

学位論文題名

static ストレッチングおよび dynamic ストレッチングが  
等負荷性筋活動における発揮パワーに及ぼす急性の効果

学位論文内容の要旨

本研究は、身体活動前のウォームアップにおいて筋機能を向上させるための有効なストレッチングのテクニックを明示するために、static ストレッチングならびに dynamic ストレッチングが種々の身体活動を構成する等負荷性筋活動における発揮パワーに及ぼす急性の効果について明らかにすることを目的として行われた。

研究1では、static ストレッチングが種々の負荷における短縮性等負荷性膝伸展の発揮パワーに及ぼす急性の効果について検討した。処置は1) 膝伸筋群に対する6種類の static ストレッチングを行う static stretching (SS) 処置 (30 秒伸張-20 秒休息×4 セット; 合計時間約 20 分) および 2) 20 分間安静を保持する non-stretching (NS) 処置とし、被験者は両処置をランダムな順序で別日に実施した。各被験者の等尺性膝伸展における最大随意収縮 (maximum voluntary contraction: MVC) 筋力の 5%、30% および 60% に相当する負荷に設定し、測定を行った。その結果、SS 処置のピークパワーはすべての負荷において NS 処置のそれらよりも有意に ( $P<0.05$ ) 低値を示した (5%MVC: -12%; 30%MVC: -6%; 60%MVC: -8%)。また、SS 処置のピークパワー時のカーブ曲線は NS 処置のそれよりも、常に下方に位置することが示された。これらのことは、static ストレッチングが種々の負荷における短縮性等負荷性筋活動の発揮パワーを低下させ、多くの瞬発系の身体活動における競技パフォーマンスを低下させることを示唆した。

研究2では、ウォームアップにおける static ストレッチングの伸張時間として一般的かつ推奨されている 30 秒の static ストレッチングを用いて、等負荷性レッグプレスパワーに及ぼす急性の効果について検討した。処置は1) 両脚の下肢5筋群 (下腿三頭筋群、股関節伸筋群、ハムストリングス、股関節屈筋群および大腿四頭筋群) に 30 秒の static ストレッチングをそれぞれ 1 セットずつ実施する SS 処置 (休息时间 20 秒; 合計時間約 8 分 20 秒) および 2) 8 分 20 秒間安静を保持する NS 処置とし、被験者は両処置をランダムな順序で別日に実施した。その結果、SS ならびに NS 処置がパワーに及ぼす効果に交互作用は確認されず、両処置でほぼ同様にパワーが推移することが示された。しかしながら、両処置前後に有意な ( $P<0.01$ ) 時間の主効果が確認され、両処置後においてパワーの低下が認められた (SS 処置: -5%; NS 処置: -4%)。また、両処置においてすべての被験者の処置前のパワーと処置前後のパワー変化量との間に有意

な ( $P<0.05$ ) 負の相関関係が確認された。よって、static ストレッチングは 30 秒の伸張時間であっても等負荷性筋活動の発揮パワーを向上させず、さらに、もとより高いパワーを有しているものではそのパワーを低下させる恐れがあることを認めた。

研究 3 として、dynamic ストレッチングが等負荷性レッグプレスパワーに及ぼす急性の効果について検討した。被験者は研究 2 と同一被験者とし、研究デザインもまた研究 2 と同様とした。すなわち、11 名の男子学生が処置前後に等負荷性レッグプレスパワーを測定した。処置は 1) SS 処置、2) NS 処置に加え、3) SS 処置と同様の両脚の下肢 5 筋群において dynamic ストレッチングを行う dynamic stretching (DS) 処置を実施した。DS 処置では、電子メトロノームのビーブ音のリズムに合わせて 2 秒に 1 回の頻度で、はじめにゆっくりと動作を確認するように 5 回、続いてできるだけ力強くかつ素早く 10 回、対象となる筋群の拮抗筋群を収縮させることにより当該筋群を伸張させた (20 秒休息; 合計時間約 8 分 20 秒)。その結果、SS および NS 処置では、研究 2 のごとく処置前のパワーが高い被験者ほどパワーを低下させることが認められた。一方で、DS 処置では処置前のパワーの大きさに関係なく、すべての被験者にパワーの増大が確認された。また、3 処置におけるパワーへの効果に有意な ( $P<0.01$ ) 交互作用が確認され、処置間でパワーに及ぼす効果に相違が認められた。さらに、多重比較検定の結果、DS 処置後のパワーが SS および NS 処置後のそれらよりも有意に ( $P<0.01$ ) 高い値 (+13%) を示した。故に、dynamic ストレッチングは等負荷性筋活動における発揮パワーを向上させることが示された。

そして最後に研究 4 として、dynamic ストレッチングが種々の負荷における短縮性等負荷性膝伸展の発揮パワーに及ぼす急性の効果について検討した。処置は、1) 膝伸筋群を伸張するための 2 種類の dynamic ストレッチングならびに膝伸展をシミュレートした 2 種類の dynamic ストレッチング、計 4 種類をそれぞれ 2 セットずつ実施する DS 処置および 2) 8 分間安静を保持する NS 処置とし、各被験者は両処置をランダムな順序で別日に実施した。DS 処置では、研究 3 に準じた方法を用いた。また、パワー測定には研究 1 と同一の機器を使用した。その結果、DS 処置のパワーはすべての負荷において NS 処置のそれらよりも有意に ( $P<0.05$ ) 高い値を示した (5%MVC: +9%; 30%MVC: +6%; 60%MVC: +8%)。また、DS 処置のピークパワー時の力-パワー曲線は、NS 処置のそれよりも一貫して上方に位置することが示された。これら結果は、dynamic ストレッチングが種々の負荷における短縮性等負荷性筋活動の発揮パワーを向上させることを示している。よって、dynamic ストレッチングは多くの瞬発的な身体活動におけるパフォーマンスを向上させることが示唆される。

以上、本研究の結果より、static ストレッチングは種々の負荷における等負荷性筋活動の発揮パワーを低下させること、ならびに伸張時間が 30 秒の static ストレッチングであっても等負荷性筋活動における発揮パワーを向上させないことが示された。したがって、ウォームアップにおける static ストレッチングは筋機能向上のためのストレッチングとして適しているとは言い難い。一方で、dynamic ストレッチングは種々の負荷における等負荷性筋活動の発揮パワーを向上させることが示された。よって、dynamic ストレッチングはウォームアップにおける筋機能向上のためのストレッチングとして有効と考えられよう。先行研究において、static ストレッチングだけでなく、

ballistic ストレッチングならびに proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) ストレッチングによる筋機能の低下が認められている。これらのことから、著者は、瞬発系の身体活動の前のウォームアップにおける筋機能の向上のためのストレッチングとして dynamic ストレッチングを推奨する。

# 学位論文審査の要旨

主 査 助 教 授 石 井 好 二 郎  
副 査 教 授 須 田 力  
副 査 教 授 山 中 正 紀  
副 査 教 授 安 田 和 則

## 学 位 論 文 題 名

### static ストレッチングおよび dynamic ストレッチングが 等負荷性筋活動における発揮パワーに及ぼす急性の効果

本論文は、ウォームアップにおいて筋機能を向上させるための有効なストレッチングのテクニックを明示するために、static (静的) ストレッチングならびに dynamic ストレッチングを用いて種々の身体活動を構成する等負荷性筋活動の発揮パワーに及ぼす急性の効果について明らかにすることを試みた一連の研究成果である。

まず第1章では、ストレッチングのテクニック、およびウォームアップにおけるストレッチングに関する精緻な文献的検討を行い、1) static ストレッチングがウォームアップにおいて、筋機能を向上させるための手段として不適切であるのか否か、2) dynamic ストレッチングがウォームアップにおいて、筋機能を向上させるための手段として適当であるのか否か、等の本論文において検討すべき課題の所在を明らかにしている。

続いて第2章では研究1として、static ストレッチングが種々の負荷における等負荷性膝伸展パワーに及ぼす急性の効果を明らかにするため、膝伸筋群に6種類のstatic ストレッチングを行う処置 (SS 処置) と、安静を保持する処置 (NS 処置) の両処置後の等負荷性膝伸展パワーを比較検討している。その結果、SS 処置のパワーがすべての負荷においてNS 処置のそれらよりも有意に低値を示すことを認め、static ストレッチングが種々の負荷における等負荷性筋活動の発揮パワーを低下させることを明らかにした。

第3章では研究2として、スポーツ現場でウォームアップとして推奨される30秒のstatic ストレッチングについて検討を加えている。運動には垂直跳びに類似したレッグプレス動作を選び、研究1と同様のストレッチング処置後 (SS 処置 vs. NS 処置) のレッグプレスパワーを比較した。

その結果、SS 処置と NS 処置のパワーの推移に有意な差は認められなかったが、両処置において、処置後のパワーの低下を確認している。すなわち、static ストレッチングが 30 秒の伸張時間であっても等負荷性筋活動の発揮パワーを向上させず、低下させる恐れがあることを明示した。

第 4 章では研究 3 として、新しいストレッチング処置として注目されている dynamic ストレッチング (DS) を、研究 2 の結果に加えることにより (SS 処置 vs. NS 処置 vs. DS 処置)、その効果を比較・検討している。なお、本論文で述べる dynamic ストレッチングとは、ストレッチングをする者が自ら能動的な筋活動を利用して、関節の伸展、屈曲、ならびに回旋などを行い、身体を動かしながら筋群を伸張させる方法である。本研究において 3 処置間のパワーの推移に有意な差が認められ、DS 処置後のパワーが SS および NS 処置後のそれらよりも高値を示すことを明らかにした。すなわち、dynamic ストレッチングが等負荷性筋活動における発揮パワーを向上させることを示した。

第 5 章では研究 4 として、dynamic ストレッチングが種々の負荷における等負荷性膝伸展の発揮パワーに及ぼす急性の効果について明らかにすることを目的としている。研究 1 の SS 処置に替えて、膝伸筋群を伸張するための 2 種類の dynamic ストレッチング、および膝伸展をシミュレートした 2 種類の dynamic ストレッチングを各 2 セット実施する DS 処置と NS 処置との比較を行っている。その結果、DS 処置のパワーがすべての負荷において NS 処置のそれらよりも有意に高値を示すことを確認した。したがって、dynamic ストレッチングが種々の負荷における等負荷性筋活動の発揮パワーを向上させることを明らかにしている。

最後に第 6 章では結論として、一連の研究で得られた知見についてまとめ、dynamic ストレッチングがウォームアップにおける筋機能向上のためのストレッチングとして適当であると提言を行っている。

本論文は、実際の運動場面を想定した研究で構成されている。また、ストレッチングの時間等にもこだわり、さらに種々の負荷強度の発揮パワーについて、その要因までも詳細に検討したことにより、ストレッチング研究を大きく前進させ、スポーツ現場へも貢献する研究であると審査委員会の評価も一致した。

なお、本論文の一部は、国際誌である『Journal of Strength and Conditioning Research』に 2 編、掲載および受理されている。また、著者は医学教養誌である「からだの科学 (日本評論社)」より、ストレッチングに関する総説を依頼され掲載されるなど、研究者としてもすでに高い外部評価を得ている。

よって、著者は北海道大学博士 (教育学) の学位を授与される資格があるものと認める。