筋線維伝導速度を用いた筋疲労の発生過程と回復過程の評価

○坂本 和義, 水戸 和幸 (電気通信大学)

Evaluation of muscular function in process of muscular fatigue and its recovery
with use of muscle fiber conduction velocity

Kazuyoshi Sakamoto, Kazuyuki Mito (The University of Electro-Communications)

1. はじめに

筋疲労を筋電図 (EMG) で評価する方法はよく知られているが、筋線維伝導速度 (Muscle Fiber Conduction velocity : MFCV) で評価する方法は筋・神経接合部(end-plate)及び筋線維の機能状態を知る上で有用な情報を得ることが可能であると推測される。従来研究では筋疲労発生過程については報告

(Zwart and Arndt-Nielsen, 1988 ; Hanayama, 1994) があるが、筋疲労回復過程については研究がなされていない。本研究では標記課題について検討した。その結果筋線維伝導速度が筋機能評価に有効な評価指標であることを見出した。

2. 方法

筋負担は利手の上腕二頭筋に等尺性筋負担を課した。その負担を被験者が限界と訴えるまでの期間について、筋疲労発生過程の MFCV として測定した。その後、15 分間の筋疲労回復期における MFCV を、最大随意収縮 (Maximum Voluntary Contraction : MVC) の 5%の筋負担で測定した。等尺性筋負担は前腕を回外し肘角度を 90 度にとった。筋負担量は、30%、50%、70% MVC の 3 種を手首に課した。筋力発揮中は、被験者は圧センサーで検知した力をオシロスコープで視認して常に一定の負荷力を上腕二頭筋に課した。MFCV の測定箇所は end-plate から 5mm と

30mm の両位置における皮膚表面上で、電極はアレイ電極を用いた。電極間距離は 5mm のものを用いた。被験者は 21~25 才の男子 10 名。

3. 結果と考察

筋疲労発生過程における MFCV は図 1 で示したように負荷保持時間の経過と共に減少した。end-plate から 5mm の位置において顕著であった。筋負担 50% と 70% の場合は急激な MFCV の減少を示した。また減少量も大きい。しかし、筋負担 30% の場合にその減少は緩やかであった。end-plate から 30mm の位置においては図示していないが

(a) 5mm from end-plate

図 1. 筋負荷中の MFCV の変化

(a) 5mm from end-plate

図 2. 筋疲労発生過程の MFCV

MFCV の減少は緩やかであり、かつ減少量も 1 m/s 以下であった。筋負荷直前と負荷を保持不可能 (all out) となる直前との MFCV の比較は、end-plate から 5mm における位置では図 2 の結果を得た。いずれの筋負荷においても MFCV は all out 時に筋負荷直前と比較して有意の低下を示していた。しかし、end-plate から 30mm における位置では MFCV の有意な低下は得られなかった。従来研究では、上腕二頭筋の筋負担の場合に測定位置は MFCV の値から判断すると end-plate から 30~40mm における位置が用いられていた。この測定位置では筋負担による筋機能の変化を的確に評価することが困難であると考えられる。

次に、筋疲労回復過程の結果は筋疲労回復中において MFCV は増加した。その増加度は end-plate 5 mm において大きい。この場合は筋負荷前とその 15 分後との比較において、MFCV は統計的に 1% で有意に増加していた (図 3)。しかし、end-plate から 30mm における同様の比較では、MFCV は有意差が認められなかった。この結果から、end - plate

(a) 5mm from end-plate

図 3. 筋疲労回復過程の MFCV

から 30mm 付近は MFCV が約 4m/s となり一定で、筋機能低下及び筋疲労回復過程において有意な変動が認められなかった。

以上の結果により、筋負担時及び筋疲労回復時共に、MFCV の変動評価は測定位置に依存する。従って、筋疲労を検出する際には、測定位置を明確にして MFCV を論ずる必要がある。更に、筋負担量については、50% MVC 以上では筋負担中と筋疲労回復中において MFCV の急激な変動を示した。この変動は測定位置に依存していた。30%MVC の場合も 50% MVC 以上と同一の統計的結果 (図 2、図 3) を得た。従って、筋負担過程及び筋疲労過程において筋機能を表現する MFCV の変動は筋負担量によらず負担の程度を明確に表現することが分かった。

文献：

- Hanayama, K., *Japan J. Physiol.* **44**,75-88,1994.
 Sakamoto K. & Li W., *Applied Human Science*, **16**,1-7, 1997.
 Zwarts, MJ and Ardenndt-Nielsen,L., *Eur. J. Appl. Physiol.*, **58**, 278-283,1988