

# 上腕三頭筋の働きと鍛え方

山根 千佳

2018 年 7 月 12 日

## 1 目的

本レポートは、上腕二頭筋と上腕三頭筋の収縮が、腕の曲げ伸ばし運動にどのように作用しているのかを説明することを目的とした。具体的には、腕の曲げ伸ばし運動が遅い場合と速い場合の 2 パターンにおいて、筋電位の変化と腕の各関節の位置変化を同時に計測した。これにより、上腕二頭筋と上腕三頭筋の筋電位の変化と腕の曲げ伸ばしのタイミングを比較し、それぞれの筋収縮と腕の伸縮にどのような相関があるか調べた。

## 2 実験方法

被験者は、膝をついた状態で座り、腕を床と水平に繰り返し曲げ伸ばしした。計測は、腕の伸縮をゆっくり行った場合と、早く行った場合との 2 パターンについて行った。本実験における被験者は 1 人であった。

### 2.1 計測実験

実験には、MotionCapture（ライブラリ社 MoveTR）と筋電計（ロジカルプロダクト社）を用いた。MotionCapture では、被験者の運動の様子を真上からカメラで撮影し、肩、肘、手首の 3 点に貼付した反射マーカの位置を 200 fps で計測した。筋電計は上腕二頭筋および上腕三頭筋に貼付し、サンプリング周波数 1000 Hz で各筋電位データを取得した。

### 2.2 取得データの解析

筋電データには、1~40 Hz のバンドパスフィルタ（三次バターワース）をかけた。その後、フィルタを通すことで生じる位相のずれをなくすために、出力信号の時間を反転したものを、同じ特性のフィルタにかけ、再度時間を反転した。時刻  $t$  における筋肉の活動度  $a(t)$  は、次式で評価した。

$$a(t) = \frac{1}{\Delta T} \int_{t-\frac{\Delta T}{2}}^{t+\frac{\Delta T}{2}} |E(t)| dt$$

として求めた。つまり、ある時刻  $t$  における筋肉の活動度を、その前後  $\Delta T = 10$  [ms] の筋電位の平均値を  $a(t)$  とした。

### 3 結果

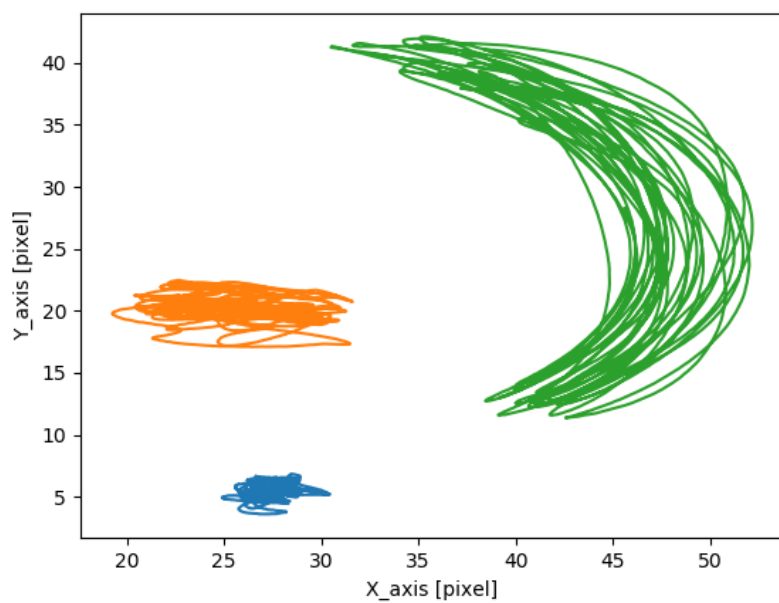


図1 腕の3関節の軌道

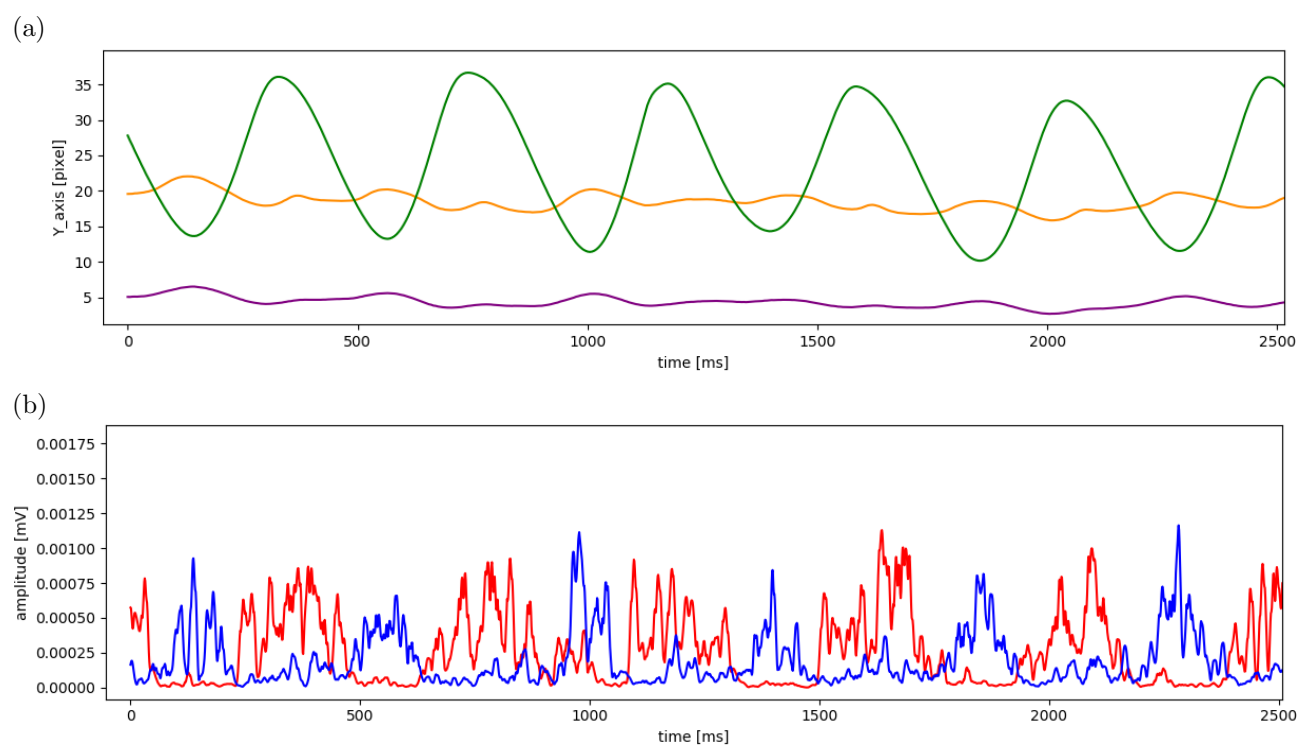


図2 腕の曲げ伸ばし速度が遅い時の筋電データ。(a) は各関節の位置変化、(b) は筋電データである。

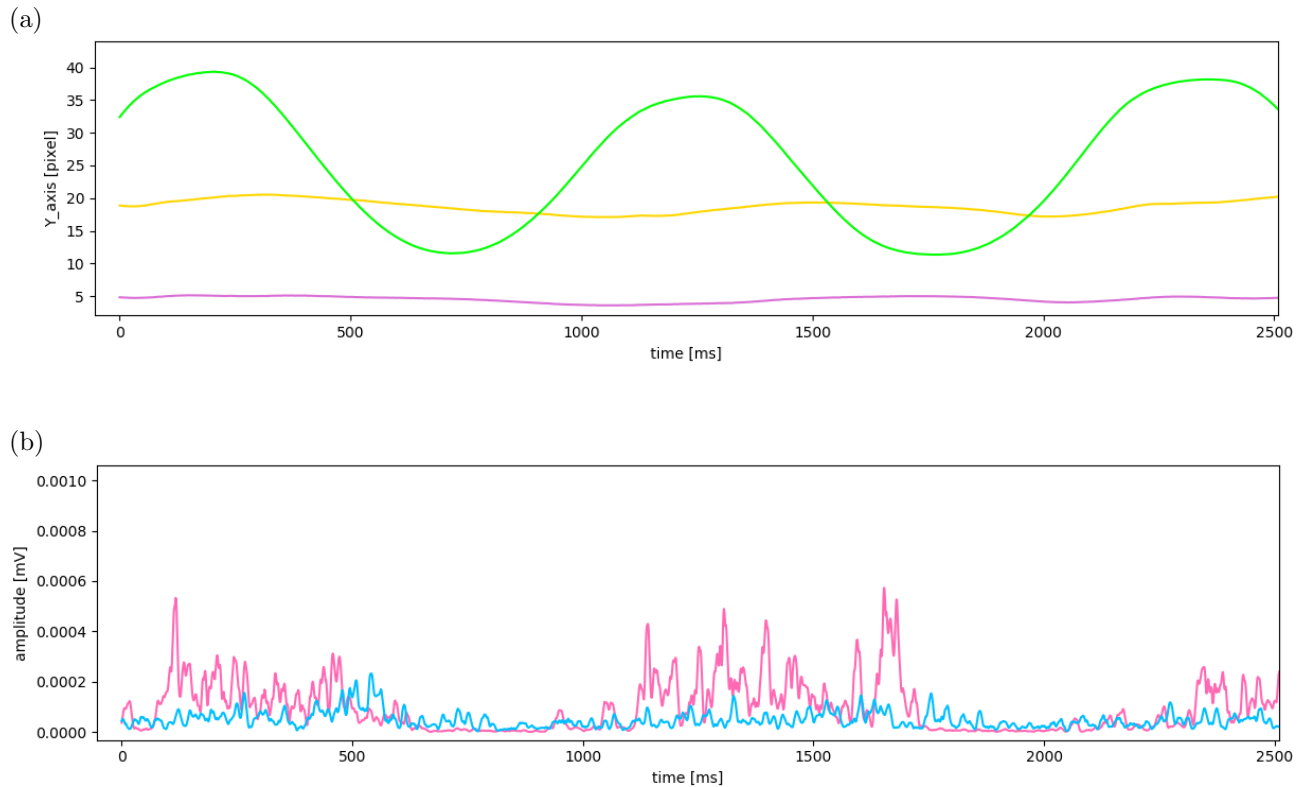


図 3 腕の曲げ伸ばし速度が遅い時の筋電データ。(a) は各関節の位置変化、(b) は筋電データである。

図 1 はゆっくりと腕の曲げ伸ばし運動を行った場合の、各関節の位置変化を示す。水色、オレンジ、黄緑はそれぞれ、肩、肘、手首の軌道を示している。

図 2、3 は、それぞれ腕の曲げ伸ばしが速い場合と遅い場合での計測結果を示す。各図の (a)、(b) はそれぞれ腕の各関節における Y 軸方向の位置変化、および上腕二頭筋と上腕三頭筋の筋電位を表し、(a) の紫、黄色、緑はそれぞれ肩、肘、手首の位置変化、(b) の赤、青はそれぞれ上腕二頭筋、上腕三頭筋の筋電位である。

図 2 から、腕を速く曲げ伸ばした場合、上腕二頭筋の筋活動は、腕を伸ばしている途中から腕を曲げ終わる少し前までにかけて、大きくなるという規則性が見られた。このことから、腕を曲げる前に上腕二頭筋が収縮することで、腕を曲げることが可能となることが分かる。また、上腕二頭筋は、上腕骨と橈骨に結合している筋肉である。このことから、上腕二頭筋が収縮するとこれら 2 つの骨が近づき、腕が曲がること分かる。一方、腕の伸縮が速い時の上腕三頭筋の筋活動は、腕を曲げきる少し前から、腕を伸ばしている途中までのタイミングで大きくなっていった。このことから、腕を伸ばす前に、上腕三頭筋が収縮することで、腕を伸ばすことが可能になると考えられる。また、上腕三頭筋は、上腕骨と尺骨に結合している筋肉である。このことから、上腕三頭筋が収縮するとこれら 2 つの骨が近づき、腕が伸びることがわかる。

また、図 3 から、遅い腕の曲げ伸ばしでは、速い曲げ伸ばしと比べて、上腕二頭筋の筋活動と腕の伸縮のタイミングに同様の相関が見られた。しかし、上腕三頭筋においては、筋活動と腕の伸縮のタイミングに相関があまり見られず、小さな振幅のまま変化があまり見られなかった。また、上腕二頭筋の反対側に上腕三頭筋に存在する。このことから、上腕三頭筋は、上腕二頭筋による腕を曲げる力の反対方向の力を発生させることで、腕が曲がる速度を抑えるブレーキの役割もあると推測される。また、腕の曲げ伸ばし速度が遅い場合には、この機能がほぼ必要ないため、筋活動があまり時間変化しなかったと考える。

これらの結果から、腕を曲げ伸ばしには、それぞれ上腕二頭筋の収縮、上腕三頭筋の収縮が必要である。また、上腕三頭筋は、腕を伸ばす役割の他に、腕が曲がる速度を抑えるブレーキの役割も担っていると考えられる。

## 4 考察

上腕二頭筋は、腕を曲げる働きがあり、上腕三頭筋は腕を伸ばす働きがある [1]。今回の結果では、腕の伸縮の速度を変化させると、上腕三頭筋の筋電位に特徴的な違いが見られた。腕の伸縮が速い場合、上腕三頭筋の筋電位は、腕を伸ばすタイミングで上昇した。また腕の伸縮が遅い場合、上腕三頭筋の筋電位は 0 に近かったが、完全に 0 となることはほぼなく、小さな振幅を維持していた。私はこのことから、腕の伸縮が遅い場合の筋電位には、腕を伸ばすための活動電位に加えて、肩から腕までの部分を地面と水平に保持する筋力を発生させるための活動電位が含まれていると考えた。つまり、上腕三頭筋には、肘を伸ばす役割の他に、肩から肘までの位置を固定・維持する役割があるのではないかと考えた。

そもそも筋肉は、関節をまたいで骨に結合している。関節トルクは、筋収縮に伴って 2 つ以上の骨が引っ張られることで生成される。ここで、上腕三頭筋は、肩関節と肘関節をまたいだ 2 関節筋である [2]。このことから、腕を上げる高さに応じて、上腕三頭筋の収縮の程度が変化する（腕を高く上げるほど上腕三頭筋が強く収縮する）と予想できる。よって、腕をある程度の高さまで持ち上げて固定するという運動は、上腕三頭筋の収縮によるものであるという考察の妥当性が高まった。

このことを踏まえて、腕の伸縮が速いときの筋電位について見ると、腕を曲げている際にも、振幅が見られ、この振幅が腕の位置固定に伴う活動電位であると推測できる。また、腕の伸縮が速い場合の、上腕三頭筋の筋電位の振幅は、腕の伸縮が遅いときの振幅に比べて大きかった。これは、腕を速く動かすことにより、腕の位置を地面と水平方向に固定することがより難しくなり、多くの筋力が必要となるためであると考えられる。

これらのことから、上腕三頭筋を鍛えるためには、腕の曲げ伸ばし運動に加えて、肩から腕の位置固定を物理的に難しくするトレーニング（例えば、肩から腕までの部位に重いリングのようなものをかけた状態で腕を素早く曲げ伸ばしするなど）が有効なのではないかと考えられる。

## 参考文献

- [1] 「3D 踊る肉単」 河合良訓, 原島広至 pp.xiv
- [2] 「3D 踊る肉単」 河合良訓, 原島広至 pp.38