

厚生省科学研究費補助金
長寿科学総合研究事業

平成11年度研究報告書

起立訓練リハビリテーション機能を有する
高機能立位個別型入浴システムの開発

研究代表者 辻 隆之

東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授

目次

総合研究報告書

辻隆之 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 1

分担研究報告書

浴槽・機械システムの試作

辻隆之 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 5

入浴時心電図モニタリングの解析

千田彰一 香川医科大学付属病院 6

起立リハビリテーション訓練型高機能浴槽に関する研究

藤元登四郎 財団法人八日会 理事長 7

虚血肢への人工炭酸泉足浴の効果に関する研究

松尾汎 松尾循環器科クリニック 院長 15

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
総括報告書

起立訓練リハビリテーション機能を有する高機能立位個別型入浴システムの開発

東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 辻 隆之

研究要旨 入浴と同時に起立リハビリテーションを安全に行えるような早期離床、入浴介護・起立リハビリテーション支援システムを開発することを目的とする。本年度は入浴の行程解析にもとづく省力化高機能入浴システムの設計、虚血肢への人工炭酸浴の効果の検討、人工炭酸泉浴の褥瘡治癒効果の検討、入浴時心電図モニタリングの解析を行なった。設計したシステムは起立リハビリテーション訓練を省力的に、入浴と同時に安全かつ快適に行える。本システムで使用する人工炭酸泉浴の虚血肢皮膚血流に及ぼす効果、褥瘡治癒に及ぼす効果を検討し、淡水浴よりも優れた効果を有することを確認した。また入浴それ自体が循環器系に負担になる場合もあることから、入浴時に心電図をモニタすることについても基礎的検討を行なった。以上より、本システムは患者の QOL の向上に寄与するものと考えられる。

辻 隆之 東京大学大学院・新領域創成
科学研究科・教授
千田 彰一 香川医科大学・医学部附属病
院・総合診療部・教授
藤元 登四郎 八日会藤元病院神経科・院長
松尾 汎 国立循環器病センター病院心
臓血管内科・医長

ン支援システムを目的とするシステムを開発することを目的とする。

B. 研究方法

本年度は下記の項目について研究を実施した。

- 1) 入浴の行程解析にもとづく、起立リハビリテーション機能を持つ、起立型個別浴槽、搬入用ストレッチャと高炭酸泉供給システムなどから成る省力化高機能入浴システムの設計（分担研究者：辻隆之、藤元登四郎）
- 2) 虚血肢への人工炭酸浴の効果の検討（分担研究者：松尾 汎）
- 3) 人工炭酸泉浴の褥瘡治癒効果の検討（分担研究者：藤元登四郎）
- 4) 入浴時心電図モニタリングの解析（分担研究者：千田彰一）

の4課題について研究を実施した。

1)についてはまず、あらかじめ想定した、入浴の行程に基づいて、必要な機能を付加

A. 研究目的

高齢者に多い運動麻痺を伴う重度中枢神経障害者、および心筋梗塞後の重度循環障害者などの早期リハビリテーションは機能回復のために重要である。一方入浴は患者の QOL の向上に有用であるが、入浴それ自体が循環器系に負担になる場合もある。また、入浴の介護・看護は単純労働的で介護・看護者の肉体的疲労を強い腰痛などの原因ともなる。本研究では入浴と同時に起立リハビリテーションを安全に行えるような早期離床、入浴介護・起立リハビリテーショ

した形での浴槽の設計を実施した。同時に、入浴に必要な付属機器であるストレッチャーの設計に着手した。併せて、浴槽のリハビリテーション機能についても検討し、浴槽、浴槽支持台、高炭酸泉供給システムからなる省力化高機能入浴システムを設計した。

2) については慢性末梢動脈閉塞性疾患10肢を対象とし、①足浴前後での自覚症状を比較し、②レーザードプラ血流計(アドバンス社製 ALF2100)にて患側肢足背部の皮膚血流量を連続的に記録した。①淡水温湯足浴5分間と、次いで②炭酸泉足浴5分間を1クールとして、二クール施行する間、皮膚血流量を連続して計測した。

3) については、全身状態の落ちついた褥瘡を合併する入院患者女性3名(年齢70±13歳、褥瘡の平均発生経過月数14.3±2ヵ月)を対象とした。人工炭酸水は、炭酸濃度800ppm、湯温37℃を作成し、室温21.7±1.8℃、相対湿度93.5±22.5%の条件下にて15分間入浴をしてもらい、入浴前後5分間を含めた褥瘡患部の皮膚血流量及び開口部面積を3ヶ月間、経時的に計測した。

褥瘡開口部面積は、計測した縦横径より、褥瘡患部を楕円とみなして算出し、経時的变化を比較した。1症例については、週に1回1.5テスラMRI装置Signa Lightning(GE 横河メディカル)にて水平断層撮影を行い、パーソナルコンピュータにてトレースし、褥瘡ポケット内の容積を算出した。

4) については生活環境の中で、心電計という医療機器になじめるかどうかを検討するために、在宅健康管理機器による血圧・心電図計測を行った。

C. 研究結果

1) 起立リハビリテーション機能を持つ、省力化高機能入浴システムの設計

入浴行程の流れを解析し、浴槽の形状は、

かまぼこ型のデザインを採用した。ただし、浴槽内部の様子が観察し易いように正面と側面には透明の亚克力窓を設け、患者と看護人が会話出来る様に浴槽の高さを出来る限り低くなるように設計した。浴槽への挿入が完了した後は、湯を入れつつ、徐々に立位へとチルトアップさせ、脳虚血に対する問題に対応することが可能とした。また、浴槽下部の給水口に炭酸水を混入するための分岐部をつけ、炭酸水による入浴を可能としている。全体重量は空水時約230kg、満水時約430kgで水量約200lである。浴槽の角度は0度から90度まで任意に設定でき、寝たきりの高齢者などを浴槽の中で容易に立たせることができるため、床ずれの防止や脳の活性化につながることを期待できる。

また、ストレッチャーごと浴槽に対象者をスライドインさせることが可能であり、介護スタッフの負担を軽減することができる。また、立位時の膝折れ等の対策を目的に、浴槽の奥側に向かって細くなる形状にして膝が曲がると浴槽に当りある程度以上膝が曲がらない様にした。

2) 虚血肢への人工炭酸浴の効果の実験的検討

炭酸泉足浴では、全例で皮膚血流量の有意な増加を認めた。淡水温浴比較検討でも炭酸泉足浴の循環動態への影響は有意であり望ましい効果が得られることがわかった。回路循環の検討では、循環有りが僅かに高値も、有意の差はなかった。自覚症状の検討では、炭酸泉足浴での冷感やしびれ感の消失が高度で、全例で足部の暖かい感じを認めた。

3) 人工炭酸泉浴の褥瘡治癒効果の検討

高濃度炭酸泉の連浴が褥瘡に及ぼす治癒効果としては褥瘡患部の面積について、3例とも明らかな面積の縮小を認め、症例1は78.2%、症例2は95.7%、症例3は97.9%

縮小し、良好な治癒効果が認められた。また褥瘡ポケット内の容積について、7週間のMRI計測期間中に15.5cm³から3.9cm³まで減少し、74.9%の体積の縮小が認められた。健常者及び症例1について、淡水浴と炭酸浴入浴時の皮膚血流量の比較では有意差($P < 0.01$)が認められた。単位時間あたりの皮膚血流量変化の勾配は、症例1では淡水浴が0.009ml/min/100g/sに対し、炭酸浴が0.043ml/min/100g/sと約5倍の血流増加が認められ、症例2は0.077ml/min/100g/s、症例3は0.075ml/min/100g/sであった。褥瘡患部の面積について、炭酸浴と淡水浴の比較では、淡水浴では数例で増大が観察されたが、炭酸浴では全例縮小が見られその効果も淡水浴より優れていた。

4) 入浴時心電図モニタリングの解析

在宅健康管理システムを構築し、心電図記録を身近なものとする事で、介護・看護はもとより、健康自体への関心度を高める事が可能であった。高齢者といえども、自ら心電図を記録し、日々生活の中で種々の変化結果に理解を示すようになり、次年度以降実施する予定の入浴時という個別環境の中での心電図記録の必要性、重要性、有用性に対する関心度の受容域を高めることが可能であった。

D. 考察

本研究で設計した本研究では、理学療法士など訓練者に肉体的負担が大きい起立リハビリテーション訓練機能の省力化支援機器を開発目標とした。本システムの特徴は入浴と同時に排水時に水位を制御し、浮力の減少を利用して浴槽内で起立リハビリテーション訓練を行える点である。

障害直後の訓練時には重心動揺が激しく、最悪の場合は転倒するが、狭い浴槽内ではそれが防止できるものと考えられる。また

次年度以降計画する入浴中の心電図モニタリングがを付加することで心筋梗塞患者早期入浴にも応用できる可能性があると考えられる。

本システムで使用する人工炭酸泉足浴(濃度900-1000ppm、湯温37℃)は虚血肢皮膚血流量を有意に増加、自覚症状の改善が実験的に確認できたことから、入浴中にもリハビリ治療を含む理学療法としての可能性が示唆された。

さらに人工炭酸泉による褥瘡治癒効果に関する研究では、淡水浴に比べ炭酸浴入浴時の皮膚血流量が多いことから、炭酸浴は、より活発な組織代謝が生じる可能性を示唆している。加えて、単位時間あたりの皮膚血流量変化の勾配は、淡水浴に対し炭酸浴の血流増加が認められることより炭酸浴の方が、より急速な組織代謝の上昇が生じることを示唆している。

また、入浴中に心電図を計測することに関しては、高齢者が、自立した生活環境の中で、心電図という医療機器に馴染みとなり、それに関心を持って日々を送ることが、何らの抵抗なく受け入れられつつあることが確認できた。これにより次年度以降計画している、訓練用リハビリテーション用のモニタリングとしての入浴時心電図記録に対する理解は、十分な受容域にあると考えられた。

本システムは、入浴行為に使用する機器であるが、これを前提とする場合、高齢者のQOL向上の観点を鑑みて入浴行為と訓練モードに分けた運用等を考慮する必要があると考えられた。

E. 結論

起立リハビリテーション機能を用つ、心電図モニタリング付き起立型個別浴槽をの基本設計を行なった。設計したシステムは起立リハビリテーション訓練を省力的に、

入浴と同時に安全かつ快適に行える点にひとつの特長を有する。一方本システムで使用する人工炭酸泉浴の虚血肢皮膚血流に及ぼす効果、褥瘡治癒に及ぼす効果を検討し、淡水浴よりも優れた効果を有することを確認した。また入浴それ自体が循環器系に負担になる場合もあることから、入浴時に心電図をモニタすることについても在宅健康管理システムをモデルにして基礎的検討を行ない、高齢者のおいても心電図記録に対する理解が得られた。以上より本研究で開発するシステムは、早期離床を促進し、入浴介護・起立リハビリテーション支援が可能であり、患者の QOL の向上に寄与するものと考えられる。

起立訓練リハビリテーション機能を有する高機能立位個別型入浴システムの開発
－ 浴槽・機械システムの試作 －

東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 辻 隆之

研究要旨

重度中枢神経障害患者や重度障害高齢者（寝たきり老人）の起立リハビリテーション機能を持つ、起立型個別浴槽、搬入用ストレッチャと高炭酸泉供給システムなどから成る省力化高機能入浴システムの設計を検討した。

A. 研究目的

本研究では入浴と同時に起立リハビリテーションを安全に行えるような早期離床、入浴介護・起立リハビリテーション支援システムを目的とするシステムを開発する。

B. 研究方法

以下のような個人用浴槽を開発する。

1. 本システム専用ストレッチャ

1) ストレッチャ本体

入浴者を居室から浴室まで人力で搬送できるストレッチャ

2) 心電図電極付き身体保持フレーム

ストレッチャ上面に置き、体重を支持でき、身体が仰臥位で安定するようなフレームで、心電図用電極を装備する。

2. 起立型個別浴槽

1) 浴槽

前面上部は圧迫感を避けるために透明なプラスチック板にし、両側部に透明部を取り付け、水位が視認できるようにする。

2) 浴槽支持台

浴槽重心部に両側から加重を支持し、浴槽を水平位と起立位に制御できる。

3) 高炭酸泉供給システム

高炭酸泉製造装置で高炭酸泉を製造し、浴槽底部から供給し、排水する。

以上のように本システムの理念と、設計段階での倫理面への配慮は不要と考える。

C. 研究結果

試作機は先行するわれわれの研究による起立型個別浴槽の実績を基礎にし、すでに市販されている高炭酸泉製造機などを組み合わせれば、実現可能であることがわかった。

D. 考察

本研究では、理学療法士など訓練者に肉体的負担が大きい起立リハビリテーション訓練機能の省力化支援機器を開発目標とした。本システムの特徴は入浴と同時に排水時に水位を制御し、浮力の減少を利用して浴槽内で起立リハビリテーション訓練を行える点である。

障害直後の訓練時には重心動揺が激しく、最悪の場合は転倒するが、狭い浴槽内ではそれが防止できる。患者体重を支える浴槽底部に重心動揺計を設置すれば、起立訓練の評価がより定量的に行える。を循環器障害患者を合併する患者も心電図モニタリングが行えるので安全であろう。心筋梗塞患者早期入浴にも応用できる可能性がある。

E. 結論

本起立リハビリテーション機能を用つ、心電図モニタリング付き起立型個別浴槽を用いれば、早期離床による起立リハビリテーション訓練が、入浴と同時に安全かつ快適に行える。訓練者にも省力的に行える。

F. 研究発表

学会発表

1) 高濃度炭酸泉入浴による褥瘡治癒効果の検討: 鏑木 誠, 榊 広光, 下沖 晋, 藤元登四郎, 遠藤宏和, 榊原巨規, 辻 隆之.: 第38回日本ME学会大会

G. 知的所有権の取得状況

なし。

起立訓練リハビリテーション機能を有する高機能立位個別型入浴システムの開発

入浴時心電図モニタリングの解析 ——在宅健康管理システム構築の中で——

分担研究者

千田 彰一

香川医科大学医学部附属病院 総合診療部

研究要旨：高い QOLを保ち、かつ安全な日常生活をおくれるよう、在宅健康管理システムを構築し、心電図記録を身近なものとするには、介護・看護はもとより、健康自体への関心度を高める上で必須のことである。高齢者といえども、自ら心電図を記録し、日々生活の中で種々の変化結果に理解を示すようになったことは、入浴時という個別環境の中での心電図記録の必要性、重要性、有用性に対する関心度の受容域を高めることに貢献している、と考えられた。

A. 研究目的

高齢化社会の急速な到来が予測される中で、保健・医療・福祉を個々別々のものとしてではなく一連のものとして捉え、予防医学を具体的に実践することは、時代の要請である。

B. 研究方法

在宅健康管理機器は、テレビ電話機能のない簡易型システムで、健康自己測定用家庭端末機、ホストコンピューターおよび通信装置、CATV回線およびその家庭用端末より構成される。主要骨格は、㈱ ナサ・コーポレーションのホームドクター う・ら・ら（Home Health Care Network System）で、その循環系指標自己測定用家庭端末子機は、ライト付大型液晶表示画面、操作スイッチ、通信装置により構成される。これとデータの送受信・保存・管理を行うのがホストコンピューターで、当初町役場福祉保健課に設置した。高齢者が端末機になじみやすいよう、音声ガイダンスとモニター画面とでの対話法がとられており、「はい」「いいえ」「選択」の、3つのボタン操作で済むようになっている。利用者が、端末機のガイドに従って、問診への応答に続いて、血圧・心電図を測定し、体温・体重を入力することにより、端末機に保存する。また血圧は、肘部にマンシェットを装着することにより自動加圧し、オシロメトリック法にて収縮期血圧・拡張期血圧・脈拍が自動測定される。心電図は、両手首に装着した端子による四肢第Ⅰ誘導で1分間記録される。

C. 研究結果

寒川町では平成7年8月からシステム運用を開始し、平成9年1月には対象78名中、39名（50.0%）がほぼ毎日（月15日以上）、16名（20.5%）が時々（月数日以上）データを送信してきており、入所や転居等により送信できなくなった者8名（10.3%）、その他ほとんどデータを送信してこなくなった者15名（19.2%）であった。その内訳をみると、男性では92歳の2名中1名は比較的よく利用するなど年齢差をほとんど認めなかったが、女性では81歳以上の12名中よく利用しているのは4名だけで、74歳以下の23名中ほとんど利用していないのは4名のみと、より高齢であるほど利用率が低下した。また夫婦で利用している13組中2組はほとんど利用しておらず、1組は取り除きを希望した。夫のみが利用して妻が利用しない1組の他は、おおむね両者が測定していた。利用しない理由の主なもの、端末機の操作がめんどうである、測定のために時間制約されたくない、などであった¹⁰⁾。第1期対象選にもれた利用希望者の要望に応え、平成9年4月から家庭端末機15台分の設置替えを行った。さらに、平成10年2月には端末台数の大幅増備が図られた結果、平成11年8月での利用者は、217名（男性73名、女性144名、平均年齢76.2歳）となった。

本システムで集積されたデータを解析した。まず、自己測定された血圧と脈拍数を2月と8月とで季節間比較を行い、さらに8月に測定された両者と心電図異常（不整脈）出現頻度と同月施行の基本健康診査での成績とを比較した。2月と8月との季節間比較では、収縮期血圧は2月が8月に比して有意に高値であったが、脈拍数には差がなかった。本システムで月に一度でも不整脈の認められた者が対象者の約60%もいたのに対し、基本健康診査での不整脈検出率は数～10%と低かった。またペースメーカー植え込み例ではベージングスパイク波形がうまく撮像されないこともあるが、日常モニターの中でベージングミスなど異常の発見に役立ったこともあった。このように、在宅健康管理システムの医学面での効用が明らかとなった。

D. 考察

高齢者は、脳卒中や心血管疾患また骨・筋・神経疾患などに罹患して行動範囲や量の制限を余儀なくされたり、あるいは半ば寝たきりとなったりすることによって、日常生活の質が低下する。さらに核家族化の進行、扶養意識の変化などによって、各家庭における高齢者の扶養や介護機能が著しく低くなっているため、高齢者が独立して生活を営もうとしても、その享受し得る環境の質は低下の一途を辿っている。したがって、高齢者が長い老後を豊かに安心して暮らせ、必要な時にいつでも在宅で適切な健康ケアサービスを受けられるように、在宅健康管理ケアマネジメントシステムの構築が望まれる。

寒川町のシステムは、ターミナル・ケア患者や慢性疾患の在宅患者でなく非療養者高齢者住民を対象に、医療的側面をあえて前面に出さないで行政が保健・福祉面でのサービスを行おうとする特色を有する。このようなニューメディアネットワークの高度情報通信機能を地域拡大して利用することで、多くの循環系指標の計測による日常生活下でのデータ蓄積と自動応答化が図られた。さらに、本システム稼働により獲得されつつある種々循環系指標成績は、高齢者の循環動態解明に極めて有用な情報で、本邦人の健康、保健、医療に資するところが大きい。

E. 結論

高齢者が、自立した生活環境の中で、心電図という医療機器に馴染みとなり、それに関心を持って日々を送ることが、何らの抵抗なく受け入れられつつある。代表研究者らが企図する、訓練用リハビリテーション用のモニタリングとしての入浴時心電図記録に対する理解は、十分な受容域にあると考えられ、試行的な記録を計画中である。

厚生省科学研究費補助金(研究事業)
分担研究報告書

起立リハビリテーション訓練型高機能浴槽に関する研究
研究者社団法人八日会 理事長 藤元登四郎

研究要旨

立位による入浴は、寝たきり高齢者や早期リハビリテーションの対象者の、入浴の楽しみ(QOL)を高めると同時にリハビリテーション上の効果を導く上で多くの利点が考えられる。従来までの立位型個別浴槽システムの、洗浄力の弱さを、浴槽外で洗体することで解決し、立位による入浴という、リハビリテーション上の効果を重視する新しい概念に基づいた浴槽を設計した。併せて、水の性状の効果をみる目的で褥瘡治癒に対する、人工炭酸泉の効果について良好な結果を得たので報告する。

A. 研究目的

これまでに試作した立位型個別浴槽システムは、浴槽内での洗浄力が弱いという問題をかかえる一方で、立位による入浴は、起立リハビリテーション訓練上、早期から楽な立位を実現することが可能であるという利点を持っている。これは、高齢者のリハビリテーション訓練上有効であると考えられる。

今回は、これまでの入浴機能を、従来の介護スタイルに従って、浴槽外で洗体することにし、洗浄力の弱さの問題を解決することにした。

浴槽は、立位リハビリテーション機能を重視した装備を付加し、今後の臨床応用を目指す。今年度は、新しい概念の起立リハビリテーション訓練型高機能浴槽の概念設計と第1号機の設計試作を行うことを目的とした。加えて、リハビリテーション訓練機能においては、水の性状のもたらす効果、すなわち人工炭酸水を用いることで得られる褥瘡治癒の効果について研究した。

B. 研究方法

1. 入浴の行程について

将来、福祉施設や病院で臨床応用することを想定して、本システムを利用した入浴の行程を検討した。

2. 浴槽デザインの設計について

あらかじめ想定した、入浴の行程に基づいて、必要な機能を付加した形での浴槽の設計を实

施した。同時に、入浴に必要な付属機器であるストレッチャーの設計に着手した。併せて、浴槽のリハビリテーション機能についても検討した。

3. 人工炭酸泉の褥瘡治癒効果について

1) 濃度炭酸泉の連浴が及ぼす褥瘡治癒効果

人工肺として開発された三層型キャピラリーホローファイバーMHF(三菱レイヨン株式会社)を介して二酸化炭素ガスをお湯に融解させる方式の高濃度炭酸泉システムを導入した。本システムは、最大1000ppmの炭酸泉を40℃で20l/min供給できる。

炭酸浴では淡水浴と比較して皮膚血流量が多いとしている諸家らの報告から、事前に健常男性(以下健常者)1名(年齢59歳)の皮膚血流量を測定し、同様の結果が得られたことを確認した上で、本研究に望んだ。

全身状態の落ちついた褥瘡を合併する入院患者女性3名(年齢70±13歳、褥瘡の平均発生経過月数14.3±2ヵ月)を対象とした。

各症例の褥瘡の重症度は、Sheaの分類で区分すると、症例1はIV度、症例2はIII度、症例3はII度であった。

人工炭酸水は、炭酸濃度800ppm、湯温37℃を作成し、室温21.7±1.8℃、相対湿度93.5±22.5%の条件下にて15分間入浴をしてもらい、入浴前後5分間を含めた褥瘡患部の皮膚血流量及び開口部面積を3ヶ月間、経時的に計測した。

褥瘡開口部面積は、計測した縦横径より、褥瘡患部を楕円とみなして算出し、経時的変化を比較した。

皮膚血流量は、レーザードップラー組織血流計 ALF21D (アドバンス) にて測定し、単回入浴中の単位時間あたりの皮膚血流量及び淡水浴と炭酸浴入浴時の皮膚血流量について検討した。

また、症例1については、週に1回 1.5 テスラ MRI 装置 Signa Lighatning (GE 横河メディカル) にて水平断層撮影を行い、パーソナルコンピュータにてトレースし、褥瘡ポケット内の容積を算出した。

2) 炭酸浴と淡水浴の治癒程度の相違
全身状態が落ちつき、褥瘡を合併する患者 6 名 (年齢 72.2 ± 6 歳、褥瘡の平均発生経過月数 27.7 ± 8 カ月) を対象とした。

各症例の褥瘡の重症度は、Shea の分類で区分すると、II 度が 4 名、III 度が 2 名であった。

褥瘡治癒の経時的変化をみるために炭酸浴を 2 週間、淡水浴を 2 週間の月曜日から金曜日まで計 20 日間、毎日入浴してもらい両浴の治癒効果の比較を行った。

また、褥瘡治癒過程に伴う治癒程度の差を考慮し、対象を 2 群に分け、1 群は炭酸浴から、他群は淡水浴から始まるように入浴してもらい比較を行った。人工炭酸水は、炭酸濃度 800ppm、湯温 37°C を作成し、室温 $23.3 \pm 4^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $80.9 \pm 28\%$ の条件下にて 10 分間入浴をしてもらった。

褥瘡開口部面積は、計測した縦横径より、褥瘡患部を楕円とみなして算出し、経時的変化を比較した。また、1 ケースについては、週に 1 回 1.5 テスラ MRI 装置 Signa Lighatning (GE 横河メディカル) にて撮影を行い、パーソナルコンピュータにてトレースし、褥瘡ポケット内の容積を算出した。

なお本研究における、人工炭酸泉の褥瘡治癒効果に関する研究については、当院倫理委員会の承認を得て、すべての対象者及びその家族に

インフォームドコンセントが得られた後に実施した。

C. 研究結果

1. 入浴行程について

洗体などの入浴の行程については、従来から施設病院で実施されているスタイルにすることで、業務への円滑な導入を意図した。入浴行程の流れは次に示すとおりである (図 1)。

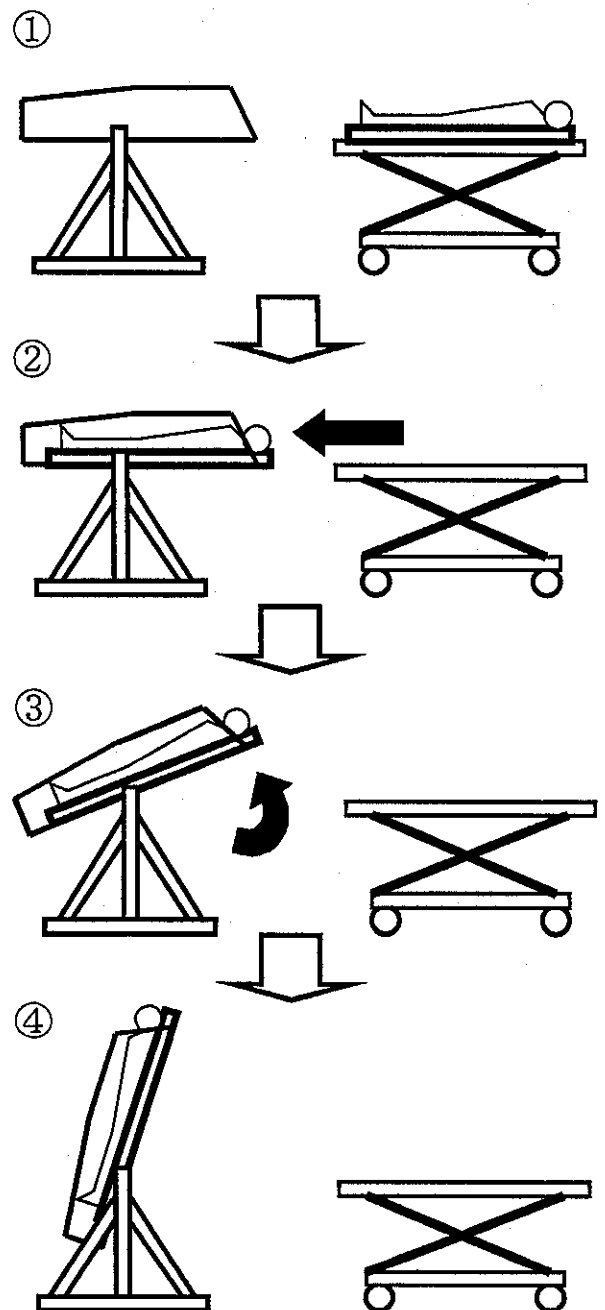


図 1. 入浴行程模式図

1. 病室ベッドから入浴専用ストレッチャーで対象者を浴室へ搬送（図1-①）。
2. 衣類を脱いで、浴槽外にてストレッチャー上で洗体を実施する（図1-①）。
3. 洗体終了後、ストレッチャー上部ごと対象者を浴槽内へ搬入（図1-②）。
4. 浴槽内にお湯を給水しながら、徐々に浴槽の角度を垂直方向に立てていく（図1-③）。
5. 対象者の容態に合った角度で浴槽の角度を停止して数分間入浴する（図1-④）。

6. 入浴後、浴槽内のお湯を排水しながら浴槽の角度を水平に戻す。
 7. 対象者を浴槽内からストレッチャーに搬出する。
 8. 衣類を着せて病室ベッドへ対象者を搬送する。
2. 浴槽のデザインについて（図2）

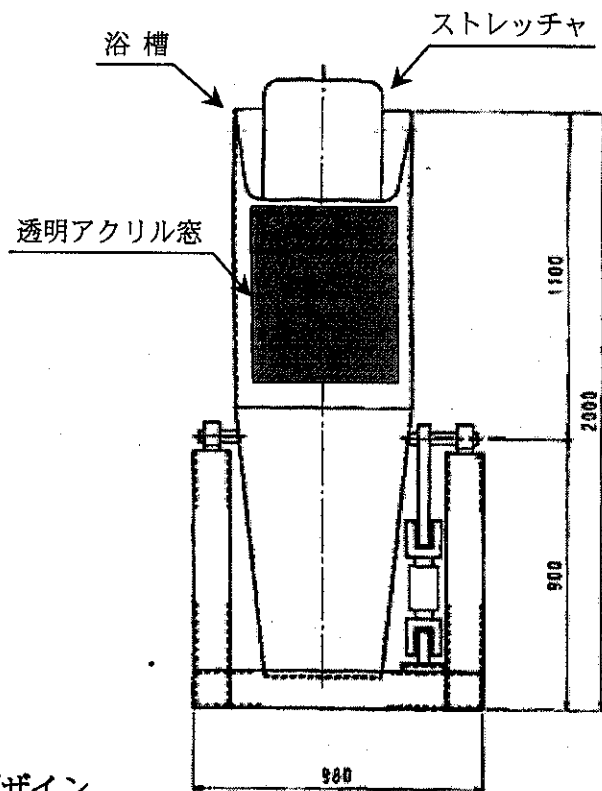
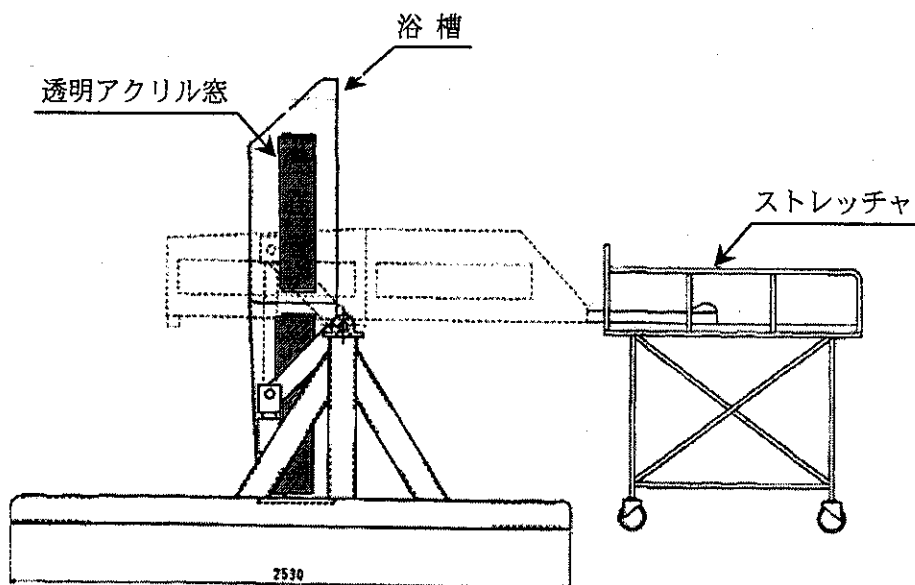


図2. 浴槽デザイン



1) 浴槽本体について

浴槽の形状は、かまぼこ型のデザインを採用している。ただし、浴槽内部の様子が観察し易いように正面と側面には透明の亚克力窓を設けた。また、患者と看護人が会話出来る様に浴槽の高さを出来る限り低くなるように設計した。浴槽への挿入が完了した後は、湯を入れつつ、徐々に立位へとチルトアップする。これによって、脳虚血に対する問題に対応することが可能である。また、浴槽下部の給水口に炭酸水を混入するための分岐部をつけ、炭酸水による入浴も可能である。浴槽の仕様と特徴について以下に示す。

A.仕様

- ・全体重量：空水時 約230kg
満水時 約430kg
- ・水量：約200ℓ
- ・傾斜角度：0～90度

B.装置の特徴

浴槽の角度は0度から90度まで任意に設定できる。従って、寝たきりの高齢者などを浴槽の中で容易に立たせることができるため、床ずれの防止や脳の活性化につながることを期待

できる。

本システムを平地に設置した場合、0度では床面から90cmと介護作業がし易い設定となっている。90度位では利用者の目線は約2Mの高さとなる。

また、ストレッチャーごと浴槽に対象者をスライドインさせることが可能なため、介護スタッフの負担を軽減することができる。

2) 洗体用ストレッチャー

従来の入浴スタイルのとおり、浴槽外にてストレッチャー上で洗体を実施することを想定している。ストレッチャーを浴槽内に挿入する際には、ストレッチャーの上部が切り離されてスライドできるものを使用する。

3) 立位時の膝折れ等の対策について

湯の節約の観点からも、浴槽の奥側に向かって細くなる形状にして膝が曲がると浴槽に当りある程度以上膝が曲がらない様にした。

3. 人工炭酸泉の褥瘡治癒効果について

1) 高濃度炭酸泉の連浴が褥瘡に及ぼす治癒効果

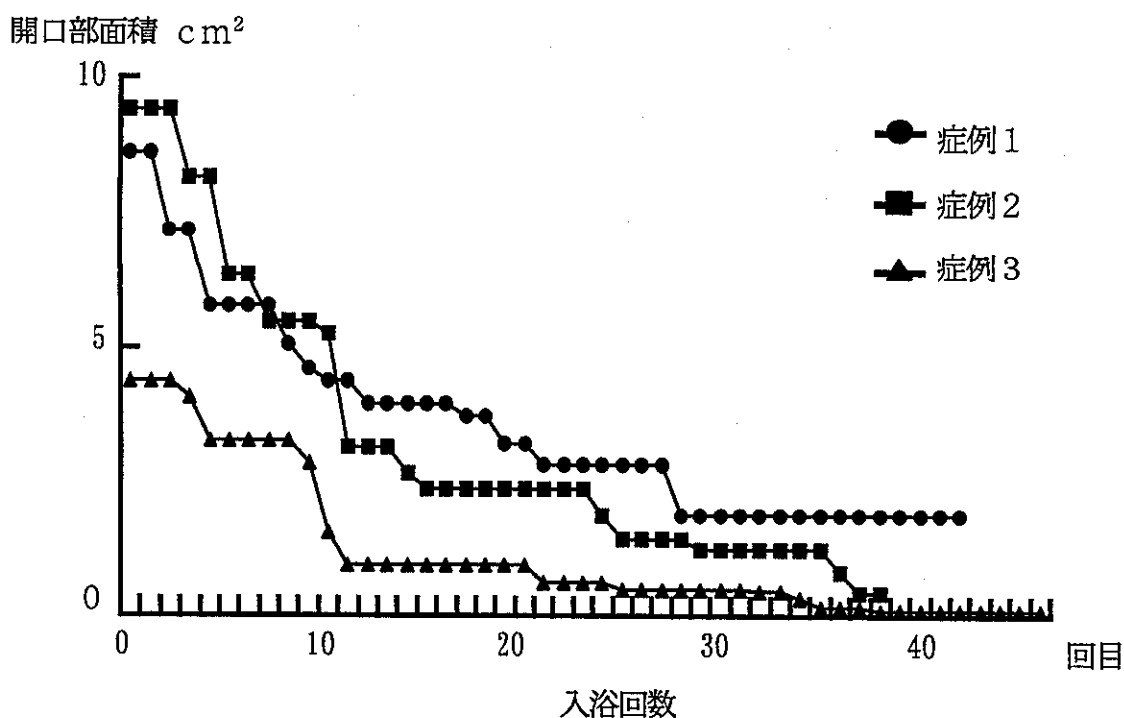


図3. 褥瘡患部面積の経時的変化

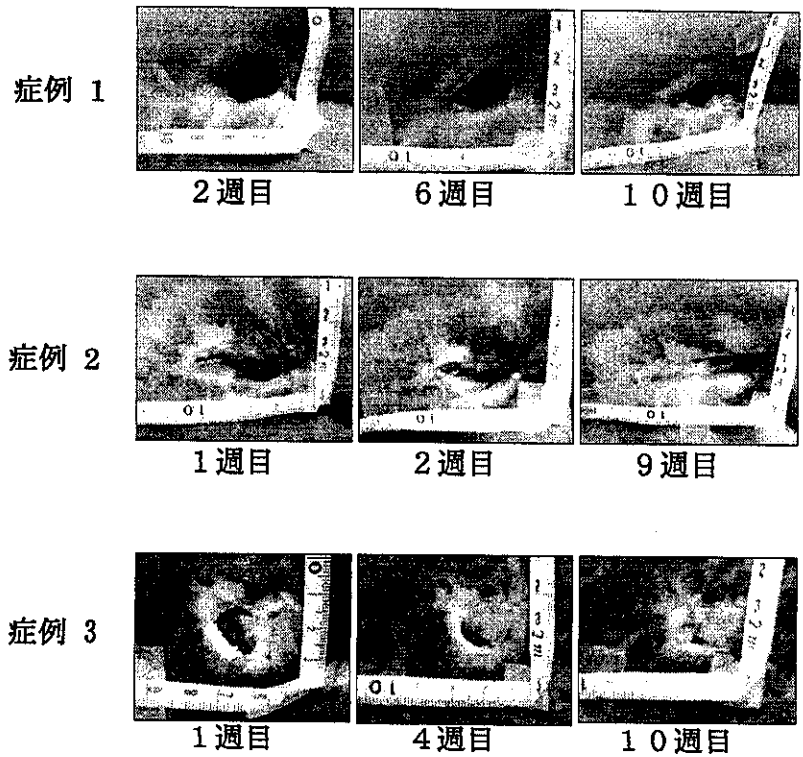


図4. 褥瘡患部の経時的変化

褥瘡患部の面積について、3例とも明らかな面積の縮小を認め、症例1は78.2%、症例2は

95.7%、症例3は97.9%縮小し、良好な治癒効果が認められた(図3、図4)。

ポケット内容積 cm^3

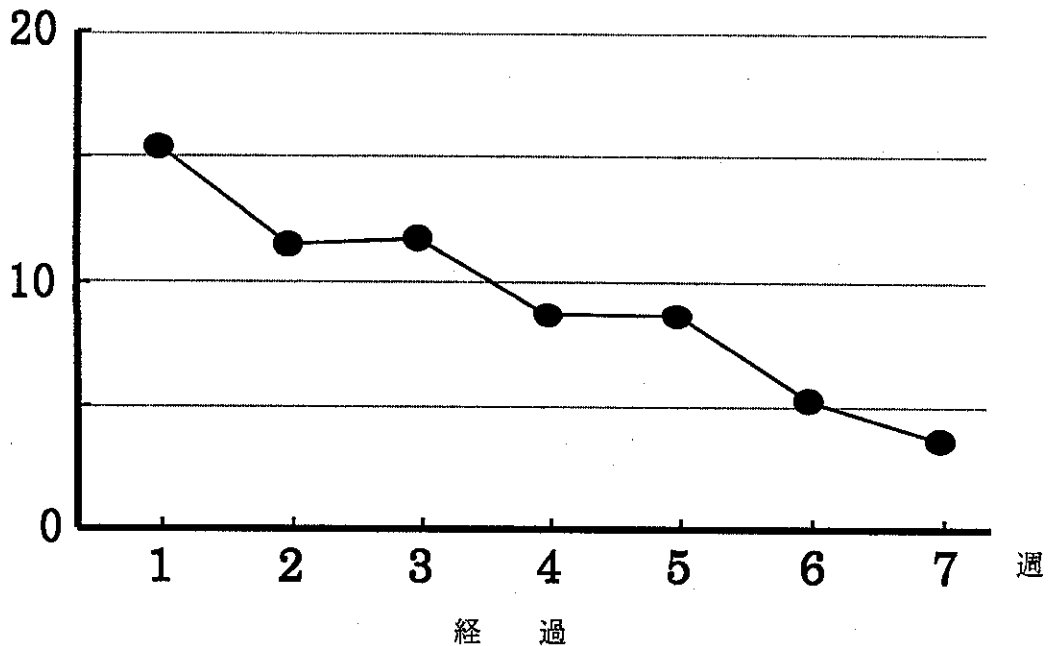


図5. 褥瘡ポケット内容積の経時的変化

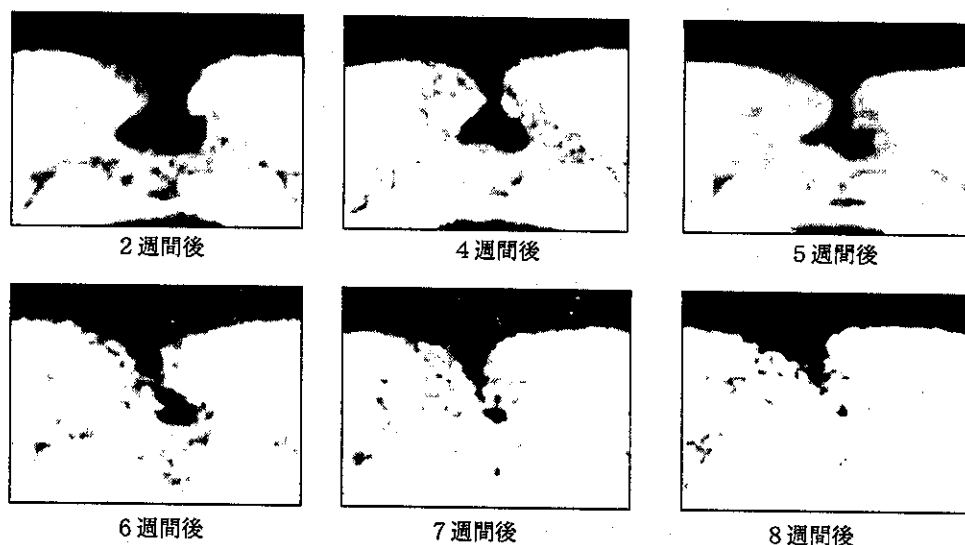


図 6. 褥瘡患部 MRI 写真の経時的変化

褥瘡ポケット内の容積について、7週間のMRI計測期間中に15.5cm³から3.9cm³まで減少し、74.9%の体積の縮小が認められた(図5、図6)。

健常者及び症例1について、淡水浴と炭酸浴入浴時の皮膚血流量の比較では有意差(P<0.01)が認められた。

単位時間あたりの皮膚血流量変化の勾配は、症例1では淡水浴が0.009ml/min/100g/sに対し、炭酸浴が0.043ml/min/100g/sと約5倍の血流増加が認められ、症例2は0.077ml/min/100g/s、症例3は0.075ml/min/100g/sであった。

2) 炭酸浴と淡水浴の治癒程度の相違

褥瘡患部の面積について、炭酸浴から開始したグループは、症例1では炭酸浴期には63.2%、淡水浴期には46.6%縮小した。症例2では炭酸浴期には39.1%縮小したが、淡水浴期には22.8%増大していた。症例3では炭酸浴期には24.1%、淡水浴期には14.4%縮小した。淡水浴から開始したグループは、症例4では炭酸浴期には16.7%、淡水浴期には9.5%縮小した。症例5では炭酸浴期には27.2%、淡水浴期には23.1%縮小した。症例6では炭酸浴期には6.9%縮小しており、淡水浴期には47.7%増大していた(図7)。

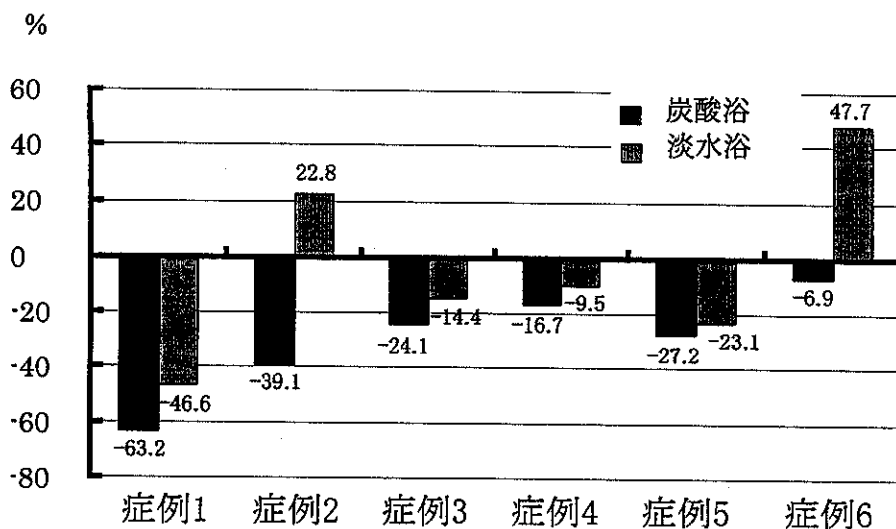


図 7. 褥瘡開口部面積の縮小率

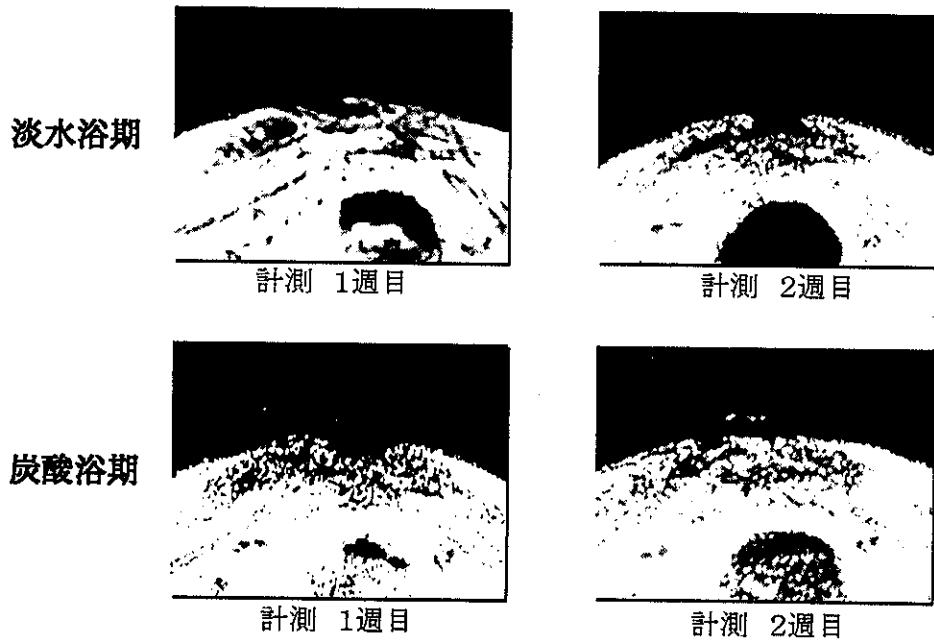


図8. MRI写真による褥瘡治癒効果の両浴間の比較

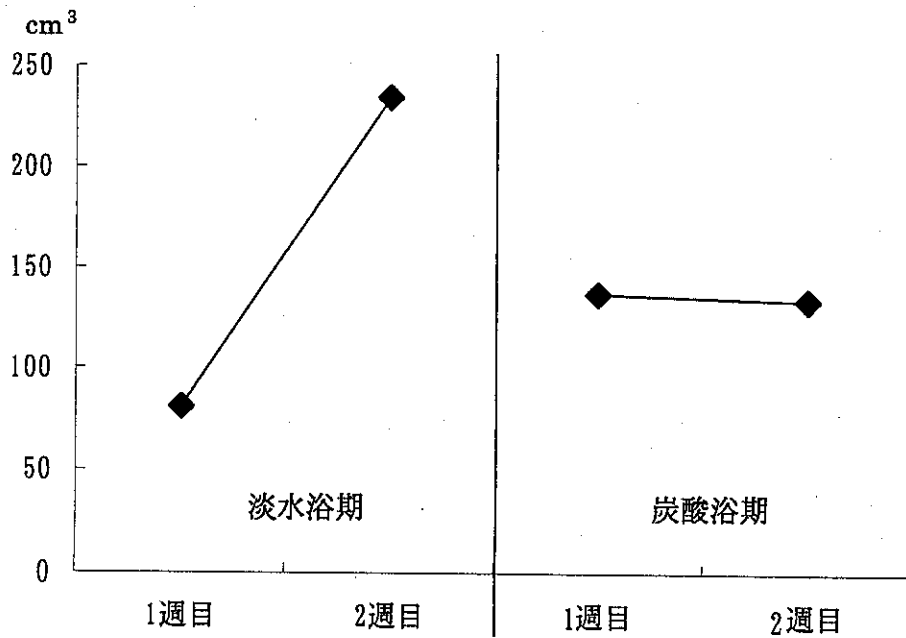


図9. 褥瘡ポケット内容積の経時的変化

症例6の褥瘡ポケット内の容積について、淡水浴2週間・炭酸浴2週間の順に入浴した4週間の各週の治癒度は、淡水浴入浴期間の第2週目は、 153.4cm^3 容積が増加し褥瘡が悪化した、

その後の炭酸浴入浴期間の第1週目で 97.6cm^3 減少、さらに第2週目は 2.9cm^3 減少し褥瘡が治癒した(図8、図9)。

D. 考察

本システムの特徴は寝たきりの高齢者や起立リハビリテーションを早期に実現できる点で利点大きい。加えて、使用する水の性状を考慮することによって、付帯的な効果が期待できる。人工炭酸泉による褥瘡治癒効果に関する研究では、淡水浴に比べ炭酸浴入浴時の皮膚血流量が多いことから、炭酸浴は、より活発な組織代謝が生じる可能性を示唆している。加えて、単位時間あたりの皮膚血流量変化の勾配は、淡水浴に対し炭酸浴の血流増加が認められることより炭酸浴の方が、より急速な組織代謝の上昇が生じることを示唆している。

本システムは、入浴行為に使用する機器であるが、これを前提とする場合、高齢者の QOL 向上の観点を鑑みて入浴行為と訓練モードに分けた運用等を考慮する必要があると考えられた。

E. 結論

1. 寝たきりの高齢者や起立リハビリテーションを早期に実現できる立位型浴槽を設計デザインした。
2. 使用する水の性状を考慮することによって、付帯的な効果が期待できるものと考えられた。
3. 高濃度炭酸泉の連浴によって、種々の相乗的な組織代謝活性効果が生じ、褥瘡の面積が縮小し、1日短時間の入浴で良好な治癒効果が得られると考えられた。

F. 研究発表

学会発表

①高濃度炭酸泉入浴による褥瘡治癒効果の検討: 鍋木 誠¹⁾, 榎 広光¹⁾, 下沖 晋¹⁾, 藤元登四郎¹⁾, 遠藤宏和²⁾, 榎原巨規³⁾, 辻 隆之⁴⁾: 1) 藤元病院, 2) 鈴鹿医療科学大学, 3) 三菱レイヨン・エンジニアリング, 4) 国立循環器病センター研究所: 第38回日本ME学会大会

②高濃度炭酸泉入浴による褥瘡治癒効果について: 鍋木 誠¹⁾, 東 祐二¹⁾, 下沖 晋¹⁾,

藤元登四郎¹⁾, 遠藤宏和²⁾, 榎原巨規³⁾, 辻 隆之⁴⁾: 1) 藤元病院, 2) 鈴鹿医療科学大学, 3) 三菱レイヨン・エンジニアリング, 4) 東京大学大学院: 第15回ライフサポート学会大会

③INVESTIGATION OF DECUBITUS ULCER HEALING EFFECT FOR A BATHING WITH A CARBON DIOXIDE BALNEOTHERAPY: M.Kaburagi*, T.Tsuji**, S.Simooki***, H.Endoh****, H.Sakakibara*****, T.Tamura*****, T.Fujimoto*: *Fujimoto Hospital, **Tokyo University, ***Daigo Hospital, ****University of Suzuka Medical Science, *****Mitsubishi Rayon Engineering CO.,LTD, *****National Institute for Longevity Science: The 4th Asia-Pacific Conference on Medical and Biological Engineering '99 Seoul

虚血肢への人工炭酸泉足浴の効果に関する研究

分担研究者 松尾 汎 松尾循環器科クリニック 院長

研究要旨：人工炭酸泉足浴（濃度 900-1000ppm、湯温 37℃）は虚血肢の皮膚血流量を有意に増加させ、自覚症状の改善も認めた。これらの結果から、皮膚潰瘍等を含む虚血肢治療、更にリハビリ等に応用し得る理学療法としての本法の可能性が示唆された。

A. 研究目的

人工炭酸泉浴（足浴）の効果は未だ不明瞭であり、高次機能訓練リハビリ治療に応用する際にも、本法の理学療法としての基礎的、臨床的検討が必要である。下肢機能障害も来す末梢動脈循環障害による虚血肢を対象に、人工炭酸泉足浴による皮膚血流への影響を検討した。

B. 研究方法

慢性末梢動脈閉塞性疾患の虚血肢 10 肢を対象にした。なお対象の性別は男性 9 例、女性 1 例で、平均年齢は 67 歳であった。

方法は、足浴用人工炭酸泉の作成は三菱インジエリング社製人工炭酸泉製造装置を用いて、炭酸濃度約 900-1000ppm、湯温 37℃とした。足浴の際、炭酸濃度を一定にするため浴槽へ炭酸泉製造・注入および排水を繰り返す回路を設定し、循環を行った。湯温もレギュレーターにて一定に調節し、対照に淡水による温湯浴（湯温 37℃）を用いた。

観察項目としては、①自覚症状の変化を問診により調査し、②患側肢の足背部にレーザドパ血流計（アドバンス社製 ALF2100）のプローブを接着テープで固定（間隔 1mm）し、同部位で皮膚血流量を連続して計測した。被験者は椅子に座り、10 分程度の安静の後、患側肢を足浴槽に下腿下部まで浸して、①淡水の温湯足浴 5 分間、次いで②炭酸泉による足浴 5 分間の操作（以上を 1クールとする）を二度（2クール）繰り返して施行し、それぞれの皮膚血流量の変化を連続記録した。

尚、炭酸泉の注入・排水を行う回路循環による循環効果も評価するため、5 例で二回目の炭酸泉足浴時に、循環装置の停止状態（静水状態）でも 5 分間足浴し、皮膚血流量を計測した。

（倫理面への配慮）

施行前に全例に目的、方法および影響を十分に説明した後に、全例から承諾を得て実施した。

C. 研究結果

炭酸泉足浴では、全例で前値と比して皮膚血

流量の有意な増加を認めた。また淡水へ戻すと一回目の淡水温湯と同程度の血流量となり、更に二回目炭酸泉の足浴により血流量は一回目と同様に有意な増加を認めた。炭酸泉の回路循環の有無による検討では、循環有りが僅かにより高値の傾向はあったが、有意ではなかった。

自覚症状の検討では、冷感の消失やしびれ感の消失がみられ、全例が「足部の暖かい感じ」を認め、自覚症状の改善が認められた。

D. 考察

人工炭酸泉の効果について、健常成人と高齢者とはその至適濃度や至適温度が異なるとされる。また末梢循環不全は高齢者に高頻度であり、血流量増加を期す為には炭酸濃度が 700ppm 以上、湯温は 34℃以上が有効と推察される。今回実施した濃度約 900-1000ppm、湯温 37℃および一回 5 分間の浸湯では、その循環動態への効果は良好であった。しかし、今後もその最適濃度や温度、更に浸湯時間を検討する必要がある。

中枢性高度機能障害を有する患者の機能訓練施行時には今回検討した皮膚血流のみならず、心臓などを含む全身への影響も考慮する必要がある。また、機能訓練に寄与し得る至適濃度、温度、浸水時間などの検討も併せて必要となる。

E. 結論

炭酸泉足浴（濃度 900-1000ppm、湯温 37℃）は虚血肢皮膚血流量を有意に増加させ、自覚症状の改善を認めた。これらの結果から、理学療法としての本法の有効性が示唆された。今後は全身への影響や至適濃度等の検討が必要である。

F. 研究発表

学会発表

- 46th Annual World Congress of American Collage of Angiology, Hawaii, U.S.A. 1999. 10
- 第 4 回人工炭酸泉研究会、東京、1999.11
- 第 40 回日本脈管学会総会、広島、1999.12