

ウォーミングアップ時におけるストレッチング試技の違いによる
筋硬度及び筋疲労の変化について

The effect of dynamic and static stretching
before exercise for muscle stiffness and fatigue

スポーツ医科学研究領域

5008A068-1 米津 貴久

研究指導教員：福林 徹 教授

【緒言】

一般的に運動前後にウォーミングアップ及びクーリングダウンは普遍に行われている。その際、ストレッチングを行うことが見受けられる。また、ストレッチングは多数の指導書が書店で出回っているように身近なものである。

ウォーミングアップの意義としては体温・筋温上昇、血液循環の向上、体の動きを過敏にするために神経反応スピードを上げることなどがある。ストレッチングがウォーミングアップに用いられることがあるが、この効果を求めるために近年ダイナミック・ストレッチングが導入されるケースが増えている。

しかしながら、ストレッチングに関してはウォーミングアップに関してはパフォーマンスとの関連について述べたものがほとんどである。また、疲労度との関係に関してはクーリングダウンのものがほとんどである。

そのため、今回ウォーミングアップ時のストレッチング試技の違いが筋疲労にどのように影響を与えるかを検討することとした。その際の指標として、筋放電量、筋トルク、押し込み式の筋硬度計を用いた筋硬度を用いた。

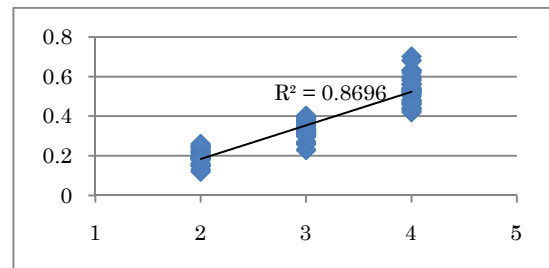
【予備実験 1】

・目的：EUB-7500 の再現性及びプローブ圧迫加速度と歪み率の関連について検討した。

・方法：本実験で用いたデータを用いた。運動介入前の値について再現性についてはプローブ圧迫加速度 3 のもので比較した。歪み率との関連についてはプローブ圧迫加速度 2～4 のものを用いた。

・結果及び考察：再現性については $0.48(p<0.01)$ と中程度の再現性を示した。プ

ローブ圧迫加速度と歪み率については $R=0.933(p<0.001)$ と非常に高い相関を示した。このことから、プローブ圧迫加速度は圧力と同義で用いることができることが示唆された。再現性については高程度のもを出す工夫が求められる。また、測定日が異なることから、被験者のコンディションも多少影響したのではないかと考えられる。



△表 1 歪み率とプローブ圧迫加速度の変化

【予備実験 2】

・目的：ストレッチング試技が押し込み式の筋硬度変化に及ぼす影響を検討した。

・方法：健康男子大学生 2 名（身長 176.0 ± 7.6 cm, 体重 67.3 ± 7.3 kg, 年齢 23 ± 1 歳）を対象に、エルゴメーターにて 80w, 90rpm の強度で 5 分間ウォーミングアップを行った後とダイナミックないしはスタティックストレッチングを行った後の筋硬度を NEUTONE（トライオール社製）と EUB-7500（日立メディコ社製）を用い測定した。

・結果及び考察：結果は両ストレッチングともに EUB-7500, NEUTONE の結果から筋硬度は上がった（硬度が増した）。ストレッチング前を 1 とした相対値では NEUTONE においてスタティックは 1.11 ± 0.10 , ダイナミックは 1.05 ± 0.01 , EUB-7500 においてスタティックは 0.86 ± 0.02 , ダイナミックは $0.99 \pm$

0.06 となった。このことは伸長方向の伸びと皮膚上からの押し込みではストレッチングの効果が異なることによるものと考えられる

【本実験】

・方法：健常男子 10 名（身長：173.5±8.1cm，体重：69.4±7.7kg，年齢：22.8±2.6 歳 表記は以下平均±標準偏差）を対象に行った。

実験手順は次の通りである。

- ① エルゴメーターにて 80w，90rpm の強度で 5 分間ウォーミングアップを行った。
- ② ダイナミックないしはスタティックスストレッチングを行った後に 1RM の強度で 3 秒挙上，3 秒下制を運動介入として 10 回 5 セット行った。
- ③ 1 時間安静姿勢にて休息を挟んだ。

なお，数字は測定回数である。

測定項目は次の通りである。

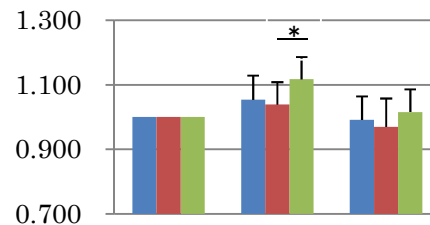
筋硬度：NEUTONE（トライオール社製）・EUB-7500（日立メディコ製）NEUTONE は押し込み式の筋硬度計であり，3 回の平均値を筋硬度とした。EUB-7500 は超音波測定装置であり，Strain ratio モードにてプローブ圧迫加速度 3 のものを 10 枚測定し，その平均値を筋硬度とした。測定部位は大腿直筋とし，下前腸骨棘と脛骨粗面の中点とした。筋トルク：Boidex3（Biodex Medical System 社製），筋放電量：ME6000（Mega Electronics Ltd）。両者は膝屈曲角度 75 度時の等尺性収縮における筋トルク及び筋放電量を測定した。なお，筋放電量の測定部位は内側広筋，大腿直筋，外側広筋とした。

結果は①の時を基準値 1.00 とした相対値で表記した。統計処理には PASW Statistics 18(SPSS Inc.) を用いた。群間比較を Kruskal-Wallis 検定にて行った。有意差が出たものに関しては Mann-Whitney の U 検定を行った。有意水準は 5%未満とした。

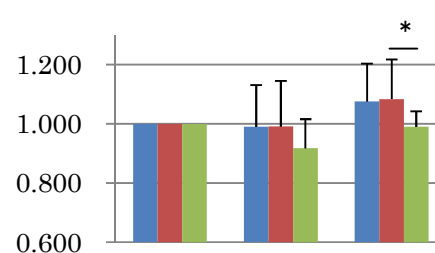
【結果】筋硬度については NEUTONE は運動介入後にダイナミック群がスタティック群と比べて有意に低かった。超音波測定では運動介入 1 時間後にダイナミック群がスタティック群と比べて有意に筋硬度は低かった。

筋トルクは有意差は出なかったものの，筋硬度の変化と同様の傾向を示した。

筋放電量は筋硬度で対象とした大腿直筋において有意差は出なかったものの筋硬度と同様の傾向を示した（ $p=0.052$ ）。



ΔNEUTONE の結果



ΔEUB-7500 の結果

（グラフは青：コントロール，赤：ダイナミック，緑：スタティック，時系列は左から運動介入前，運動介入後，運動介入 1 時間後，*： $p<0.05$ ）

【考察】

ウォーミングアップ時のストレッチング試技の違いが筋疲労に影響を及ぼすことが明らかとなった。両者の違いについては特に中枢神経系での違いが寄与していると考えられる。スタティックスストレッチングでは運動単位の活動性・インパルスの発射数などが減少し，ダイナミックストレッチングでは神経レセプターの感受性の増大，神経パルスの速度増加などが挙げられる。また，筋硬度・筋トルク・大腿直筋における筋積分値の変化が同様の傾向を示していたことから，ストレッチング試技の違いが筋硬度変化をはじめとする筋疲労にも影響を及ぼしていたと考えられる。

しかしながら今回は実験室レベルでの筋疲労の変化であったためグラウンドレベルの筋疲労の変化測定については今後の課題である。

【結語】

・運動前のストレッチング試技の違いが筋疲労に影響を及ぼすことが示唆された。