

各報道機関文教担当記者 殿

運動神経の活動特性に性差があることを発見！

金沢大学理工研究域フロンティア工学系の西川裕一助教，中京大学の渡邊航平教授，マリボル大学（スロベニア）のAles Holobar教授，広島大学の前田慶明准教授，マーケット大学（アメリカ）のAllison Hyngstrom教授らの共同研究グループは，**運動神経の活動特性に性差があることを明らかにしました。**

運動神経とは，脳からの運動に関する指令を筋肉まで伝える神経線維のことです。ヒトが運動を理解する上で，運動神経の活動特性を理解することは重要です。しかしながら運動生理学領域において，性差に注目して比較検討をした研究は全体の12.5%程度と非常に少なく，運動神経活動の性差も未解明な点が多いのが現状でした。筋組織量や筋血流量といった筋肉に着目した多数報告されていますが，一方で運動神経活動に関しては報告が少なく，性差に関する情報が不足していました。

我々の研究グループは，運動神経活動を非侵襲的に計測可能な高密度表面筋電図法（※1）を用いて，運動神経の活動を数値化し，性差や非対称（利き手と非利き手の活動の違い）について解析しました。

その結果，女性は男性と比較して運動神経活動が過剰であることを確認しました。さらに男性は，利き手と比較して非利き手において運動神経活動が過剰である一方で，女性は利き手と非利き手の運動神経活動には差がないことを明らかにしました。

これらの知見は将来，性別に応じた運動方法への応用，病気やケガの発症頻度などの解明へ応用されることが期待されます。

本研究成果は，2024年2月16日22時（ロンドン時間）に『*European Journal of Applied Physiology*』に掲載されました。

【研究の背景】

運動生理学領域において、性差を対象にした研究は全体の15%に満たないことが報告されています。これは、女性特有の性ホルモンの影響を統制することが難しいことや、皮下組織厚や筋肉量といった組織量の違いなど、さまざまな要因に起因しています。それ故、これまでの多くの研究では男性を対象とすることが多いのが現状でした。一方で、男性と比較して女性は靭帯損傷のリスクが高いことや、脳卒中という脳の血管の病気では、男性よりも女性がより症状が重度になる傾向があるなど、さまざまな性差が報告されています。このような性差の根底には、運動神経活動のような神経系の活動自体にも性差があるのではないかと考えました。しかしながら、運動神経活動を定量的に測定するためには、針筋電図法という針を筋肉に刺して活動を計測する侵襲的な方法を用いる必要があります。そのため、誰でも簡単に計測することはできず、研究の実施が困難でした。近年、高密度表面筋電図法（※1）を用いることで、皮膚の上から筋肉が動いた際に生じる電気信号から運動神経の活動を数値として捉えることが可能となりました。このことにより、針筋電図と比較すると簡便かつ痛みなく運動神経活動を計測することが可能となりました。我々の研究室では、この高密度表面筋電図法を用いて運動神経活動の性差や、その非対称性の有無について明らかにすることを目的に研究を実施しました。

【研究成果の概要】

本研究では、健常若年者27名（男性13名； 22.4 ± 1.0 歳，女性14名； 22.2 ± 0.9 歳）を対象としました。対象者の手の第一背側骨間筋に表面電極を貼布し、まず人差し指を外転（外に開く）させる最大の筋力を測定しました。その後、最大筋力の10%、30%、60%の筋力を発揮させ、その間の筋活動を計測しました（図1）。測定は利き手と非利き手の両方を行い、測定順はランダムとしました。計測された筋活動は、Decomposition techniqueという手法を用いて解析を行い、運動神経活動の定量解析を行いました（図2）。

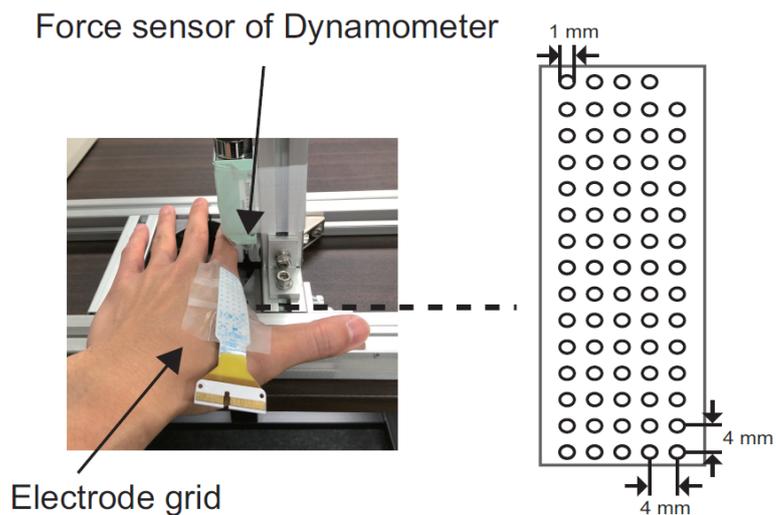
女性は男性と比較して同程度の筋力を発揮しているにも関わらず、過剰な神経活動が生じていることが明らかになりました（図3B, C）。また、女性は運動神経活動に非対称性がないにも関わらず、男性は非対称性があり、利き手と比較して非利き手の運動神経活動が過剰であることが明らかになりました（図4）。

【今後の展開】

本研究結果より、男性と女性では運動神経活動の特性が異なることが明らかになりました。本結果は、男性は女性よりも非対称性が大きい（非利き手の方が過活動）ことが分かりました。また、女性は低強度～高強度の運動課題において、男性よりも過剰な活動を呈しており、同じ運動強度であっても神経活動の負担には違いがあることが分かりました。このような性差は、性別に応じた運動方法の考案、病気の進行や怪我の発症リスクの解明に繋がる可能性があります。

本研究は、 Slovenian Research Agency (project J2-1731, Program funding P2-0041)の支援を受けて実施されました。

A



B

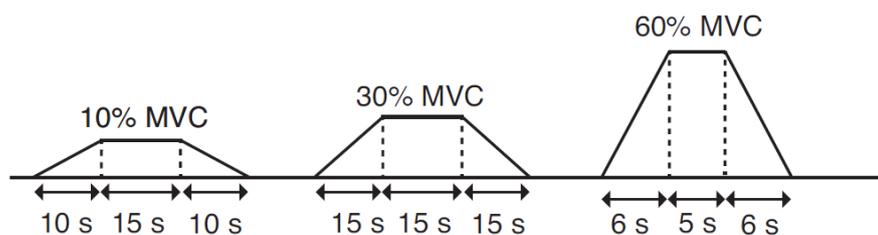


図 1 : 電極の貼布位置 (A), 運動課題 (B)

MVC, Maximal voluntary contraction, 最大随意筋力

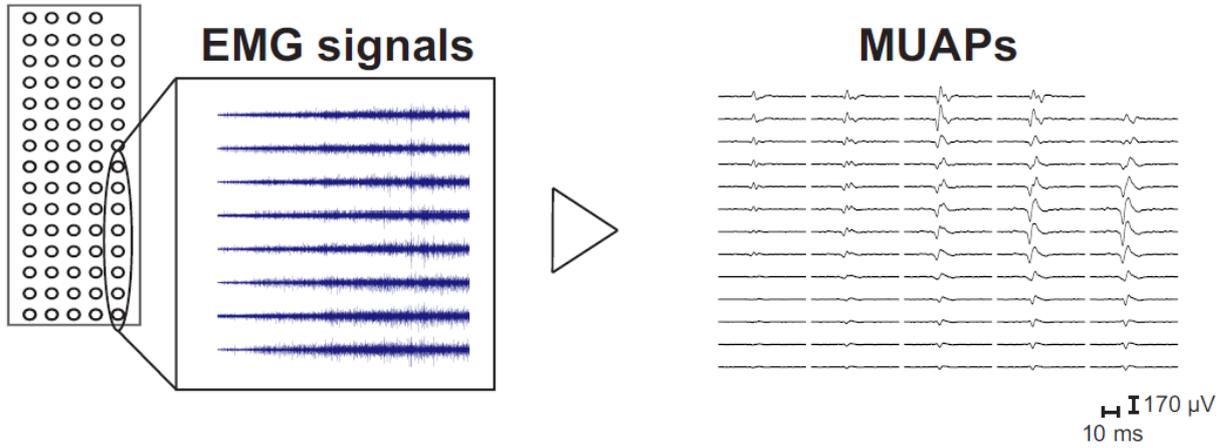


図 2 : Decomposition technique
 EMG, electromyography, 筋電図
 MUAP, Motor unit action potential, 運動単位活動電位

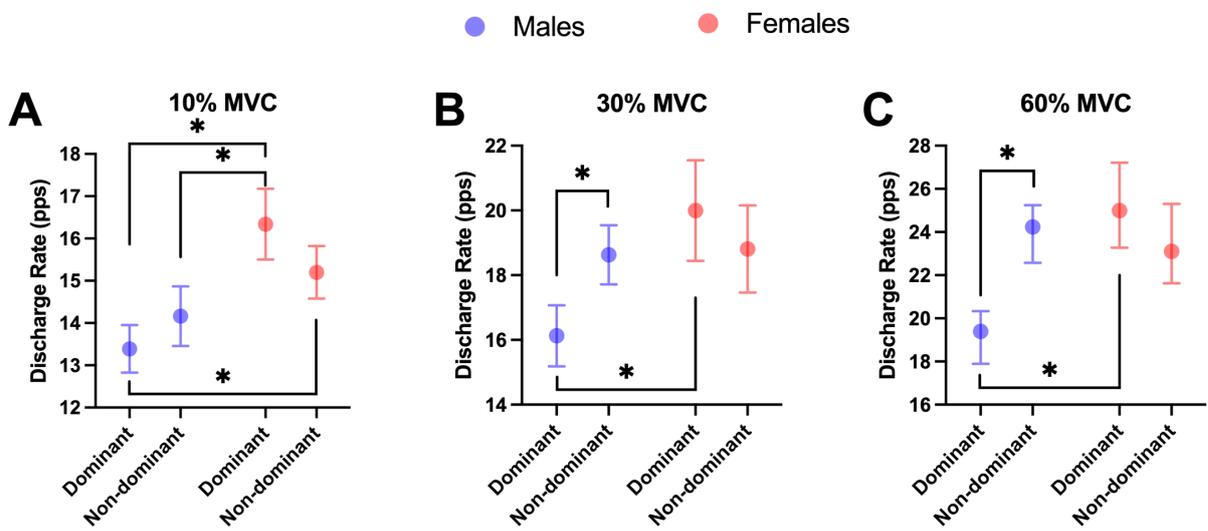


図 3 : 運動神経活動の性差
 最大筋力の 10%~60%のすべての運動課題において女性が有意に高い活動を呈していた。

* $p < 0.05$

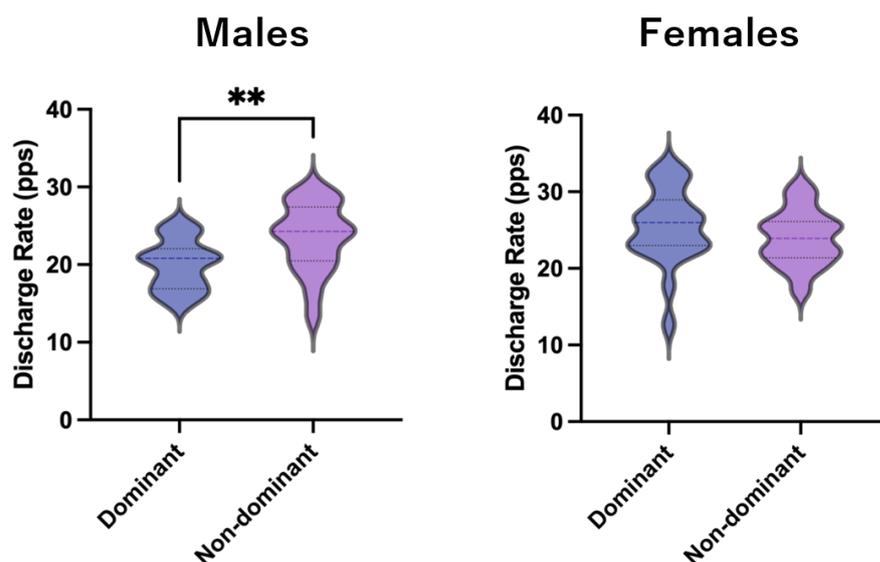


図 4：運動神経活動の非対称性の性差

男性のみ運動神経活動の非対称性を認め、利き手と比較して非利き手は有意に高い活動を呈していた。

** $p < 0.01$

【掲載論文】

雑誌名： *European Journal of Applied Physiology*

論文名： Sex differences in laterality of motor unit firing behavior of the first dorsal interosseous muscle in strength-matched healthy young males and females. (同程度の第一背側骨間筋の筋力を有する若年男女における運動神経活動およびその非対称性の性差)

著者名： Yuichi Nishikawa, Kohei Watanabe, Ales Holobar, Ryoka Kitamura, Noriaki Maeda, Allison Hyngstrom

(西川裕一, 渡邊航平, Ales Holobar, 北村遼佳, 前田慶明, Allison Hyngstrom)

掲載日時： 2024年2月16日22時(ロンドン時間)にオンライン版に掲載

DOI： 10.1007/s00421-024-05420-7

【用語解説】

※1 高密度表面筋電図法

60～100個程度の表面電極を用いて、広範囲に筋活動を計測する手法です。筋肉が動く際には、脳からの電気信号が運動神経を介して筋肉に伝わります。この時、電気信号は筋線維の上を伝播していきます。高密度表面筋電図法では、広範囲の筋活動を計測することができるため、電気信号の伝播パターンを解析することで、神経と筋肉のつながり(神経筋接合部)を見つけることができます。また、電気信号の波形解析をすることで、運動神経が活動するタイミングを同定することができます。

【本件に関するお問い合わせ先】

■ 研究内容に関すること

金沢大学理工研究域フロンティア工学系 助教

西川 裕一（にしかわ ゆういち）

TEL : 076-234-4760

E-mail : yuichi@se.kanazawa-u.ac.jp

■ 広報担当

金沢大学理工系事務部総務課総務係

小橋 直（こばし なお）

TEL : 076-234-6826

E-mail : s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp