長時間のジョギング運動によって起こる

足部内在筋疲労と足部疲労感覚の関連

○岩佐 貫汰（岡山県立大学）
齋藤 誠二（岡山県立大学）

Relationship between intrinsic foot muscle fatigue and foot fatigue sensation
while long time jogging

Kanta IWASA(Okayama Prefectural University)
Seiji SAITO(Okayama Prefectural University)

1. 緒言

昨今、ジョギングを行う市民ランナーの増加に伴い、ランナーに発生するランニング障害が問題となっている¹⁾。下腿部障害の7割を占めるシンスプリントは運動によって起こる足部内在筋の筋疲労が足部内側縦アーチの低下を招くことで発症すると報告²⁾されている。しかし、足部内在筋の筋疲労に関して報告は少ない。

筋疲労の推定は表面筋電図の解析より可能であるが、測定機能を備えた装置は高額であり、実際のスポーツ現場で簡便に用いることは容易ではなく、競技者が主観的に疲労感覚を判断している。

さらに、スポーツ障害の発生要因には、オーバーワークが多いという報告³⁾があるように、主観的な疲労感覚によって客観的な筋疲労を正確に評価できていないことが障害発生の一因だと考えられる。

よって、本研究の目的は、長時間のジョギング運動によって足部内在筋に発生する5種類の主観的な疲労感覚と客観的な筋疲労の経時的変化の関連を調査することである。

2. 実験方法

被験者は運動習慣のある男性10名(20.8±1.7歳, 171.5±6.2cm, 60.2±6.1kg)とし、運動負荷に10分ランニング(12 km/h)をトレッドミル上で6セット実施させた。計測項目は筋電計を用いて、足趾最大等尺性収縮を30秒間実施した時の足部筋電図とVisual Analogue Scale法による足底部に感じた疲労感覚の官能評価とした。筋電図データより1秒毎に中央周波数を抽出し、横軸を時間、縦軸を中央周波数とし回帰直線の傾きを算出した(以下MDF-slope)⁴⁾。また、SPSS Statistics(IBM社製)を用いて、時系列順に並べたMDF-slopeと足部疲労感覚の交差相関係数を算出した。

3. 結果

Fig. 1に足部内在筋のMDF-slopeの推移、Fig. 2に足部疲労感覚の推移を示した。共に、時間による主効果が認められ、Fig. 1は、運動開始前と開始後20分以降、Fig. 2は、運動開始前と開始後10分以降で有意差が認められた。なお、Fig. 1, Fig. 2の各プロットは被験者10人の平均値である。Table. 1に、足部内在筋毎のMDF-slope(4種類)と足部疲労感覚(5種類)のラグ0時の交差相関係数を示した。全ての組み合わせで、ラグ0時に最も高い負の交差相関係数が得られた。

Fig. 1 足部内在筋のMDF-slopeの推移

Fig. 2 足部疲労感覚の推移

Table. 1 ラグ0時の交差相関係数

ラグ 0	疲労感	だるさ	重い	張り	痛い
母趾外転筋	-0.839	-0.824	-0.848	-0.837	-0.707
短趾屈筋	-0.843	-0.801	-0.813	-0.804	-0.691
短小趾屈筋	-0.828	-0.792	-0.815	-0.813	-0.723
小趾外転筋	-0.849	-0.843	-0.899	-0.883	-0.788

4. 考察

Fig. 1に関して、山田ら⁵⁾は、MDFの低下が速く、その量が多い時、より筋疲労が進行しているとしMDFの回帰直線の傾きを算出している。本研究では、この傾きをMDF-slopeと表現している。山田ら⁵⁾は、対象とする筋肉に対して等尺性収縮を繰り返したところMDFは低下し、MDF-slopeは約-1.2を示したと報告している。また、大畑ら⁶⁾は、大腿直筋、内側広筋、外側広筋を対象に25%, 50%, 75%MVCの強度が異なる動きを実施したところ、75%MVCは25%MVCに比べて大腿直筋では約5倍、内側広筋では約7倍、外側広筋では約4倍、MDF-slopeの減少率は大きく、高い強度ほど高い減少率を示したと報告している。本研究もジョギング運動を繰り返したところMDF-slopeは減少した。また、運動開始前と運動開始20分後以降でMDF-slopeに有意差が認められ、被験者の足部内在筋に筋疲労が発生したものと考えられる。

Fig. 2に関して、齋藤ら⁷⁾は、被験者に対して長時間の立位、歩行状態を維持させたときの疲労感覚は有意に増加したと報告している。本研究も同様に疲労感覚が有意に増加していることから、被験者に疲労感覚が発生したものと考えられる。

Table. 1に関して、ラグ0の交差相関係数が、他のラグと比較して有意に高い負の交差相関係数を得た。この結果は、主観的な足部疲労感覚と客観的な足部内在筋疲労の経時的変化が概ね一致していることを示している。すなわち、本研究では、客観的疲労の経時的変化に伴って、5種類の主観的疲労感覚が遅延することなく現れた。

5. 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界は、1. 被験者が10人と少なかった点、2. 運動負荷の速度設定が時速12kmだった点、3. ジョギング運動合計時間が60分間だった点、以上の限定的な実験デザインにあると考えられる。

2. と3. に関して、大畑ら⁶⁾は、MDF-slopeは高い強度ほど高い減少率を示すと報告し、Putz⁸⁾は、筋疲労は時間の経過とともに進行することを報告している。これらは、運動強度や運動時間の違いで客観的筋疲労の評価に用いたMDF-slopeの減少率に変化が生じる可能性を示唆するものである。今後は、被験者数を増やすことに加え、運動強度と運動時間を複数種類用意し、主観的疲労感覚との関連を検討する必要がある。

6. 結論

本研究は、トレッドミル上を時速12kmで合計60分間のジョギング運動を実施することによって起こる足部内在筋疲労に関して考究した。

筋電計を用いて明らかにした客観的な筋疲労の出現に伴い、「疲労感」、「だるさ」、「重さ」、「張り」、「痛み」という疲労感覚も遅延することなく現れた。従って、実際のスポーツ現場で、本研究で用いた5種類の疲労感覚を用いれば筋疲労を簡便に評価できる可能性を示唆している。

参考文献

- 1) 鳥居俊：“ランニング障害—総論—”，臨床スポーツ医学，vol. 34，No. 7，pp640-644，2017.
- 2) 富山信次他：“シンスプリントを有するランナーにおける足関節背屈筋の機能”，臨床バイオメカニクス，Vol. 36，pp99-104，2015.
- 3) 徳井亜加根他：“障害スポーツ選手(肢体不自由・視覚障害)におけるスポーツ傷害の実態”，Vol. 22，No. 3，pp473-480，2014.
- 4) 吉田英恵他：“表面筋電図のカオス手法による筋疲労の評価”，バイオメカニズム学会誌，Vol. 28，No. 4，pp201-212，2014.
- 5) 山田洋他：“Twitch interpolation法と表面筋電図解析を用いたヒトの絶対持久力の評価”，バイオメカニズム学会誌，Vol. 27，No. 4，pp197-203，2003.
- 6) 大畑光司他：“大腿四頭筋の筋疲労による筋活動比の変化について”，京都大学医学部保健学科紀要，No. 2，pp15-19，2006.
- 7) 齋藤誠二他：“長時間歩行および立位姿勢中の下肢のむくみに起因する不快感に関する研究”，バイオメカニズム学会誌，Vol. 40，No. 4，pp121-129，2016.
- 8) V.Putz-Anderson：“Cumulative trauma disorders -A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs-”，Taylor & Francis Group，pp1-168，1998.