

変形性膝関節症に対する温熱療法と 運動療法の併用効果に関する研究

Study of Combined Effect by Thrmtherapy and Kinesitherapy on Osteoarthritis of the Knee

田 中 真 一¹⁾ 村 田 伸¹⁾ 岩 永 健 之²⁾ 中 川 育 星²⁾

田中智枝子²⁾ 津田奈々恵²⁾ 村 上 陽 司²⁾

SHINICHI TANAKA¹⁾, SHIN MURATA¹⁾, KENSHI IWANAGA²⁾, IKUSEI NAKAGAWA²⁾

CHIEKO TANAKA²⁾, NANAIE TUDA²⁾, YOUJI MURAKAMI MD²⁾

要旨：目的：変形性膝関節症患者を対象に，物理療法と運動療法を併用した時の膝関節に与える影響を検証することを目的とした。対象：手術歴がない変形性膝関節症の女性患者14名21膝とした。方法：膝関節屈曲・伸展の可動域測定，大腿四頭筋筋力，歩行分析は，歩行率，歩行速度，ストライド，歩幅，歩隔，立脚と遊脚時間を，温熱療法と運動療法実施前，温熱療法実施後，運動療法実施後にそれぞれの測定を実施した。結果：介入前と比較して温熱後および運動後ともに有意に膝関節可動域が改善し，歩行速度，歩行率が有意に改善を認め，立脚時間が有意に短縮した。温熱後と運動後の比較は，すべての項目に有意差は認められなかった。また，その他の測定項目では，有意差は認められなかった。結語：変形性膝関節症に対する温熱療法と運動療法は，可動域制限と歩行機能に対して，即時的な効果が認められたものの，運動療法は温熱療法を上回る効果は認められなかった。

キーワード：変形性膝関節症，温熱療法，運動療法

Objectives: The purpose of this study was to investigate the influence of a combination of physical and exercise therapies on the knee joint in patients with osteoarthritis of the knee. **Subjects:** We evaluated 14 female patients (21 knees) with osteoarthritis of the knee, who did not have a history of undergoing surgery for the disease. **Methods:** The bending and extending ranges of motion (ROM) of the knee, quadriceps femoris strength, and walking function (walking rate, walking velocity, stride length, step length, step width, as well as stance and swing times) were measured before and after thermal as well as exercise therapies. **Results:** The ROM of the knee joint, walking rate, and walking velocity significantly improved along with a significantly shortened stance time after each of thermal and exercise therapies. No significant differences in any measurement items were seen between the therapies. **Conclusion:** Thermal and exercise therapies each showed immediate effects for the limited ROM and walking function in patients with osteoarthritis of the knee, but the effects

受付日：2011年10月24日，採択日：2011年11月29日

1) 西九州大学 リハビリテーション学部

〒842-8585 佐賀県神埼市神埼町尾崎4490-9

TEL0952-52-4191 FAX0952-51-4481

E-mail: tanakashin@nisikyu-u.ac.jp

Faculty of Rehabilitation Sciences, Nishikyusyu University: 4490-9 Ozaki, Kanzaki, Saga 842-8585, Japan. TEL+81952-52-4191

2) 村上整形外科スポーツクリニック リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Murakami Sport Clinic

of exercise therapy were not greater than those of thermal therapy.

Key words: Osteoarthritis of the Knee, Thrmtherapy, Kinesitherapy

I. 諸 言

高齢者の痛みの愁訴で最も多い関節痛は、腰背部痛と膝関節痛である¹⁾。有痛性の変形性膝関節症(osteoarthritis of the knee: 膝 OA)は、全国で800万人を超えると推定され、社会問題となっている¹⁾。

膝 OA は、原因の不確定な一次性関節症が多く、進行に伴い疼痛や廃用性萎縮のみならず、筋スパズムにより下肢の関節周囲筋における相互の協調不全が生じる²⁾。特に、大腿四頭筋の萎縮は早期から生じやすく³⁾、このことが膝関節の不安定性を招き、症状を悪化させる一因であることは周知されている⁴⁾。これらのことから、膝 OA に対して関節機能の改善や歩行機能の改善、大腿四頭筋の筋力トレーニングなどの運動療法の重視されている^{3,4)}。特に大腿四頭筋の筋力増強による効果は、膝関節の安定性の向上⁴⁾とショックアブソーバー機能の向上³⁾をもたらすと言われている。

一方、運動療法の補助的治療として、消炎鎮痛や循環改善、軟部組織の柔軟性改善を目的とした、温熱療法や電気療法などの物理療法が実施されている⁵⁾。膝 OA に対する物理療法の効果として、宮原ら⁶⁾は、荷重痛に対して経皮的末梢神経電気刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS)、運動時痛に対して深部への温熱作用が有効であると報告している。

理学療法を終えた直後の膝 OA 患者からは、「脚が軽くなった」、「歩きやすくなった」など、主観的な意見を聞くことは多い。このことは、物理療法や運動療法により、膝関節周囲の機能改善や除痛効果が得られたものと予想されるが、物理療法もしくは運動療法が、膝関節にどのような影響を及ぼしたのか明確ではない。先行研究において、膝 OA に対する運動療法の効果や、宮原ら⁶⁾による物理療法による効果など、治療別の研究報告は散見されるが、物理療法と運動療法を併用した時の効果について客観的な報告は少ない。

そこで本研究は、クリニックに来院している膝 OA 患者を対象に、膝関節の屈曲と伸展の関節可動域、大腿四頭筋筋力、歩行率、歩行速度、歩隔、歩幅、立脚・遊脚時間の測定を、温熱療法と運動療法を行う前(以下、介入前)と、温熱療法後、運動療法後にそれぞれ測定し、温熱療法と運動療法を併用した時の効果を検証することを目的とした。

II. 対 象

対象は、某整形外科クリニックに通院している、変形性膝関節症の女性患者14名(身長 150.7 ± 7.4 cm、体重 52.3 ± 4.4 kg、年齢 67.0 ± 19.7 歳)、21膝(両膝 OA が7名)とした。膝 OA の進行度は Kellgren-Lawrence の分類⁷⁾を用い、grade 2 が13膝、grade 3 が8膝であった(表1)。なお、手術歴がないことを対象者の条件とし、対象者には研究の目的や方法を十分に説明し、同意を得て行った。

表1 症例

	年齢	身長(cm)	体重(kg)	BMI	OA 側	grade
症例 1	79	140	55	28.06	右	2
症例 2	64	153	58	24.78	右	2
症例 3	79	153	48	20.50	左	2
症例 4	64	162	52	19.81	右	2
症例 5	67	153	49	20.93	左	2
症例 6	67	150	49	21.78	左	2
症例 7	82	150	55	24.44	左	2
症例 8	61	159	62	24.52	両側	3
症例 9	83	140	52	26.53	両側	3
症例10	71	153	57	24.35	両側	2
症例11	75	145	49	23.31	両側	3
症例12	79	150	50	22.22	両側	3
症例13	78	156	47	19.31	両側	2
症例14	72	158	48	19.23	両側	2

Grade:Kellgren-Lawrence の分類

III. 方 法

膝関節の屈曲と伸展の関節可動域、大腿四頭筋筋力、歩行分析の4項目について、温熱療法と運動療法実施前、温熱療法実施後、運動療法実施後の順で測定を行った。温熱療法としてホットパックを使用し、ハイドロタイザー(ミナト医科学株式会社製)内の水温を80℃に保ち、1時間以上浸したものを使用した。ホットパックをビニール袋で包んだ後、バスタオルで巻き(身体に当てる側を2層)、膝 OA 側に20分間施行した。運動療法は、患者間での統一を図るため、膝関節の他動的可動域運動と1kgの重錘を用いた大腿四頭筋筋力増強運動に統一した。

膝関節の屈曲と伸展の可動域測定は、介入前、温熱療法後、運動療法後にそれぞれ、椅子座位の抗重力下で膝関節90°屈曲位から各方向への自動運動を行って



図1 ウォーク way MW 1000での歩行分析

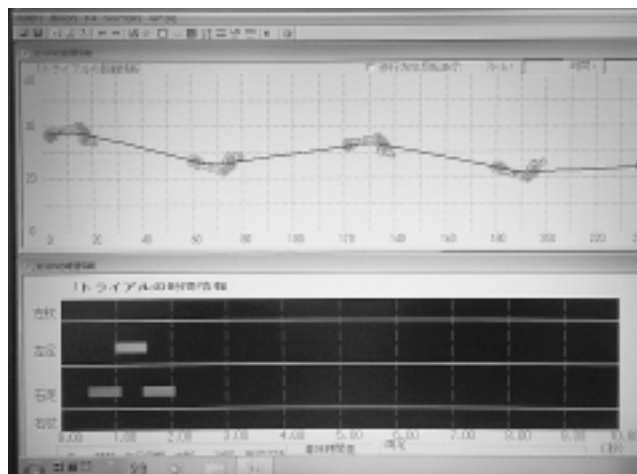


図2 ウォーク way MW 1000による歩行分析のPC抽出画面

もらい、自動での最終角度をゴニオメーターで測定した。なお測定は2名で行い、1名は膝関節のROM測定、残り1名は膝関節の屈伸運動時に大腿部が椅子座面から離れないように観察した。

大腿四頭筋筋力の測定には、ハンドヘルドダイナモメーター(アニマ社製等尺性筋力測定装置 μ Tas F 1)を用いた。測定は加藤らの方法⁷⁾に従い、被検者を座位、膝関節90°屈曲位とし、ハンドヘルドダイナモメーターのセンサー部を下腿遠位部に設置し、治療ベッドの支柱にベルトで固定した状態で最大等尺性筋力を介入前、温熱療法後、運動療法後の合計3回測定した。なお測定値は実測値を用いた。

歩行分析には、シート式足圧接地足跡計測器(アニマ社製ウォーク Way MW 1000)を使用した。測定するシートは800mm×2400mmの薄型シート形状で、14,000ポイントのセンサーが埋め込まれている。なお、マットは、歩行情報を解析するノートパソコンと接続している(図1, 2)。

測定は、まず大腿四頭筋筋力を測定し、次に関節可動域、最後に歩行分析の順に測定した。大腿四頭筋筋力と関節可動域の測定は2回行い、その平均値を用いた。歩行分析の測定は最適速度でシート上を2回歩行してもらい、歩行速度、歩行率、ストライド、歩幅、歩隔、膝OA側の立脚時間と遊脚時間の平均値を抽出

した。

統計解析は介入前、温熱療法後、運動療法後における3回の繰り返しデータを反復測定分散分析およびSeheffeの多重比較検定で比較した。なお、有意水準は5%未満とし、データは平均値±標準偏差で示した。

Ⅳ．結果

膝関節屈曲と伸展角度および大腿四頭筋筋力の結果を表2に示す。膝関節の屈曲と伸展角度では、有意な群間差(屈曲角度 $F=11.03$, $p<0.01$, 伸展角度 $F=12.97$, $p<0.01$)が認められ、多重比較検定において、介入前と比較して、温熱療法後および運動療法後ともに、膝関節の可動域が有意に改善していた。温熱療法後と運動療法後の比較では、有意差は認められなかった。一方、大腿四頭筋筋力では、群間差($F=3.02$)は認められなかった。

歩行分析の結果を表3に示す。歩行速度は、有意な群間差($F=5.54$, $p<0.01$)が認められ、多重比較検定において、介入前と比較して温熱療法後および運動療法後で有意に向上していた。歩行率も有意な群間差($F=4.33$, $p<0.05$)が認められ、介入前と比較して運動療法後に有意に向上した。立脚期時間についても、有意な群間差($F=7.60$, $p<0.01$)が認められ、介入前と比較して温熱療法後および運動療法後の

表2 膝関節屈曲・伸展角度および大腿四頭筋筋力

	介入前	温熱後	運動後	F 値	P 値
屈曲角度(°)	123.8±6.3	126.9±6.2 ^{*)}	129.5±5.5 ^{**)}	11.03	**
伸展角度(°)	-8.8±3.0	-6.1±4.6 ^{*)}	-4.7±4.7 ^{**)}	12.97	**
筋力(kgf)	15.6±5.9	15.1±5.6	17.4±5.0	3.02	NS

平均±標準偏差, 反復測定分散分析, 多重比較検定 Scheffe 法

¹⁾介入前と比較して有意差あり

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$

NS: not significant

表3 歩行要素の結果

	介入前	温熱後	運動後	F 値	P 値
歩行速度 (cm / sec)	91.5 ± 24.2	98.9 ± 25.5 ^{*1)}	98.0 ± 18.0 ^{*1)}	5.54	**
歩行率 (歩 / 分)	101.7 ± 14.8	106.6 ± 15.0	107.3 ± 12.1 ^{*1)}	4.33	*
ストライド (cm)	103.3 ± 19.0	116.9 ± 45.9	108.1 ± 12.9	1.07	NS
歩幅 (cm)	51.3 ± 10.2	52.9 ± 10.6	53.1 ± 6.9	2.42	NS
歩隔 (cm)	7.0 ± 3.0	7.4 ± 3.3	7.7 ± 2.4	1.34	NS
立脚時間 (sec)	0.74 ± 1.0	0.71 ± 0.1 ^{*1)}	0.69 ± 0.1 ^{**1)}	7.60	**
遊脚時間 (sec)	0.43 ± 0.05	0.42 ± 0.04	0.43 ± 0.04	2.38	NS

平均 ± 標準偏差, 反復測定分散分析, 多重比較検定 Scheffe 法

*: p < 0.05 **: p < 0.01

¹⁾介入前と比較して有意差あり

NS: not significant

立脚時間は有意に短縮していた。ストライド、歩幅、歩隔、遊脚期時間には、有意な群間差は認められなかった(ストライド F = 1.07, 歩幅 F = 2.42, 歩隔 F = 1.34, 遊脚時間 F = 2.38)。一方、歩行速度、歩行率および立脚期時間の温熱療法後と運動療法後の比較は、有意差を認めなかった。

V. 考 察

本研究の結果、介入前と比較して温熱療法後および運動療法後ともに、膝関節の可動域、歩行速度、歩行率が有意に向上し、立脚時間が有意に短縮した。温熱療法後と運動療法後を比較すると、すべての項目に有意差は認められなかった。また、その他の筋力、ストライド、歩幅、歩隔、遊脚時間には各群のすべてに有意差は認められなかった。

今回、膝関節の屈曲と伸展角度は治療前と比較して、温熱療法後に有意な改善が認められた。De Vries⁹⁾は、関節の終末域での皮膚、骨格筋、腱、関節包の軟部組織の組織抵抗寄与率を求めており、関節の伸展時は骨格筋が43%、次いで関節包が35%、また屈曲時には、関節包が39%、骨格筋が37%であり、関節の終末域での制限に骨格筋と関節包が大きく関与することを報告している。また、Goh Ah Cheng ら¹⁰⁾はホットパックでの温熱の深達度は皮下1 cmとしているが、表面の加温により、動静脈吻合部の開大に伴う表在血流量の増加が起こり¹¹⁾、徐々に深部の軟部組織が温度上昇することが報告¹²⁾されている。本研究においても温熱刺激の効果により、軟部組織の伸張性が増大して、膝関節可動域が改善したものと推察した。このことから、運動療法の前処置として、軟部組織の伸張性増大を目的に行われる温熱療法の有用性が確認された。

さらに、本研究では、歩行速度の向上も認められた。鈴木ら¹³⁾は、下肢関節の可動域が制限されるなど下肢機能が障害されると、歩行における円滑な立脚と遊脚

の入れ替えが阻害されるとしている。今回、温熱療法の効果により、膝関節可動域の改善が認められた。軟部組織の伸張性が得られたことで、膝関節可動域が増大したことにより立脚期における膝関節の屈伸運動が円滑になったため、立脚時間の短縮に繋がり、歩行速度が向上したと考えられる。

本研究では、温熱療法と運動療法後の測定値を比較すると、すべてに有意差は認められなかった。骨格筋と関節包の関節可動域制限の予防や改善には運動療法を用いることが多く、軟部組織、特に骨格筋の伸張性低下の予防と改善には有効であるとされている¹⁴⁾。森田ら¹⁵⁾は、患部関節と他関節との関係性を考慮した理学療法が必要であり、単なる他動的な可動域改善で終わるのではなく、各動作を行ううえで下肢が多関節運動連鎖として機能することを考慮して運動療法を進めるべきであると述べている。本研究で行った運動療法は、条件を統一するために、すべての対象者に関節可動域運動と重錘を用いた筋力増強運動のみとした。介入前と比較して運動療法の効果は認められたものの、すべての測定値において、温熱療法後と運動療法後に有意差が認められず、運動療法が温熱療法を上回る効果がなかったのではないかと推測された。

また、運動療法による大腿四頭筋の筋力増強効果も認められなかった。Moritani ら¹⁶⁾は、初期の筋力増大は、運動単位の興奮水準レベルの上昇に依存しており、神経要因の改善によるものであり、筋肥大を認めるのは、筋力増強運動を5週以上の継続が必要と報告している。このことより、今回の筋力増強運動において、即時的効果が認められなかったと考える。

これらの知見から、膝 OA の患者に対して、軟部組織の伸張増大を目的とした温熱療法の有効性が確認され、介入前と比較して運動療法の効果は認められたが、温熱療法を上回る効果は認められなかった。膝 OA の症状は関節可動域制限や疼痛が主症状であるが、その

程度は個人で全く違うものである。また高齢者に多い疾患であることが特徴であることを踏まえると、膝関節以外にも様々な機能低下を合併していることも予想される。膝 OA の運動療法は、個人の状態に見合ったプログラムの立案が必要であることが示唆された。

引用文献

- 1) 中村利孝, 松野丈夫, 井樋栄二・他: 標準整形外科学. 医学書院, 東京, 2011, 639-640.
- 2) 上内哲男: 慢性痛の物理療法実践プログラム. 理学療法, 2001, 18(10): 493-499.
- 3) 市橋則明, 大畑光司, 才藤栄一: 変形性膝関節症に対する筋力トレーニング再考. 理学療法学, 2001, 28(3): 76-81.
- 4) 池田 浩: 変形性膝関節症の治療・運動療法の進め方. 老年医学, 2010, 48(3): 337-340.
- 5) 鈴木順一: 物理療法. 三輪書店, 東京, 2006, 20-27.
- 6) 宮原謙一郎, 徳田 裕, 石黒幸治・他: 変形性膝関節症の荷重痛, 運動痛に対する物理療法モダリティの検討. 理学療法学, 2008, 35(2): 533.
- 7) Kellgren JH, Lawrence JS: Osteo-arthritis and disk degeneration in an urban population. Ann Rheum Dis, 1958, 17: 388-397.
- 8) 加藤宗規, 山崎裕司 終 幸信: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸筋力の測定; 固定ベルトの使用が検者間再現性に与える影響. 総合リハビリテーション, 2001, 29(11): 1047-1050.
- 9) Trudel G, Kilborn SH, Uthoff HK: Born growth increases the knee flexion contracture angle. A study using rats. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82: 583-588.
- 10) Goh Ah Cheng, 藤原孝之: いわゆる筋肉痛と理学療法. 理学療法, 2001, 18(5): 493-499.
- 11) Willam E Prentice, 石田 肇 (監訳): ベッドサイドの物理療法. 医道の日本社, 東京, 1996, 83-116.
- 12) 藤原孝之: 物理療法の生理学的背景. 物理療法研究会誌, 1998, 5: 1-5.
- 13) 鈴木貞興, 大野範夫, 筒井廣明: 下肢運動器疾患における姿勢異常に対する理学療法. 理学療法, 2007, 24(1): 231-240.
- 14) 鈴木重行, 肥田朋子, 井神玲子・他: ID ストレッチングとは. 三輪書店, 東京, 2002, 15-25.
- 15) 森口晃一, 井原秀俊, 原口和史: 下肢の関節拘縮に対するリハビリテーション. 2008, Medical Rehabilitation, 21(4): 7-15.
- 16) Moritani T, de Vries HA: Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am J Phys Med. 1979, 58: 115-130.