

筋硬度的変化から見た腓腹筋におけるサポーターの疲労回復効果についての研究

杉本光公

キーワード：サポーター、装着圧、筋硬度、疲労回復

1. はじめに

サポーターが様々なスポーツの種目で使用されている¹⁾が、そのパフォーマンス向上効果を定量的に検証されたことは少ない。また近年、サポーターは疲労回復に用いられることも多い。その際、装着圧と疲労回復効果には何らかの関係が見られると思われるが、どの部位をどれくらいの圧でサポートすれば良いのか、定量的に検証した研究は見られない。筋疲労は筋電図などを用いて測定されることが多い²⁾が、自覚的には筋肉の張り（硬度）として自覚され得ることが多い。そこで、マラソン後の筋硬度の変化とサポーターの装着圧の関係を調べ、サポーターの疲労回復効果を検証する。

2. 方法

被験者 22 名に対して、マラソン完走後の筋硬度の変化を、圧力計を搭載した超音波装置を用いて測定した。測定はマラソン実施前、マラソン完走の 1 日後、3 日後、1 週間後の計 4 回行った。その際、サポーターの着圧の違いを検証するため、サポーターを装着しない N 群 8 名、高圧の着圧（平均着圧 $37.3 \pm 9.1 \text{hPa}$ ）の H 群 6 名、低圧の着圧（平均着圧 $22.1 \pm 7.2 \text{hPa}$ ）の L 群 8 名に分けて分析した。なお、サポーター装着群はいずれも入浴以外はサポーターを常時装着し生活するよう依頼し、サポーターを装着しない N 群には通常どおりの生活を依頼した。

1) 被験者

被験者は、信州大学マラソンの授業を受講している学生で、実験に同意を得た健康な男女学生 22 名であった。各群ごとの被験者の基礎データを表 1～3 に示した。

表 1 被験者の特性 (N 群 n=8)

N群(n=8)	身長	体重	年齢	右腓腹部周計	左腓腹部周計
平均	169.6	57.6	18.7	34.8	35.5
標準偏差	5.54	5.28	0.47	1.82	1.15

表 2 被験者の特性 (H 群 N=6)

H群(n=6)	身長	体重	年齢	右腓腹部周計	左腓腹部周計
平均	172.0	60.3	18.8	35.3	35.3
標準偏差	9.61	8.52	1.46	2.67	2.27

表3 被験者の特性 (L群 n=8)

L群(n=8)	身長	体重	年齢	右腓腹部周計	左腓腹部周計
平均	167.7	54.2	18.7	33.5	33.3
標準偏差	6.05	5.21	0.75	1.53	1.49

- 2) 圧力計を搭載した超音波センサーによる筋硬度測定
筋硬度は、圧力計を搭載した超音波センサー「みるキューブ II」(グローバルヘルス社製)を用いた(図1)。先行研究³⁾の手法を用いて、筋硬度はプローブに圧をかけ、その際の筋の変位量と押し込み圧力の関係から、プローブ圧と筋厚の間に直線性が認められる区間(100~600gf)の回帰式を求め、その勾配の逆数、すなわち「荷重/変形量」を筋硬度の指標(筋硬度評価値)とした。筋硬度評価値は値が大きいと筋が硬く、小さいと筋が柔らかいことを意味している。図2に筋硬度値の測定風景を示す。



図1 みるキューブ II



図2 筋硬度測定風景

3) 実験期間

実験は、疲労回復過程と筋硬度の変化をみるために、マラソン大会前に、1回目の測定を行い、マラソン大会終了の翌日(2回目)、3日後(3回目)、1週間後(4回目)とした。被験者は、マラソン大会終了の翌日からサポーターを装着し、実験終了までサポーターを装着して日常生活を送った。なお、サポーター非装着群(N群)は、サポーターを装着せずに日常生活を送った(図3)。

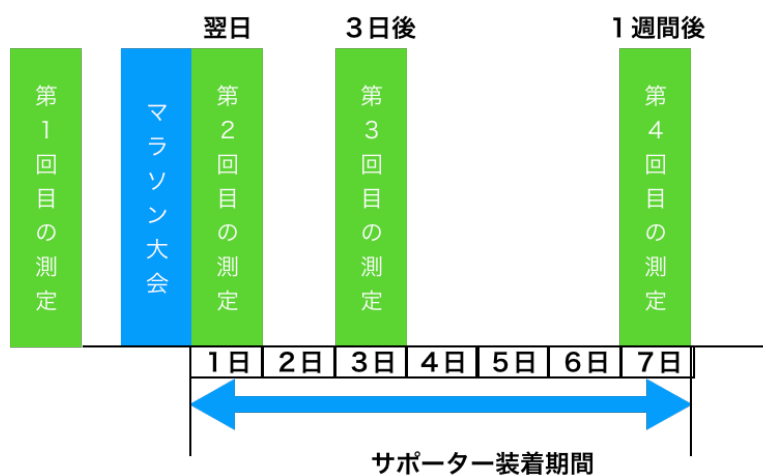


図3 筋硬度測定原理

3. 結果

1) サポーターの特性と着圧

①着圧の特性

着圧の計測にはエアパック式接触圧力センサ(エイエムアイ・テクノ社:A0905-SA-SET)を用い、ダミー左足(株式会社七色彩製ソックス検品用ダミーMSX-20M 男性用ダミー)に表2の位置に、図4のように配置し着圧を測定した。強圧タイプのサポーターの平均着圧は、全体で平均着圧 $37.3 \pm 9.1 \text{hPa}$ 、弱圧タイプで平均着圧 $22.1 \pm 7.2 \text{hPa}$ であった。この値は、靴下でいうと 20gf/cm^2 で非常にソフトな履き心地、 30gf/cm^2 できつい感じの履き心地となる。そのため、今回のサポーターのL条件は、ゆるいソフトな感じのサポーターであり、H条件はきつく締め付ける条件のサポーターであると言える。

表2 着圧の測定部位のセンサーの位置

センサー位置		脚周径
S1	足底から11cm	22cm
S2	S1から9cm	28.5cm
S3	S2から9cm	37cm
S4	S3から8.5cm	33cm
LBS		34.8cm
BSO	腓腹筋外側	37cm
BSI	腓腹筋内側	37cm
BSC	ふくらはぎ中央	37cm
FS3	前脛骨側位置	37cm



足首から膝下へ S1～S4



下腿部位 FS3



中央:BSC
 外側:BSO 腓腹筋外側
 内側:BSI 腓腹筋内側
 LBS:BSCより6cm足首側)

図4 着圧の測定部位

表3 各条件の着圧の結果 (gf/cm²)

強圧タイプ:DCY36040

センサー位置		脚周径	平均値	標準偏差
S1	足底から11cm	22cm	37.3	2.26
S2	S1から9cm	28.5cm	27.4	1.59
S3	S2から9cm	37cm	28.7	1.87
S4	S3から8.5cm	33cm	37.8	3.95
LBS		34.8cm	31.7	1.74
BSO	腓腹筋外側	37cm	50.6	2.74
BSI	腓腹筋内側	37cm	52.9	2.17
BSC	ふくらはぎ中央	37cm	40.0	2.48
FS3	前脛骨側位置	37cm	29.2	2.90

弱圧タイプ:DCY6530

センサー位置		脚周径	平均値	標準偏差
S1	足底から11cm	22cm	19.8	0.98
S2	S1から9cm	28.5cm	14.1	0.96
S3	S2から9cm	37cm	15.8	1.99
S4	S3から8.5cm	33cm	22.7	1.98
LBS		34.8cm	19.1	0.97
BSO	腓腹筋外側	37cm	33.6	2.52
BSI	腓腹筋内側	37cm	34.0	1.25
BSC	ふくらはぎ中央	37cm	23.9	2.85
FS3	前脛骨側位置	37cm	15.9	1.54

2) 筋硬度値の結果および考察

筋硬度値の結果を図5に示した。

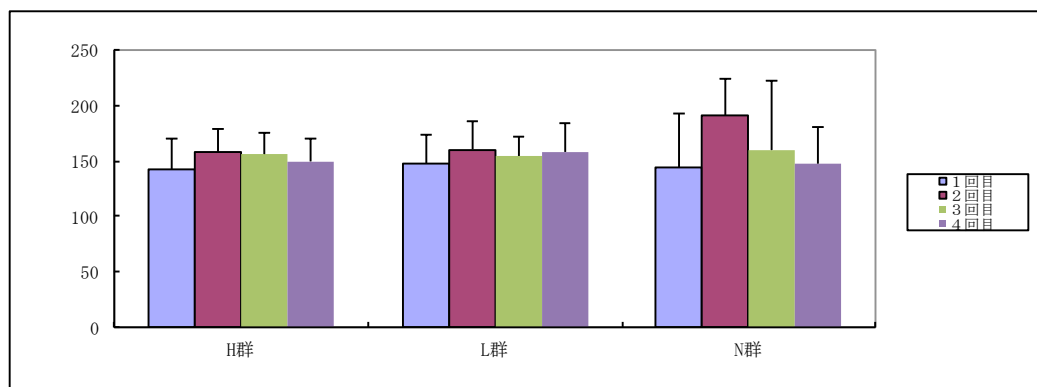


図5 グループおよび実験回別の筋硬度値

筋硬度値は、2要因の分散分析を行なって、サポータの効果を検証した。分散分析の結果、グループ間および回数間に有意な主効果は見られなかった。しかし、全体的に見て、グループ間では、N群の値が大きく、筋が硬い傾向が見られた。また2回目がすべての群で大きな値を示しており、マラソンの翌日がやはり筋が一番張っていることが示唆された。そして、3日後、1週間後と値が減少していく傾向が見られ、時間経過とともに筋肉の張りが減少していく傾向が見られた。また、サポーター装着群（H群、L群）が非サポーター装着群（N群）に比べ、全体的に低い値を示しており、筋肉の回復過程にサポーターがあった方が柔らかくなりやすい傾向が見られた。また、サポーターの継続的装着が筋疲労（筋硬度）の回復過程にど

のような影響があるかについては、今回の結果から、ある程度の効果は認められたが、有意なほどの効果ではなかった。一方筋疲労と着圧の関係は、細谷らの研究⁴⁾でも検討されており、着圧が21～28 gf/cm²に筋疲労の軽減が示唆されている。今回のL条件の着圧は、細谷らの研究で、筋疲労が軽減される着圧⁴⁾と同じ着圧域であるため、回復期における日常運動においても疲労の蓄積が軽減され、回復が促進される結果になったと考えられる。これらのことから、サポーターの装着は、運動中の筋疲労を抑制するだけでなく、回復期にも有効である可能性が示唆された。

(本研究は、株式会社 ユニバル との共同研究で行われた)

参考文献

- 1) 杉本光公、加藤彩乃:授業「信大マラソン」における自己効力感と記録の関係. 信州大学総合人間科学研究 (11)、143-152、2017.
- 2) 堀 篤史、藤波 努: 筋力運動における活動筋疲労困憊状態の自覚的疲労と筋疲労の関係性に関する検討-. 第27回身体知研究会 2018、2018.
- 3) 藤田英二, 沢井史穂, 田中寿志, 福永哲夫: 圧力計を搭載した超音波装置によるヒト筋硬度の評価, 理学療法学 42(3):255-261、2015.
- 4) 細谷 聡、野上 悟、斎藤 健治、金井 博幸: サポーターの装着圧と伸縮性が上腕の筋疲労に及ぼす生理的効果、日本感性工学会論文集 Vol.8 No.2 pp.279-283、2009.

(信州大学 総合人間科学系 教授)

2020年2月17日受理 2020年2月20日採録決定