重度変形性膝関節症患者の膝関節位置覚に対する 装具療法の効果

Effect of Prosthesis on Knee Proprioception for Patients with Severe Knee Osteoarthritis

青木 修¹⁾ 香川 真二²⁾

OSAMU AOKI¹⁾, SHINJI KAGAWA²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Rehabilitation Nishi-Harima Hospital, Hyogo Prefectural Rehabilitation Center at Nishi-Harima: 1-7-1 Koto, Shingu-cho, Tatsuno, Hyogo, Japan. TEL +81 791-58-1050 FAX +81 791-58-1072 E-mail aoki-o@umin.ac.jp

²⁾ Faculty of Rehabilitation, Hyogo University of Sciences

Rigakuryoho Kagaku 23(4): 491-494, 2008. Submitted Jan. 16, 2008. Accepted Mar. 10, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, we investigated whether prosthesis improves proprioception or not in patients with knee osteoarthritis (OA). We inspected knee proprioception among people with knee OA and age matched controls, and also examined knee proprioception in knee OA patients with or without prosthesis. [Subjects] Twenty knee OA patients and 20 controls participated in this study. [Methods] We measured knee proprioception with modified continuous passive motion. [Results] Knee OA patients had worse proprioception than controls. Prosthesis improved knee proprioception in knee OA patients. [Conclusion] From the point of view of proprioception, prosthesis was beneficial for knee OA patients.

Key words: knee osteoarthritis, proprioception, prosthesis

要旨: [目的] 変形性膝関節症 (以下, 膝OA) 患者の膝関節位置覚は健常高齢者に比べ低下しているかを検討した。また膝OA患者に対し, 局所圧迫を加える膝装具が位置覚に与える影響を検討した。[対象] 対象は膝OA患者20名, 健常高齢者20名であった。[方法] 測定は角度測定ができるよう改良した持続的他動運動装置を用い, 膝OA患者および健常高齢者の位置覚を測定した。膝OA患者に対してはさらに, 膝装具を装着した状態でも位置覚を測定した。[結果] 膝OA患者は健常高齢者に比べ, 位置覚は低下していた。膝OA患者は装具装着により位置覚の改善がみられた。[結論] 膝OA患者では装具装着により位置覚が改善するという, 限局的な面においては装具が有効であることが示された。
キーワード: 変形性膝関節症, 関節位置覚, 装具

¹⁾ 兵庫県立西播磨総合リハビリテーションセンター リハビリテーション西播磨病院 リハビリ療法部: 兵庫県たつの市新宮町光都1-7-1 (〒679-5165) TEL 0791-58-1050 FAX 0791-58-1072

²⁾ 兵庫医療大学 リハビリテーション学部

受付日 2008年1月16日 受理日 2008年3月10日

I. 緒 言

関節固有感覚は関節の安定性を助ける役割を果たしていると考えられている。固有感覚の低下は、筋・腱などの力学器官の対応能力を低下させることから、変形性膝関節症（以下、膝OA）患者では関節破壊に関与していると考えられている¹⁾。靱帯などに障害を有する不安定膝の知覚神経を遮断すると膝OAが進行する²⁾との報告や、膝OAが重症化するほど関節固有感覚が低下する³⁾との報告もあり、固有感覚の低下による関節破壊、感覚受容器の傷害、さらなる固有感覚の低下という悪循環が考えられる。このことから、膝OAの発生・進行予防には筋力などの力学的要因だけでなく、固有感覚といった内的要因の重要性が示唆されている。

膝OA患者に対する膝装具療法は一般的な治療法として確立されており、痛みの減少や歩行距離の向上などの効果があることが知られている。膝装具にはサポーターなどのソフトタイプのものから、より矯正力の強い金属支柱などのハードタイプまである。臨床では、重度の膝OA患者でも装着感やデザインの点からソフトタイプを好む患者が多い。ソフトタイプの膝装具では力学的な固定・矯正力は低いものの、膝OA患者からは痛みの減少や膝の安定感が報告され、バランスの改善⁴⁾も認められる。さらに装具により膝関節固有感覚が改善することも報告されており^{5,6)}、ソフトタイプの膝装具には力学的な固定・矯正効果以外に、局所圧迫による神経生理学的な効果もあると考えられる。一方で、装具やテーピングによって同様に局所圧迫を加えても、膝固有感覚はあまり改善しないとの報告⁷⁻⁹⁾もみられ、膝装具が膝関節固有感覚を改善させるかどうかについては見解が一致していない。そこで、本研究では重度の膝OA患者に対して膝装具による局所圧迫を加え、求心性情報を増加させることにより関節位置覚を改善させられるかどうかについて検討した。

II. 方 法

1. 対象

全人工膝関節置換術施行目的でリハビリテーション病院に入院した進行期から末期の膝OA患者20名（以下、膝OA群）および健康高齢者20名（以下、健常群）を対象とした（表1）。膝関節位置覚の測定肢は、膝OA群では手術予定側下肢とし、健常群では右下肢とした。なお、膝OA群では脳血管障害、神経疾患、痴呆、膝OA以外の下肢整形外科的既往を有するものは除外した。全て

表1 対象者の特徴

	膝 OA 群 (n = 20)	健常群 (n = 20)
男性/女性	5 / 15	5 / 15
年齢 (歳)	72.3 ± 6.7	68.7 ± 4.4
罹患期間 (年)	9.0 ± 5.8	—
FTA (°)	184.7 ± 5.8	—
JOA score (点)	59.0 ± 7.4	—

の被験者には本研究の主旨を口頭で説明し、同意が得られた。

2. 方法

測定には、角度測定ができるように改良した持続的他動運動装置〔以下、CPM；日立機電工業株式会社（現日立プラントテクノロジー）〕を用いた。この機器は、CPMの支柱軸内にポテンシオメータを取り付け、ポテンシオメータの抵抗が変化することで得られる電圧変化を角度に変換してパーソナルコンピュータに入力し記録できるようにしたものである。

被験者の膝関節をCPMの支柱交叉部に位置するところでベルト固定し、屈曲伸展時に下肢のずれが少ないことを確認した。被験者にはあらかじめ停止ボタンを手渡し、毎秒約3°で動くCPMを任意に停止させることができるようにした。対象膝関節の目標角度は15°、30°、45°、60°の4段階とし、それを図示した用紙を手渡した。なお今回、本研究に参加した膝OA群は重度の膝OAであったため、膝関節可動域の制限により完全伸展位や深屈曲角度での測定が困難であったため、15°から60°までを目標角度に設定した。測定を行う前に被験者には対象下肢が見えないようにし、CPMにて4段階の膝関節角度を提示して記憶させた。十分な練習後に、検者によってランダムに指示される目標角度に対し、被験者は膝関節が指示された目標角度に達したと知覚したところでCPMを停止させるように指示が与えられ、測定を実施した。測定は4段階の目標角度を1セットとして、2セット実施した（合計8試技）。なお、健常群は装具非装着条件のみの測定を行い、膝OA群では膝装具非装着時、装着時の2条件をランダム順で測定した（図1）。装具は支柱付軟性膝装具（P.O.ゲルテックス；日本シグマックス株式会社）を用いた。

目標角度と被験者が知覚した角度との差（以下、誤認角度）を算出し、装具非装着時の膝OA群、健常群の誤認角度について15°、30°、45°、60°の各目標角度間の差を

図1 上段：測定風景
下段：使用した支柱付軟性膝装具
(P. O.ゲルテックス; 日本シグマックス株式会社)

それぞれ、Kruskal-Wallis 検定を用いて検討した。次に、8 試技の絶対平均値を求めた。膝 OA 群と健常群については Bartlett 検定により等分散性が棄却されたため ($F=9.0$, $p=0.003$)、Mann-Whitney 検定を用いて比較した。また、膝 OA 群における膝装具非装着時、装着時の比較には Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。統計には市販のソフト (JMP IN 5.1) を使用し、有意水準を 5% とした。

III. 結 果

膝 OA 群の各目標角度 (15° , 30° , 45° , 60°) における誤認角度には有意な差が認められ、特に 60° における誤認角度が他に比べ大きい傾向がみられた ($p=0.003$)。一方、健常群では有意な差はなかった ($p=0.15$) (表 2)。

8 試技の誤認角度の絶対平均値は、膝 OA 群の装具非装着時の値は健常群の値より有意に大きかった [それぞれ中央値 (四分位範囲): 11.5° ($9.1^\circ - 15.2^\circ$), 9.0° ($8.0^\circ - 11.4^\circ$), $p=0.009$]。また、膝 OA 群における装具装着時の誤認角度は、非装着時と比較して有意に小さかった [それぞれ中央値 (四分位範囲): 9.2° ($5.4^\circ - 11.5^\circ$), 11.5° ($9.1^\circ - 15.2^\circ$), $p=0.005$]。

膝 OA 群では健常群と比較して関節位置覚は低下しており、さらに、膝 OA 群では装具装着により関節位置覚の改善がみられた。

IV. 考 察

本研究の結果では、各目標角度間における誤認角度は膝 OA 群においてのみ差がみられた。膝関節位置覚には関節内の機械受容器や筋紡錘、関節周囲の触圧覚受容器が関与すると考えられている¹⁰⁾。特に、 60° での誤認角度が大きかった理由として、膝屈曲中間位であるために皮膚などの触圧覚受容器や筋紡錘といった関節周囲からの求心性情報を利用しにくかったことが考えられる。膝 OA では関節破壊により関節内の機械受容器に傷害を受けていると考えられることから、膝 OA 患者は関節位置覚の判断を関節周囲の触圧覚情報および筋紡錘からの情報に依存していると考えられる。特に、本研究で用いたような比較的速度の遅い他動運動では、位置覚の検出には筋紡錘が主に関与する¹¹⁾ことが明らかとなっている。

8 試技の平均誤認角度の比較では、膝 OA 群は健常群よりも有意に誤認角度が大きく、膝 OA 患者は関節位置覚が低下しているとする他の報告と一致した^{5,12,13)}。さらに膝 OA 群では装具装着により誤認角度は小さくなり、健常群に近い値にまで改善していた。力学的な矯正力の弱い装具でも、装着時に得られる主観的な安定感などはこの関節位置覚の改善が影響しているのかもしれない。関節位置覚の改善の要因としては、関節圧迫による筋紡

表 2 各目標角度における誤認角度

	膝 OA 群 (装具非装着) §	健常群
15° の誤差角度	8.3° (5.4° - 10.5°)	13.25° (5.8° - 18.0°)
30° の誤差角度	10.9° (7.6° - 16.3°)	8.4° (6.7° - 10.7°)
45° の誤差角度	10.1° (6.2° - 13.8°)	8.8° (5.3° - 10.3°)
60° の誤差角度	15.7° (12.4° - 23.1°)	7.4° (3.8° - 13.5°)

表中の数値は、中央値 (四分位範囲) で表記

§ : $p<0.01$, 膝 OA 群における各目標角度間の比較 (Kruskal-Wallis 検定)

錘や皮膚などの触圧覚受容器からの求心性情報の増加が考えられる⁹⁾。以上から、神経生理学的な観点からは重度の膝OA患者でも膝装具は有用であると考えられるが、装具による膝関節位置覚の改善は装着中に限定され、装具装着によっても膝OAの進行は防止できないとの報告¹⁴⁾もあり、長期的な効果については更なる検討が必要である。

本研究から、装具装着により膝関節位置覚が改善することが明らかとなった。膝OA患者の膝関節位置覚低下の報告や、臨床での強制力の弱い膝装具を用いた患者への効果から、我々は膝関節位置覚の向上によって痛みの軽減や膝関節の安定性を図ることが可能ではないかと考えている。今後、膝装具の長期的な効果や、関節位置覚を改善することで痛みやバランスなどの能力障害を改善させることができるかについても明らかにしていきたい。

引用文献

- 1) 井原秀俊：変形性膝関節症の臨床像。理学療法学，1994，**21**：110-114.
- 2) O'Connor BL, Visco DM, Brandt KD, et al.: Neurogenic acceleration of osteoarthritis. The effects of previous neurectomy of the articular nerves on the development of osteoarthritis after transection of the anterior cruciate ligament in dogs. J Bone Joint Surg [Am.], 1992, **74**: 367-376.
- 3) Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S: Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. Arch Phys Med Rehabil, 2007, **88**: 346-350.
- 4) Chuang SH, Huang MH, Chen TW, et al.: Effect of knee sleeve on static and dynamic balance in patients with knee osteoarthritis. Kaohsiung J Med Sci, 2007, **23**: 405-411.
- 5) Barrett DS, Cobb AG, Bentley G: Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Joint Surg [Br.], 1991, **73-B**: 53-56.
- 6) Hewitt BA, Refshauge KM, Kilbreath SL: Kinesthesia at the knee: The effect of osteoarthritis and bandage application. Arthritis Rheum, 2002, **47**: 479-483.
- 7) Brimingham TB, Kramer JF, Kirkley A, et al.: Knee bracing for medical compartment osteoarthritis: effects on proprioception and postural control. Rheumatology, 2001, **40**: 285-289.
- 8) Hinman RS, Crossley KM, McConnell J, et al.: Does the application of tape influence quadriceps sensorimotor function in knee osteoarthritis? Rheumatology, 2004, **43**: 331-336.
- 9) Hassan BS, Mockett S, Doherty M: Influence of elastic bandage on knee pain, proprioception, and postural sway in subjects with knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis, 2002, **61**: 24-28.
- 10) Gandevia SC, McCloskey DI, Burke D: Kinaesthetic signals and muscle contraction. Trends Neurosci, 1992, **15**: 62-65.
- 11) 三輪昌子, 小林万里子, 鶴巻宣夫・他：膝関節位置覚の疲労前後の変化について。北海道理学療法士会誌，1998，**15**：38-43.
- 12) Sharma L, Pai YC, Holtkamp K, et al.: Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis. Arthritis Rheum, 1997, **40**: 1518-1525.
- 13) Hurley MV, Scott DL, Rees J, et al.: Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis, 1997, **56**: 641-648.
- 14) Perlau R, Frank C, Fick G: The Effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. Am J Sports Med, 1995, **23**: 251-255.