

氏名(本籍)	さんぼんぎ 三本木	ゆたか 温(北海道)
学位の種類	博士(体育科学)	
学位記番号	博乙第1832号	
学位授与年月日	平成14年3月25日	
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当	
審査研究科	人間総合科学研究科	
学位論文題目	持久走における筋力・筋パワーからみた脚筋疲労に関する研究	
主査	筑波大学教授	医学博士 高松 薫
副査	筑波大学教授	教育学博士 阿江 通良
副査	筑波大学助教授	教育学博士 尾 縣 貢
副査	筑波大学講師	博士(医学) 向井 直樹
副査	筑波大学助教授	博士(医学) 宮川 俊平

## 論文の内容の要旨

### 1. 研究目的および課題

マラソンをはじめとする持久走の成績を意図的・計画的に高めていくためには、体力、とくに呼吸循環機能の面から有氣的持久力の向上を図ることが何よりも重要である。またそれと同時に、最近のスピード化した持久走に対処するためには、高い筋力・筋パワーを長時間にわたって発揮し続けることができる筋機能の向上を図ることも重要になっている。このために、トレーニング現場では、持久走のための合理的な筋力・筋パワートレーニング法を確立していくことが求められているが、これまで持久走と筋力・筋パワーとの関係について行った研究は極めて少ない。

そこで本研究では、持久走による脚筋疲労の特徴を筋力・筋パワーの面から明らかにし、トレーニング法を確立していくのに有用な知見を得るために、持久走が筋力・筋パワーに及ぼす影響(研究課題1)、持久走の成績と筋力・筋パワーの低下との関係(研究課題2)、持久走による筋力・筋パワーの低下と、走の経済性および走動作の変化との関係(研究課題3)、筋力・筋パワートレーニングが持久走成績および筋力・筋パワー低下に及ぼす影響(研究課題4)について検討した。

### 2. 研究方法および結果

#### (1) マラソンレースにおける走速度の低下と筋力・筋パワーの低下との関係

(実験1; 研究課題1および2)

マラソンレース出場者32名(平均記録: 3時間55分27秒±51分24秒, 2時間35分22秒-5時間31分36秒)を対象にして、レースの直前と直後に、体重、および筋力・筋パワーの指標として握力、アイソメトリックな膝伸展運動における最大力と力発揮速度(RFD)、垂直跳び(CMJ)の跳躍高、5回連続リバウンド型跳躍(5RJ)の跳躍高、踏切時間、リバウンドジャンプ指数(5RJindex)を測定した。

その結果、①走速度はレース後半に有意に低下したこと、②体重および筋力・筋パワー、とくに下肢の筋力(膝伸展運動の最大力とRFD)・筋パワー(5RJの成績)は、いずれもレース後に有意に低下したこと、③レース中の走速度の低下が大きい者ほど、5RJの成績の低下率は大きかったこと、などが認められた。

以上のことから、マラソンレースは脚において短時間に発揮される筋力・筋パワー、特に伸張—短縮サイクル運動における筋パワーを大きく低下させるので、それをレース後半にかけて高い水準に保つことが走速度を維持させるために重要であることが示唆された。

## (2) リバウンドジャンプから見た持久走による脚筋疲労

(実験2；研究課題1および2)

日常的にジョギングを行っている男性5名(Runner群)と行っていない男性5名(Non-runner群)を対象にして、血中乳酸濃度2 mmol/lに相当する強度で、1周5.4kmのコースを5分間の休息をはさんでRunner群は8周(43.2km)、Non-runner群は4周(21.6km)走行させ、休息中に体重、血中乳酸濃度、主観的運動強度、5RJにおける跳躍高、踏切時間、5RJindex、および踏切中の足、膝、股関節における絶対仕事を測定した。

その結果、①両群ともに、走行中に、体重は有意に減少し、心拍数および主観的運動強度は有意に増加すること、および5RJの成績は低下傾向にあったこと、②Runner群では、走行中に、5RJの踏切局面における足および膝関節の仕事は減少したこと、および5RJの成績の低下率が大きい者ほど、脚および全身の主観的運動強度の変化率が大きかったこと、④両群ともに、走速度の低下率の大きかった者は小さかった者と比較して、5RJの踏切局面における関節仕事の貢献度が足関節では低下し、股関節では増加したこと、などが認められた。

以上のことから、一定速度を維持することを目標とした中強度の持久走では、1) 平均値でみると、脚全体での筋出力を大きく低下させないものの、持久走後半にかけて足および膝関節まわりの筋群において疲労が著しく起こること、2) 個人ごとにみると、足関節まわりの筋出力の低下が持久走中の走速度の低下を引き起こす可能性のあることなどが示唆された。

## (3) マラソンレースによる走の経済性、走動作および筋力・筋パワーの変化の相互関係

(実験3；研究課題2および3)

マラソンレース出場者13名を対象にしてレースの3日前から前日にかけてのいずれかの1日とレース直後に、トレッドミルでの3分間の最大下走行中(斜度0度、分速200m)の $VO_2$ と走動作(ストライド頻度とストライド長および支持時間と非支持時間)、体重および筋力・筋パワーに関する項目を測定した。

その結果、①体重および筋力・筋パワーはレース後に有意に低下したこと、②レース後に、最大下走行中の $VO_2$ は増加傾向にあること、および最大下走行中のストライド頻度は増加しストライド長は減少する傾向にあり、非支持時間は有意に減少し支持時間は増加する傾向にあったこと、③マラソンレース前・後における走の経済性、走動作および筋力・筋パワーの各変化率の相互間にはいずれも有意な相関関係はなかったこと、④レース前・後半の走速度の低下率が小さかった速度維持群(低下率:  $0.44 \pm 2.6\%$ )では、最大下走行中の非支持時間(短縮)、アイソメトリックな膝伸展運動における最大力とRFD(低下)、5RJ踏切時間(増大)が有意に変化したのに対して、走速度の低下率の大きかった速度低下群(低下率:  $-21.8 \pm 16.8\%$ )では最大下走行中の $VO_2$ (増加)、および筋力・筋パワーに関する全ての測定項目(低下)が有意に変化したこと、などが認められた。

以上のことから、マラソンレースは脚の筋力・筋パワーを低下させるとともに、走動作や走の経済性を変化させる傾向にあるが、これらの変化は必ずしも相互に関連しあって起こるとはいえないことが示唆された。

## (4) 筋力・筋パワートレーニングが有気的能力およびマラソンレースの成績に及ぼす影響

(実験4；研究課題4)

日常的に持久走トレーニングを行っている男性12名を、持久走トレーニングのみを行う群(Con群)と持久走トレーニングに筋力・筋パワートレーニングを行う群(Exp群)の2群に分け、週2回・7週間のトレーニング期間前・後に筋力・筋パワーに関する項目、および有気的能力をみる項目として最大下走行時(200m/分、4分間)

でのVO<sub>2</sub>と血中乳酸濃度、最大走行時でのVO<sub>2</sub>maxと最高到達速度および12分間走の走行距離を測定した。また、トレーニング期間が終了した1週間後に被験者全員にマラソンレースに出場させて、レース前・後に体重および筋力・筋パワーに関する項目を測定した。

その結果、①7週間のトレーニング期間後に有意に変化した項目は、Exp群では最大走行時の最高到達速度（増加）および12分間走の走行距離（増加）であったのに対して、Con群ではCMJの跳躍高（減少）および最大酸素摂取量（増大）であったこと、②マラソンレースの平均記録とレース前・後半の走速度の低下率には、両群間に有意な差はなかったこと、③マラソンレース後に有意に変化したのは、Exp群では体重、アイソメトリックな膝伸展運動における最大力とRFD、CMJの跳躍高、5RJの跳躍高と踏切時間および立5段跳びの跳躍距離であったのに対して、Con群では体重、アイソメトリックな膝伸展運動におけるRFD、5RJの踏切時間および立5段跳びの跳躍距離であったこと、④レース前・後における各測定項目の変化率には、両群間に有意な差はなかったこと、などが認められた。

以上のことから、本研究における筋力・筋パワートレーニングは、持久走トレーニングによって起こる筋力・筋パワーの低下を抑制させるとともに、最大強度での有気的パフォーマンスを改善させる効果があること、またその結果として、マラソンレースの平均走速度を向上させる可能性があったが、マラソンレースによる筋力・筋パワーの低下およびレース後半の走速度の低下を軽減する効果はそれほど大きくないことが示唆された。

### 3. 結論

本研究では、長時間の持久走による脚筋疲労の特徴を、とくに筋力・筋パワーの面に着目して検討した結果、①持久走後には、特に下腿において短時間に発揮される筋力・筋パワーが低下すること（研究課題1）、②筋力・筋パワーの低下が著しい者ほど、持久走中の走速度の低下が著しいこと（研究課題2）、③マラソンレース中の走速度の低下が著しい者ほど、走の経済性および筋力・筋パワーが低下する傾向にあるが、それらの相互関係については明らかではないこと（研究課題3）、④筋力・筋パワートレーニングは、高強度の有気的能力を高めることによって持久走成績を改善する効果があるが、走速度の低下の抑制には必ずしもつながらないこと（研究課題4）、などの知見を得た。

本研究の結果は、優れた持久走成績をあげるためには、高い筋力・筋パワーを獲得することが重要であるが、走行中の筋力・筋パワーを維持し走速度の低下を軽減するためには、筋持久力トレーニング法について検討する必要があることを示唆するものである。

## 審査の結果の要旨

### 1. 批評

マラソンをはじめとする持久走の成績を決定する要因については、これまで体力や技術の面から数多くの研究が行われてきた。なかでも体力については、走行中の酸素摂取能力とその限定要因、およびそれらのトレーニング法に関する研究を中心に枚挙にいとまないほど行われ、その研究成果はトレーニング現場に還元され記録更新に多大な貢献をしてきた。しかし、その一方において、最近のスピード化した持久走に対処するために筋力・筋パワーの重要性が指摘され、この面からの基礎的あるいは実践的な研究の必要性が生じてきた。

著者は、このことを約10年前に予見し、持久走による脚筋疲労の特徴を筋力・筋パワーの面から明らかにするために、持久走による筋力・筋パワーの低下の実態（研究課題1）、持久走の成績と筋力・筋パワーの低下との関係（研究課題2）、持久走による筋力・筋パワーの低下と、走の経済性及び走動作の変化との関係（研究課題3）、筋力・筋パワートレーニングが持久走の成績及び筋力・筋パワーの低下に及ぼす影響（研究課題4）の4つの課題を設定し、これらを実際のマラソンレースをとおして検討した。その結果、持久走後の筋力・筋パワーの低下

は、特に下腿において著しいこと（研究課題1）、筋力・筋パワーの低下が著しい者ほど、持久走中の走速度の低下が著しいこと（研究課題2）、持久走中の走速度の低下が著しい者ほど、筋力・筋パワーの低下に加えて、走の経済性の低下と走動作の変化が生じる傾向にあること（研究課題3）、筋力・筋パワートレーニングは、持久走成績を改善する効果があるが、走速度の低下の抑制には必ずしもつながらないこと（研究課題4）、などを明らかにした。そして、持久走中の走速度を高めるためには、筋力・筋パワートレーニングが重要になるが、持久走中の筋力・筋パワーの低下および走速度の低下を抑制するためには、筋持久力トレーニング法についてさらに検討する必要があることを示唆した。

上記の研究成果は、マラソンをはじめとするこれまでの持久力トレーニング法を再考する必要性を提示したものとして高く評価される。しかし、本研究の所期の課題を達成するためには、著者が今後の課題としてあげているように、いくつかの基礎的あるいは実践的な研究が残されている。これらは、著者の今後の研究に期待したい。よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。