008 TM, ダイアメディカルシステム, 東京) を用いて 100 倍に増幅し、サンプリング周波数 2000 Hz で A/D 変換してパーソナルコンピュータに取り込んだ。記録された筋電図信号は、20-1000 Hz の band pass filter で処理した。また、手掌接地時点を明確にするため、反力計からの信号を筋電図信号と同期させて取り込んだ。これらのデータの取り込みには、データ収録・解析システム (power Lab 8/30 ®, AD Instruments, Australia) を用いた。

(3) 筋電図解析

筋電図解析区間は手掌接地前後 500 msec、全体で 1000 msec とし、この間を 100 msec 間隔で 10 区間に分け、各筋の筋電図を全波整流し、それぞれ区間ごとに筋電図積分値 (IEMG) を算出した。MVC 課題においては、各筋とも最大トルク到達点前 100 msec の IEMG を算出した。IEMG 算出後は、転倒模倣課題、MVC 課題共に施行回数 3 回の平均 IEMG 値を求め、MVC 課題の平均 IEMG 値を基準に転倒模倣課題の各区間の平均 IEMG 値を正規化した。この値を normalized IEMG (NIEMG) とした。次いで、被験者間の NIEMG の平均値および標準偏差を区間ごとに算出した。

4. 研究成果

転倒模倣課題における方形回内筋深頭、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋、肘筋の筋活動は接地前約 500 msec から出現し、手掌接地前 250 ~ 100 ms から活動が大きくなった (図 1)。各筋の手掌接地前 100 msec の NIEMG の値は、方形回内筋深頭は 40%、回外筋は 60%、尺側手根伸筋は 50% であった。上腕筋深頭においては、浅頭に比べて有意に大きく、30% の値を示した。肘筋においては接地前 250 msec で 50% の値を示した。また、手掌接地時の前腕回内外肢位で比較すると、方形回内筋深頭と尺側手根伸筋は前腕回内位で、回外筋は中間位で有意に大きかった。

等尺性運動課題においては、グリップ動作において方形回内筋深頭の NIEMG 値は握力の増大に伴い増加した。また、その値は回外位と比べて回内位で有意に高く、約 100% までに達し、回外位の約 2 倍であった。肘関節外反運動においては、回外筋の NIEMG は増大することが明らかとなったが、その値は回外位で 20 ~ 40% であったのに対し、回内位では 1 ~ 3% と極めて低い値であった。push off 動作課題において、上腕筋深頭の NIEMG 値は、push off 力の増加とともに直線的に増え、最大 push off 力に達した時には最大活動の 25% に達し、浅頭の活動を有意に上回った。

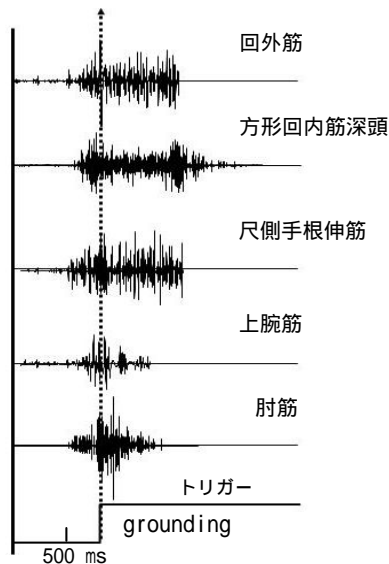


図1.転倒模倣課題の回外筋活動 (前腕中間位)

関節の安定性には、方形回内筋深頭、回外筋、尺側手根伸筋、上腕筋深頭、肘筋が貢献している可能性がある。これらの筋は、前腕回内外肢位で役割が異なっており、方形回内筋深頭と尺側手根伸筋は前腕回内位で、回外筋は中間位で貢献度が高いことが判明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6件)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 大西秀明, 吉津孝衛. 方形回内筋深頭の機能特性. 日本手外科学会誌. 査読有, 30巻, 2013, 421-425.

小田桐正博, 大山峰生, 中村雄一, 松澤翔太, 牧裕, 吉津孝衛. 手掌接地時における肘筋の活動特性. 日本肘関節学会誌. 査読有, 20巻, 2013, 300-303.

小田桐正博, 大山峰生, 豊栄峻, 中村雄一, 松澤翔太, 牧裕. 肘筋の内反制動機能に関する研究. 日本肘関節学会誌. 査読有, 21巻, 2014, 334-338.

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 坪川直人. 上腕筋の機能特性—筋電図学的検討—. 日本肘関節学会誌. 査読有, 21巻, 2014, 339-342.

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 豊栄峻, 吉津孝衛. 転倒模倣課題における手掌接地時の手根伸筋および回外筋活動特性. 査読有, (in press)

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 小倉雅. 手掌接地時における上腕筋の活動特性. 査読有, (in press)

〔学会発表〕(計 12件)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村

雄一, 大西秀明, 吉津孝衛. 方形回内筋深頭の機能特性. 第56回日本手外科学会(兵庫), 2013.4.18-19. (査読有)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 岩波潤. グリップ動作時の方形回内筋の活動特性. 第47回日本作業療法学会(大阪), 2013.6.28-30. (査読有)

小田桐正博, 大山峰生, 豊栄峻, 松澤翔太, 中村雄一, 牧裕, 吉津孝衛. 肘筋の内反制動機能に関する研究. 第26回日本肘関節学会(東京), 2014.2.28-3.1. (査読有)

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 坪川直人, 森谷浩治. 上腕筋の機能特性—筋電図学的検討—. 第26回日本肘関節学会(東京), 2014.2.28-3.1. (査読有)

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 衛藤誠二. 肘関節制動課題における肘関節屈筋群の先行性姿勢調節. 第43回日本臨床神経生理学学会(高知), 2013.11.7-9. (査読有)

Oyama M, Odagiri M, Matuzawa S, Nakamura Y, Hoesi T. The deep head of pronator quadratus activity at grounding with hand. 16th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists (Yokohama/Japan), 2014.6.18-21. (査読有)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 豊栄峻, 岩波潤, 桐本光, 大西秀明. 手掌接地時における前腕回内筋の活動特性. 第44回日本臨床神経生理学学会(福岡), 2014.11.19-21. (査読有)

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 衛藤誠二. 肘関節制動課題における上腕筋の先行性姿勢調節活動. 第44回日本臨床神経生理学学会(福岡), 2014.11.19-21. (査読有)

豊栄峻, 大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 小倉雅. 手掌接地時における上腕筋の活動特性. 第27回日本肘関節学会(沖縄), 2015.2.13-14. (査読有)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 豊栄峻, 吉津孝衛. 転倒模倣課題における手掌接地時の手根伸筋および回外筋活動特性. 第28回日本肘関節学会(岡山), 2016.2.12~2.13. (査読有)

大山峰生, 小田桐正博, 松澤翔太, 中村雄一, 小泉裕昭, 豊栄峻. 肘関節支持機能に関する回外筋活動特性. 第50回日本作業療法学会(北海道), 2016.9.9~9.11. (査読有)

Oyama M, Odagiri M, Matsuzawa S, Nakamura Y, Yoshida T. The Wrist Extensors Muscles Activities at Grounding with the Hand in the Falling Down. 10th International Federation of Societies for Hand

Therapy (Argentina) , 2016.10.24 ~
10.28. (査読有)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

大山 峰生 (OYAMA Mineo)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号 : 10367427

(2)研究分担者

相馬 俊雄 (SOMA Toshio)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号 : 4033997