

氷水の代わりに水道水を使用した交代浴における有効性の検討

A study of effectiveness of contrast bath where tap water was used instead of ice water

片 平 誠 人

Makoto KATAHIRA

福岡教育大学

山 本 利 春

Toshiharu YAMAMOTO

国際武道大学

（平成21年9月30日受理）

I. はじめに

交代浴とは，温水と冷水に患部を交互に浸し，主に機能的抹消循環障害の改善を図ることを目的として行われる治療法であり，外傷後の亜急性期における腫脹や浮腫の軽減¹³⁾や，リウマチなどの疼痛及び関節拘縮の改善などを目的として実施されることが多い²⁾。また，交代浴は疲労により低下した握力を回復させることが報告されており^{5) 6) 7) 8)}，スポーツ現場における筋のコンディショニングへの応用が期待される。しかし，交代浴を実施する際には，温浴と冷浴の2つの浴槽が必要になることや，冷浴槽の水温を保つための水が必要になるなど，実施に際し手間がかかるなどの問題点が考えられ，普及しにくいのが現状である。したがって，日頃の入浴時に，温浴と冷水シャワーを使用するなど，冷浴を氷を使用しない水道水で行ったとしても，氷水を用いた交代浴と同様の筋疲労回復効果が得られれば，スポーツ選手における日常的なコンディショニングの手段として活用できるのではないかと考えられる。

実際に欧米では，筋疲労の回復手段として，温水・冷水交代シャワーを用いているとの報告⁹⁾もあるが，その効果については十分な検討がなされていない。また，スポーツ現場においても，コンディショニングの一貫として入浴時に交代浴を行うことがあるが，選手の主観的な評価としては，「疲れがとれやすい」「脚が軽くなる」等の感想も聞かれ，「何となく良さそうなもの」という認識はあるものの，その根拠については明らかではない。さらに近年では，インターネットや健康・美容関連の雑誌などにおいても，疲労回復の手段として入浴時の交代浴が紹介されているが，その効果については不明な点も多い。

そこで本研究では，温水と水道水を使用した交代浴における筋疲労回復効果の有効性を明らかにするため，疲労し低下した握力（急性筋疲労）の回復過程から検討することを目的とした。

II. 方法

A. 対象（表1-1）

対象は，女子学生6名とした。

表1-1 被験者の身体特性(n=6)

年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
21.1±0.6	161.0±4.0	52.8±2.1

B. 実験手順（図1-1）

1. 握力把握運動

握力把握運動は，市販のハンドグリップを用いて行った。時計の秒針のリズムに合わせ，初めての3分間は1秒間に1回のペースで，3分経過後については1秒間に2回のペースで把握運動を行わせ，リズムが乱れ，最大筋力の50%以下の筋力になった時点でオールアウトと判断した。

2. 交代浴の方法

交代浴の時間配分については，表1-2の通りである。なお，温浴は42℃とし，冷浴は5℃と，水道水を想定した15℃，20℃の3条件とした。また，交代浴は手部および前腕部の部分浴とした（表1-2，写真1）。

表1-2 交代浴の条件

無処置群	20分間の座位安静
温1-冷4(5℃)群	(温浴1分-冷浴4分) × 4set
温4-冷1(5℃)群	(温浴4分-冷浴1分) × 4set
温1-冷4(15℃)群	(温浴1分-冷浴4分) × 4set
温4-冷1(15℃)群	(温浴4分-冷浴1分) × 4set
温1-冷4(20℃)群	(温浴1分-冷浴4分) × 4set
温4-冷1(20℃)群	(温浴4分-冷浴1分) × 4set

把握運動	無処置		イス座位安静 握力・筋硬度・皮膚温・血流量の測定 (15分おき)				
	温浴1分ー冷浴4分(5℃)						
	温浴4分ー冷浴1分(5℃)						
	温浴1分ー冷浴4分(15℃)						
	温浴4分ー冷浴1分(15℃)						
	温浴1分ー冷浴4分(20℃)						
	温浴4分ー冷浴1分(20℃)						
運動前 測定①	運動後 ②	処置後 ③	15分後 ④	30分後 ⑤	45分後 ⑥	60分後 ⑦	75分後 ⑧



3. 握力の測定

握力の測定は、TTM社製握力計（ORIGINAL SMEDLEY'S DYNAMO METER）を用いて測定した。

4. 筋硬度の測定

筋硬度の測定は、井元製作所社製筋弾性計（筋疲労度計）Muscle Meter PEK-1を用いて、前腕部最大周径囲付近6ヶ所における硬度を2回ずつ測定し、これらの平均値を算出した。

5. 皮膚温の測定

皮膚温の測定は、gram社製のデータ収録型ハンディタイプ温度計LT-8Aを用いて、前腕部皮膚温を測定した。

6. 血流量の測定

血流量の測定は、オメガウェーブ社製、レーザー組織血流計オメガフロー-FLO-C1を用いて、示指における血流量を測定した。

以上の測定項目については、運動開始前、運動後、交代浴後（以後、処置後）、処置後からは15分おきに75分後まで、合計8回の測定を実施した。

なお実験は、同一被験者に対し7条件（無処置、6条件の交代浴）を実施し、無処置群と各交代浴群間での比較検討を行った。また、各測定項目間の関連性を明らかにするため、処置後から75分までの回復過程における各測定項目間の相関性についても分析を行った。

III. 結果

A. 把握運動オールアウトタイム

把握運動における握力オールアウトタイムにおいては、各群間において有意な差はみられず、各群ともに把握運動により同等の急性筋疲労が生じたと考えられる（表2-1）。

表2-1 把握運動オールアウトタイム

無処置群	295.0±55.3
温1-冷4(5℃)群	302.2±41.0
温4-冷1(5℃)群	314.3±47.0
温1-冷4(15℃)群	315.0±37.7
温4-冷1(15℃)群	291.7±21.1
温1-冷4(20℃)群	313.3±24.3
温4-冷1(20℃)群	285.0±37.7
平均値±標準偏差(秒)	

B. 各測定項目の結果

1. 握力の経時的変化の比較

無処置群と各交代浴群の握力の経時的変化を比較したところ、各交代浴群において有意に高い握力がみられた（表2-2，図2-1～図2-7）。

2. 筋硬度の経時的変化の比較

無処置群と各交代浴群の筋硬度の経時的変化を比較したところ、温1-冷4（5℃）群，温4-冷1（5℃）群，温4-冷1（15℃）群，温1-冷4（20℃）群，温4-冷1（20℃）群において、有意に低い値を示した（表2-3，図3-1～図3-7）。

3. 皮膚温の経時的変化の比較

無処置群と各交代浴群の皮膚温の経時的変化を比較したところ、各交代浴群が処置後において有意に低い値を示した（各群： $p<0.001$ ）。また、無処置群と比較し、温1-冷4（5℃）群（15分・30分後： $p<0.001$ ，45分・60分後： $p<0.05$ ），温1-冷4（15℃）群（15分後： $p<0.001$ ，30分・45分後： $p<0.01$ ，60分後： $p<0.05$ ），ならびに温1-冷4（20℃）群（15分・45分後： $p<0.01$ ，60分後： $p<0.05$ ）において、有意に低い値を示した（表2-4，図4-1）。

表2-2 握力の経時的変化

	実験前	運動後	処置後	15分後	30分後	45分後	60分後	75分後
無処置群	37.3±2.9	14.7±2.1	32.8±5.4	32.5±5.2	32.6±4.5	32.6±5.1	32.9±5.4	31.5±4.0
温1-冷4(5℃)群	38.3±3.5	16.2±2.2	31.0±4.0	34.1±5.2	34.3±4.6	33.9±2.9	34.4±4.0	35.1±4.1
温4-冷1(5℃)群	37.8±2.7	15.4±2.8	30.4±2.4	33.5±4.3	33.8±3.2	33.3±3.0	34.8±3.5	34.2±4.0
温1-冷4(15℃)群	37.8±4.4	15.8±1.8	31.5±5.3	33.3±5.5	33.7±5.4	33.8±4.6	34.7±4.5	34.5±4.8
温4-冷1(15℃)群	39.1±3.9	16.7±2.7	32.1±4.7	34.1±4.2	34.8±4.3	34.1±4.7	34.8±5.0	34.8±4.9
温1-冷4(20℃)群	38.8±4.4	16.7±1.3	32.1±6.0	34.8±4.9	35.6±4.7	35.3±4.2	35.8±4.0	35.2±3.9
温4-冷1(20℃)群	39.3±5.0	15.9±2.4	32.1±5.6	34.6±5.1	34.8±5.3	36.8±3.9	35.8±4.2	35.8±5.1

平均値±標準偏差(kg)

表2-3 前腕部筋硬度の経時的変化

	実験前	運動後	処置後	15分後	30分後	45分後	60分後	75分後
無処置群	59.3±1.0	60.9±0.9	60.1±1.4	59.4±1.0	60.0±1.4	59.0±1.3	59.0±1.3	59.3±1.3
温1-冷4(5℃)群	59.4±1.4	61.1±1.7	60.4±1.8	57.8±1.7	58.0±0.9	57.9±1.0	57.4±1.0	57.4±1.3
温4-冷1(5℃)群	59.2±1.7	61.0±1.6	59.2±1.1	58.3±1.0	57.9±1.1	57.3±1.1	57.1±1.1	57.7±1.2
温1-冷4(15℃)群	58.7±2.0	60.6±1.2	59.7±2.1	58.6±1.5	57.8±1.9	57.6±1.9	57.6±2.2	57.2±1.7
温4-冷1(15℃)群	59.3±1.7	60.8±1.4	59.5±1.1	57.6±1.9	57.3±1.4	57.0±1.5	57.2±1.7	56.8±1.5
温1-冷4(20℃)群	58.7±2.6	60.7±1.7	59.5±2.0	58.1±1.5	57.6±1.4	57.6±1.3	56.9±1.7	56.4±1.8
温4-冷1(20℃)群	58.9±1.1	60.4±1.3	59.5±1.8	57.6±1.1	57.9±0.9	57.6±0.8	57.8±0.8	57.3±0.8

平均値±標準偏差(g/mm²)

表2-4 皮膚温の経時的変化

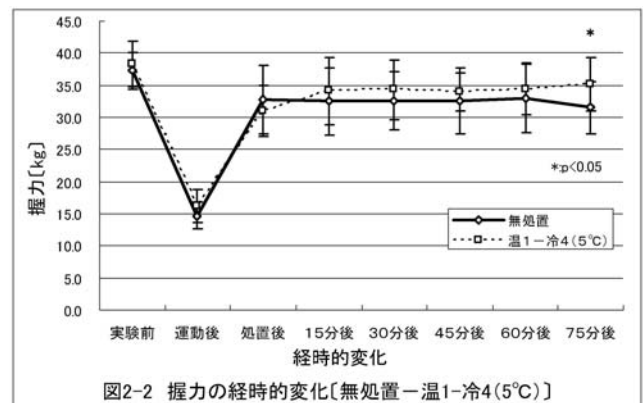
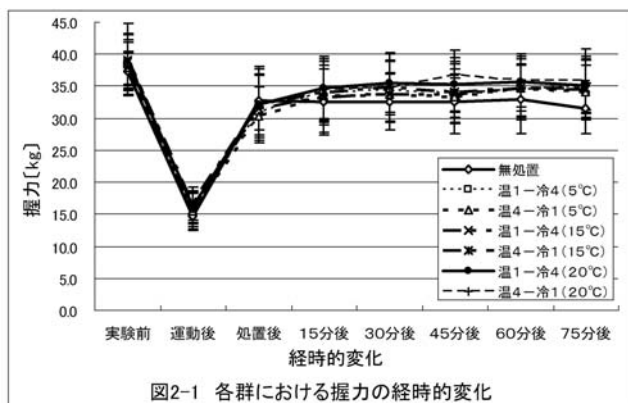
	実験前	運動後	処置後	15分後	30分後	45分後	60分後	75分後
無処置群	33.1±0.9	34.0±0.9	33.9±0.9	33.7±0.8	33.6±1.2	33.3±1.1	33.1±0.7	33.1±0.7
温1-冷4(5℃)群	32.4±0.8	33.5±0.9	12.4±1.4	25.9±1.7	27.5±1.7	29.9±2.1	30.5±1.8	31.1±1.8
温4-冷1(5℃)群	32.5±0.8	33.9±0.5	20.9±1.6	33.4±0.4	33.0±0.4	33.1±0.4	32.9±0.6	32.6±0.7
温1-冷4(15℃)群	33.3±0.8	34.4±0.9	19.5±0.9	28.7±0.8	30.1±1.2	31.1±1.1	31.6±1.4	32.0±1.5
温4-冷1(15℃)群	33.3±1.2	34.2±0.9	24.4±1.5	33.5±0.3	33.1±0.5	33.3±0.6	33.3±0.9	33.2±0.9
温1-冷4(20℃)群	33.6±0.3	34.5±0.4	23.5±0.4	30.4±0.7	31.8±0.5	32.4±0.1	32.8±0.3	32.9±0.4
温4-冷1(20℃)群	33.4±0.5	34.3±0.5	27.9±0.7	33.7±0.4	33.5±0.5	33.3±0.6	33.2±0.7	33.1±0.7

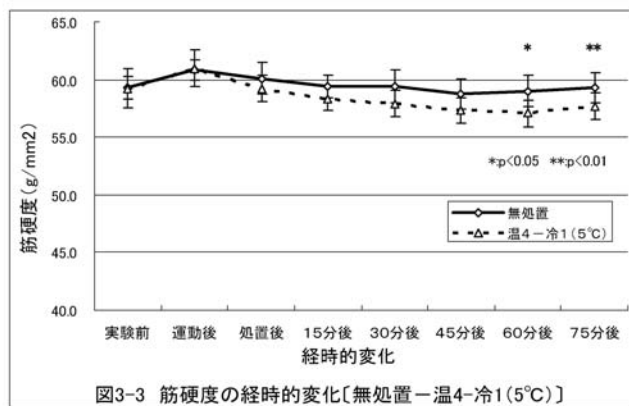
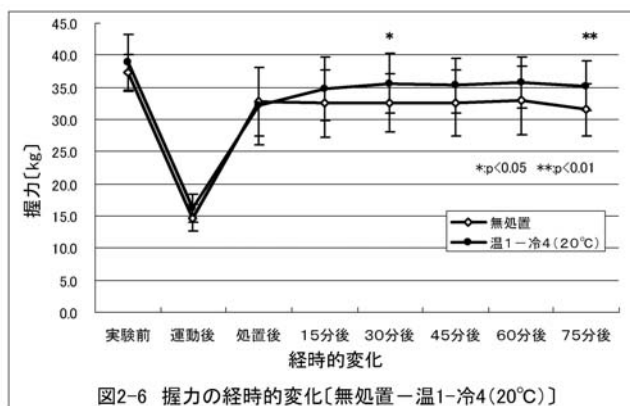
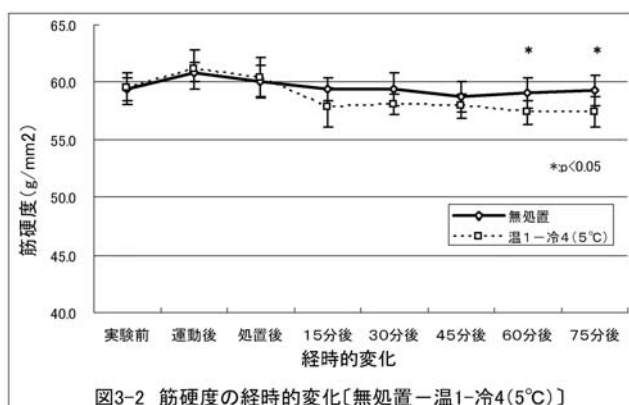
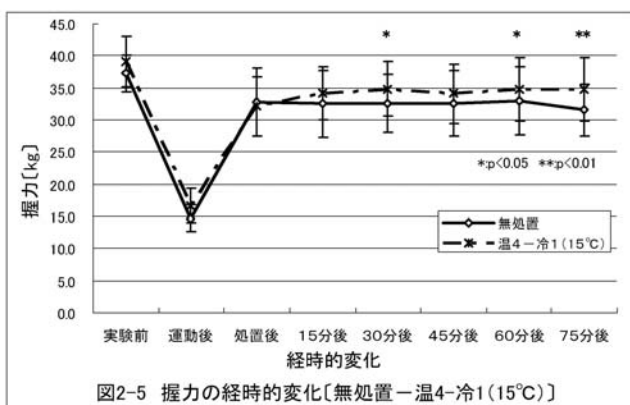
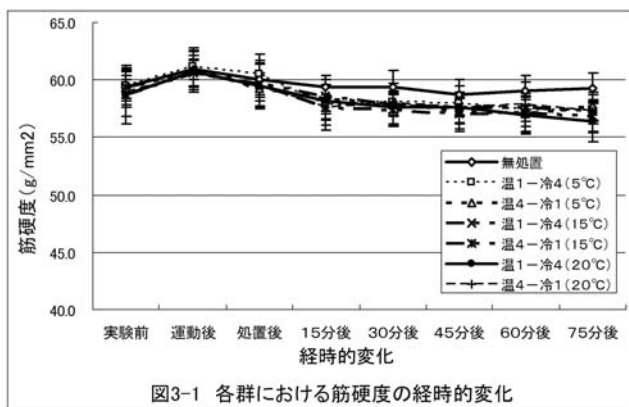
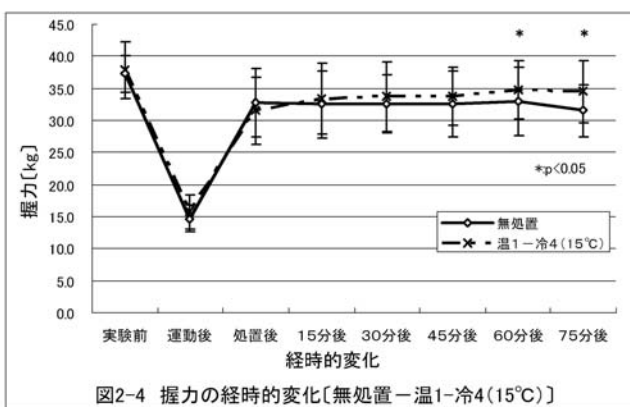
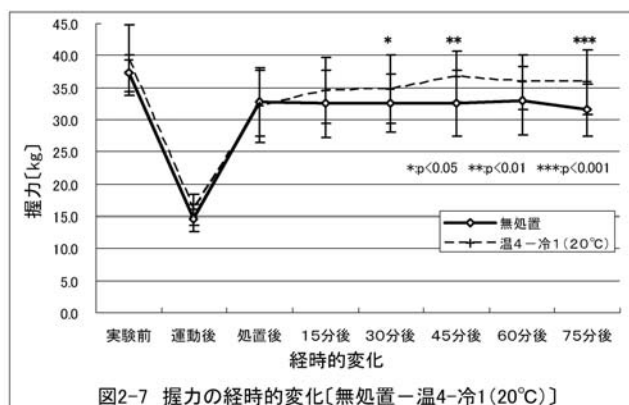
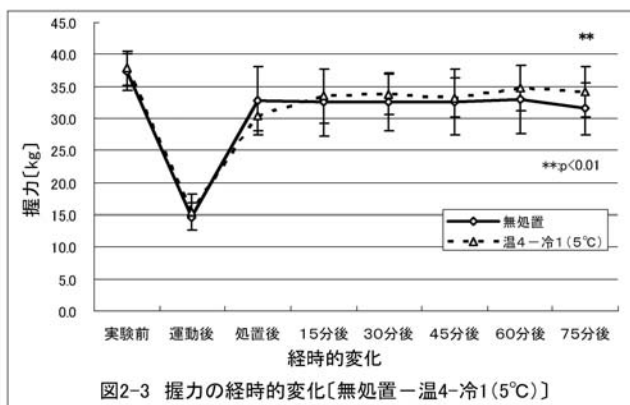
平均値±標準偏差(℃)

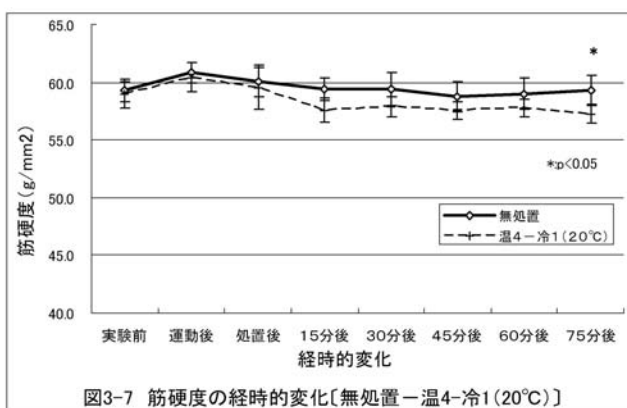
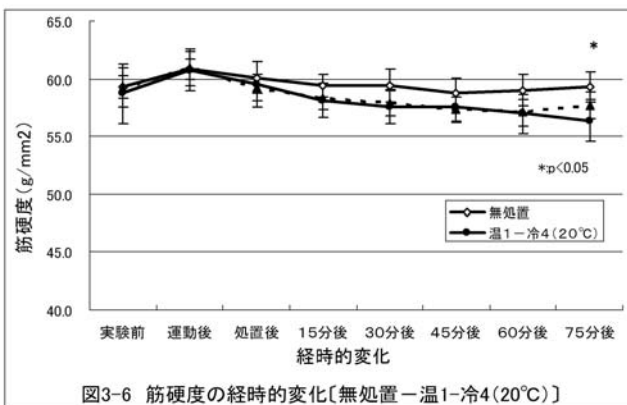
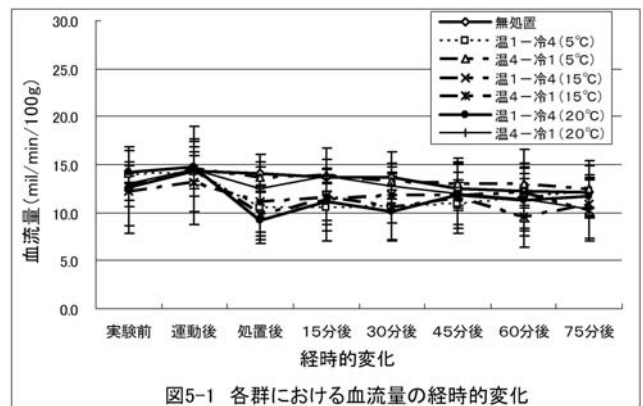
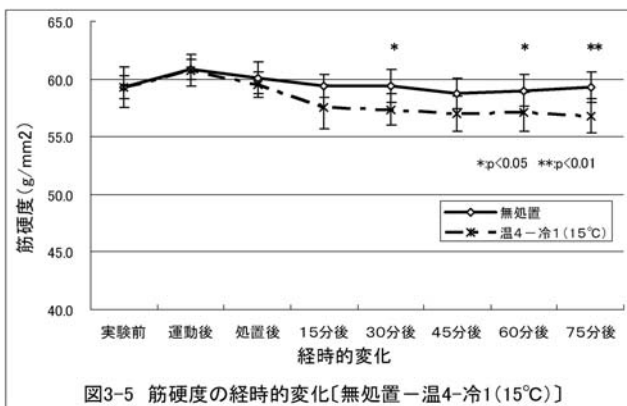
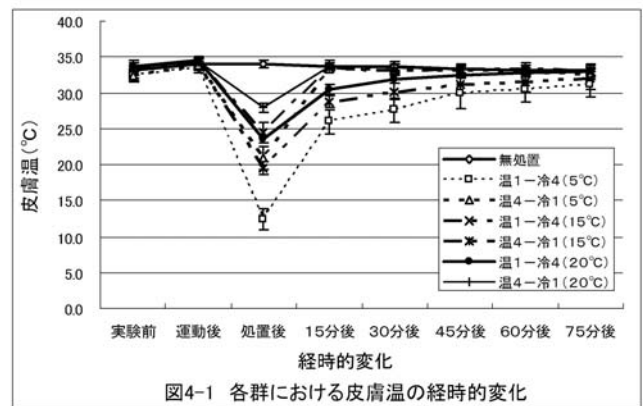
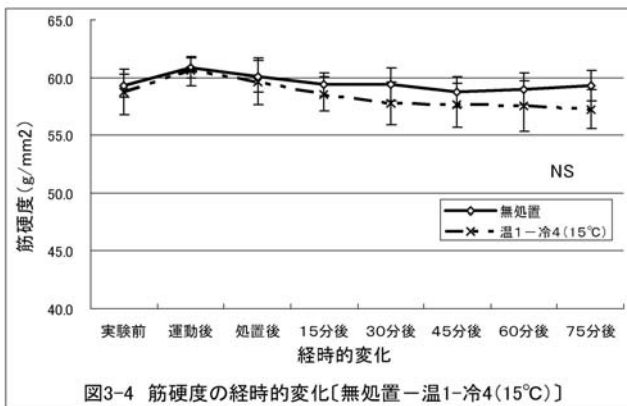
表2-5 血流量の経時的変化

	実験前	運動後	処置後	15分後	30分後	45分後	60分後	75分後
無処置群	12.7±1.4	14.4±1.5	14.1±1.9	13.7±0.7	13.7±1.4	2.5±1.7	12.3±1.8	12.1±1.6
温1-冷4(5℃)群	14.0±1.3	14.2±1.7	10.4±2.4	10.5±3.4	10.6±3.4	10.9±2.2	11.6±3.2	12.3±2.6
温4-冷1(5℃)群	12.7±2.1	14.2±1.8	13.7±1.6	13.9±2.8	13.3±1.4	13.0±2.6	13.0±2.2	12.5±2.9
温1-冷4(15℃)群	12.7±4.1	14.2±1.9	9.8±3.0	11.4±3.3	11.8±4.6	11.9±3.4	12.1±4.5	10.3±3.3
温4-冷1(15℃)群	12.2±4.3	14.2±1.1	11.1±3.6	11.7±2.9	10.7±3.6	11.5±3.7	9.6±3.2	11.0±3.9
温1-冷4(20℃)群	14.2±1.1	14.2±1.1	9.2±2.0	11.2±2.0	10.2±1.3	11.8±1.7	11.3±2.2	11.7±2.2
温4-冷1(20℃)群	13.0±0.8	14.2±1.1	12.5±1.4	13.9±1.7	12.8±1.0	11.9±3.1	11.4±3.3	10.3±3.0

平均値±標準偏差(ml/min/100g)







4. 血流量の経時的変化の比較

無処置群と各交代浴群の血流量の経時的変化を比較したところ、温1-冷4(5°C)群(処置後・30分後： $p<0.05$)、温1-冷4(15°C)群(処置後： $p<0.05$)、ならびに温1-冷4(20°C)群(処置後・30分後： $p<0.01$)において、有意に低い値を示した(表2-5、図5-1)。

C. 各測定項目間での相関

疲労し低下した握力を回復させた要因を検討するために、各群における、各測定項目間の関連性について分析を行った。

無処置群における各測定項目間の相関について分析したところ、皮膚温と血流量との間において、有意な相関がみられた(表3-1)。

また、各交代浴群における各測定項目間の相関について分析したところ、握力と筋硬度、握力と皮膚温、筋硬度と皮膚温の間において、有意な相関がみられた(表3-2～3-7)。

表3-1 無処置群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	0.067			
皮膚温	0.458	0.747		
血流量	0.411	0.769	0.974***	

***:p<0.001

表3-2 温1-冷4(5℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.981***			
皮膚温	0.966**	-0.976***		
血流量	0.631	-0.592	0.625	

***:p<0.001 **:p<0.01

表3-3 温4-冷1(5℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.861*			
皮膚温	0.924**	-0.803		
血流量	-0.525	0.665	-0.359	

**:

表3-4 温1-冷4(15℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.953**			
皮膚温	0.963**	-0.961**		
血流量	0.590	-0.546	0.669	

**:

表3-5 温4-冷1(15℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.936**			
皮膚温	0.936**	-0.958**		
血流量	-0.374	0.168	-0.120	

**:

表3-6 温1-冷4(20℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.861*			
皮膚温	0.979***	-0.922**		
血流量	0.746	-0.792	0.847*	

**:

表3-7 温4-冷1(20℃)群における測定項目間の相関

	握力	筋硬度	皮膚温	血流量
握力				
筋硬度	-0.887*			
皮膚温	0.828*	-0.945**		
血流量	-0.460	0.291	-0.051	

**:

IV. 考察

交代浴 (contrast bath) とは、主に物理療法における水治療法のひとつとして位置づけられる。交代浴が生体に与える生理的作用としては、①急速で顕著な血管拡張作用、②急速な皮膚温上昇、③反射的な深部血液循環量の増加、④顕著な鎮痛作用があると報告されている³⁾。

玉川ら¹⁶⁾は、温度刺激は不感温度から隔たるほど強く、温度刺激は温度変化が大きいほど強いと報告している。また、西山ら¹¹⁾は、交代浴の生理的効果が、単独の温水浴や冷水浴より効果を認める理由は、温度差に幅があるためであると述べている。よって、交代浴のように冷浴と温浴を組み合わせることにより、冷浴や温浴を単一の処置として行うのに比べ、血管反応や反射作用、鎮痛効果をより強く引き出すことができると考えられる。

多くの先行研究では、交代浴は毛細血管の収縮や拡張を促し、血流を改善することを報告している^{3) 12) 14)}。しかし、本研究では交代浴の終わりの処置を冷浴で終わる交代浴を実施したためか、各交代浴群ともに有意に低い値を示し、さらにその後の回復過程においても、無処置群と比べ有意な血流量の増加はみられなかった。よって、疲労し低下した握力が回復したのは、血流量以外の要因が関与していることが考えられる。

筋は疲労すると柔軟性や最大筋力が低下することが報告されている^{4) 10) 17)}。また、筋が疲労すると硬化し痛みが生じることや、筋緊張が生じることも報告されている³⁾。本研究においても、把握運動後には筋硬度が高まる傾向がみられ、これらは把握運動による疲労が原因ではないかと考えられる。

温浴のような温熱刺激や、冷浴のような寒冷刺激には、その共通の治療効果として、疼痛の緩和、筋スパズムの抑制があることが報告されている¹⁵⁾。また、温熱刺激には骨格筋の緊張を低下させる作用があること、寒冷刺激には寒冷適用後に、二次的に皮膚の柔軟性が高まることが報告されている¹⁴⁾。本研究においては、交代浴群の筋硬度が有意に低下しており、生体に対し物理的刺激を適用することで、疲労し硬くなった筋の緊張を改善することができたと考えられる。また、握力と筋硬度の間には有意な負の相関がみられることから、握力の回復には筋硬度の低下が関与していることが推察される。これらの物理的刺激が、筋緊張の低下や握力の増大に影響を及ぼすメカニズムとしては、物理的刺激が感覚入力系に刺激的に働くためであると考えられており、特に筋紡錘などの固有受容器や、温度受容器に対する影響が関与しているのではないかと報告されている¹⁾。本研究の結果においては、握力と皮膚温に有意な相関が、また筋硬度と皮膚温の間に有意な負の相関がみられたことから、交代浴のように温浴と冷浴を組み合わせ交互に実施することにより、温度受容器を

強く刺激し、両者の持つ生理的作用を強く引き出すことができたのではないかと考えられる。

V. 結論

15℃～20℃の水道水を想定した冷水での交代浴においても、無処置の場合と比べ疲労し低下した握力の回復に効果的であることが明らかになった。

したがって、入浴時に温浴・冷水交代シャワーなどの方法を用いた交代浴を行うことでも、筋の疲労回復を促す可能性があることが示唆された。

文献

- 1) Barnce WM, Larson MR: Effects of localized hypothermia on maximal isometric grip length, *Am J Phys Med*, 64, 305-314, 1985.
- 2) Cooper, J.: Therapeutic Modalities for Foot and Ankle Rehabilitation. In Sammarco G, editor: Rehabilitation of the foot and ankle, Mosby-Year Book: 109-125, 1995.
- 3) 萩島秀男編: 冷熱交互療法 (交代浴), 物理療法のすべて, 第1版, 医歯薬出版, 東京, pp.114-115, 1973.
- 4) Hunter J, Kerr EH, Whillans MG: The relationship between joint stiffness upon exposure to cold and the characteristics of synovial fluid. *Can J Med Sci*, 30, 367-377, 1952.
- 5) 片平誠人, 山本利春: 冷水浴・温水浴・交代浴が疲労した握力の回復過程に及ぼす影響, 福岡教育大学紀要, 54, 第5分冊: 33-38, 2005.
- 6) 片平誠人, 山本利春: 異なる時間配分の交代浴が疲労した握力の回復に及ぼす影響, 福岡教育大学紀要, 55, 31-34, 2006.
- 7) 片平誠人, 山本利春: 交代浴が疲労した握力の回復過程に及ぼす影響, 体力科学, 55, (6), 854, 2006.
- 8) 片平誠人, 山本利春: 交代浴が筋疲労の回復に及ぼす効果, トレーニング科学, 19, (3), 239-246, 2007.
- 9) 児玉俊夫, 石川利寛, 猪飼道夫, 黒田善雄, スポーツと疲労, スポーツ医学入門, 第1版, 南山堂, 東京, pp200-218, 1965.
- 10) Meeusen R, Lievens P: The use of Cryotherapy in sports injuries, *Sports Med*, 3, 398-414, 1986.
- 11) 西山保弘, 富松 剛: 温冷水の温度格差が皮膚の感覚神経に与える影響, 日本物理療学会会誌, 15, 24-29, 2008.
- 12) 野上貞夫: 温熱・寒冷療法, 理学療法, 3, (2), 111-118, 1986.
- 13) Peat, M: Current Physical Therapy, Decker: pp218-219, 1988.
- 14) 杉元雅晴: 水治療法, 理学療法ハンドブック, 第2版, 共同医書出版, 東京, pp1163-1196, 1998.
- 15) 杉元雅晴: 物理的刺激を理解する, 理学療法のとらえかた, 第1版, 文光堂, 東京, pp257-270, 2001.
- 16) 玉川鐵雄, 西條一止編: 物理療法・鍼灸マニュアル, 第1版, 南江堂, 東京, pp103-137, 1973.
- 17) 矢部京之助: スポーツ活動に伴う疲労とその回復, B級コーチ・アスレティックトレーナー教本, (財)日本体育協会, pp114-122, 1989.