



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	手指筋用微小表面筋電図の電極作製とその基礎的検討
Author(s)	真木, 誠; 岸上, 博俊; 山口, 夏子 他
Description	短報
Citation	北海道大学医療技術短期大学部紀要, 8, 137-141
Issue Date	1995-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37580
Type	departmental bulletin paper
File Information	8_137-142.pdf



手指筋用微小表面筋電図の電極作製とその基礎的検討

真木 誠・岸上 博俊*・山口 夏子**・和田 龍彦***・上野 武治

An Attempt to Make a Mini-Surface Electrode of EMG for Evaluation of Fine Movements of the Hand Muscles

Makoto Maki, Hirotoshi Kishigami*, Natsuko Yamaguchi**,
Tatsuhiko Wada*** and Takeji Ueno

Abstract

An analysis of human movements using electromyogram (EMG) is one of the important procedures of evaluation in the occupational therapy. It is difficult, however, to evaluate fine movements of hand muscles quantitatively by using a commercially available surface electrode in EMG analysis, so it is necessary to make a new smaller surface electrode.

Preliminary investigation have carried out to determine an action potential of EMG of extensor carpi radialis long muscle by using an improved electrode of commercial ones, which were diminished in the diameter from 8mm to 2mm, and in the distance of each electrode from 30mm to 3mm. According to this study, we attempted to make a smaller electrode with 1mm of diameter, and measured the muscle activity by EMG with 2mm and 3mm of distance between two electrodes. The electric potential of 2mm of distance decreased half compared with those of 3mm, and this confirmed of the preliminary data.

Those results showed our newly developed smaller surface electrode useful to examine hand muscle activities in human movements by EMG.

北海道大学医療技術短期大学部作業療法学科

* 愛全病院作業療法科

** 北樹会病院理学診療科

*** 北海道大学医療技術短期大学部一般教育等（生体計測）

Department of Occupational Therapy, College of Medical Technology, Hokkaido University

* Department of Occupational Therapy, Aizen Hospital

** Department of Physical Rehabilitation, Hokujukai Hospital

*** Department of Graduate Course (Physics and Bio Medical Engineering), College of Medical Technology, Hokkaido University

要 旨

筋電図学的な動作分析は作業療法の評価方法として重要であるが、現在これに用いられている表面筋図用電極は手指筋の微細な運動を定量的に測定することが困難なため、より小さな電極の開発が必要とされている。

われわれは、まず予備実験として市販電極に改良を加え、電極を直径8mmから2mmまで、電極間距離を30mmから3mmまで減少させて長橈側手根伸筋の活動電位を測定し、十分に測定が可能であると推定した。そこで本実験では直径1mmの微小電極を作製し、距離を3mmと2mmにして測定したところ、両者の積分筋電位は予備実験と同様の関係である約1/2の低減を示し、なおかつさらに小さな値を記録した。

この結果、今回試作した微小表面筋電極は手指筋の微細な活動を測定することができ、有用性が認められると思われた。

Key words: 微小表面電極, 筋電図, 手指筋

1. はじめに

作業療法において、手指の動作機能を定量的に測定することはきわめて重要であるが、この方法には握力やピンチ力、把持力等の静的評価^{1, 2)}と、ビデオによる映像解析報^{3, 4)}や電気角度計、さらに従来の表面電極を用いた筋電図解析法などの動的評価がある。しかし、これらの方法は上肢の粗大な運動を分析するためには適しているが、手指動作に関与する小さな筋活動を、それぞれ個々に分析するためには限界があり、したがってその報告^{5, 6)}も少ない。

一方、筋電図学的分析の中でも針電極を用いた方法は、被験者への苦痛や検出信号の微小化、また医師以外の者が患者の身体に針を刺入することは職務上許されていないなどの問題点を持つことから、作業療法士は普及型の皿型電極を利用している。この電極は単極で直径が約8～

11mm、研究用の小型のものでも4～6mm程度であり、前述のごとく大きさの点で問題となる。また、特殊かつ高価な小型電極として、直径1mmの白金電極2個を、3mm間隔でネオブレイン上に設置し、心筋に直接とりつけるプレート電極があるが、これは多点検出が可能であるものの、針電極と同様に直接筋にとりつけなければならないなどの問題を残している。

そこでわれわれは新たに上記の欠点を補完しつつ、簡便かつ経済的な利点を有する微小表面電極の作製を行い、基礎的な検討を加えた結果、いくつかの新知見を得たので報告する。

なお、試作電極を構成するに先立ち、市販の電極に改良を加えた直径2, 4, 8mmの電極を用いて電極間距離を各々6, 8, 12, 18, 30mmとする予備的な実験を行った。その結果、電極直径の減少に伴って約20%、電極間距離の減少に伴って約80%の低減を示した。これにより最小型（直径2mm、電極間距離6mm）でもS/N比が10以上の市販の現行機器を用いて測定ができ、さらにこれらの値を小さくすることも可能であると推定した。

2. 電極の構造と測定方法

表面電極の面積を太めの双極型針電極程度にまで減らし、電極間距離を数mmまで短縮すれば、構成的には針電極と表面電極のハイブリッド型ができることとなる。

作製した電極は、直径9mm、厚さ1.5mm（下が1.0mm、上が0.5mm）の半透明のポリプロピレン円板に、直径1mmの関電極を2枚挟み込んだ構造で、電極部分には経済性や安定性を考慮し、薄板状の銀線の表面を塩化したAg-AgCl（銀—塩化銀）電極を用いた（図1）。電極間距離は2mmのものと3mmのものの2種類として作製し、電極の上面には直径1mmの穴を開け、緩衝剤であるペーストを塗り込んだ。一方筋電図の測定時に必要となる不関電極は、特に小型化や種別選択の必要性がないので、市販の皿型Ag-AgCl

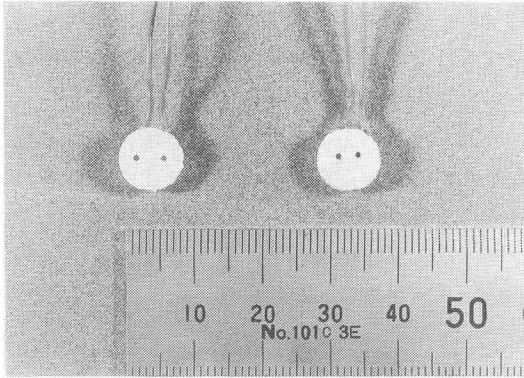


図1 手指用微小表面筋電図電極
電極間距離は右が2 mm, 左が3 mm.

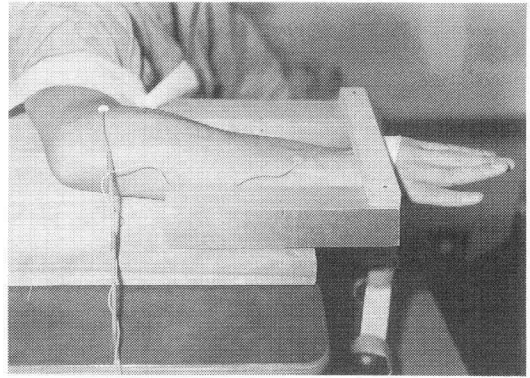


図2 筋電図の測定状態

電極をそのまま利用した。

作製した電極の評価を行うための測定構成は、市販の筋電計（日本電気三栄社製ポリグラフ365）と積分計（同社製1322）ならびにデータ・レコーダ（TEAC社製MR-30）およびペン・レコーダ（日本電気三栄社製8K21）によるもので、これらにより得られた筋放電量を全波整流後、0.5secにて平均筋電図として導出した。

測定対象は、21歳～25歳の健常男子6名の右長橈側手根伸筋とし、測定部位は上腕骨外側上顆から遠位2横指（2.5cm）の位置に定め、マーキングによりずれを防いだ。また、被験者は椅

坐位で肩外転 90° ，肘屈曲 90° の前腕中間位で、前腕が安定するように上腕をベルトで固定した（図2）。

運動は、手背側からベルトで吊るした1 kgの鉄アレイに抗するようにし、手関節中間位での等尺性収縮を3秒間行わせた。この状態で試作電極を用いて5秒間の休息を挟みながら3回ずつ測定し、その平均を求めた。なお、この休息時には疲労による測定誤差を軽減するために鉄アレイを台上に乗せ、完全に脱力できる状態とした。

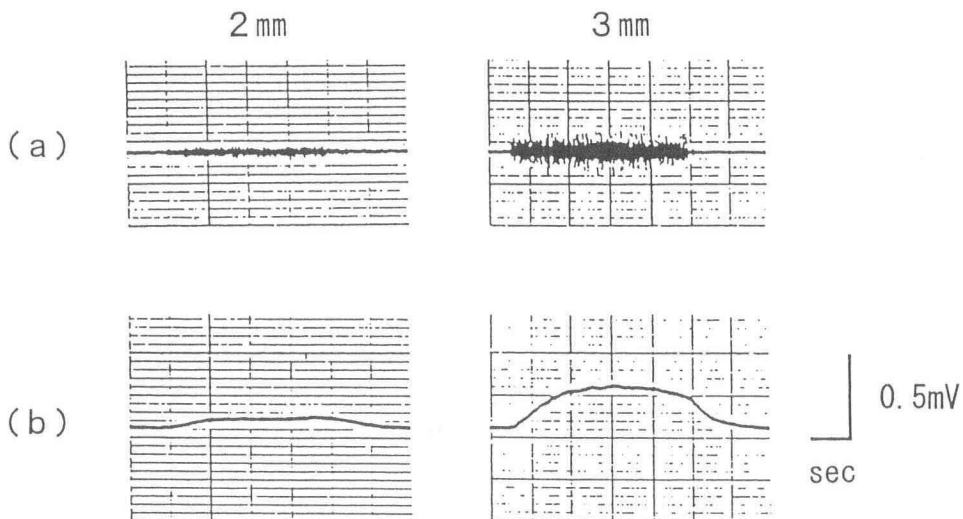


図3 実測波形例

3. 結 果

予備実験の結果を踏まえ、作製した微小電極を用いて測定を行った。実際に記録された波形例を図3に示すが、同図(a)の表面筋電図波形と(b)の平均筋電図波形のどちらも、電極間距離3mmの場合より2mmの場合に小さな波形になっていることが伺える(図4)。また、各被験者の平均筋電位は、測定位置の誤差などから個々には低減の程度が異なるものの、平均値では3mmの 65.2 ± 28.80 mV sec に比べて2mmの 32.7 ± 7.95 mV sec と約1/2に低減し、明らかな差が認められた(図5)。

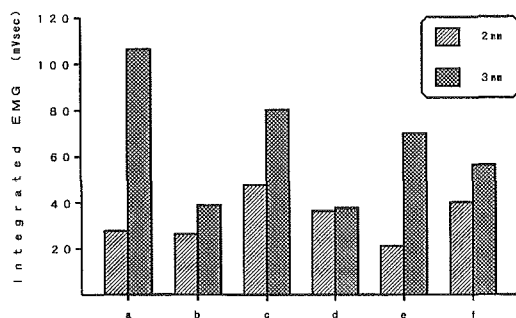


図4 電極間距離別平均筋電位

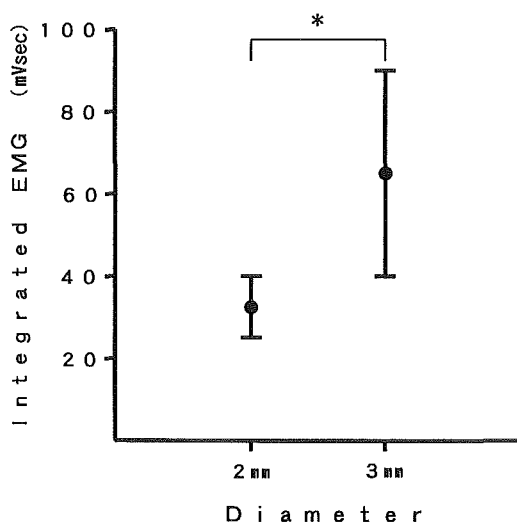


図5 平均筋電位の比較
*: t-test ($p < 0.05$).

なお、本報では試作電極の有用性の有無を検討することが目的であり、各被験者によって得られた平均値をそのまま提示した。

一方、本実験では検出電位が予備実験より低減したため、測定機器側の混入ノイズをさらに減らす必要が生じたが、今回はその対策としてリード線に導電体を巻き、見かけ上のシールド構成によって測定が可能になった。

4. 考 察

電極の直径を1mm、電極間距離を2mmならびに3mmとして微小表面電極を作製し、これを用いて実験を行った。その結果、電極間距離が2mmの場合でも、測定は十分可能であった。

また、実験によって得られた各被験者の成績には個人差が大きく、これを正確に記録するためにはレコーダの感度を変えざるを得なかった。この原因は各被験者の筋活動量にかなりの個人差があること、また電極が微小なため、正確な運動点に電極を装着することが困難であったなどのことがあげられる。本実験ではこれを少しでも解決するために、電極装着位置に印をつけて測定した。

次に、混入ノイズの大半は商用電源成分(ハム)であり、混入した要因はリード線が長い・細いなどのことが考えられる。このことから今後はリード線を短くし、被覆絶縁性も高めてS/N比を低減することが必要で、その際小型プリアンプ⁷⁾を電極近くに取り付けることが適切と思われる。

現在市販されている筋電図用表面電極は、十分に小さいものではなく、重要な手指の筋電位を計測するには問題があるが、本報での試作電極が実用化されれば、手指動作の解析に大いに役立つと思われる。また脳波導出用にはマップ電極がすでに市販されているが、今回我々が試作したような微小電極の実用性が高まれば、筋電図用マップ電極も可能となり、動作時に測定できる対象筋が増え、より詳細に検討できるも

のと期待される。

5. ま と め

手指の動作解析を目的として、電極直径 1 mm、電極間距離 2 mm および 3 mm の Ag-AgCl 微小表面筋電図電極を作製し、長橈側手根伸筋の活動電位を検討した結果、3 mm の場合では 65.2 ± 28.80 mV sec、2 mm の場合でも 32.7 ± 7.95 mV sec の平均筋電位を得たため測定への応用が可能であり、さらに電極の装着位置や測定時間、プリアンプ、リード線の改善などによって、筋電図用マップ電極も可能であることが推定できた。

今後は、これらの結果を踏まえて、手指筋を対象とした実用形動作解析用電極の早期開発をさらに進めていきたいと考える。

本研究の一部は、平成 6 年度北海道大学医療技術短期大学部研究助成金を得て行った。

文 献

- 1) 西村誠次, 生田宗博: ピンチ力と DIP 屈曲力の生体力学的検討, 作業療法, 9(特), 79, 1990.
- 2) 真木 誠, 山田 孝: 健常高齢者の握力, ピンチ力について, 北海道作業療法学会誌, 4(1), 59-61, 1987.
- 3) 中村隆一, 斎藤 宏: 臨床運動学, 9-27, 1979, 医歯薬出版株式会社, 東京.
- 4) 真木 誠, 丸谷隆明: GRASP と RELEASE における手指の経時的位置変化—手関節と MP 関節の画像解析—, 作業療法, 10(特 2), 349, 1991.
- 5) 清水順市: 微小筋力の評価, 理学療法, 8(5), 355-360, 1991.
- 6) 中村真理子, 澤田雄二, 坪田貞子: 母指と示指による Precision Grip (精密把握) に対する外乱負荷刺激の影響, 北海道作業療法学会誌, 9(1), 7-13, 1992.
- 7) 細田多穂, 柳澤 健 (編): 理学療法ハンドブック, 123-127, 1991. 協同医書出版社, 東京.