

平成 12 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

修士論文

長距離ランナーの主運動を基準とした
クーリングダウンの効果

コーチング科学領域

鯉川 なつえ

論文指導教員

澤木 啓祐 教授

合格年月日

平成 13 年 3 月 1 日

論文審査委員

主査

澤木 啓祐

副査

吉岡 浩

副査

高岡 郁夫

目次

		頁
第 1 章	緒言	1
第 2 章	関連文献の考証	5
第 1 節	スポーツにおける疲労と回復	6
第 2 節	クーリングダウン	7
(1)	クーリングダウンの生理学的効果	7
(2)	クーリングダウンの強度	9
第 3 節	筋の硬さにおける研究	12
第 4 節	主観的強度 (RPE) と客観的強度	15
第 3 章	実験方法	19
第 1 節	予備調査	19
第 2 節	被験者	19
第 3 節	主運動およびクーリングダウンの強度	20
第 4 節	測定項目と測定方法	22
(1)	血中乳酸濃度	22
(2)	心拍数	23
(3)	筋硬度	23
(4)	主観的強度 (RPE)	25

第 5 節	実験手順	25
第 6 節	実験期間および場所	26
第 7 節	統計処理	27
第 4 章	実験結果	28
第 1 節	血中乳酸濃度の変化	28
第 2 節	心拍数の変化	29
第 3 節	筋硬度の変化	30
第 4 節	主観的強度 (RPE)	30
第 5 章	考察	31
第 6 章	結論	40
第 7 章	要約	41
引用および参考文献		43
欧文要約		50
謝辞		
表	1~5	
図	1~6	
資料	1~3	
付表		

第 1 章 緒言

陸上競技の長距離種目は、近年の高速化や著しい記録の向上により、トレーニングの質・量ともに増加している。しかし、成長期にある選手たちのトレーニングはオーバーワークの危険と紙一重である。毎日のトレーニングの疲労を速やかに回復させなければ、トレーニングの効果が得られないばかりか、傷害の原因にもなりかねない⁵⁸⁾。

運動による疲労回復を積極的に促進するために、これまでランナーが経験的に用いてきた代表的な手段は、ジョギングやウォーキングを行うクーリングダウンが一般的である^{2) 6)}。

クーリングダウンの効果については、軽い運動が激しい運動後の血液を正常に循環させ、血中乳酸の除去を促進する効果があり、硬直した筋肉を早く元に戻すのに有効である、ということが、血中乳酸を指標として 1920 年代以降、多くの研究^{13) 38) 74) 68)}によって明らかにされている。

浅見ら⁴⁾は日本のスポーツマンが試合時および練習時に行っているクーリングダウンの内容や目的について、団体・個人合わせて 24 の競技においてアンケート調査を行った。

その結果、試合後および練習後にクーリングダウンを行うか行わ

ないかについて、個人競技では「必ず行う」は全体の 36.9%しかおらず、「だいたい行う」「行うときも行わないときもある」が 39.4%、「あまり行わない」「まったく行わない」は 23.6%と、かなりの割合でクーリングダウンが軽視されている現状があり、研究によってクーリングダウンの重要性が解明されているにもかかわらず、実際のトレーニング現場では浸透されていないことを問題提起していた。

しかし、クーリングダウンの方法についての研究が進むと同時に、血中乳酸の除去に最も効果のある、クーリングダウンの強度を求める研究も多く行われてきた。

Hermansen ら²⁴⁾ Bonen ら⁷⁾ は、トレッドミル走によるクーリングダウンの至適強度は、最大酸素摂取量（以下 $\dot{V}O_2 \max$ とする）の 60%程度と報告している。

そのほか、白石ら⁶¹⁾ 吉野ら⁸⁶⁾ は個人の無酸素性作業閾値（以下 AT とする）を基準とした強度が有効だと唱え、長沢ら⁴⁹⁾ は乳酸性作業閾値（以下 LT とする）を基準とした強度を指標にして、至適強度を割り出している。

しかし、実際のトレーニング現場において、運動後のクーリングダウンが必要であることが理解されてはいるものの、その生理学的な効果とそれに基づいた方法論は確立されておらず、多くの競技者がクーリングダウンの有効性を実感できていないのが現状である。

また、研究室で解明されているクーリングダウンの至適強度や内容も、うまく実際のコーチング現場に反映できていない。

その原因はクーリングダウンの至適強度が、 $\dot{V}O_2 \max$ や AT、LT を基準にしているため一般的でなく、応用しにくい上に、その時々
の運動強度や本人の体調を反映していないからであると考えられる。

一方、これまでクーリングダウンの研究は、バスケットボール⁶⁵⁾、サッカー^{64) 67)}、水泳⁵²⁾、水球^{68) 69)}においてフィールド実験が報告され、少しずつその研究がトレーニング現場で明らかにされているが、陸上競技の長距離種目において、主運動を用いたコーチングに関する研究はなされていない。さらには、日常の長距離トレーニングでの走スピードを考慮した、クーリングダウンに関する研究は見あたらない。

そこで本研究の目的は、長距離ランナーを被験者としてコーチング科学の立場から、従来のような実験室でしか計算できない強度を用いるのではなく、主運動を考慮して実際に行った主運動のスピードを用いたクーリングダウンの至適強度を、血中乳酸および筋硬度の減少率より検討し、その効果を実証することである。そうすることにより、その日のランナーのコンディションを加味した、簡便かつ効果的なクーリングダウンの強度がトレーニング現場に生かされ、形式的に行われているクーリングダウンを、より合理的かつ合目的

的に行うことができると思う。さらには、競技力の向上および傷害の予防に役立たせることにある。

第2章 関連文献の考証

比較的激しい強度の運動を行うと、無氣的代謝が動員され、筋中に乳酸が生成され筋疲労が生じる²⁵⁾。そして、乳酸が安静値よりも上昇した状態で次の運動を行うと、作業成績が低下してしまう恐れがあることが指摘されている^{26) 36)}。

しかし、陸上競技の長距離種目においては、高強度のトレーニングを日々継続することで、よりパフォーマンスを向上させることができる。そこで、その日のトレーニングの疲労をいかに速く回復させるか、ということが重要な課題となる。

本章では、最大に近い強度での運動を継続して行う、陸上競技の長距離走を測定対象競技としてとりあげ、そのインターバルトレーニングにおける疲労回復の指標に血中乳酸、心拍数、筋硬度、さらに主観的強度（以下 RPE とする）を用いて、効果的な回復に関する方法についての関連文献を中心に考証する。

第1節 スポーツにおける疲労とその回復

疲労とは何か、という定義については研究者により各様の表現がなされるが、その現象の性格からみれば、心身のはたらきにとって不利なマイナスの現象があるに違いない¹⁾。

トレーニングによる疲労現象をまとめると、(1)疲労物質の蓄積(特に乳酸の蓄積)、(2)エネルギー源の消耗(特に筋グリコーゲンの枯渇)、(3)物理化学的変調(特に血液の恒常性の失調)、(4)調整機能の失調(特に中枢神経系の調整機能の遅延と失調)などが考えられている⁴⁸⁾。

しかしながらアスリートにとって、トレーニングで疲労を生じさせないような軽い身体運動は、なんらトレーニング効果を現さない。その意味で疲労はきわめて生理的な現象であり、生命の防護と身体の強化に不可欠な現象である¹⁾。ゆえにスポーツのトレーニングにおいては、トレーニング負荷による疲労からの回復過程において、元のレベル以上に達するという超回復の原理⁷⁸⁾が活用されている。

そこで、スポーツ選手にとってトレーニング後に行う最も身近な疲労回復方法であるクーリングダウンは、練習および試合の後に当然行うべき行為であり、ウォーミングアップとならんでこれを行うべきである¹⁸⁾ともいわれおり、トレーニングの現場において、疲

労に伴う症状を、運動後できるだけ速やかに回復させる、効果的なクーリングダウンの検討が必要だといえる。

第2節 クーリングダウン

(1) クーリングダウンの生理学的効果

疲労回復を積極的に促進するために、これまで競技者が経験的に用いてきた手段は、ジョギングやウォーキングを行うクーリングダウンが一般的である^{11) 18)}。

激運動後のクーリングダウンについて、Cooper¹²⁾はトレッドミルのオールアウト走後、全く動かずに立位休息をとるように指示したところ、100人の成人男性のうち17名が失神してしまったことを報告している。またRoyce⁵⁷⁾は、激しい運動から徐々に運動強度を減少させながら動き続けることによって、心臓への静脈帰還流が促進され、運動後の吐き気やめまいを防ぐことができるとしている。

一方Foxら¹⁹⁾は、被験者を疲労困憊になるまで運動させ、静的休息(安静)、歩行、ジョギングなどの軽運動をした時の疲労回復の違いを調べた。その結果、静的休息では血中乳酸が半減するのに25分かかるが、ジョギングなどの動的休息をした場合、血中乳酸は11分で半減したと報告しており、動的なクーリングダウンの重要性を

指摘するものであった。

また Newman ら⁵³⁾は 3 名の被験者に 12% ののぼり勾配をつけたトレッドミルを走らせてオールアウトにした。そして 5 分間の臥位安静後 2 人にはそれぞれ異なったペースでの歩行を 45 分間行わせ、そのまま安静を続けた 1 人との血中乳酸濃度の違い、すなわち主運動後の血中乳酸濃度に対するクーリングダウン後の血中乳酸濃度の差を、主運動後の血中乳酸濃度と運動前の血中乳酸濃度との差で除し、百分率で表した値（以下除去率とする）を比較した。その結果、安静にしているよりも軽い運動をした 2 人の方が、血中乳酸の除去率が高いことが観察された。

その後、運動後すぐに安静になるのではなく、軽運動を行う方が血中乳酸をより速く減少させることができる、という内容の知見は現在に至るまで数多く報告された^{20) 44) 63) 75)}。

さらに石田ら³¹⁾は、踵上げ動作により下腿三頭筋に筋疲労を起こさせ、ジョギング、マッサージ、ストレッチングでの筋疲労の回復の違いをみた。その結果、筋そのものの収縮機能を回復させるには、ジョギングなどの軽運動が最も効果的であることを報告した。

これらのことからクーリングダウンの生理学的効果は、①静脈血帰還の維持（血流促進）、②疲労物質である乳酸の速やかな除去、③硬直した筋肉の弛緩であるといえる。

(2) クーリングダウンの強度

乳酸は必ずしも、無酸素条件で産生されるものではないと考えらるため、乳酸は産生される一方で、酸化されるなどして除去されている²³⁾。乳酸の代謝回転率は、運動強度の増加とともに増加すると報告されている^{15) 17)}。つまり、運動で乳酸の産生が高まるが、除去も高まっている¹⁷⁾ので、クーリングダウンの運動強度が疲労の回復に影響してくると考えられる。

1949年 Rammal ら⁵⁶⁾は2名の被験者に、1260kgm/分の強度で25分間の自転車エルゴメーター運動をさせた後、30分～60分間の安静および540,720および900kgm/分の運動を行わせ、血中乳酸の除去率を比較した。その結果、安静状態で回復した場合が最も血中乳酸の減少が遅く、720kgm/分が最も血中乳酸の減少が速やかであったと報告し、クーリングダウンの運動強度に至適水準があるのではないかと考えはじめられた。

Davies ら¹³⁾は、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ の約80%に相当する強度での自転車エルゴメーター運動を6分間行わせた後、40分間の安静および、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ の15%,30%,45%および60%強度でのクーリングダウンを行わせた。その結果、運動による回復時の血中乳酸除去速度が最も速かったのは、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ の30～45%強度であったと報告している。

また、Belcastro ら⁶⁾は男子体育学部生7名に、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ の89%

に相当する自転車エルゴメーター運動を 6 分間行わせた後、 $\dot{V}O_2$ max の 29.7%, 45.3%, 61.8% および 80.8% の強度で 30 分間自転車をこがせて血中乳酸の除去に関する至適強度を求めた。その結果、 $\dot{V}O_2$ max の 29.7% が最も血中乳酸の除去率が高く、至適強度であることを報告した。

一方、Hermansen ら²⁴⁾ はトレッドミルを用いて、7 名の被験者に約 60 秒の最大運動を 4 分ずつ休息をはさんで 3 回行わせた後、勾配 5.25% のトレッドミル走を $\dot{V}O_2$ max の 30%, 60%, 70% および 80% の強度で、それぞれ 30 分間ずつ歩あるいは走を行わせた。その結果、血中乳酸の除去速度が最も速かったのは $\dot{V}O_2$ max の 63% であったと報告している。

これらの報告結果を総括してみると、自転車エルゴメーターを用いた実験の場合は 30~40% $\dot{V}O_2$ max 程度の強度が、トレッドミル走などの走運動の場合は 60% $\dot{V}O_2$ max 程度の強度が、クーリングダウンの至適強度であると考えられた。

これは、自転車エルゴメーターとトレッドミル走では主動筋群に違いがあるため、疲労の度合いが異なってくるからだと考えられる。そうすると、当然、研究室内でのトレッドミル走と屋外グラウンドでの走運動にも違いがあるのではないかと推察される。

その他クーリングダウンの強度について、白石ら⁶¹⁾ 吉野ら⁸⁶⁾

McLellan ら⁴⁴⁾ は、血中乳酸の除去が最も速やかである回復期運動の強度には個人差が大きい、各個人の AT を基準として設定した方が効果的であると報告している。

また長沢ら⁴⁹⁾ は、15分程度の自転車による漸増最大運動後の血中乳酸除去に対しては、LT 付近の強度でのクーリングダウンが最も有効であると報告している。

さらに、クーリングダウンを漸減的強度で行った方が効果的である²⁹⁾ という報告や、整理体操等を途中に入れながら間欠的に行うべきか、それとも連続した運動を行うべきか、というクーリングダウンの様式に関する研究もすすめられた³⁰⁾。

Gisolfi ら²⁰⁾ は 4名の男性を被験者として、2名に 2%の勾配をつけたトレッドミルを 20.9km/h で走らせ、残りの 2名を 2.5%の勾配で 19.3km/h でそれぞれオールアウトまで走らせた。その後、全員 5分間の椅座位安静にした後、1度目はそのまま安静状態で回復を図り、2度目は前者に 0%の勾配で、10.5km/h で 50分間、後者には 2.5%の勾配で 6.4km/h および 5.0%の勾配で 7.2km/h で 35分間の回復運動を行わせた。その結果、安静状態の回復にくらべて回復運動を行った方が、酸素負債量が有意に減少したことや、回復運動は間欠的に行った方が良いことを示唆した。

これに対し、Bonnen と Belcastro⁷⁾ は 1マイルの全力走を行った被

験者に対して、安静群、20分間の自主的なペースでの連続ランニング群、間欠的な運動群にわけ、血中乳酸の除去率を比較した。その結果、自主的ペースによる連続ランニング群が他の2つの方法より有意に除去率が高く、連続的に運動した場合は安静よりも有意に高い乳酸除去率を示したことを報告した。

これら多くのクーリングダウンの強度に関する研究により、運動によって生産された血中乳酸の速やかな除去をめぐる、さまざまなクーリングダウンの至適強度やクーリングダウンの方法^{24) 49) 61)}が解明されていることがわかった。

しかし、これらの研究はおもに研究室内で実験が行われており、実際のトレーニング現場において、 $\dot{V}O_2 \max$ や AT および LT の測定が困難である施設が多いことを考慮すると、より実用性や簡便性に富む、クーリングダウンの強度の確立が必要である。

第3節 筋の硬さにおける研究

疲労の研究は、戦後我が国において盛んに行われていた時期があり^{22) 50) 77)}、高度経済成長を支える工場における、作業能力の向上にはまず疲労困憊の早期発見が必要であり、疲労判定指標の確立が重要であるとされていた。

このような時代背景から、徐々にスポーツにおける、練習能率の向上についての研究へと広がっていったと考えられる。

万井⁴¹⁾は人の機械的作業能力は筋の発育に負うこと至大であつて、筋力の測定が重要な検査項目であると同時に、筋肉疲労の判定指標としても欠くことのできないものであると述べている。

しかし、筋肉の疲労については、筋力の低下からだけではなく、硬さの変化などからも論じられるようになっていった^{28) 39)}。

生体の筋疲労は、いわゆる「こり」や「はり」という感覚で実感されることが多いが、これは力学的には筋の粘弾性特性として表されると考えられる^{35) 37) 47) 72)}。

筋肉が固いか柔らかいかは、本人の触診や感覚で認識するのは容易であるが、これらを定量的に表すことは難しい¹⁴⁾。

しかし、運動の継続によって得られる主観的な筋肉の硬さを、客観的な尺度として捉えることができれば、疲労度やその回復を測るひとつの指標になると考えられる。

内藤⁵¹⁾は野球試合、庭球試合、拳闘試合、および野球投手の投球、それぞれの運動前後の筋硬度を測定した。その結果、鍛錬されていない筋は、鍛錬された筋より同一仕事に対する疲労が急激かつ大であり、他種疲労判定成績と筋硬度測定による疲労判定成績とがよく一致することを報告した。

土居と小林ら¹⁴⁾は、男子長距離ランナーに5000mのタイムレースを行わせ、レース前後の筋の硬さを測定した。その結果、レース後の疲労時には筋の硬さが増加することを報告した。

また堀川ら²⁷⁾は、健康な成人男性で運動経験者あるいは現役運動選手14名を被験者として、等尺性脚伸展動作をメトロノーム音にあわせて、2秒に1回のリズムで100回行うことを1セットとして、10分間の間隔をおき4セット繰り返し行わせた。いずれの試行も最大努力で行うよう指示し、大腿四頭筋の筋硬度に及ぼす影響を検討した。その結果、筋硬度は1セット後からセット数を重ねるごとに有意に増大傾向がみられ、4セット終了後は時間の経過とともに筋硬度の値も低下したことを報告した。

このように、今日まで激しい運動を行った直後には、筋肉の硬さが大きく増加するという報告が多くなされており^{27) 35) 51)}、筋の硬さは血中乳酸同様疲労の尺度になりえると考えられる。

スポーツの場面において、運動の特性から必ず筋の収縮を伴うことから、筋疲労の発現が多く見られるのは当然である³²⁾。

そこで紺野³⁹⁾は、筋の収縮時と弛緩時の硬度差を問題にして研究を進め、収縮時と弛緩時の筋硬度の差が大きいほど運動能力が高く、走力、跳躍力、握力との相関があることを報告した。このことにより、筋の硬さは運動の質的变化によって変化するとも考えられ、

トレーニングの強度を判定できることが示唆された。

また、筋肉の硬さの変化は身長、体重、皮下脂肪に影響を受けず^{14) 39) 51)}、日常生活での筋肉の硬さも経日的、経時的に変化しない⁴⁸⁾ことから、筋硬度は疲労度をあらわす客観的な指標のひとつになる可能性が示された。

第4節 主観的強度 (RPE) と客観的強度

運動強度の尺度には、物理学的なもの、生理学的なもの、そして心理学的なものがある。物理学的なものには、たとえば自転車エルゴメーターの仕事量 (kgm/分、ワット等) や、ウォーキングやジョギングの際に用いられる速度 (m/分、km/時間等) があり、生理学的なものには運動による生体内の種々の生理学的応答、たとえば心拍数、酸素摂取量、血中乳酸等がある。それらはすなわち客観的強度といわれるものである。そして心理学的なものには、楽だとかきついか主観的に感じる、すなわち主観的強度 (rating of perceived exertion ; RPE) があるといわれている⁷⁸⁾。

客観的強度が広く用いられているのに対し、主観的強度は数値として表しにくいいため、あまり用いられていなかった⁷⁹⁾。

しかし RPE と物理学的応答、生理学的応答との間には密接な関係

があることが解明されてきた^{8) 54) 71) 76)}。

Borg^{9) 10)} は、自転車エルゴメーターによる長時間の運動で、感覚と心拍数の間には正比例の関係が成立するという考えに基づき、RPE スケールを作成した。このスケールは個人間の比較が可能であり、しかも物理的強度や生理的強度と高い直線的な関係があることが確認された。

また、RPE と HR の相関関係は $r=0.8\sim 0.9$ であるとし、成人においてはその数字尺度を 10 倍にした値が、その時の心拍数に相当する¹⁰⁾ と報告している。

Ekblom と Goldbarg¹⁶⁾ は、21 歳から 32 歳の健康な男性 19 名を被験者として、自転車エルゴメーターおよびトレッドミルを用いて 2 種類または 3 種類の最大負荷運動を 6 分間行わせた。その結果、酸素摂取量が同一レベルでは、RPE はトレッドミルより自転車エルゴメーターの方が高くなると述べ、運動様式の異なる場合において、酸素摂取量と RPE の関係は異なるが、それぞれの運動での $\dot{V}O_2 \max$ に対する % が同じ負荷では、RPE も同一になると報告している。Skinner ら⁶²⁾、田中と森⁷⁰⁾ もこれと一致した報告をしている。

小野寺と宮下⁵⁵⁾ は、持久性運動における強度を主観的に判定する尺度を、日本語の表現に対応させて作成した「日本語版 RPE」を考案した。これを用いて、トレッドミル走における RPE と客観的強

度との対応関係を検討した。被験者は、18歳から30歳の健康な男子学生22名で、水平なトレッドミル走によって速度の異なる3種類の最大運動を6分間ずつ無作為に行わせた。その結果、同一RPEに対する $\% \dot{V}O_2 \max$ および%最大心拍数（以下HRmax）との間に、有意な関係があることを報告し、Borg¹⁰⁾の作成したRPEと同様の結果が得られた。

また浅見ら⁵⁾は、18歳から21歳の健康な男子大学生155名を対象に、グラウンドにおいて「軽く」「中位の強さで」「かなり強く」「全力で」といった4種類の感覚的な言葉の指示による10分間走を行わせ、主観的強度を選択させた時とその時の客観的強度との対応性を調べた。その結果、言葉の指示にしたがって各自の持久性能力に見合った強度を、かなりうまく選択していたことを報告している。

山本ら⁸²⁾も健康な男女の大学生13名を被験者として、トレッドミルおよび自転車エルゴメーターを用いて「軽く」「中位で」「かなり強く」という3種類の言葉の指示によって、それに応じた強度を主観的に選択させ、RPEとの対応性について調べた。その結果、指示した言葉で選択した強度と、RPEの表語で表された強度との間にはほぼ一致する関係が認められたと報告している。

これらの報告から、RPEは客観的強度と対応関係にあり、個人差を考慮した上での運動強度の決定に応用できると考えられる。また、

身体的負担度の指標として RPE の有用性が高いことが示唆された。

このことから、本研究ではクーリングダウン後の RPE を明らかにすることで、正確なタイムの計測ができないような様々なトレーニング環境（クロスカントリーやロード走等）においても、クーリングダウンの強度が応用できるよう検討をすすめることとした。

第 3 章 実験方法

第 1 節 予備調査

本研究に先立ち、陸上競技長距離走におけるクーリングダウンの実態を把握するための事前調査を行った。

日本学生陸上競技対校選手権大会 1 部校に属する 5 校の、長距離を専門とする男女のランナー 243 名（うち男子 174 名女子 69 名）を対象に実施した。

質問紙は資料 1、アンケートの集計は資料 2 に示した。

第 2 節 被験者

本実験においては、順天堂大学スポーツ健康科学部の学生で、陸上競技部に所属する女子長距離ランナー 6 名を被験者とした。このうち 3 名は全日本大学女子駅伝に出場経験がある、高い競技力を有していた。

被験者の年齢、身長、体重およびトレッドミル走による $\dot{V}O_2 \max$ を Table 1 に示した。

Table 1

身長および体重については、同年齢における日本人の平均値（身

長 158.72cm および体重 51.05kg)⁴⁶⁾と比較すると、身長体重ともほぼ同じであったが、BMI については被験者全員が、標準よりも低い値であった。

なお、被験者には実験に先立って、本研究の目的、内容および手順について口頭および文書による説明を行い、被験者として参加することを依頼した。その結果、研究の主旨を十分に理解した上で、全員が参加を承諾し、「実験参加同意書」(付表 1)に署名・捺印を行った。また、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科倫理委員会の承諾を得た。

第 3 節 主運動およびクーリングダウンの強度

各被験者に対し、有酸素的持久力、無酸素的持久力、スピードおよび筋力を高めるのに効果的である⁵⁹⁾といわれている、急走期と緩走期を交互に繰り返して行う、インターバルトレーニングを主運動として行わせた。

その中でも、長距離走の練習として最も一般的で、スタミナの養成を目的とした時によく用いられる、1000m を 3~5 回走るロングインターバルを行った。

急走期のスピードは、被験者本人が主観的に「最もきつい」と感

じる強度で行うよう指示した。

なお、急走期の回数やスピード、緩走期の距離に関しては、年間を通して毎日トレーニングを指導しているコーチの主観も加えながら、主運動が最大に近い負荷強度になるように設定した。

クーリングダウンの強度は、Hermansen ら²⁴⁾が行ったトレッドミルを用いた、 $\dot{V}O_2\max$ をクーリングダウンの基準にした先行研究を参考に、実際に行ったインターバルトレーニングの、急走期の平均スピードの 80% (以下 S80)、60% (以下 S60)、30% (以下 S30) のスピードで行った。なお、S30 は各被験者の $\dot{V}O_2\max$ の 60% 程度に相当する強度であった。

鈴木ら⁶⁵⁾が、クーリングダウンの 1 分目から 15 分目の血中乳酸濃度の除去率から、15 分目が最も除去率が高くなったことを報告していることや、事前調査においてクーリングダウンの平均時間は 15 分前後であったことから、本実験におけるクーリングダウンは 15 分間の連続的なジョギングとした。

また、同一被験者がすべての強度のクーリングダウンを行い、至適強度を検討することとした。

第4節 測定項目と測定方法

(1) 血中乳酸濃度

血中乳酸濃度は、すべて乳酸分析器 BIOSEN 5040L (Enviteck 社製) により分析した。

同分析器は、血液を採取した毛細管を溶血剤入りのサンプル容器内に投入し、分析するまで保存できるタイプの装置で、採血が比較的短い間隔で連続する場合でも使用可能である。また、測定室から離れた、フィールド測定における利用性が高い⁸⁴⁾測定器である。

本実験における測定方法は、採血の直前にブラッドランセットを用いて被験者の指先に尖刺し、湧出させた血液を乳酸分析用キャピラリーチューブ (20 μ l) に採取し、直ちにキャピラリーチューブごと溶血剤入りのサンプル容器に投入し、軽く転倒混和し溶血を促進させた。さらに十分に溶血させるために 30 分以上放置し、その後分析を行った。

分析および結果については、主運動終了後の血中乳酸濃度 (a) に対する、クーリングダウン後の血中乳酸濃度 (b) の減少率を、先行研究⁸³⁾に従って以下の式により求め、百分率 (%) で表した。

$$(a - b) / a \times 100$$

(2) 心拍数

本研究において、主運動のインターバルトレーニング中および種々の強度によるクーリングダウン中の心拍数を、ハートレートモニター・アキュレックスプラス（POLAR社製）を用いて測定した。ハートレートモニターの送信許容範囲は1.5m以内であるが、本実験においては、集団で走らせることはせず、個人のトレーニング強度に合わせて単独で主運動を行ったので混線することはなかった。また測定では、3種類の心拍数のメモリーインターバルから、最短の5秒を選択することとした。

測定終了後、5秒毎に記録された心拍数を、主運動中およびクーリングダウン中に分け、それぞれの運動時間中の平均心拍数を算出した。

(3) 筋硬度

主運動前後およびクーリングダウン後の筋硬度の測定は、筋弾性計マッスルメーターPEK-1（井元製作所製）を用いた。

同測定器は、測定部位に主針・副筒を押し当てることで、あらかじめ設定されたスプリングの荷重と位置変化により、皮下脂肪層を押し分け筋肉に到達し、その筋肉の硬さを測定するものである。

鈴木ら⁶⁶⁾は、筋弾性計マッスルメーターPEK-3（井元製作所

製:PEK-1と同型)を用いた筋硬度測定における再現性に関する研究を行った。その結果、測定部位において相関係数や測定誤差にばらつきが認められたが、筋硬度測定における検者間、同一検者内の再現性が認められ、特に同一検者内の誤差が低いことから、検者は1名に固定して行うことが望ましいと報告している。

さらに、この測定器は運動前後の柔軟性の変化や、筋のコンディションの変化を評価する指標になり得ることが示唆された³⁾⁶⁶⁾⁸⁴⁾。

このことから、本実験において筋硬度の測定誤差のばらつきをなくすため、測定部位に油性マジックでマーキングを行い、必ず前回の測定時と同じ測定部位にて測定を行った。また検者は、同測定器に慣れるため事前に測定練習を積んだ、検者1名に限定して行い、実験の再現性を高めた。

測定方法は、被験者に直立の立位姿勢をとらせ、あらかじめマーキングしておいた測定部位に、測定器を直角に3秒程度かけてゆっくりと押し当て測定した。それを3回施行しその平均値を筋硬度とした。

分析および結果については、主運動終了後の筋硬度(a)に対する、クーリングダウン後の筋硬度(b)の減少率を、以下の式により求め、百分率(%)で表した。

$$(a - b) / a \times 100$$

(4) 主観的強度 (RPE)

主運動後の、種々の強度によるクーリングダウンが、ランナーにとってどの程度の強度に相当するかを判定するために、主観的強度 (RPE) の判定を行った。

判定には小野寺と宮下⁵⁵⁾が作成した日本語版 RPE スケール (資料 3) を用いて、クーリングダウン直後に、直前に行ったクーリングダウンの強度に最もあてはまる数字に印を付けることとした。

第 5 節 実験手順

主運動の実験プロトコールを Fig 1 に示した。被験者は 3 種類のクーリングダウンを行うため、決められた日時に計 3 回グラウンドに訪れた。実験と実験の間は 1 週間以上の間隔をあけて行った。

Fig 1

被験者にジョギング、ストレッチングなどのウォームアップを普段通り自由に行わせ、主運動のスタート準備が整った時点でハートレートモニター・アキュレックスプラス (POLAR 社製) を装着し、心拍数測定の開始とほぼ同時に主運動を開始した。

運動後の血中乳酸の上昇には個人差があるため、山本らの先行研究⁸⁸⁾より主運動終了直後、2 分後、4 分後、6 分後に採血を行い血中乳酸濃度を測定し、最も高い値を「主運動後」の血中乳酸濃度と

した。また、運動直後に筋弾性計マッスルメーターPEK-1（井元製作所製）で筋硬度を測定し、この値を「主運動後」の筋硬度とした。測定部位は、ランニング時の活動筋である大腿四頭筋の付け根から膝蓋骨上部までの中間点および腓腹筋の極太部とした。なお測定足は本人の利き足とした。

主運動終了7分後から、それぞれ決められたクーリングダウンの強度で15分間の連続的なジョギングを行った。

クーリングダウン直後に採血および筋硬度の測定を行い、これを「クーリングダウン後」の値とした。

クーリングダウン終、RPEスケールで主観的強度の判定を行い、実験を終了とした。

第6節 実験期間および場所

全ての実験は、2000年8月29日から11月7日までの期間に、順天堂大学陸上競技場にて行った。

実験期間中の平均気温は $22.3 \pm 6.2^{\circ}\text{C}$ および相対湿度は $65.4 \pm 8.9\%$ であり、天候は晴れまたは曇りであった。

第 7 節 統計処理

本研究における血中乳酸濃度および筋硬度の平均値の差を、対応のない Student の t-test によって検定した。

なお、統計的有意水準は危険率 5%以下とし、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ および $p < 0.001$ と分けて表示した。

第4章 実験結果

第1節 血中乳酸濃度の変化

主運動後および種々の強度によるクーリングダウン後の、血中乳酸濃度の変化を Table 2-a、2-b、および 2-c に示した。

Table 2

主運動後の平均血中乳酸濃度は $16.1 \pm 1.3 \text{ mmol/l}$ であった。また、各被験者が行った3回の実験において、主運動後の血中乳酸濃度には、統計的に有意な差はみられなかった。

異なる強度によるクーリングダウン後の血中乳酸濃度の平均は、S80では $8.8 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$ 、S60では $4.3 \pm 1.2 \text{ mmol/l}$ 、S30では $5.5 \pm 1.5 \text{ mmol/l}$ を示した。その減少率に差があるものの、主運動で増加した血中乳酸が、すべてのクーリングダウン後に減少し、主運動後とクーリングダウン後の血中乳酸濃度には有意な差がみられた。

異なるクーリングダウンの強度別に、血中乳酸濃度の減少率を Fig 2 に示した。

Fig 2

主運動のスピードを基準にした、クーリングダウン後の血中乳酸濃度の減少率は、S80では $44.5 \pm 9.2\%$ 、S60では $74.7 \pm 4.7\%$ 、S30では $63.9 \pm 10.8\%$ を示し、S80とS60の間 ($p < 0.001$)、S80とS30の間 ($p < 0.05$) に統計的に有意な差がみられた。

第 2 節 心拍数の変化

主運動およびクーリングダウン中の平均心拍数の変化を Table 3 に示した。

Table 3

主運動中の平均心拍数は 167.7 ± 2.0 拍/分(急走期平均 180.7 ± 6.5 拍/分、緩走期平均 146.1 ± 12.2 拍/分)であった。3回の実験での主運動中の心拍数には、統計的に有意な差はみられなかった。

一方、異なるクーリングダウンの平均心拍数を Fig 3 に示した。

Fig 3

主運動のスピードを基準にした、クーリングダウン後の平均心拍数は、S80 では 176.0 ± 12.6 拍/分、S60 では 157.5 ± 8.2 拍/分、S30 では 148.5 ± 15.9 拍/分を示し、S80 と S60 の間および S80 と S30 の間に有意 ($p < 0.05$) な差がみられたが、S60 と S30 の間には統計的に有意な差はみられなかった。

第3節 筋硬度の変化

主運動後からクーリングダウン後までの筋硬度の変化を Table 4-a、4-b、4-c および Table 5-a、5-b、5-c に示した。

Table 4

Table 5

3回の実験において、主運動後の筋硬度の平均は大腿四頭筋では 52.8 ± 0.4 、腓腹筋においては 60.9 ± 0.6 であり、統計的に有意な差はみられなかった。

しかし、Fig 4 および Fig 5 に示した、主運動後の筋硬度とクーリングダウン後の筋硬度の減少率をみると、大腿四頭筋においては S80 と S60 との間に有意 ($p < 0.05$) な差がみられた。しかし腓腹筋においては、S80 と S60 の間および S60 と S30 の間の減少率に、大きな差がみられるものの、統計的に有意な差はみられなかった。

Fig 4

Fig 5

第4節 主観的強度 (RPE)

各クーリングダウン中の、被験者の RPE の評価を Fig 6 に示した。

それぞれのクーリングダウンの強度に対する平均 RPE は、S80 では 17 ± 2 (かなりきつい)、S60 では 11 ± 0 (楽である)、S30 においては 9 ± 1 (かなり楽である) を示した。

Fig 6

第5章 考察

スポーツのトレーニングによる疲労は、超回復の過程を通して明らかにスポーツ活動の向上につながるといわれている⁴³⁾。しかし、激しい運動で蓄積された乳酸は疲労の原因となり、パフォーマンスの低下を引き起こすことが知られている^{18) 26)}。

陸上競技の長距離種目は、トレーニングの継続が競技力向上の絶対条件となるため、その日の疲労を次の日に持ち越したままトレーニングを行っていることが予想される。そこで本研究は、毎日のトレーニングに伴う疲労を簡便かつ効果的に回復させるため、主運動を用いたクーリングダウンの至適強度についての検討を行った。

本研究の被験者は、山地⁷⁹⁾らの報告した、世界のエリート女子長距離ランナーを対象とした $\dot{V}O_2 \max$ の平均値(68.8ml/kg/分)や、フィンランドのランナーの $\dot{V}O_2 \max$ (75ml/kg/分)、1964年オリンピックゴールドメダリストの $\dot{V}O_2 \max$ (74ml/kg/分)、および我が国のマラソン初代オリンピック選手である増田明美選手の $\dot{V}O_2 \max$ (72ml/kg/分)といった、一流陸上長距離選手の事例報告⁸⁰⁾に比べるとはるかに低い値ではあるが、黒田ら⁴⁰⁾や芳賀ら²¹⁾の、日本の女子一流競技者における $\dot{V}O_2 \max$ (60ml/kg/分)や、大学競技者の平均値(53.9ml/kg/分)よりもやや高い値である、鍛錬された長

距離ランナーだといえる。

本研究の主運動は、長距離走のトレーニングの中でも最も一般的である、インターバルトレーニングを用いた。その主運動時の最高心拍数の平均は 203.8 拍/分であり、事前に行った $\dot{V}O_2 \text{ max}$ 測定時の最高心拍数の平均 (196.6 拍/分) よりもやや高い値であった。また、主運動後の平均血中乳酸濃度は $16.1 \pm 1.3 \text{ mmol/l}$ と、非常に高い値であったことから、トレーニング強度としては高かったことが推察される。

これまで、激しい運動後すぐに安静になるよりも、軽運動を行う方が疲労の回復が早いという知見が、多くの研究^{20) 44) 63) 75)}によって明らかにされ、またクーリングダウンの強度についても、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ や AT、LT を用いた至適強度が研究されている^{49) 61) 86)}。

Hermansen ら²⁴⁾ や Belcastro と Bonen⁶⁾ など多くの研究者は、血中乳酸の高い除去率が得られた強度をクーリングダウンの至適強度であると示唆している。

また丸山ら⁴²⁾ は、主運動後の回復運動において効率の良い強度の運動は、高い乳酸除去率を示すと指摘しており、これらの報告から、血中乳酸の最も高い除去率を示した強度が、有効なクーリングダウンの強度だと考えられる。

そこで本研究においても先行研究と同様に、血中乳酸の減少を指

標として検討をすすめた。

本研究において、主運動を基準とした異なる強度のクーリングダウン後における、血中乳酸の減少率は、S80とS60の間 ($p < 0.001$)、S80とS30の間 ($p < 0.05$)、において、有意な差がみられた (Fig 2 参照)。

これらの結果から、3種類の強度のクーリングダウンすべてにおいて、主運動後の血中乳酸値から減少がみられたが、最も血中乳酸の減少率が高かった、主運動のスピードの60%強度 (S60) が血中乳酸の減少に効果的なクーリングダウンの強度であると伺われた。

一方本研究に先立って行った、クーリングダウンについての事前調査において、クーリングダウンの目的について質問したところ、「筋肉の張りをとる」「筋肉の柔軟性を戻す」を挙げているものが大半であったことから、物理的な尺度での疲労回復についても検討した。

先行研究において、土居と小林ら¹⁴⁾堀川ら²⁷⁾は、運動後に筋硬度の値が増大することを報告しており、激しい運動後には筋が硬くなることがわかっている⁵¹⁾。

そこで本研究では、主運動後の硬くなった筋肉がクーリングダウンによってどのくらい回復をしたかをみることで、筋のこわばりという点から、クーリングダウンの至適強度を探ることとした。

長距離走のランニングフォームについて、三浦ら⁴⁵⁾は長距離ランニングにおけるスピードの要因は、ランニング中の一步毎の各ステップで身体重心を前方へ移動させることによって導かれるため、グッドランナーは短時間の間でより深い屈曲と伸展をしており、脚筋のパワーが着地中に発揮されるとしている。さらに吉儀ら⁸⁵⁾は、長距離ランナーの競技力には筋力的要素、とりわけ脚筋力の貢献が大であると示唆している。

また沢木ら⁶⁰⁾は、ランニングで身体が地面に着地する際、体重の2~3倍の力が脚に加わるため、着地のショックを効率よく和らげるよう素早い足首の返しが重要だと報告している。具体的には、かかとから着地に入るその瞬間、素早く足首を返して、つま先の親指に力を入れて蹴ることであり、これはキックの推進力をつける上でも不可欠であるとしている。

これらの理由から、長距離ランナーにおいて大腿四頭筋や腓腹筋が、ランニングに重要な部位であることが伺われたため、筋硬度の測定部位として用いた。

そこで本研究結果における、主運動後とクーリングダウン後の筋硬度の減少率をみると、大腿四頭筋においてS80とS60との間に有意($p < 0.05$)な差がみられた(Fig 4 参照)。また、腓腹筋においては有意な差がみられなかったものの、主運動後の筋硬度の減少率

は S60 が S80 や S30 と比べて高い値であった (Fig 5 参照)。

筋の硬さの変化は皮下脂肪に影響を受けない^{14) 39)}といわれているが、体脂肪量の少ないスポーツマン体型の持ち主であっても、腓腹筋のように皮下脂肪におおわれている「軟らかい」感じを受ける箇所では、筋肉疲労を推定することは難しいとされている¹⁴⁾ことから、本実験で腓腹筋に有意な差はみられなかったものの、S80 や S30 に比べ、S60 の筋硬度が主運動後の筋硬度からの減少率が高かったことは、クーリングダウンの強度が影響したと考えられる。

したがって、筋のこわばりという点からも主運動スピードの 60% 強度 (S60) のクーリングダウンが有効な強度であることが示唆された。

これまで先行研究において、走運動に関して血中乳酸の速やかな除去に望ましい^{7) 24)}とされていたのは $\dot{V}O_2 \max$ の 60% 程度の強度であった。そこで本研究直前に被験者に測定した $\dot{V}O_2 \max$ の値から、 $\dot{V}O_2 \max$ の 60% 強度を算出した結果、本実験における主運動の 30% 強度とほぼ同等の強度であったが、有効だと示唆されたのは主運動の 60% 強度であり、前者よりもやや速いランニングペースであるといえる。

乳酸は乳酸脱水素酵素の働きによって分解される。乳酸脱水素酵素には、速筋線維に多く含まれる筋肉型乳酸脱水素酵素 (以下

LDH-M) と、遅筋線維に多く含まれる心臓型乳酸脱水素酵素 (以下 LDH-H) があるといわれており³³⁾、乳酸の除去や生成の調節が行われている。

鍛錬された長距離ランナーは、遅筋線維の割合が多いため、最大に近い強度で遅筋線維を多く使うような運動を継続して行くと、乳酸は LDH-M で生成されながら、LDH-H において乳酸を除去することとなり²³⁾、一般の人に比べ強度の高い運動をしなければ、乳酸の除去が生成を上回ることができないと考えられる。よって、本研究の対象者のように鍛えられた長距離ランナーについても、先行研究でいわれているクーリングダウンの強度よりやや高い、主運動のスピードの 60% 強度 (S60) は妥当であると推察できる。

一方、クーリングダウン中の平均心拍数は 157.5 拍/分 \pm 8.2 であったにもかかわらず、クーリングダウン後に行った RPE の判定 (Fig 6 参照) において、S60 の平均 RPE は 11 \pm 0 であり、被験者全員が「楽である」を選択している。

先行研究において小野寺と宮下⁵⁵⁾ 浅見ら⁵⁾ は、主観的強度と客観的強度には対応があることを報告しているが、これらの RPE に関する研究は一般の人を対象として行っている。

しかし、本研究では鍛錬された長距離ランナーを対象としているため、RPE と客観的強度との間に対応はあるものの、その強度の感

じ方には違いがあると思われる。特に長距離ランナーは走り慣れていることから考えると、RPE11の強度の心拍数が約150拍/分程度の負荷値であっても妥当であると推察できる。

また、長距離走におけるトレーニングはランナーの身体能力、すなわち $\dot{V}O_2 \max$ を向上させるために行っており^{81) 85)}、以前に測定した $\dot{V}O_2 \max$ がその日、その時の値であるとは考えられない。また、いくら鍛錬されたランナーであっても、毎日のトレーニングにおいて常にコンディションが同じであるとは限らないことから、 $\dot{V}O_2 \max$ を基準にクーリングダウンの強度を設定するよりも、ランナー自身がその日に行った主運動を基準にした方が、より効果的なクーリングダウンになると考えられる。

さらにランニングフォームから見ても、S30の強度でクーリングダウンを行うよりS60の強度で行った方が、インターバルトレーニングで乱れたフォームの修正ができており、ランナーもS30でのクーリングダウンは「ペースが遅くて走りづらかった」と報告し、S60の強度では「ちょうど良いペースであった」という主観を報告している。

一方BonenとBelcastro⁷⁾が、好みのペースによるクーリングダウンが最も効果的であると報告しているが、本研究の実施前に被験者に自由にクーリングダウンを行うように指示したところ、数人で

まとまって雑談をしながらジョギングを行っていた。その強度は1kmのペースが6分27秒～6分40秒の長距離ランナーにとって非常に低い強度であり、ランニングフォームも修正できていなかった。

このように、ランナーは実際のトレーニング現場において、目前の練習に対しては一生懸命それに備えようとするが、トレーニング後の疲れ切った状態においては、クーリングダウンの強度を意識し、崩れたランニングフォームを修正することができていない場面が多くみられる。

また事前調査から、コーチもクーリングダウンについて指示を行っておらず、コーチングの現場においてクーリングダウンが主運動ほど重要視されていないという現状が把握されている。

これでは、せっかく行ったトレーニングが効果を現すどころか、かえってランニングフォームが乱れ、傷害を発生させることにもなりかねない。

そこで、コーチはクーリングダウンもトレーニングの一つであると位置付け、その重要性を理解し、主運動同様個別性を重視して、クーリングダウンを含めたトレーニングメニューの確立および指導が必要であるといえる。

したがって、コーチがその日の主運動を基準とした、60%強度によるクーリングダウンの指導を行うことにより、血中乳酸の速やか

な除去だけではなく、筋硬度の減少さらにはランニングフォームの修正にも寄与され、より質の高いトレーニングの継続や傷害の減少という点にも貢献し、競技力の向上につながると思考される。

第 6 章 結論

陸上長距離種目における 1000m のインターバルでのクーリングダウンの強度は、本研究においては、血中乳酸の減少率および筋硬度の減少率から、主運動のスピードの 60%強度が最も効果的であり、その時の RPE は 11(「楽である」)、心拍数は 150 拍/分程度であった。

このことより、主運動を基準としてクーリングダウンの強度を設定することは、疲労の回復に効果があり、ランナーのその日のコンディションを加味し、簡便で応用しやすいことから、トレーニング現場において有効な手段となり、これからのコーチングに役立つと結論される。

第 7 章 要約

1)本研究の目的は、陸上長距離種目を対象に主運動を考慮したクーリングダウンの至適強度を、乳酸の減少率および筋硬度の減少率より検討し、その効果を実証することであった。

2)被験者は順天堂大学スポーツ健康科学部の、陸上競技部に所属する女子長距離ランナー6名とし、運動負荷は、長距離走では最も一般的である 1000m のインターバルトレーニングを最大に近い強度で行わせた。クーリングダウンの強度は、それぞれ実際に走った主運動の走スピードの 80%、60%および 30%のスピードで 15 分間の連続的なジョギングを行った。

3)主運動中およびクーリングダウン中の心拍数を測定した。血中乳酸濃度は、運動後およびクーリングダウン後に採血を行って測定した。筋硬度においても、運動後およびクーリングダウン後に、大腿四頭筋および腓腹筋を筋弾性計によって測定した。

4)主運動中の心拍数の平均は 167.7 ± 2.0 拍/分(急走期 180.7 ± 6.5 拍/分、緩走期 146.1 ± 12.2 拍/分)であり、血中乳酸濃度の平均は 16.1 ± 1.3 mmol/l であったことから、本実験における主運動は強度の高いトレーニングであったといえる。

5)血中乳酸濃度は、主運動のスピード 60%強度が最も高い減少率

(74.7±4.7%)を示し、他の2種類の強度との間に有意な差がみられた。

6)筋硬度の減少率は大腿四頭筋において、主運動のスピード60%強度が最も高い減少率を示し(4.2±2.1%)、主運動のスピード80%強度との間に有意な差がみられた。腓腹筋においては有意な差はみられなかったものの、主運動のスピード60%強度が最も減少率(3.4±1.6%)が高い傾向であった。

7)以上の結果から、陸上長距離走における1000mのインターバルでの効果的なクーリングダウンの強度は、主運動のスピード60%強度であることが結論された。このことは実際のコーチング現場において、主運動を基準として強度設定をしたクーリングダウンが有効な手段の一つであることを示唆する。

引用および参考文献

- 1)相澤好治：運動負荷と疲労,からだの科学 148,43-46,(1990)
- 2)青木純一郎,富田寿人,高岡郁夫：間歇的短時間最大運動のパフォーマンスに及ぼすホットパック,マッサージ,低周波電気刺激および関連運動の効果,昭和 58 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告VI,ウォーミングアップとクーリングダウンに関する研究,27-33(1983)
- 3)有馬義貴：触診法における硬さ情報の客観化,明治鍼灸医学,21,25-49(1997)
- 4)浅見俊雄,万木良平,山崎省一：ウォーミングアップとクーリングダウンに関するアンケート調査,昭和 58 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告VI,ウォーミングアップとクーリングダウンに関する研究,51-73(1983)
- 5)浅見俊雄,足立長彦,山本恵三,北川薫：主観による運動強度の選択について-10 分間走の場合-,体育科学 4,1-5(1976)
- 6)Belcastro.A.N,Bonen.A : Lactic acid removal during controlled and uncontrolled recovery exercise, *J.Appl.Physiol*,39,6,932-936(1975)
- 7)Bonen.A,Belcastro.A.N : Comparison of self-selected recovery methods on lactatic acid removal rates : *Med.sci.Sports*,8.3,176-178(1976)
- 8)Borg.G : Perceived exertion as an indicator of somatic stress, *Scand. J. Rehad.Med*,2.92-98(1970)
- 9)Borg.G.and H.Linderholm : Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age group, *Acta.Med.Secand*,472,194-206(1967)
- 10)Borg.G: Perceived exertion: A note on "history"and methods, *Med.sci.sports*. 5,90-93(1973)
- 11)Cooper.K.H : *Running without Fear*,1sted,Bantam books Inc,New York (1985),池上晴夫監訳：ランニングのための完全なエアロビクス,第 1 版,ベースボールマガジン社,東京,97-107(1989)
- 12)Cooper.K.H : *The new aerobics* 1sted ,Evens;NewYork,36-39(1970)
- 13)Davies.C.T.M,A.V.Knibbs,J.Musgrove : The rate of lactic acid removal in relation to different baselines of recovery exercise, *Int.Z.Angew. Physiol*, 28,155-161(1970)

- 14)土居陽治郎,小林一敏:筋肉の硬さ測定に関する研究,筑波大学体育科学系紀要,11,265-274(1988)
- 15)Donovan.C.M,G.Abrooks:Endurance training affects lactate clearance not lactate production,*Am.J.Physiol.*244,E83-E92(1983)
- 16)Ekblom.B,and A.N.Goldbarg:The influence of physical training and other factors on the subjective rating of perceived exertion,*Acta physiol.Scand*,83,399-406(1971)
- 17)Eldridge.F.L:Relationship between turnover rate and blood concentration of lactate in exercising dogs,*J.Appl.physiol.*39,231-234(1975)
- 18)Fox.E.L,Bowers.R.W,Foss.M.L:*The physiological basis exercise and sport* 5eded,Brown&Benchmark,USA,299(1993)
- 19)Fox.E.L:*Sports physiology* 2eded,CBS college,New york(1984),朝比奈一男監訳:選手とコーチのためのスポーツ生理学,第12版,78-83,大修館書店,東京(1994)より引用
- 20)Gisolfi.G,Robinson.S,Turrell.E.S:Effect of aerobic work performed during recovery from exhausting work,*J.appl.physiol.*21,1767-1772(1966)
- 21)芳賀脩光,松田光生,小関迪,小島龍平,植屋悦夫,鷗木秀夫,富樫健二,中谷敏昭,折笠敏,梨羽茂:女子スポーツ競技者の左室機能と最大酸素摂取量,筑波大学体育科学系紀要12,185-193(1989)
- 22)萩原仁,島田三千男,福井達夫,越水茂松:運動と疲労との関係に就いて(第2報)Mossoのエルゴグラフによる疲労と仕事量に関する研究,体育学研究.1,543-549(1955)
- 23)八田秀雄,跡見順子:血中乳酸から見た持久力,体育の科学36.5,365-370(1986)
- 24)Hermansen.L,Inger Stemsvold:Production and remove of lactate during exercise in man,*Acta Physiol.scand.*86,191-201(1972)
- 25)Hermansen.L:Muscular fatigue during maximal exercise of short duration,*Med.sci.Sport.*13,45-52(1981)
- 26)Hogan.M.C,H.G.Welch:Effect of lactate levels on bicycle ergometer performance,*Am.J.Physiol.sci.*57,507-513(1984)
- 27)堀川浩之,佐藤三千雄,中野雅之,松橋明宏,佐藤孝雄,松石純,久光正:等尺性最大脚伸展動作が筋硬度に及ぼす影響,臨床スポーツ医学.14.5,573-578(1997)

- 28)猪飼道夫,石井満:筋の硬さと筋力,体力科学 1.5,168(1951)
- 29)池上晴夫,稲沢見矢子,近藤徳彦:乳酸消失からみたクーリング・ダウンに関する研究-特に漸減強度の回復期運動の効果について-,筑波大学体育科学系紀要, 9,151-158(1986)
- 30)稲沢見矢子,西保岳,近藤徳彦,勝田茂,池上晴夫:乳酸消失からみたクーリング・ダウンの効果に関する研究-間欠的回復期運動の場合-,体育学研究,33.2, 45-153(1988)
- 31)石田浩司,高石鉄雄,宮村実晴:筋疲労回復にはどのような方法が最も効果的か?,デサントスポーツ科学,13,176-184(1991)
- 32)伊藤朗,秦野伸二:最近の疲労の測定,臨床検査,29.10,1153-1159(1985)
- 33)Kaplan.N.O,Everse.J:Regulatory Characteristics of lactate dehydrogenases,*Adv.Eng.Regul.*10,323-326(1972)
- 34)形本静夫,田畑昭秀,青木純一郎:溶血剤入りサンプル容器を用いた血中乳酸濃度測定装置の検討-サンプル保存期間の影響-,体力科学 46.6,808(1997)
- 35)北田耕司,田巻弘之,芝山秀太郎,倉田博:筋疲労による収縮時の筋硬度変化,*J.J.Sports sci*,13-2,273-280(1994)
- 36)Klausen.K,H.Gknuttgen,H.V.Forster:Effect of Pre-Existing High Blood Lactate Concentration on Maximal Exercisaae Performance,*scand. J.clin. Lab.Invest.*30,415-419(1972)
- 37)小林一敏:衝撃試験法による緩衝材および筋の非線形粘弾性特性の測定法,筑波大学体育科学系紀要,11,205-211(1988)
- 38)駒井説夫,白石龍生,上林久雄:短時間の激運動後の最大下運動が血中乳酸及び血清 FFA に及ぼす影響,体力科学,31,306-311(1982)
- 39)紺野義雄:筋硬度に関する研究(第一報)"筋硬度差による運動能力の判定法",体力科学 1,180-185(1952)
- 40)黒田義雄,加賀谷熙彦,塚堀克己,雨宮輝也,太田裕造,酒井惇子:日本人一流競技選手の最大酸素摂取量第1報,日本体育協会研究報告集,1-8(1968)
- 41)万井正人:疲労判定指標の改良に関する研究,基の二筋神経系の興奮性に関する指標の改良に就いて,体育学研究.1,604-607(1955)
- 42)丸山敦夫,平木場浩二,美坂幸治:持久性鍛錬者における回復運動時の血中乳酸消長の特性,体力科学.40,156-163(1991)

- 43) 松井秀治：スポーツにおける疲労,臨床スポーツ医学 3.5,495-503(1986)
- 44)McLellan.T.M,Skinner.J.S : Blood lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold,*Int.J.Sports.Med.*3,224-229(1982)
- 45)三浦望慶,松井秀治,袖山紘：長距離走のスキルに関する実験的研究.キネシオロジー研究会編 身体運動の科学-II-身体運動のスキル,第1版,134-143,安林書院,東京(1976)
- 46)文部省体育局,平成11年度体力・運動能力調査報告書,48(2000)
- 47)村山光義,南谷和利,米田継武：筋の硬さ測定に関する基礎的研究,日本体育学会第42回大会号 A..406(1991)
- 48)村山光義：日常生活での筋肉の硬さに変動幅について,東京体育学研究：19-25(1994)
- 49)長沢純一,吉野貴順,村岡功：漸増最大自転車運動後の血中乳酸除去におよぼす Lactate Threshold を基準としたクーリングダウンの影響,体力科学 34,407 (1985)
- 50)長沢弘,岩永忠勝：疲労に関する研究(第2報)光電管比色計による Donaggio 反応の研究(基の二),体育学研究 3,79-81(1958)
- 51)内藤寛：運動選手の筋硬度に関する研究,体力科学,7,1-11(1958)
- 52)並木和彦,村川俊彦：水泳における効果的なクーリングダウンに関する研究-100m 自由形について-,スポーツ方法学研究,10,1,39-51(1997)
- 53)Newman.E.D,Dill.D.B,Edwards.H.T,Webster.F.A : The rate of lactic acid removal in exercise,*Am.J.Physiol.*118,457-462(1937)
- 54)Noble.B.J : Clinical application of perceived exertion,*Med.Sci.Sports.*14, 406-411(1982)
- 55)小野寺孝一,宮下充正：全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性-Rating of perceived exertion の観点から-,体育学研究,21.4,191-203 (1976)
- 56)Rammal.K,Strom.G : The rate of lactate utilization in man during work and at rest,*Acta.Physiol.Scand.*17,452-456(1949)
- 57)Royce.J : Active and passive recovery from maximal aerobic capacity work,*Int.Z.angew.Physiol.*28,1-8(1969)

- 58) 沢木啓祐, 高岡郁夫: マラソン, 第1版, 137, ベースボールマガジン社, 東京(1993)
- 59) 沢木啓祐, 高岡郁夫: マラソン, 第1版, 32-36, ベースボールマガジン社, 東京(1993)
- 60) 沢木啓祐, 高岡郁夫: マラソン, 第1版, 107-109 ベースボールマガジン社, 東京(1993)
- 61) 白石竜生, 駒井説夫, 上林久雄: ATを基準とした回復運動と血中乳酸除去との関係, 体力科学.33, 293(1984)
- 62) Skinner, J.S., R.Hutsler, V.Bergsteinova and E.R.Buskirk: The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion, *Med.Sci.Sports*.5, 94-96 (1973)
- 63) Stamford, B.A., Weltman, A., Moffatt, R., Sady, S: Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work, *J.Appl.Physiol*.51, 840-844(1981)
- 64) 鈴木滋, 丸山剛生, 宮城修, 磯川正教, 石崎聡之, 小粥智浩, 金子保敏, 掛水隆, 戸苅晴彦, 沼澤秀雄, 福井真司, 松田克彦, 安松幹展: サッカーにおけるアクティブリカバリーの効果について, 平成10年度日本オリンピック委員会医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究, 第22報, 263-268(1999)
- 65) 鈴木哲郎, 青木純一郎: クーリングダウンと乳酸, 東京体育学研究.2, 19-23 (1976)
- 66) 鈴木由紀子, 小西由里子, 山本利春, 大道等: 「筋硬度」測定の柔軟性評価への応用と再現性の検討, バイオメカニクス研究概論, 186-190(1999)
- 67) 高橋淳一郎, 古賀初, 内田智子, 大西朋, 高岡郁夫: サッカーゲーム後の Active rest が筋力および柔軟性に及ぼす影響, 順天堂大学スポーツ健康科学研究, 4, 24-31(2000)
- 68) 高橋淳一郎, 青木純一郎: 水球競技のインターバルにおける Active rest が血中乳酸濃度の減少に及ぼす効果, 体力科学.47, 173-180(1998)
- 69) 高橋淳一郎, 高橋宗良, 黒田瑞城: 水球競技におけるインターバル時の積極的休息時間と血中乳酸濃度の関係, スポーツ方法学研究.12.1, 105-110(1999)
- 70) 田中秀一, 森喜太郎, 体力水準のちがいがからみた主観的強度と客観的強度の対応, 体力の科学.29, 290-294(1974)

- 71)田中秀一,持久性運動における Perceived Exertion に関する研究 (3) -RPE
を用いた最大酸素摂取量の推定-,福井大学教育学部紀要 VI.19,1-5(1987)
- 72)寺田光世,柴田俊忍:インパクトハンマー法による筋収縮時の体表振動に関する基礎的研究,京都体育学研究.6,1-9(1991)
- 73)トレーニング科学研究会:シリーズトレーニングの科学 1 レジスタンストレーニング,朝倉書店,92(1994)
- 74)Weltman.A,Regan.J.D: Prior Exhaustive Subsequent,Maximal Constant Load Exercise Performance,*Int.J.Sports Med*,4,184-189(1983)
- 75)Weltman.A,Stamford.B.A,Moffatt.R.J,Katch.V.L: Exercise recovery, lactate removal,and Subsequent high Intensity exercise performance,*Res. Quart.* 48,786-796(1977)
- 76)Wilmore.J.K,Roby.F.B,Stanforth.R,Buono.M.J,Constable.S.H,Yuan.Tsao,Lowdon.B.J: Ratings of perceived exertion,Heart rate,and Treadmill speed in the prediction of maximal oxygen uptake during submaximal treadmill exercise,*J.cardiopulmonary Rehabil*.5,540-546(1985)
- 77) 矢部京之助: 最大筋力と疲労,体育学研究.11,77-85(1966)
- 78)山地啓司: 心拍数(脈拍数)の測定意義・方法と主観的強度,ランニング学研究,8,15-35(1997)
- 79) 山地啓司: エリートスポーツ選手の最大酸素摂取量の国際比較,体育の科学.36,371-376(1986)
- 80)山地啓司: 一流スポーツ選手の最大酸素摂取量,体育学研究 30.3,183-193 (1985)
- 81)山地啓司,横山泰行: 持久性トレーニング(強度,時間,頻度,期間)の最大酸素摂取量への影響,体育学研究.32,167-180(1987)
- 82)山本恵三,足立長彦,浅見俊雄: 主観による運動強度の選択-RPE との対応について-,東京大学教育学部体育学紀要.13,1-10(1979)
- 83)山本正善,山本利春: 激運動後のストレッチング,スポーツマッサージ,軽運動,ホットパックが疲労回復におよぼす影響-作業能力および血中乳酸の回復を指標として-,体力科学.42,82-92(1993)
- 84)山本利春,井下佳織,鈴木由紀子,小西由里子: 柔軟性評価としての筋硬度測定の妥当性に関する研究,武道・スポーツ科学研究所年報・第5号,1-7(2000)

- 85)吉儀宏,澤木啓祐,仲村明:長距離走者の競技力と脚筋力,陸上競技研究 41 号,
13-18(2000)
- 86)吉野貴順,大石光宏,村岡功:短時間超最大運動後の乳酸除去に及ぼす Anaerobic
threshold を基準としたクーリングダウンの影響,日本体育学会 36 回大会号,
281(1985)

Effects of cooling-down exercise with consideration of the intensity of main exercise training on blood lactate concentration and muscle hardness for long distance runners

Natsue KOIKAWA

Summary

1) The purpose of this study was to evaluate the optimal intensity of cooling-down exercise for long distance runner with considering main exercise by the measurements of blood lactate concentration and muscle hardness.

2) The subjects were six female long distance runners, Track and Field Club, School of Health and Sports Sciences, Juntendo University. The main exercise was 1,000 meter interval training, which is the most general training for long distance runner, nearmaximal intensity. The intensity of cooling-down exercise in this study were (i) 80 %, (ii) 60 %, and (iii) 30 % speed level of main exercise for 15 minutes in each subject.

3) The measurement of heart rates was during main exercise and cooling-down exercise by heart rate monitor. The measurements of blood lactate concentration, and muscle hardness at after main exercise and cooling-down exercise by lactate analyzer, and Muscle Meter PEK-1, respectively.

4) The mean of heart rates in main exercise was 167.7 ± 1.97 beats/min, and that of blood lactate was 16.1 ± 1.26 mmol/l. Therefore, main exercise in this study was high intensity exercise training to evaluate the optimal intensity of cooling-down.

5) The lactate concentration after 60 % speed level exercise was significantly decreased (74.7 ± 4.7 %) rater than another 80 and 30 % speed exercise.

6) The measurement of muscle hardness after 60 % speed level exercise was

significantly decreased in musculus quadriceps femoris (4.2 ± 2.1 %). Although in not significantly, the same exercise lead to decrease this muscle hardness in musculus gastrocnemius (3.4 ± 1.6 %).

7) From these results in this study, the optimal intensity of cooling-down exercise for long distance runner after 1000 meter interval training nearmaximal intensity seems at 60 % speed level of main exercise. Therefore, some consideration of the intensity of main exercise training may be helpful for the field of coaching.

謝辞

修士論文の作成にあたり、実験の被験者としてご協力いただいた、順天堂大学陸上競技部女子長距離ランナーの諸君に心から感謝申し上げます。

また、実験の測定を補助していただいた、運動生理学研究室の皆様、大学院生の塩原克幸君、石川拓次君、山村茂正君ならびに長い間筋硬度計を貸して下さった、慶應大学の村山光義先生に厚く御礼申し上げます。

本論文の審査および指導をして下さった、吉儀宏教授、高岡郁夫助教授ならびに青木和浩助手に、深く感謝申し上げますとともに、指導教員の沢木啓祐教授に対しては、日本インカレおよび3大学生駅伝優勝という、4冠達成の偉業を成し遂げられた合間を縫って、ご指導ならびにご助力を賜り、衷心の感謝にたえません。

ここに多大なる皆様のご協力に、心から感謝の意を表します。

Table 1 . Physical characteristics of the subjects

Subjects	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	$\dot{V}o_{2max}$ (ml/kg/min)
A	21	166.6	59.7	21.7	56.6
B	21	154.0	50.4	21.3	60.3
C	20	160.4	53.6	20.9	59.0
D	20	157.6	49.7	20.2	63.8
E	19	158.0	51.5	20.6	64.7
F	18	159.5	45.8	18.1	60.6
Mean	19.8	159.4	51.8	20.5	60.8
SD		4.2	4.6	1.3	3.0

Table2-a. Changes of the blood lactate concentration

< S80% >

Subjects	After main exercise (mmol/l)	After cooling-down exercise (mmol/l)	Decrease rate (%)
A	15.8	11.3	28.5
B	17.8	8.7	51.1
C	14.3	7.5	47.6
D	13.2	6.7	49.2
E	17.9	8.6	52.0
F	16.2	9.9	38.9
Mean	15.9	8.8	44.5
SD	1.9	1.6	9.2

Table2-b. Changes of the blood lactate concentration

< S60% >

Subjects	After main exercise (mmol/l)	After cooling-down exercise (mmol/l)	Decrease rate (%)
A	18.1	5.6	69.1
B	21.9	5.3	75.8
C	14.3	3.4	76.2
D	13.3	2.5	81.2
E	13.4	4.1	69.4
F	18.1	4.2	76.8
Mean	16.5	4.2	74.7
SD	3.4	1.2	4.7

Table2-c. Changes of the blood lactate concentration

< S30% >

Subjects	After main exercise (mmol/l)	After cooling-down exercise (mmol/l)	Decrease rate (%)
A	11.4	4.8	57.9
B	19.4	5.2	73.2
C	21.0	6.7	68.1
D	10.2	4.3	57.8
E	15.7	8.0	49.0
F	18.0	4.1	77.2
Mean	16.0	5.5	63.9
SD	4.4	1.5	10.7

Table3. Heart rate average during each exercises

(beats/min)

Subjects	During main exercise	During cooling-down
S80	167.8 ± 10.36	176.0 ± 12.6
S60	166.5 ± 8.02	157.5 ± 8.2
S30	168.7 ± 11.93	148.5 ± 15.9

Table4-a. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus quadriceps femoris

< S80% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	50.0	50.7	-1.4
B	54.0	55.0	-1.9
C	56.7	56.3	0.7
D	53.0	53.0	0.0
E	45.3	43.3	4.4
F	52.0	51.7	0.6
Mean	51.8	51.7	0.4
SD	3.9	4.6	2.2

Table4-b. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus quadriceps femoris

< S60% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	49.0	47.3	3.5
B	54.0	51.7	4.3
C	52.3	52.0	0.6
D	56.7	52.7	7.1
E	48.7	46.3	4.9
F	49.7	47.3	4.8
Mean	51.7	49.6	4.2
SD	3.2	2.9	2.1

Table4-c. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus quadriceps femoris

< S30% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	59.7	56.3	5.7
B	57.0	57.0	0.0
C	56.3	57.0	-1.2
D	53.7	50.7	5.6
E	52.3	52.0	0.6
F	50.0	49.0	2.0
Mean	54.8	53.7	2.1
SD	3.5	3.5	2.9

Table5-a. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus gastrocnemius

< S80% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	60.7	61.7	-1.6
B	59.7	56.7	5.0
C	59.0	59.0	0.0
D	61.7	61.0	1.1
E	56.7	63.7	-12.3
F	61.3	63.7	-3.9
Mean	59.9	61.0	-2.0
SD	1.8	2.7	5.9

Table5-b. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus gastrocnemius

< S60% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	63.7	62.0	2.7
B	61.3	57.7	5.9
C	60.7	60.0	1.2
D	66.7	64.7	3.0
E	66.0	63.0	4.5
F	59.3	57.3	3.4
Mean	63.0	60.8	3.4
SD	3.0	3.0	1.6

Table5-c. Changes of the muscle hardness during exercises

Musculus gastrocnemius

< S30% >

Subjects	after main exercise	after cooling-down exercise	decrease rate (%)
A	62.7	61.7	1.6
B	62.3	61.0	2.1
C	58.0	57.3	1.2
D	59.7	60.0	-0.5
E	61.0	58.7	3.8
F	55.3	56.0	-1.3
Mean	59.8	59.1	1.1
SD	2.8	2.2	1.8

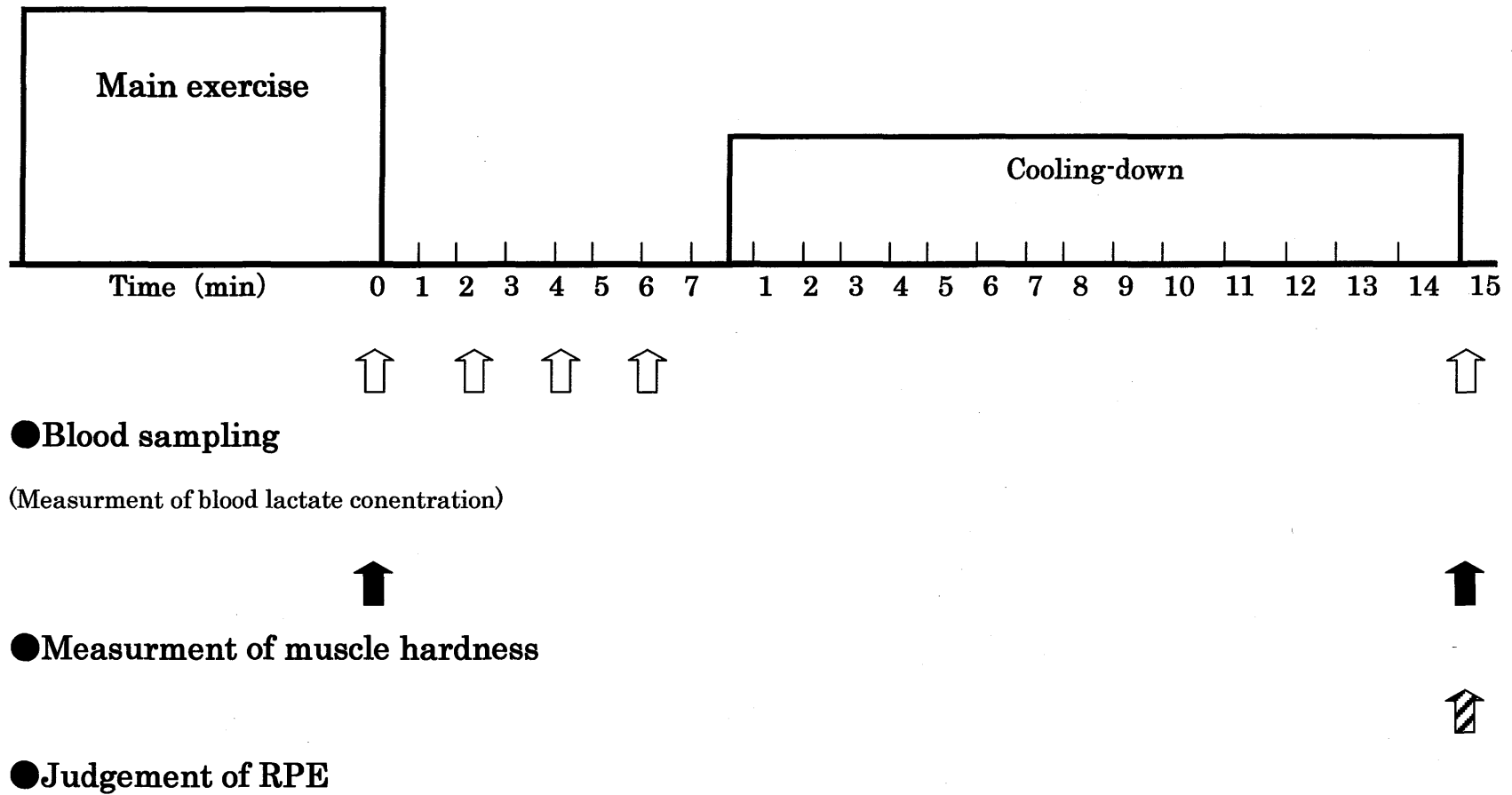


Figure 1. Experimental diagram

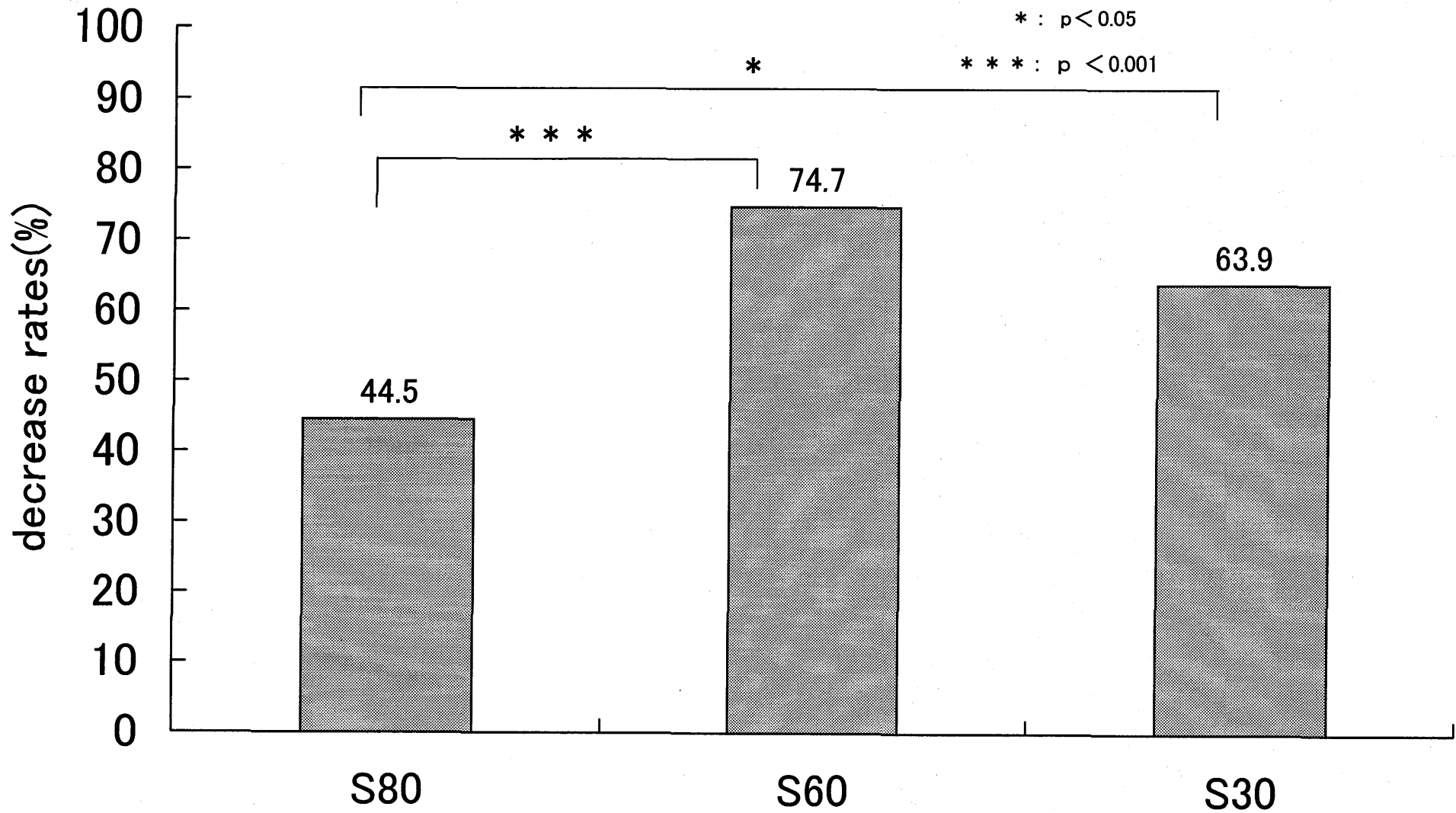


Figure 2. Decrease rate of blood lactate

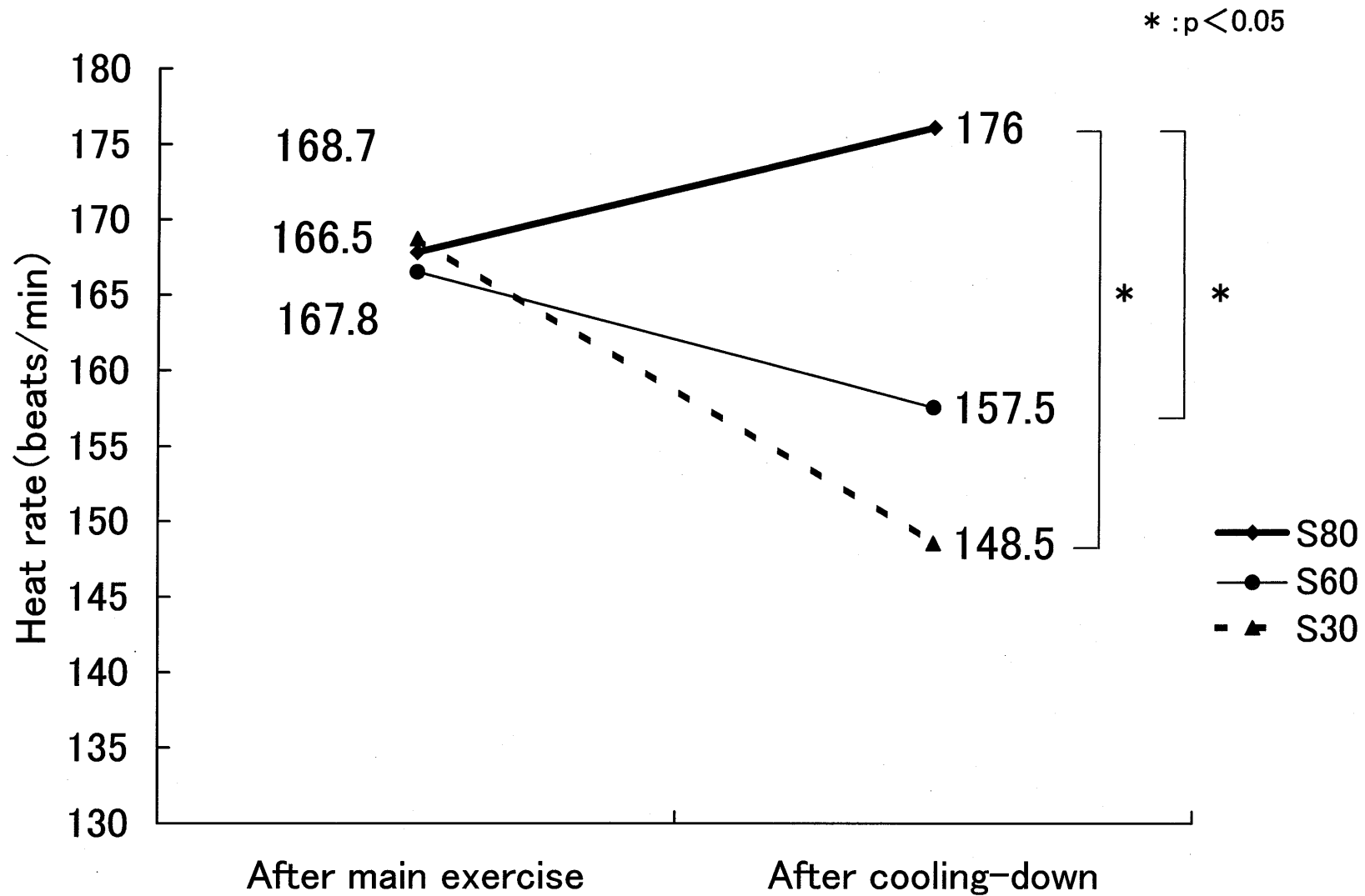


Figure 3. Heart rate average of during exercises

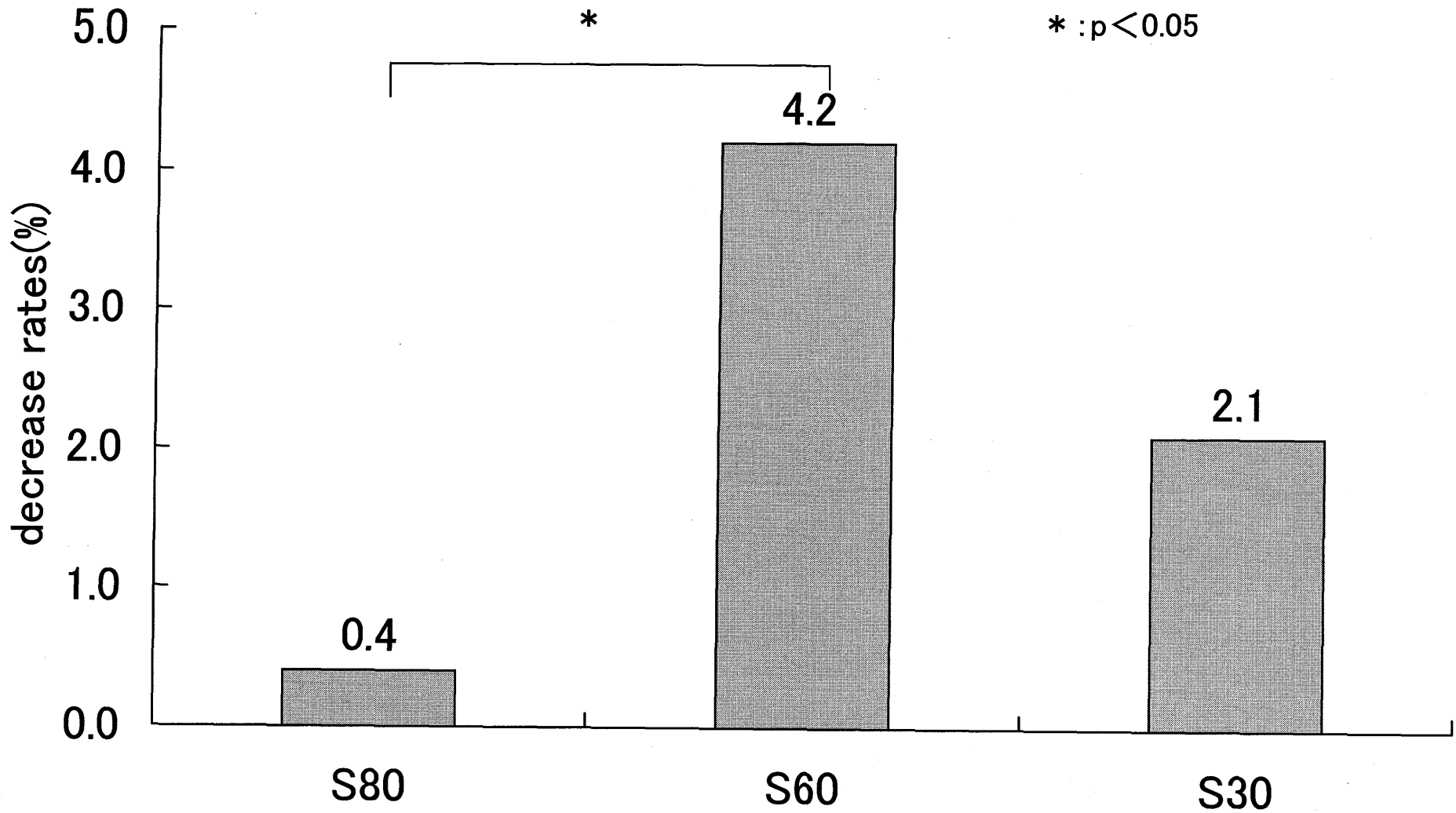


Figure 4. Decrease rate of muscle hardness
(Musculus quadriceps femoris)

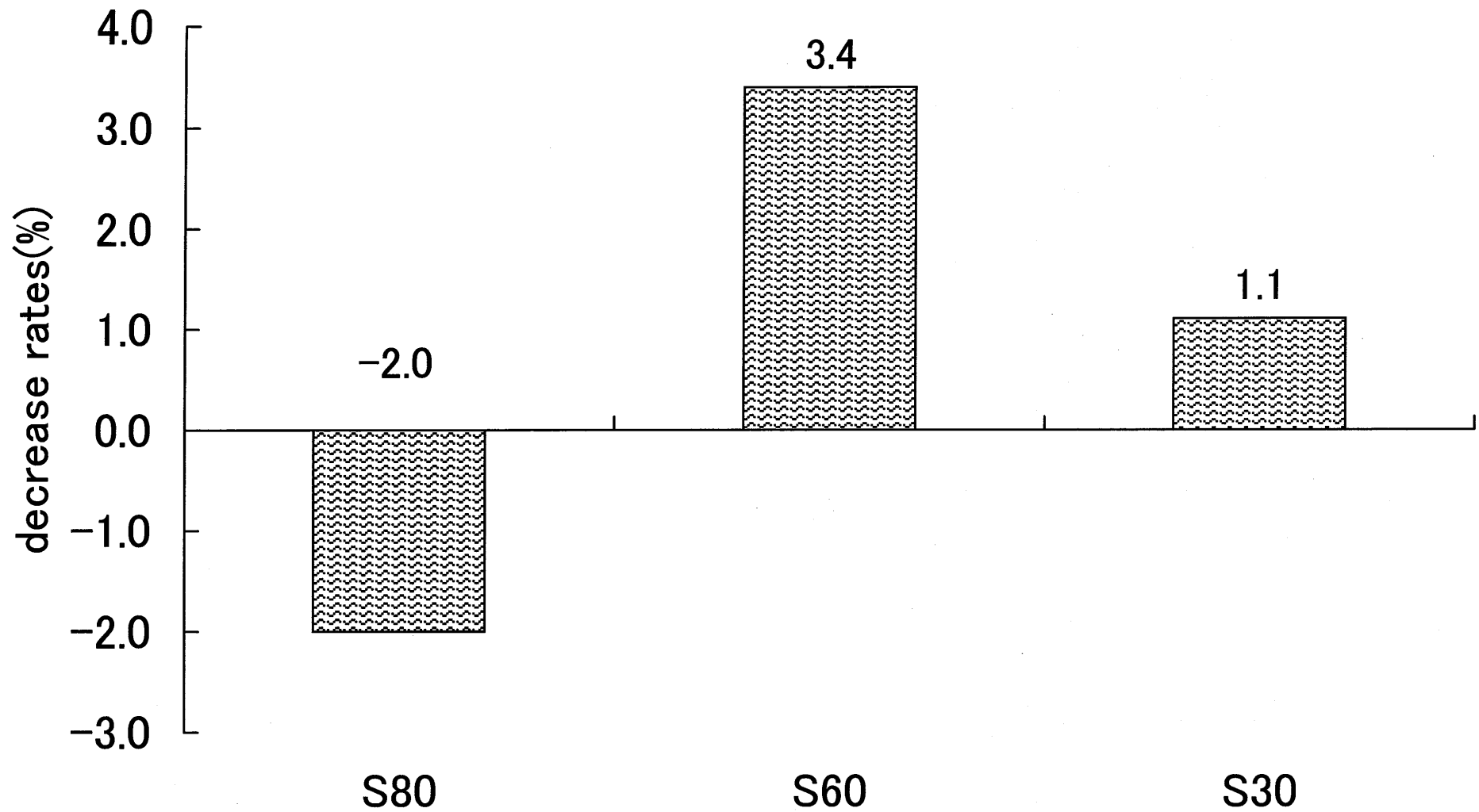


Figure 5. Decrease rate of muscle hardness
(Musculus gastrocnemius)

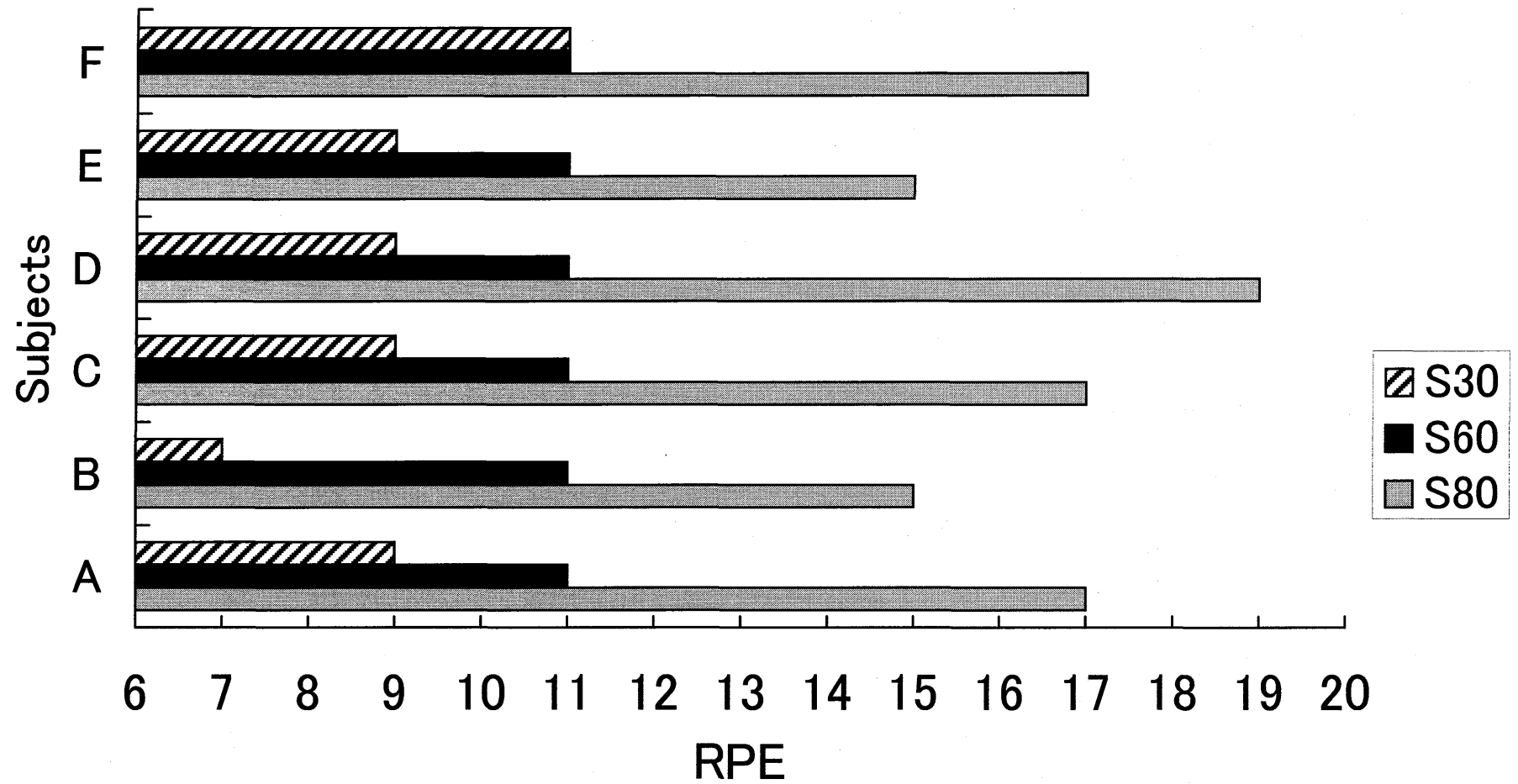


Figure 6. The scale giving RPE-values of cooling-down

資料1. 長距選手のクーリングダウンに関するアンケート

平成12年4月15日 配布

順天堂大学 沢木 啓祐
鯉川 なつえ

<記入方法>

- 氏名は記入しなくて結構です。
- 最もあてはまる事柄を選んで、○をつけて下さい。
- あてはまる事柄がない場合は、その他に○をつけ、()の中に文章を簡潔に書いて下さい。
- 誰とも相談せず、正直にお答え下さい。

大学名)	専門種目)
	競技歴)
	性別) 男・女
	年齢)

<アンケート>

A あなたは練習の後クーリングダウンを行いますか？

1 必ず行う	
2 だいたい行う	
3 行う時も行わない時もある	
4 あまり行わない	
5 まったく行わない	

B 行う場合、時間は決まっていますか？ (あてはまるもの2つ以内に○をつけて下さい)

1 いつも決まっている		< 分位 >
2 気分によって変える		< ~ 分位 >
3 練習強度によって変える		< ~ 分位 >
4 気温によって変える		< ~ 分位 >
5 その他	()	< ~ 分位 >

C 行う場合、内容は決まっていますか？ (あてはまるもの2つ以内に○をつけて下さい)

1 いつも決まっている		
2 気分によって変える		
3 練習強度によって変える		
4 気温によって変える		
5 その他	()	< ~ 分位 >

D 行う場合、どんな内容をどのくらいやりますか？(あてはまるものすべてに○をつけて下さい)

1 歩行		< ~ 分位 >
2 ジョギング		< ~ 分位 >
3 水泳		< ~ 分位 >
4 その他	()	< ~ 分位 >

E 行う場合、どのくらいの強度でやりますか？

1 全力	
2 きついペース	
3 ややきついペース	
4 楽なペース	
5 非常に楽なペース	
5 その他	()

F 行う場合、誰とやりますか？

1 1人でやる	
2 誰かと一緒にやる	
3 1or2を気分によって変える	
4 その他	()

G あなたは何のためにクーリングダウンを行いますか？

1 呼吸の安定	
2 筋肉の張りを取る	
3 筋肉の柔軟性を戻す	
4 その他	()

H クーリングダウンに対して監督・コーチから指示がありますか？

1 必ずある		(内容)
2 たまにある		(内容)
3 ない		
4 その他	()	

I クーリングダウンについて日頃気になることや、疑問等をお書き下さい。

どうもありがとうございました。

資料2. アンケート集計

		男子	女子
	競技歴(年)	6.2	6.6
	年齢(歳)	19.2	19.5
Aクーリングダウンを行いますか?	1 必ず行う	76%	49%
	2 だいたい行う	21%	42%
	3 行う時も行わない時もある	1%	3%
	4 あまり行わない	1%	4%
	5 まったく行わない	0%	0%
B行う場合時間は決まっていますか?	1 いつも決まっている	26%	10%
	2 気分によって変える	39%	51%
	3 練習強度によって変える	41%	51%
	4 気温によって変える	2%	9%
	5 その他	0%	4%
C行う場合内容は決まっていますか?	1 いつも決まっている	58%	42%
	2 気分によって変える	22%	35%
	3 練習強度によって変える	25%	39%
	4 気温によって変える	2%	3%
	5 その他	0%	0%
D行う場合どの内容をどのくらいやります	1 歩行	28%	48%
	2 ジョギング	99%	99%
	3 水泳	1%	4%
	4 その他	13%	14%
E行う場合どのくらいの強度でやりますか?	1 全力	0%	0%
	2 きついペース	0%	0%
	3 ややきついペース	1%	1%
	4 楽なペース	50%	41%
	5 非常に楽なペース	48%	58%
	6 その他	1%	0%
F行う場合誰とやりますか?	1 1人でやる	17%	17%
	2 誰かと一緒にやる	29%	6%
	3 1or2を気分によって変える	50%	77%
	4 その他	4%	0%
G何のためにクーリングダウンを行いますか	1 呼吸の安定	12%	10%
	2 筋肉の張りを取る	73%	78%
	3 筋肉の柔軟性を戻す	28%	19%
	4 その他	7%	13%
Hクーリングダウンに対してコーチから指ありますか?	1 必ずある	7%	0%
	2 たまにある	43%	36%
	3 ない	50%	62%
	4 その他	0%	0%

資料3.

測定日	平成 年 月 日
氏名	
ダウン強度	

※あなたが行ったクーリングダウンの強度に、最もあてはまるものに○をつけてください。

20		
19	Very very hard	非常にきつい
18		
17	Very hard	かなりきつい
16		
15	Hard	きつい
14		
13	Somewhat hard	ややきつい
12		
11	Fairly light	楽である
10		
9	Very light	かなり楽である
8		
7	Very very light	非常に楽である
6		

<備考>

付表 1.

平成 年 月 日

順天堂大学スポーツ健康科学研究科
博士前期課程 鯉川 なつえ 殿

実験参加同意書

わたしは、貴殿が実施する「長距離ランナー主運動を基準としたクーリングダウンの効果」の内容と、起こりうる危険性について事前に詳細な説明を受け、本人の自由意志により、実験に被験者として参加することを同意いたします。

また、本人の自由意志により、いつでも実験から離脱できる自由が保障されていることを承知しております。

<住所>

<氏名>

印

生年月日（昭和 年 月 日 満 歳）

※未成年者は保護者の承諾が必要となりますので、承諾いただける保護者は下記承諾書に署名・捺印して下さい。

保護者承諾書

実験に参加する被験者は未成年でありますので、本人が実験に参加することを保護者として承諾します。

保護者氏名

印