

Key words

- ・手動ピペット
- ・電動ピペット
- ・筋電計

1. 緒言

医療や化学分野において、研究者は様々な分析や検査にピペットを使用しており、その多くが手動タイプである。ピペッティングは親指、指、手首で繰り返される作業であり、この手動ピペットでの長時間作業によって、反復的負荷障害の1つである腱鞘炎の発症が問題となっている。ある調査では、ピペットを毎日1時間以上、継続的に使用している研究者の約90%から手の疾患が報告されている¹⁾。また、研究によりピペットの使用は特に肩、前腕、手首、指の筋肉や関節に負担をかけることが報告されている²⁾。よって、親指の負担を軽減しピペッティング作業を容易にするために、ピペッティングの自動化が求められ、また、ボタンの抵抗を少なくする構造設計および持ちやすさの改善を検討する必要がある³⁾。

そこで本研究では、小型の電動ピペットと手動ピペットの作業負荷の比較として、ピペット使用時の手から腕にかけての各部位の筋力を、筋電計を用いて計測した結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 使用機器

- ・筋電計:乾式2極筋電センサ ND2PAD, ワイヤレス EMG ロガー II, 追坂電子機器 社製
- ・ピペット:手動 (dlabsci 社製)

電動 (アイカマス・ラボ製) Fig 1

- ・ピペット種類:容量小・中・大の3種類 (Table.1)

Table.1 実験に使用したピペットの重量とサイズ

容量 (μ L)	手動ピペット			電動ピペット		
	20	200	1000	20	250	1000
重さ (g)	75~80			75		
全長 (mm)	240			181		

2.2 実験手順



Fig.1 電動ピペット



Fig.2 アース位置

電動ピペットおよび手動ピペットの使用による負荷を測定するため、筋電計を用いて筋肉の活動量を電位として測定を行った。

1)筋電計装着部位の比較

筋電センサを作業する手の親指付け根に、アースをひじ付近に装着した。この際、センサの装着位置として、親指を屈曲させるときにはたらく長母指屈筋および短母指屈筋が走行している4箇所を候補に挙げ、その中で最も電位測定値が高い部位に決定した。Fig.2に筋電センサ位置、Fig.3に筋電センサ取付け位置とアース位置を示す。

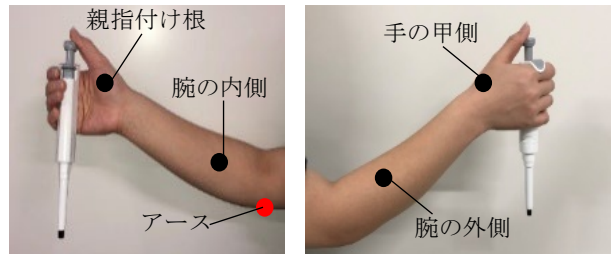


Fig.3 筋電センサ測定部位とアース位置

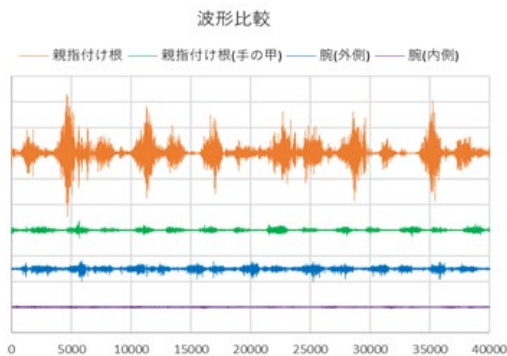


Fig.4 測定部位の違いによる波形の比較

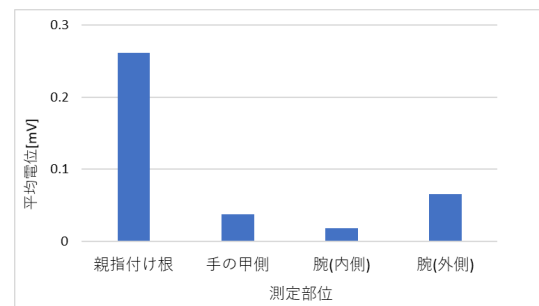


Fig.5 測定部位の違いによる電位比較

2) 分注時の筋電計の電位比較

各電動ピペットおよび手動ピペットについて、操作時の電位の変化を測定した。測定は各条件での分注操作を10回、n=4(男女各2名)で行い、平均値を算出した。

3. 評価結果と考察

1)筋電計装着部位の検討

Fig.4に装着部位の違いによる筋電計の電位波形を、Fig.5に筋電計の平均電位の比較を示す。

平均電位は親指付け根の部位が最も大きく、腕の各部位に比較して4倍以上あった。これは、親指が腱鞘炎になると言われる結果ともよく一致している。そこで、手動ピペットと電動ピペットの筋電計による測定比較は、親指付け根の位置で行うこととする。

2)分注時の筋電計の電位比較

Fig.6に電動ピペットおよび手動ピペットを用いた、最大容量を分注時の作業負荷の結果を示す。電動ピペットでの作業負荷は手動のものと比較して1/10程度にまで減少し、操作性に大幅な改善が見られた。また、手動ピペットにおいては分注量の増加に伴って作業負荷の増加が見られたが、これは容量が大きい方が親指で押すストロークが長いので負荷が大きくなると考えられる。

また、Fig.7, Fig8に作業負荷について男女別での検討をおこなった結果を示す。電動ピペットの使用による作業負荷の大幅な軽減は男女とも同様の傾向にある。この際、女性と比較して男性の方が平均電位が大きく、

特に手動ピペットでの 1000 μ L 分注時においては、約 2 倍の大きさを示した。この差は、男女間の筋線維タイプとサイズの違いによって現れたものだと考える 4)。

以上の結果より、電動ピペットを用いることで男女ともに容易なピペット操作を可能とし、研究者の手への負荷を大幅に軽減させることが可能であると示された。また、この作業負荷の軽減により、作業効率の向上にも繋がると考えられる。

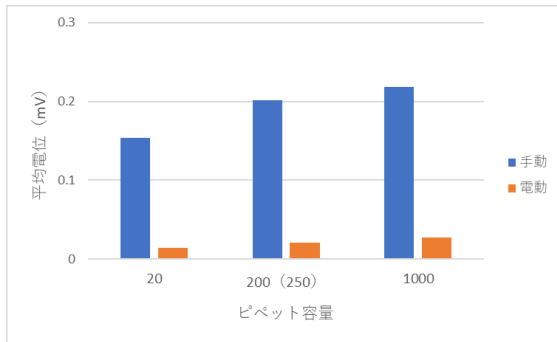


Fig.6 手動及び電動ピペットの作業負荷比較 (男女各 2 人)

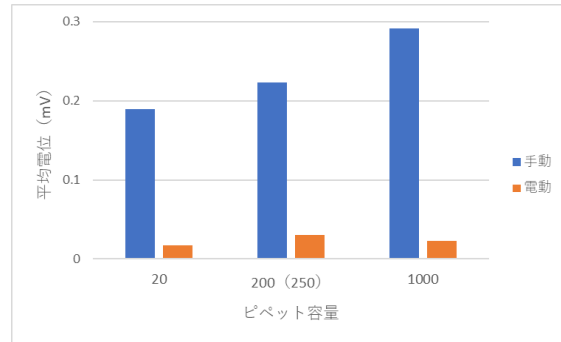


Fig.7 手動及び電動ピペットの作業負荷比較 (男性 2 人)

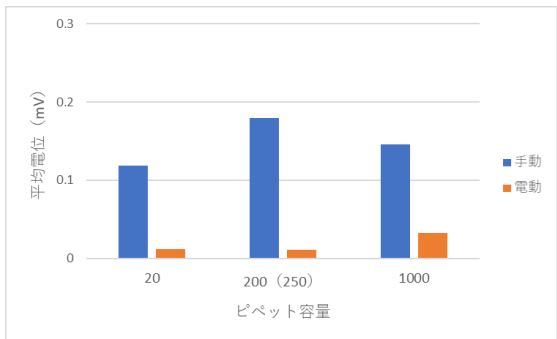


Fig.8 手動及び電動ピペットの作業負荷比較 (女性 2 名)

4. 結言

- 筋電センサの装着位置別の電位を比較した結果、親指付け根の部位が最も大きかった。これにより、ピペット操作による負荷は主に親指付け根に現れると考えられる。
- 筋電計を用いた負荷測定により、電動ピペットの作業負荷は手動ピペットと比較して 1/10 程度であり、また、分注量に関係しないことが示されたことから、操作性の大幅な改善が示された。これにより電動ピペットの利用が使用者の負荷軽減に繋がることが確認された。
- 手動ピペットにおいて、分注量の増加に伴って作業負荷の増加が見られたが、これは容量が大きい方が親指で押すストロークが長いので負荷が大きくなることが考えられる。
- 男女別の負荷比較から、男性の方が電位が大きい傾向にあることが示され、これは男女間の筋線維タイプの違いによるものと考えられる。

5. 文献

- 1) David, D., Buckle, P. 「A questionnaire survey of the ergonomic problems associated with pipettes and their usage with specific reference to work-related upper limb disorders」 Applied Ergonomics, Volume 28, Issue 4, (1997), 257-262
- 2) Björkstén, M. G. et al. 「Hand and shoulder ailments among laboratory technicians using modern plunger-operated pipettes」 Applied Ergonomics, Volume 25, Issue 2, (1994), 88-94
- 3) Fredriksson, K. 「Laboratory work with automatic pipettes: a study on how pipetting affects the thumb」 Ergonomics, Volume 38, Issue 5, (1995), 1067-1073
- 4) Pincivero, D. M. et al. 「Gender and muscle differences in EMG amplitude and median frequency, and variability during maximal voluntary contractions of the quadriceps femoris」 Journal of Electromyography and Kinesiology, Volume 10, Issue 3, (2000), 189-196