

令和元年6月17日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K20052

研究課題名（和文）膝前十字靭帯再建術後筋力回復促進へのハイドロゲル炭酸ガス療法の有効性

研究課題名（英文）The effect of muscle recovery after anterior cruciate ligament reconstruction using trans-cutaneous carbon dioxide therapy

研究代表者

荒木 大輔 (ARAKI, DAISUKE)

神戸大学・医学部附属病院・医員

研究者番号：50514650

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：ハイドロゲル炭酸ガス療法による膝前十字靭帯再建術後の筋力回復の促進効果について、膝関節機能、筋力、疼痛視覚的スケール(VAS)を評価した。術後早期の筋力回復については、下肢筋力測定器ロコモスキャンを用いて筋力評価を行った。膝関節機能、VASにおいて両群間に有意差はなく、Biodexによる筋力評価においても両群間に有意差を認めなかった。ロコモスキャンを用いた筋力評価では対象群にやや筋力回復促進の傾向を認めたが、両群間に有意差を認めなかった。

本研究結果より、対象群に術後早期の筋力回復促進の傾向を認め、今後ハイドロゲル炭酸ガス療法による術後早期の筋力回復の有効性を検証できる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果より、ハイドロゲル炭酸ガス療法群に術後早期の筋力回復促進の傾向を認め、今後ハイドロゲル炭酸ガス療法による術後早期の筋力回復の有効性を検証できる可能性が示唆された。膝前十字靭帯再建術後の筋力回復はリハビリテーションの促進並びにスポーツ復帰に影響し、良好な筋力回復は術後再断裂などの合併症を低下させるため、非常に重要である。本研究を継続することでハイドロゲル炭酸ガス療法の筋力回復促進効果を明らかにすることで、膝前十字靭帯再建術後の確実なスポーツ復帰、ならびに間接的な医療費抑制など社会的貢献も大きいと考えられた。

研究成果の概要（英文）： The effect of muscle recovery after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using trans-cutaneous carbon dioxide (CO₂) therapy was demonstrated. The muscle recovery in the early phase after ACL reconstruction was evaluated by Locomo Scan (ALCARE). No significant differences were found in the KT-1000 measurement, the Lysholm score, the pain visual analogue scale, and the muscle recovery at 3 and 6 months after surgery between the CO₂ therapy group and the control group. Although the knee extensor muscle recovery at 1, 2 weeks and 1 months after surgery had also no significant difference in the two groups, the CO₂ therapy group tended to promote muscle recovery.

The results of this study showed that the CO₂ therapy group had a tendency to promote muscular recovery early in the postoperative period, and it was suggested that the trans-cutaneous CO₂ therapy may promote muscle recovery after ACL reconstruction.

研究分野：整形外科学

キーワード：膝前十字靭帯 スポーツ医学 リハビリテーション 膝関節

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は、膝スポーツ傷害の中で最も高頻度に生じる外傷の一つである。近年の手術技術の著しい発展により、解剖学的 ACL 再建術を行うことで損傷前の生理的・運動学的安定膝を獲得することが可能となってきた。しかし一方で、ACL 再建術後筋力回復に非常に時間を要する症例が散見され、社会復帰やスポーツ復帰を断念せざるを得ない要因となっている。そのため、ACL 再建術後筋力回復を促進させる新たな手法の確立が急務であり早期のスポーツ復帰にも大切な要因の一つである。

一方、従来の炭酸ガス療法は、特に炭酸ガスの血管拡張、血流増加作用に着目されて使用されてきた。我々は、新しい炭酸ガス療法として、ハイドロゲルを用いて炭酸ガスを経皮吸収させるシステム (ハイドロゲル炭酸ガス療法) を確立してきた。この方法は皮膚に親水性のハイドロゲル (カルボキシビニルポリマー、グリセリン等を主成分とする粘性のあるゲルで pH は約 5.5 に調整) を塗布し、その上をプラスチック製アダプターで覆い、純炭酸ガスをその中に送入して経皮吸収させる方法である。この新システムによる炭酸ガス経皮吸収を行うことにより、ヒトにおいて、生体内へ炭酸ガスを浸透させ、血管拡張、血流増加のみならず、組織内 (筋肉内) pH の低下をもたらす。即ち、赤血球内において Bohr 効果を人工的に引き起こし、ヘモグロビンの酸素解離を促進する結果、組織内の酸素分圧の増加が生じることを証明してきた。また、筋肉への直接的な影響として、ラットの前脛骨筋 (速筋) を用いた解析により、新生血管の増加、筋関連因子の増加、b から a への筋線維の移行を報告している。

2. 研究の目的

そこで、本研究では、現在まで我々が着目し解明してきた新しいハイドロゲル炭酸ガス療法を ACL 再建術後早期に併用することで、筋力回復の促進の効果、筋疲労、疼痛改善効果を得られるか否かを検討することである。

3. 研究の方法

対象は ACL 単独再建術を施行した 16 名 (ハイドロゲル炭酸ガス療法群 8 名 (男性 5 名、女性 3 名、平均年齢 24.0 ± 8.7 歳)、コントロール群: 8 名 (男性 6 名、女性 2 名、平均年齢 22.0 ± 7.4 歳)) とした。半月板損傷、その他の靭帯損傷合併症を有する症例は除外した。ACL 術後リハビリテーション開始時より 1 日 1 回 20 分間のハイドロゲル炭酸ガス療法 (週 5 回) を開始した。前述の通り、手術側下肢の皮膚にハイドロゲルを塗布し、プラスチック製アダプターで覆い、炭酸ガスボンベから 100% 炭酸ガスを供給し充満させる。この際、適宜炭酸ガスの加温を施行した。また、コントロール群は

炭酸ガスの代わりに空気を充填させることとして設定した。

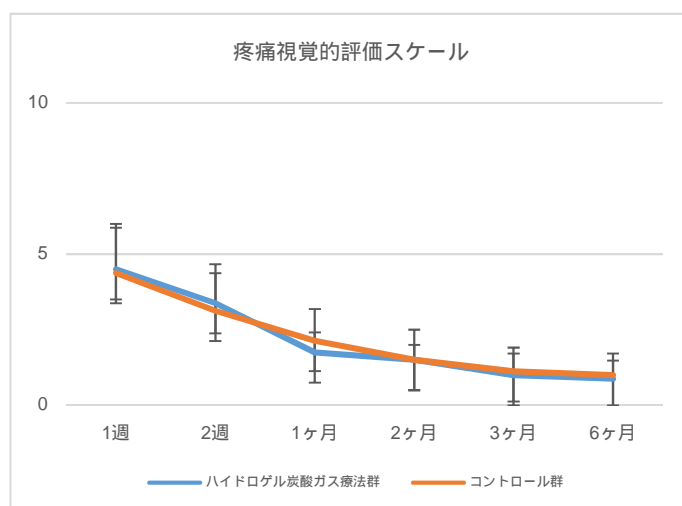
評価項目として術後 3 ヶ月、6 ヶ月での膝関節機能評価 (KT-1000 健患差)、筋力評価 (Biodex (酒井医療器)) を、術後 1 週、2 週、1 ヶ月、2 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月での疼痛視覚的評価スケール (VAS) を評価した。また、本研究で期待されたハイドロゲル炭酸ガス療法による術後早期の筋力回復については、下肢筋力測定器ロコモスキャン (アルケア) を用いて膝関節伸展筋力評価を行った。

4 . 研究成果

術後 3 か月における膝関節機能評価 (KT-1000 健患差)、術後 6 ヶ月にお帰る膝関節機能評価 (KT-1000 健患差、Lysholm score) において、両群間に統計学的有意差はなく、筋機能評価運動装置 Biodex による膝伸展筋力・屈曲筋力評価においても両群間に有意差を認めなかった。

また、VAS においても術後 1 週、術後 2 週、術後 1 ヶ月、術後 2 ヶ月、術後 3 ヶ月、術後 6 ヶ月で両群間に統計学的有意差を認めなかった (図 1) (表 1)。ロコモスキャンを用いた筋力評価では術後 1 週、術後 2 週、術後 1 ヶ月、術後 2 ヶ月でハイドロゲル炭酸ガス療法群においてやや筋力回復促進の傾向を認めたが、両群間に統計学的有意差を認めなかった (図 2) (表 2)。

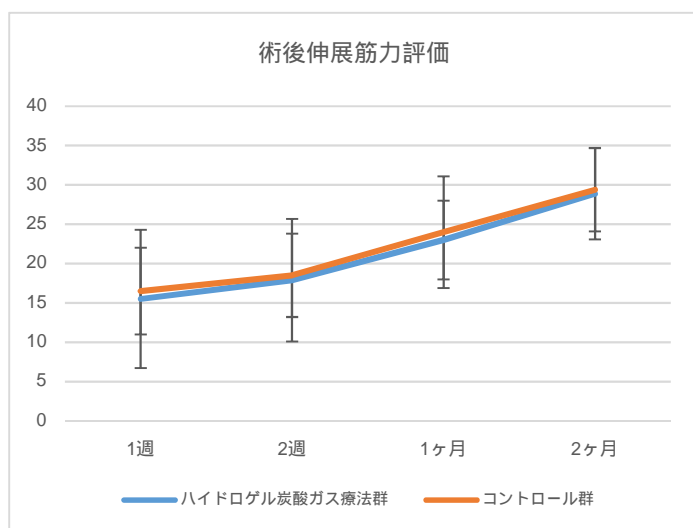
(図 1) 疼痛視覚的評価スケール



(表1) 疼痛視覚的評価スケール

	術後1週	術後2週	術後1ヶ月	術後2ヶ月	術後3ヶ月	術後6ヶ月
ハイドロゲル炭酸ガス療法群	4.5 ± 1.5	3.4 ± 1.0	1.8 ± 0.7	1.5 ± 1.0	1.0 ± 0.7	0.9 ± 0.6
コントロール群	4.4 ± 1.5	3.1 ± 1.5	2.1 ± 1.1	1.5 ± 0.5	1.1 ± 0.7	1.0 ± 0.7

(表2) 術後伸展筋力評価



(図2) 術後早期伸展筋力評価

	術後1週	術後2週	術後1ヶ月	術後2ヶ月
ハイドロゲル炭酸ガス療法群 (N)	15.5 ± 8.8	17.9 ± 7.8	23 ± 5.0	28.9 ± 5.8
コントロール群 (N)	16.5 ± 5.5	18.5 ± 5.3	24.0 ± 7.1	29.4 ± 5.3

本研究結果より、当初期待されたハイドロゲル炭酸ガス療法による術後早期の筋力回復に対する有効性に統計学的な効果を認めなかったが、術後早期の筋力回復においてハイドロゲル炭酸ガス療法群に筋力回復効果の促進する傾向を認めた。今回リハビリテーションプロトコルを統一するために ACL 単独再建術群を対象としたことも影響し、研究機関内の症例数が 16 例となったが、引き続き比較検討を行うことで、今後ハイドロゲル炭酸ガス療法による術後早期の筋力回復の有効性を検証できる可能性が示唆された。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名： 該当なし

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名： 該当なし

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。