

機関番号：24701

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500484

研究課題名 (和文) 高濃度人工炭酸浴による血行促進効果をもたらす
下肢痛改善効果とその介護予防への応用研究課題名 (英文) Improvement of pain in lower extremities by the blood circulation
promotion induced by the high concentration artificial CO₂ warm water
bathing effects.

研究代表者 宮下 和久 (MIYASHITA KAZUHISA)

和歌山県立医科大学・医学部・教授

研究者番号：50124889

研究成果の概要 (和文)：

本研究では、(1)高濃度人工炭酸浴による下肢の末梢循環促進効果をもたらす条件 (温度, CO₂濃度) を淡水温水をコントロールとして検証し、(2)その上で、高濃度人工炭酸浴による下肢痛の改善効果を検証した。最終的に介護施設および家庭における高濃度炭酸浴による下肢痛改善のための QOL 評価を行ない、介護予防のエビデンスに基づく健康事業としての位置づけを試みた。

有症者を含めた介護施設入所者で検討した結果、皮膚温は浸漬前後で両群とも上昇していたが、群間の差は見出せなかった。ただ 1.5 ヶ月の長期間で SF-8 の「全体的健康感」が、刺激群で高い傾向があったことは評価できると考える。疼痛に対する効果としては、同意・協力が得られた下肢疼痛の有症者が少なく、統計学的な評価が出来なかったが、個人内では炭酸水浸漬群、淡水浸漬群ともに浸漬の前後で低下していた。レーザー血流画像化装置で末梢循環促進効果を検討すると、足背皮膚血流変化量は浸漬後に対照と比較して有意に高値であった。高齢者でも高濃度人工炭酸温水浴による血管拡張による症状改善効果が期待できた。

研究成果の概要 (英文)：

In this study, (1) we make a test fresh warm water as control on a condition (temperature, CO₂ concentrations) to effect the peripheral circulation promotion in the lower limbs by the highly-concentrative artificial CO₂ bath, (2) after that, make a test on improvement of the pain in lower extremities by the highly-concentrative artificial CO₂ bath. We finally evaluated the quality of life for pain in lower extremities improvement by the highly-concentrative effervescent bath in a nursing facility and the home and attempted by the placement as the health work based on the evidence of the care prevention.

As a result of having investigated it in the nursing facility residents who included a person with a symptom, the skin temperature increased in approximately a bath with the both groups, but was not able to find the significant difference between groups. We were able to find that “a general healthy feeling” of SF -8 tended to be high in stimulation group in the long term of 1.5 months. Unfortunately there were few persons who had the lower limbs algetic symptom that an agreement, cooperation was obtained, and an effect for the pain did not have an evaluation and, however, decreased in approximately a bath in individuals in both carbonated water bath group, fresh water bath group. The skin of dorsum of foot bloodstream change was more significantly higher level after a bath than controls. Even elderly people can expect their symptoms better due to the vasodilatation by the highly-concentrative artificial CO₂ bath.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
09 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：高濃度人工炭酸水浴、末梢循環、レーザー血流画像化装置(LDPI)、

MOS Short-Form 36-Item Health Survey(SF-8)、The short-form McGill Pain Questionnaire(SF-MPQ)、主観的疼痛感(VAS)

1. 研究開始当初の背景

急激な高齢社会が進行する中で、高齢者の健康支援に対する考え方も、要介護高齢者の社会支援から、高齢者全体が可能な限り自立した生活を営むための支援という観点に移行しつつある。介護保険制度も予防重視型システムへと転換しつつある。高齢者の自立の妨げとなる健康問題は種々あるが、日常生活行動に関与する主たる症状の一つに下肢の痛みがあり、その症状の緩和と予防は、高齢者の健康生活 QOL 維持、向上に大きな意味を持つと考えられる。

高齢者の下肢の循環障害による疼痛は個人によって程度が異なり、その病態は複雑ではあるが殆どが運動時、膝関節や足関節を中心に症状が出現する。その対症療法として湿布や薬剤による疼痛抑制が行われているが、慢性的で炎症がそれほど強くないものには温水等による温熱療法が効果的で、リハビリテーション領域でも積極的に用いられている。一方、温熱療法に関しては、温水等による温熱療法に加え、いわゆる天然温泉水による温浴効果が古くから検討され、その中で、炭酸泉浴は、血圧を抑制し、循環促進効果をもつ泉質として知られている。現在までの温泉科学的検討から、人工炭酸浴の場合でも、温水に溶存している炭酸ガスは、濃度が 700ppm 以上ならば、性、年齢に関わらず、経皮的に皮下組織に侵入して皮下の血管を拡張させ、その結果、皮下血流量の増加・組織への血流量が増加されること、そして血流量の増加に伴い組織老廃物が除去されることで新陳代謝の亢進や除痛効果、さらには、血管拡張による末梢血管抵抗の低下で血圧が下降することも明らかにされつつある。これは二酸化炭素による血管緊張の低下の他、赤血球の変形能を高め、毛細血管通過を容易にさせると同様に、ヘモグロビンの酸素解離曲線の右方移動をおこさせ、ヘモグロビンからの酸素解離を容易にさせるためとされている。

この知見に基づいて、人工炭酸溶剤が開発され、市販普及しているが、人工炭酸浴水の炭酸ガス濃度は最大 300ppm 程度しか期待できない。一方、1997 年に人工的に自然炭酸泉

に含まれるのと同じ高濃度の遊離二酸化炭素を含む人工炭酸水を作製するマイクロバブル方式の装置が開発され、しかも近年家庭用の装置も普及し始めている。ところで、厚生労働省によって実施された介護保険実態調査で、軽度要介護にいたる原因として、骨折や関節疾患など運動器の障害が多数を占めることが報告されているが、なかでも下肢の循環障害によるものでは痛みを伴い、日常生活動作(Activities of daily living : ADL)に影響を与え、QOL を大きく左右する問題を含んでいる。ゆえに今後の介護予防の観点から運動器疾患、特に下肢の循環障害に起因する疼痛に対するエビデンスベースに基づく予防対策が重要となる。高濃度人工炭酸浴による循環改善効果をもたらす下肢痛の改善効果が検証できれば、多くの高齢者に共通するこの問題の解決に具体的エビデンスをもたらすと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、下肢の(1)高濃度人工炭酸浴による下肢末梢循環促進効果をもたらす条件を淡水温水をコントロールとして検証し、(2)その上で、高濃度人工炭酸浴による下肢痛の改善効果を検証する。最終的には、介護施設および家庭における高濃度炭酸浴による下肢痛改善のための QOL 評価を行ない、介護予防のエビデンスに基づく健康事業としての位置づけを試みる。

末梢循環機能評価法として、レーザー血流画像化装置(Laser Doppler Perfusion Imager: LDPI)を用いての皮膚表層血流(670nm レーザーを皮膚表面に照射し、赤血球の動きにより変化する反射レーザー光の周波数シフトから血流を定量化)の評価。また、「痛み」を客観的に評価する方法として信頼性が高い MPQ 簡便方式(The short-form McGill Pain Questionnaire : SF-MPQ)の実施。QOL の評価には特定の疾患に限定した内容ではなく、包括的尺度として万人に共通した概念のもとに構成され、様々な疾患の患者や一般に健康といわれる人々の健康関連 QOL を測定することが可能な、MOS Short-Form 36-Item Health Survey(SF-8)の実施。「SF-8」は、(1)身体機能、(2)日常役割機能(身体)、(3)

日常役割機能(精神)、(4)全体的健康感、(5)社会生活機能、(6)体の痛み、(7)活力、(8)心、の8つの健康概念を測定するための複数の質問項目から構成されている。

当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義として、従来の淡水温浴に替えて、近年家庭にも普及しつつある高濃度の人工炭酸温水を用いて、下肢末梢循環の改善効果を客観的に評価し、高齢者の下肢における慢性疼痛に応用し、症状軽減、QOL向上を検証するもので、介護予防を志向したエビデンスの確立をめざすところに本研究の特色・独創性、並びに社会的意義がある。高濃度人工炭酸温水による温水負荷の生体反応の特徴から、淡水温浴とは異なる皮膚血流変化を定量的に捉え、疼痛質問紙により下肢の痛みの改善を客観的に把握、QOL質問紙により生活向上効果を検討することで被検者の健康生活の維持、向上に寄与すると考えられる。

3. 研究の方法 (平成20年度)

高濃度人工炭酸温水を用いた温水浸漬試験による基礎的検討(健常者による検討)

高濃度人工炭酸温水を用いた温水浸漬試験による末梢循環の変化とQOLとの関連を基礎的に検討する。温水負荷刺激による下肢末梢循環の生理的応答を検討するため、淡水をコントロールとして、人工炭酸温水を負荷する水温や観察時間等の負荷条件を皮膚温、皮膚血流量等の変化を指標として検討した。

対象：健康成人男性

方法：高濃度人工炭酸水製造装置(三菱レイオン・エンジニアリング(株)製 MRE-SPA-MD)を用い、1000ppmの高濃度炭酸温水を作製した。35℃および38℃の炭酸温水に両下腿を浸漬させる。人工炭酸温水負荷前5分間、負荷後15分間において測定を実施した。

以上より、健常者の高濃度人工炭酸温水による末梢循環応答の特徴を把握し、温水浸漬試験としての最適条件を設定すると共に、他の循環機能の指標の有用性を検討する。本研究のアウトカムとして、下肢の最適高濃度炭酸浴プロトコルを作成した。

(平成21年度)

高濃度人工炭酸温水を用いた下肢温水浸漬試験の有用性の検討

前年度の基礎的検討結果を踏まえて、高齢

者の末梢循環障害改善による下肢痛の軽減を評価し、結果として高齢者のQOL向上を総合的に評価する。

対象：和歌山県中部に位置する介護老人保健施設入居者で、本施設は、中核病院、健康診断センター、健康増進施設とともに整備された老健施設である。入居者に十分な合意を得た上で対象者を選定した。

方法：測定項目、測定条件は、前年度検討したプロトコルで実施した。期間は各4週間とし、群を替えてのクロスオーバー法で実施した。対象者は無作為で各群に割付を行なった。各期の間には4週間のウォッシュアウト期間を設けて実施した。

(平成22年度)

長期効果を検討するため実施期間を前後各6週間とし、浸漬条件は前年度と同様とした。

以上より、高齢者を対象に高濃度人工炭酸温水による温水負荷の期間が、循環機能の指標および疼痛質問紙、QOL向上に影響を与えるかを比較検討した。

本研究は、和歌山県立医科大学の倫理委員会の承認(No.561)を得て行った。

4. 研究成果 (平成20年度)

[基礎研究として下肢の末梢循環促進効果をもたらす条件を正常人で検討]

下腿浸漬の条件は、水温35℃群(男性7名、30.9±8.9歳)(平均±標準偏差)、38℃群(男性6名、32.5±8.5歳)に対し、それぞれ炭酸濃度0ppm(淡水、対照)および1000ppmの人工炭酸水を設定した。実験は室温23.3±1.1℃の環境下で、浸漬部位は両下腿膝関節部までとした。浸漬前5分間・浸漬10分間・回復15分間の観察時間とした。

測定はレーザー血流画像化装置を用いて足背部の皮膚末梢血流を浸漬前後1分毎に、サーモグラフィーを用いて足背部を浸漬前後5時点で撮像し、皮膚温測定はサーミスタ温度計を用いて下腿左右8部位で1分毎に、主観的温冷感をVisual analogue scale(VAS)を用いて4時点で行った。

レーザー血流画像化装置による皮膚末梢血流値では、水温35℃群、38℃群の回復期全てにおいて対照に比して炭酸濃度1000ppmで有意に高値であった。サーモグラフィーでは両群の有意な差は見られなかった。皮膚温では、35℃群で下腿内側、38℃群で下腿外側の一部に炭酸濃

度 1000ppm で有意に高値であった。主観的温冷感 (VAS) では、水温 35℃群、38℃群の回復期全てにおいて炭酸濃度 1000ppm で有意に高値であった。以上のことから、下肢温水浴による末梢循環の評価方法として、レーザー血流画像化装置および VAS が適していた。一方、下肢末梢循環促進の効果的な条件として、水温 35℃、38℃の両方に炭酸濃度 1000ppm で対照に対して循環促進がみられた。炭酸水の皮下血流に及ぼす影響を評価するための条件としては水温 35℃および 38℃の双方とも適していたが、有症者に対する症状改善には、熱と炭酸による複合効果が期待できる 38℃の方がより効果的であると考えられた。また、浸漬時間も研究協力者の満足度を考慮して 20 分とした。

(平成 21 年度)

[高濃度人工炭酸温水浴による下肢疼痛改善効果を検証するため、前年度の基礎研究結果による条件を基に介護施設入所者で検討]

対象は、事前に説明を行い同意の得られた 10 名 (男性 3 名, 76.3±10.4 歳, 女性 7 名 82.6±5.8 歳) で、内下肢に痛みなどの症状を有する者が男性 3 名中 1 名、女性 7 名中 5 名の計 6 名であった。実験期間は 2009 年 11 月～2010 年 2 月、なか 1 カ月空けた前期 1 カ月間・後期 1 カ月間とし、土日祝日を除き毎日行った (各 19 回)。浸漬部位は両下腿膝関節部で、観察時間は浸漬前 15 分間・浸漬 20 分間・回復 5 分間とした。実験は刺激 (水温:38.2±0.3℃, 室温:23.9±1.2℃, 炭酸濃度:1133.7±219.7ppm)、対照 (水温:38.1±0.8℃, 室温:24.0±1.3℃, 炭酸濃度:7.2±5.5ppm) であった。有害事象は発生しなかった。

測定項目は、基礎調査、毎回の体調および主観的症状聴取および皮膚温測定、1 週毎の質問紙 (主観的な痛みを客観的に評価する SF-MPQ、生活の質を評価する SF-8 および足背皮膚血流のための LDPI (各期初日、一週間毎) とした。

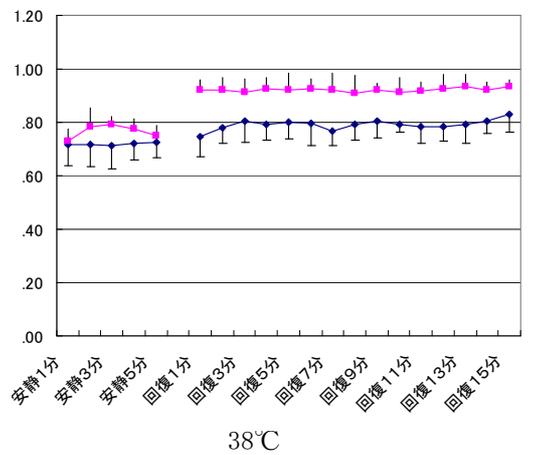
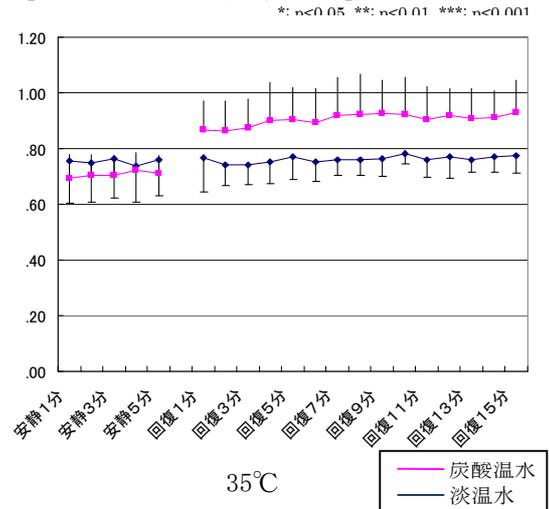
足背皮膚血流量は浸漬後に対照と比較して有意に刺激群が高値であったが、皮膚温では見られなかった。また、質問項目では浸漬毎の主観的疼痛は浸漬後に対照と比較して低下していた。SF-8 の身体的健康度、SF-MPQ においても対照に比して良好であったが変動が大きく評価が安定しなかった。

(平成 22 年度)

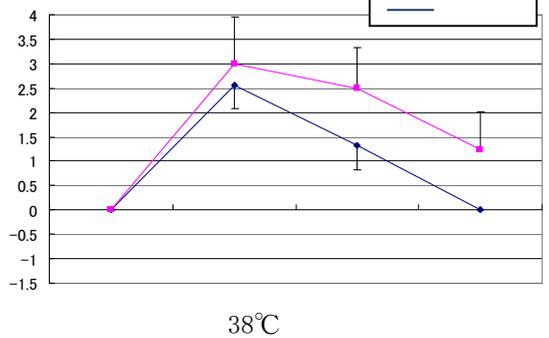
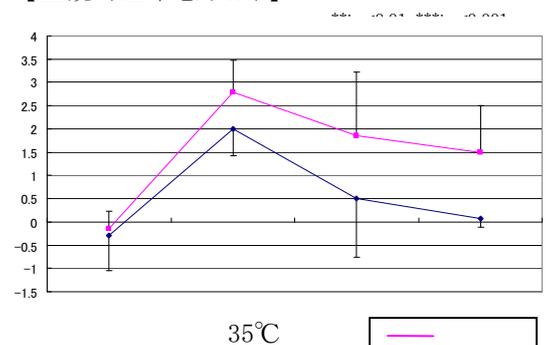
[前年度に引き続き介護施設入所者に介入期

間を変えて高濃度人工炭酸温水浴による下肢

【LDPI による皮膚末梢血流】



【主観的温冷感 (VAS)】



【疼痛改善効果を検討】

対象は、新たに説明を行い同意の得られた 9

名(男性4名, 91.3±2.6歳, 女性5名, 85.4±3.4歳)(mean±sd)で、内下肢に疼痛を有する者が男性2名、女性1名の計3名であった。実験期間は2010年11月～2011年3月、中1カ月空けた前期1.5カ月、後期1.5カ月間とし、土日を除き毎日行った(各31回)。浸漬は両下腿膝関節部までとし、観察時間は浸漬前15分間・浸漬20分間・回復5分間とした。実験は刺激(水温: 38.0±0.9℃, 室温: 25.3±2.0℃, 炭酸濃度: 1347.0±197.9 ppm)、対照(水温: 38.1±0.8℃, 室温: 25.1±1.6℃, 炭酸濃度: 6.1±10.5 ppm)であった。有害事象は発生しなかった。

測定項目は、期間効果を検討するため前年度と同様とした。

足背皮膚血流の刺激前後の変化量を刺激群と非刺激群と比較した。初日左足(0.34±0.17: 0.28±0.26, p=0.456)・右足(0.37±0.40: 0.25±0.34, p=0.435)であったが、最終日左足(0.66±0.38: -0.16±0.86, p=0.022)・右足(0.87±0.40: -0.21±1.06, p=0.063)で刺激群高値の有意な傾向にあった。SF-MPQは、有意な差は出なかった。SF-8では、初日に有意な差はなかったが、最終日の「全体的健康感」で刺激群 52.9±6.6、非刺激群 48.5±8.0(p=0.080)の刺激群で高い傾向があり、浸漬毎でも主観的疼痛は低下していた。

総括

下肢温水浴による末梢循環の評価方法として、レーザー血流画像化装置による足背皮膚血流量、およびVASによる主観的評価が適していた。下肢末梢循環促進の条件として、水温35℃、38℃の両方に炭酸濃度1000ppmで対照に比して循環促進がみられた。

有症者を含めた介護施設入所者で検討した結果、皮膚温は浸漬前後で両群とも上昇していたが、群間の差は見出せなかった。SF-MPQ、SF-8においても変動が大きく評価が安定しなかった。ただ1.5ヶ月の長期間でSF-8の「全体的健康感」が、刺激群で高い傾向があったことは評価できると考える。

疼痛に対する効果としては、同意・協力が得られた下肢疼痛の有症者が少なく、統計学的な評価が出来なかったが、個人内では炭酸水浸漬群、淡水浸漬群ともに浸漬の前後で低下していた。レーザー血流画像化装置で末梢循環促進効果を検討すると、足背皮膚血流変化量は浸漬後に対照と比較して有意に高値であった。高齢者でも高濃度人工炭酸温水浴による血管拡張による症状改善効果が期待できる。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

①高濃度人工炭酸浴による血行促進効果もたらす下肢疼痛改善効果とその介護予防への応用(下肢末梢循環促進のための基礎的研究)、第62回日本温泉科学学会大会(京都)2009.9.8, 戸村多郎、竹村重輝、福元 仁、吉益光一、宮下和久

6. 研究組織

- (1)研究代表者: 宮下 和久 (MIYASHITA KAZUHISA)
和歌山県立医科大学・医学部・教授
研究者番号: 50124889
- (2)研究分担者: 吉益 光一 (YOSHIMASU KOICHI)
和歌山県立医科大学・医学部・准教授
研究者番号: 40382337
森岡 郁晴 (MORIOKA IKUHARU)
和歌山県立医科大学・医学部・教授
研究者番号: 70264877
福元 仁 (FUKUMOTO JIN)
和歌山県立医科大学・医学部・助教
研究者番号: 30511555
竹村 重輝 (TAKEMURA SHIGEKI)
和歌山県立医科大学・医学部・助教
研究者番号: 70511559
- (3)連携研究者: 宮井 信行 (MIYAI NOBUYUKI)
大阪教育大学・教育学部・准教授
研究者番号: 40295811
坂口 俊二 (SAKAGUCHI SHUNJI)
関西医療大学・鍼灸学部・准教授
研究者番号: 40249462
寺田 和史 (TERADA KAZUFUMI)
天理大学・体育学部・講師
研究者番号: 40454798

皮膚温(浸漬前後の比較)

項目	N	左足浸漬前			左足浸漬後			p	右足浸漬前			右足浸漬後			p	
		mean	±	SD	mean	±	SD		mean	±	SD	mean	±	SD		
2009-2010																
淡水	1日目	10	29.2	±	2.0	33.1	±	0.8	0.000	29.5	±	2.1	33.3	±	0.8	0.000
	19日目	9	31.1	±	1.4	34.3	±	0.6	0.000	31.3	±	1.2	34.2	±	0.4	0.000
炭酸水	1日目	8	29.9	±	2.5	33.1	±	0.8	0.003	30.3	±	1.6	33.1	±	0.9	0.001
	19日目	8	30.8	±	1.4	33.8	±	0.4	0.002	31.0	±	1.6	33.9	±	0.4	0.000
2010-2011																
淡水	1日目	9	29.5	±	1.3	34.3	±	0.5	0.000	29.5	±	1.4	34.2	±	0.5	0.000
	31日目	9	28.8	±	2.4	34.2	±	0.9	0.000	28.9	±	2.4	33.9	±	0.8	0.000
炭酸水	1日目	9	28.2	±	2.1	34.0	±	0.4	0.002	28.0	±	2.4	33.8	±	0.4	0.000
	31日目	9	29.6	±	1.4	34.4	±	0.7	0.000	29.2	±	1.3	33.9	±	0.8	0.000

(°C)

SF-MPQ(実験前後の比較)

項目	N	1週目			5週目			p
		mean	±	SD	mean	±	SD	
淡水								
I-a	10	3.70	±	6.09	3.20	±	5.98	0.644
I-b	10	1.80	±	3.16	1.10	±	1.85	0.173
I-a+b	10	5.50	±	9.14	4.30	±	7.65	0.379
MPQ-II	9	27.22	±	38.73	28.11	±	36.33	0.883
MPQ-III	9	1.33	±	1.94	0.78	±	0.97	0.214
炭酸水								
I-a	10	1.30	±	1.89	0.80	±	1.48	0.427
I-b	10	0.00	±	0.00	0.50	±	0.71	0.052
I-a+b	10	1.30	±	1.89	1.30	±	1.83	1.000
MPQ-II	6	22.83	±	38.37	30.33	±	38.92	0.650
MPQ-III	6	0.67	±	1.21	0.67	±	1.21	1.000

項目	N	1週目			7週目			p
		mean	±	SD	mean	±	SD	
淡水								
I-a	9	0.78	±	1.39	1.22	±	2.11	0.225
I-b	9	0.22	±	0.44	0.11	±	0.33	0.347
I-a+b	9	1.00	±	1.80	1.33	±	2.40	0.347
MPQ-II	9	18.11	±	23.28	11.67	±	18.71	0.291
MPQ-III	9	0.56	±	0.88	0.33	±	0.71	0.169
炭酸水								
I-a	9	0.56	±	1.33	1.00	±	2.29	0.272
I-b	9	0.33	±	1.00	0.22	±	0.67	0.347
I-a+b	9	0.89	±	2.32	1.22	±	2.95	0.282
MPQ-II	9	11.33	±	22.49	14.22	±	22.03	0.756
MPQ-III	9	0.11	±	0.33	0.33	±	0.50	0.169

2009-2010

項目	炭酸温水(n=8)			淡水(n=10)			p
	mean	±	SD	mean	±	SD	
1週目PF	43.7	±	14.3	43.4	±	13.1	0.955
1週目RP	44.4	±	17.7	43.2	±	13.7	0.882
1週目BP	49.2	±	11.0	47.5	±	14.3	0.777
1週目GH	50.5	±	4.7	48.6	±	5.7	0.457
1週目VT	48.0	±	7.3	46.1	±	10.7	0.658
1週目SF	50.5	±	12.1	46.9	±	12.3	0.550
1週目RE	48.0	±	14.3	46.2	±	10.2	0.768
1週目MH	51.5	±	11.3	48.5	±	8.5	0.551
1週目PCS	43.6	±	11.7	43.1	±	13.1	0.928
1週目MCS	51.4	±	10.8	48.2	±	9.9	0.529
5週目PF	39.4	±	17.1	44.0	±	13.2	0.539
5週目RP	36.9	±	19.0	46.8	±	13.1	0.233
5週目BP	50.6	±	12.3	52.1	±	13.2	0.810
5週目GH	50.5	±	8.6	47.9	±	7.2	0.505
5週目VT	52.1	±	7.9	49.5	±	5.6	0.444
5週目SF	36.8	±	16.1	44.4	±	13.0	0.293
5週目RE	44.0	±	14.6	49.7	±	12.8	0.399
5週目MH	52.6	±	7.4	49.2	±	11.9	0.470
5週目PCS	40.2	±	14.7	45.7	±	8.8	0.374
5週目MCS	49.2	±	8.0	48.6	±	7.9	0.877

2010-2011

項目	炭酸温水(n=9)			淡水(n=9)			p
	mean	±	SD	mean	±	SD	
1週目PF	51.8	±	5.7	51.0	±	5.2	0.803
1週目RP	53.9	±	0.0	53.3	±	1.8	0.347
1週目BP	53.1	±	8.9	49.6	±	9.0	0.179
1週目GH	52.0	±	6.2	52.8	±	4.2	0.763
1週目VT	52.0	±	9.2	55.8	±	4.7	0.356
1週目SF	50.9	±	11.4	54.7	±	0.0	0.347
1週目RE	49.8	±	13.6	54.3	±	0.0	0.347
1週目MH	55.3	±	6.3	56.1	±	4.2	0.792
1週目PCS	51.1	±	3.3	48.9	±	5.4	0.280
1週目MCS	51.4	±	11.4	56.2	±	3.6	0.277
7週目PF	49.2	±	13.4	51.8	±	5.7	0.347
7週目RP	49.7	±	12.7	49.7	±	12.7	-
7週目BP	56.2	±	8.3	57.1	±	6.2	0.724
7週目GH	52.9	±	6.6	48.5	±	8.0	0.080
7週目VT	49.2	±	10.3	51.3	±	7.8	0.491
7週目SF	49.9	±	11.5	50.9	±	11.4	0.347
7週目RE	49.8	±	13.6	49.8	±	13.6	-
7週目MH	53.5	±	9.5	55.3	±	6.3	0.174
7週目PCS	50.0	±	9.5	49.9	±	6.3	0.964
7週目MCS	50.2	±	9.8	51.4	±	9.4	0.259

項目	左足背						p	右足背						p
	炭酸温水			淡水				炭酸温水			淡水			
	mean	±	SD	mean	±	SD		mean	±	SD	mean	±	SD	
2009-2010														
1週目前値	1.01	±	0.20	1.06	±	0.14	0.889	1.07	±	0.19	1.18	±	0.22	0.233
1週目後値	1.53	±	0.20	1.26	±	0.13	0.017	1.66	±	0.38	1.30	±	0.18	0.036
5週目前値	1.32	±	0.23	1.16	±	0.22	0.263	1.40	±	0.18	1.28	±	0.22	0.327
5週目後値	1.62	±	0.28	1.31	±	0.29	0.123	1.74	±	0.31	1.39	±	0.22	0.069
1週目前後の変化量	0.52	±	0.29	0.20	±	0.14	0.032	0.59	±	0.45	0.17	±	0.15	0.043
5週目前後の変化量	0.29	±	0.18	0.13	±	0.18	0.204	0.34	±	0.28	0.08	±	0.28	0.188
2010-2011														
1週目前値	0.90	±	0.26	0.89	±	0.16	0.932	1.01	±	0.26	1.01	±	0.26	0.993
1週目後値	1.24	±	0.27	1.05	±	0.17	0.144	1.36	±	0.49	1.21	±	0.22	0.441
7週目前値	1.13	±	0.22	1.60	±	0.46	0.033	1.14	±	0.23	1.48	±	0.27	0.086
7週目後値	1.75	±	0.24	1.43	±	0.15	0.012	1.81	±	0.26	1.58	±	0.24	0.219
1週目前後の変化量	0.34	±	0.17	0.28	±	0.26	0.456	0.37	±	0.40	0.25	±	0.34	0.435
7週目前後の変化量	0.66	±	0.38	-0.16	±	0.86	0.022	0.87	±	0.40	-0.21	±	1.05	0.063