筋電図による筆記作業中の筋活動の特性

ボールペンの重量による違い

○向大輔，野呂影勇（早稲田大学大学院人間科学研究科）

奥尾洋保，近藤浩輔（ゼブラ株式会社）

An electoromyographical study of muscle activity during writing task

The difference arising from the weight of a ball-point

○Taisuke MUKAI, Kageyu NORO(Graduate School of Human Sciences, Waseda University)

Hiroyasu OKUO, Kousuke KONDOU(ZEBRA CO.,LTD.)

1. はじめに

筆記による障害として，以前より頸肩腕障害に代表されるような反復性ストレス障害が取りあげられ，それらを防止するため様々な取り組みがされてきた．そこで，ペン開発においても人間工学的観点から「使いやすさ」や「疲れにくさ」に注目したペンが市場を賑わしており，言い換えれば，科学的根拠に基づいて設計されたペンが目立つようになってきていると言える．その中で，筋電図は，よく用いられる評価手法一つである．しかし，筋電図を用いてペンの比較評価はよく行われているが，筆記作業全体を通しての筋活動を評価し，筆記作業の問題点を明らかにしている研究はほとんどない．そこで，本研究では，測定部位を上肢筋群に絞り，低負荷作業や複雑な作業の作業特性を評価することができる筋電図の振幅確率密度関数解析（Amplitude Probability Distribution Function：以下APDF）¹⁾²⁾を用いて筆記作業中の上肢筋群の活動を把握することで筋活動の視点から筆記作業の問題点を明らかにすることを目的とする．

2. 実験方法

2-1. 実験手順

心身ともに健康な大学生6名（男女各3名）に重量の違う2種類のボールペン（表1）を使用させ，漢字，かな，カタカナ混じりの文章を転記させた．

さらに，被験者には，日常の筆記作業と同じ要領で（書体，スピードなど）筆記するように教示を与えた．また，提示する試料の順番は被験者によってランダムに設定し，試行間の休息は十分にとった．

表 1. 実験に使用したボールペンの特徴

	サンプル1	サンプル2
重量(g)	6	26
粘度 (100 s ⁻¹ at 20℃(mPas))	10	10
摩擦係数	0.25	0.25
インク吐出量 (mg/100m)	20	20

2-2. 筋電図測定

筆記中の筋活動量を測定するため，筋電図測定器（バイオリサーチ社，powerLab）を用いてサンプリングレート1000HzにてAD変換・記録した．表面電極は，被験者の利き手，利き腕の短母指屈筋，背側骨間筋，総指伸筋，尺側手根屈筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋，僧帽筋に装着した．なお，電極間の距離は，2cmとした．

2-2-1. 最大随意収縮（Maximun Voluntary Contraction：以下MVC）の測定

筋電図を%MVC化し，正規化するために各被験者，簡単な準備運動の後，各筋3回ずつMVCを測定した．なお，各筋全3試行中，最大値をその被験者のMVCとして採用した．

3. データの解析

各試行中に測定した筋電図をハイパスフィルタ（500Hz），ローパスフィルタ（20Hz）によりフィ

ルタリングし、全波整流した後、各被験者、筋ごとにMVCを用い%MVC化した。次に各試行において正規化された全データを対象に0.5%MVCごとにその値以下となるデータ数をカウントし、これを全データ数で除した値を各%MVCにおける出現確率とし、APDF曲線を作成した。

4. 結果

2種類のボールペンそれぞれの15分間の連続筆記により得られた筋電図の全被験者の平均値を用いて得られたAPDF曲線を図1, 2に、各確率における全被験者の%MVCの平均値を表2に示す。

図1. サンプル1使用時のAPDF曲線

図2. サンプル2使用時のAPDF曲線

表2. 各確率における全被験者平均の%MVC値

	サンプル1	サンプル2	サンプル1	サンプル2
出現確率	短母指屈筋	短母指屈筋	背側骨間筋	背側骨間筋
0.1	2.42	2.37	1.49	1.49
0.5	14.70	14.78	11.11	11.08
0.9	46.48	47.87	39.64	39.19
出現確率	サンプル1	サンプル2	サンプル1	サンプル2
出現確率	総指伸筋	総指伸筋	尺側手根屈筋	尺側手根屈筋
0.1	1.99	1.56	1.40	1.25
0.5	11.12	8.72	7.77	7.24
0.9	30.39	25.06	23.49	23.19
出現確率	サンプル1	サンプル2	サンプル1	サンプル2
出現確率	上腕二頭筋	上腕二頭筋	上腕三頭筋	上腕三頭筋
0.1	0.54	0.54	1.25	1.83
0.5	3.14	3.52	6.56	9.24
0.9	11.43	12.45	16.78	22.73
出現確率	サンプル1	サンプル2		
出現確率	僧帽筋	僧帽筋		
0.1	1.25	1.20		
0.5	6.99	6.50		
0.9	21.93	20.74		

結果の統計処理は、出現確率 $p=0.1, 0.5, 0.9$ の各確率における%MVCを用いて、重量（2水準）と筋（7

水準）を要因とする二元配置の分散分析を行った。

その結果、筋に主効果が有意であり ($p<0.01$)、インクと筋の交互作用も有意であった ($p<0.01$)。さらに、多重比較の結果、重量の違いより上腕三頭筋に有意差が認められた ($p<0.05$)。また、短母指屈筋に有意傾向が認められた ($p=0.07$)

5. 考察

筋電図のAPDF解析と分散分析の結果より、上腕三頭筋と短母指屈筋の活動量が若干ではあるがサンプル2よりサンプル1を使用した場合の方が統計的に筋活動量が高い値を示していることがわかった。また、Jonssonは、出現確率 $P=0.5$ における%MVC値は、1時間かそれ以上の作業では、10%を超えるべきではなく14%を超えるべきものではないと提唱している²⁾。本実験の結果では、背側骨間筋と総指伸筋（サンプル1）において10%を超えており、短母指屈筋に至っては、14%を超えていた。これらの結果から、本実験における筆記作業の問題点として、短母指屈筋、背側骨間筋、総指伸筋の筋活動量が許容値を超える可能性があり、さらに、短母指屈筋においては重量による影響も受ける傾向にあるということがわかった。今後は、これらの問題点を改善できるボールペンの設計条件を考える必要がある。

参考文献

- 1) 富岡慶:「筋電図のAPDF解析を用いた製品開発・評価手法の検討」 東芝レビュー Vol.56 No.6 p56-61 2001
- 2) Jonsson,B:「Measurements and Evaluation of Local Muscular Strain in the Shoulder During Constrained Work」 J.Human Ergol. 11. P73-88 1982

研究代表者：向大輔

連絡先：359-1164 埼玉県所沢市三ヶ島2-579-15

早稲田大学大学院人間科学研究科

E-mail:taisuke-m@toki.waseda.jp