

上腕三頭筋の弾性特性と一過性の運動による変化

Elastic property and its change after transient exercise in triceps brachii muscle

1K03A008-8

氏名 有吉 峻

指導教員 主査 鳥居 俊 先生 副査 福永 哲夫 先生

【緒言】

近年、超音波断層装置を用いる超音波法によって、ヒト生体内におけるリアルタイムでの腱組織の動態の観察が可能となり、粘弾性特性が定量化されてきている。腱組織の特性がパフォーマンスに影響を及ぼすことも報告されている。しかしながら、これまでの研究のほとんどが下肢について行われており、上肢の腱特性を明らかにしたものはほとんどない。

本研究は上腕三頭筋の弾性特性を定量し、一過性の運動による変化を調べることを目的とした。

【方法】

本研究には健康な男子高校生野球部員 6 名（年齢 16.7 ± 0.4 歳、身長 171.6 ± 3.7cm、体重 62.6 ± 6.4kg）が参加した。被検者は測定台に肘関節 90° 屈曲、肩関節 90° 屈曲で座位姿勢をとり、胸部、肩峰付近を非伸縮性のストラップを用いて固定した。被検者は等尺性の肘関節伸展動作における最大随意筋力発揮 (MVC) をランプ状に行った。その際、超音波断層装置 (SSD-1000、ALOKA) を用いて上腕三頭筋外側頭筋腱移行部 (Muscle Tendon Junction : MTJ) の超音波画像を記録し、ランプ状の力発揮中の MTJ 移動量を計測した。

一過性の運動として 100 球の投球運動を 3 セット (30 球、30 球、40 球) 行った。セット間には 5 分以上の休息を挟んだ。投球後に同様の測定を行った。

本研究では力 (F)－伸張量 (ΔL) グラフ (図 1) における 2 つの回帰直線の傾きの差を検定し、グラフの変曲点を求め、変曲点以降の傾きを各個人の stiffness とした。

【結果】

投球前後において、筋厚 (投球前 : 21.8 ± 3.3mm、投球後 : 21.9 ± 1.4mm)、上腕周径 (投球前 : 25.4 ± 1.8cm、投球後 : 25.5 ± 1.8cm)、MVC (投球前 : 579.4 ± 102.8N、投球後 : 581.6 ± 150.7N) に有意差はみられなかった。10%MVC ごとの伸張量変化をグラフに表すと、グラフの変曲点は投球前で 60%、投球後で 50% だった。stiffness は投球前が 113.28 ± 30.15N/mm、投球後が 108.33 ± 45.10N/mm であり、投球前後で有意差はなかった。

【考察】

投球前後で筋厚、上腕周径、MVC に変化はなかった。このことは、投球動作において上腕三頭筋はあまり力を発

揮しておらず、100 球の投球運動では疲労にいたらなかったことを示している。筋電図を用いたいくつかの研究によって投球時に上腕三頭筋が働いていると報告されているが、発揮筋力は小さいことが示された。

本研究で得られた stiffness は、下肢の研究によって得られた値よりも高かった。短い腱は長い腱と比べて stiffness が大きいため、上肢の腱と下肢の腱の長さの違いがこのような結果を生み出したといえる。また、stiffness の高い腱は低い腱と比べて力の伝達がスムーズであるため、動作の正確なコントロールに有利であるとの報告がある。さらに、上肢は抗重力機構から解放されており、弾性エネルギーの蓄積・解放の機会が下肢と比較して少ないことも原因として考えられる。

安静時の腱内部のコラーゲン線維は縮れた構造 (crimp) になっており、crimp は力発揮に伴って消失する。グラフの変曲点は、ほぼ toe region から linear region への移行とみなすことができる。変曲点が投球前の 60%MVC から投球後の 50%MVC へと移行した理由として、投球によって crimp が減少したことが考えられるが、筋肉が疲労していないことを考慮すると、投球前後における測定間誤差も考えなければならない。

【結論】

下肢の腱よりも上肢の腱の stiffness が高かった理由として、①腱長の違い、②stiffness の高い腱のほうが力の伝達に有利である、③下肢と比較して弾性エネルギーの蓄積・解放の機会が少ない、の 3 点が考えられた。

等尺性肘関節伸展トルク中の上腕三頭筋腱のリアルタイムの動態は、下肢のそれと同様の変化を示すことが確認された。

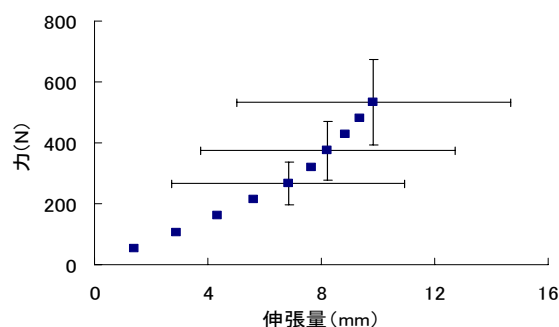


図 1 : F－ΔL 曲線