

# 変形性膝関節症に対する 装具療法の効果について

—日整会プロジェクト報告より—

## 座長



宗田 大氏  
東京医科歯科大学  
医学部整形外科  
東京医科歯科大学大学院  
医歯学総合研究科  
運動器外科学 教授

## 演者



出家 正隆氏  
広島大学大学院 保健学研究科  
保健学専攻  
心身機能生活制御科学講座 教授

変形性膝関節症（膝OA）の保存療法の1つである装具療法において、多くの臨床現場で使用されている装具に、足底板と膝外反装具がある。膝OAの中でも、症例数の多い内側型膝OAでは、その原因が内反モーメントやLateral Thrustの増加であるため、治療用装具には床反力とモーメントアームを減少する機能とともに、荷重初期の外方へのぶれを防止する機能が必要である。

近年では、内側型膝OAの内反アライメントを補正する機能的膝外反装具が開発され、その有用性が期待されている。特に、新型の機能的膝外反装具は従来品の半分程度と軽量で、患者の装着も容易になった。このほど、第27回日本義肢装具学会学術大会にてランチョンセミナーが開催され、広島大学大学院の出家正隆氏がそれら装具の長期装着効果などについて検討した結果を報告した。

### 膝装具には内反モーメントを減少させる機能と Lateral Thrustを減少させる機能が必要

日本人では変形性膝関節症（膝OA）の多くが内側型膝OAであり、内反変形などにより内側関節面への荷重が増加するという特徴がある。内側型膝OAにおける疼痛、変形の原因は、生体力学的な要因から考えると、内反モーメント（膝関節を内反させようとする力）、Lateral Thrust（立脚初期に膝が急激に外側方向に動揺する現象）の2つであるといわれている。

出家氏はこれらの原因を勘案すると、膝装具に求められるのは、内反モーメントを減少させる機能とLateral Thrustを生じないようにする機能を備えることであり、そのためには①踵にクッションを付けて床反力を減少させること②外反力を加えてモーメントアームを減少さ

せること③膝側面を支えて荷重初期の外方へのぶれを防止すること、がそれぞれ重要であるとした。一方、膝OA患者は、効果がある、着脱が容易である（着脱が必要ない）、軽い、膝の動き（関節可動域：ROM/Range of Motion）を制限しない装具が理想であると考えている。

同氏は「膝OAの原因を改善することだけに着目するのではなく、患者側の視点から見た理想の装具を開発する必要がある」と述べた。

### 距骨下関節固定付き足底板は外反矯正と 内反モーメントの減少により疼痛を軽減

膝の装具療法は現在、薬物療法や温熱治療を行う軽症の患者から、手術の回避を希望する患者や手術が適応とならない患者まで、幅広く実践されている。出家氏

は装具療法のエビデンスを確立するため、距骨下関節固定付き足底板と機能的膝外反装具に焦点を当て、臨床的結果を解析し検証を行った。

同氏は初めに、足底装具療法の歩行分析結果について紹介した。Fisher氏らの報告では、14例の健康人を対象に、対照群(プラセボ)に対しインソールの固い2種類の靴、もしくは傾斜を付けた2種類の靴を履いて歩行した結果、ピーク内反モーメントは加工した4種類で減少し、対照群では変化が見られなかったことを示した。また、出家氏は、内反モーメントが増加した患者では、足底装具装着によって距骨下関節が外反しないというKakihara氏らの報告に触れ、その対策として、Toda氏らが距骨下関節固定付き足底板を開発した経緯を説明。距骨下関節固定付き足底板では、距骨での外反矯正を起し、足底板による外反矯正力が下腿に伝導されやすく、結果的に大腿脛骨角(FTA)を矯正することが可能であるとした。

さらに、膝OA患者90例を対象に、8週間の足底板治療を行ったToda氏らによる臨床成績を紹介。結果として、距骨下関節固定付き足底板群46例では、FTAが有意に減少したが、靴中敷き足底板群(44例)では、同様の結果が得られなかったことを示した。出家氏は「距骨下関節固定付き足底板では、距骨下関節の固定による下腿の直立化(外反矯正)とモーメントアームの短縮による内反モーメントの減少によって、疼痛を軽減する」と述べた。

一方、同氏は、歩行周期と疼痛に着目し、新型足底板が内側型膝OA患者の歩行に与える効果を従来型足底板と比較検証した。対象は、独立歩行可能な内側型膝OA患者9例(男性1例、女性8例)で、Kellegren-Lawrence(KL)分類ではgradeⅡ/Ⅲ度であった。課題動作は、通常歩行(足底板なし)、従来型足底板使用時歩行(以下、従来型)、新型足底板使用時歩行(以下、新型)であり、赤外線カメラ7台から成る3次元動作確認解析装置Vicon612および床反力計4基を用いて、Plug-In-Gaitという歩行解析手法により解析した。

結果として、立脚期の膝関節内反モーメントは通常歩行、従来型に比べて新型で減少し、立脚期の膝関節疼痛(VAS)は通常歩行に対し、従来型、新型でともに有意に低下した( $P<0.01$ )。ただし、歩行時の立脚期の内反角度、床反力垂直成分に変化は見られなかった。同

氏は「新型ではバンド固定により外反力が伝導し、床反力ベクトルが関節中心に近づいて、モーメントアームが短縮することにより、内反モーメントが減少した」と考察した。

### 新型機能的膝外反装具は 比較的早期の変形性膝関節症にも有効 内側型変形性膝関節症の疼痛軽減に大きく寄与

近年、膝の外側支柱力を補い、外反力をかけることで、内側型膝OAの内反アライメントを補正する作用のある機能的膝外反装具が開発され、その良好な臨床効果を示す報告が増えている。実際の機能的膝外反装具の効果は、外反矯正、内反モーメントの減少、疼痛の軽減、歩行能力の向上である。出家氏は「機能的膝外反装具のメリットは、高い膝安定性が得られ、内反膝を矯正できるということであり、デメリットは装着が煩雑で、価格が比較的高く、重いことである」と述べた。

ここで、同氏は、従来型のデメリットを改良した新型機能的膝外反装具(膝外反装具)であるUNLOADER<sup>®</sup> ONE(アンローダーワン)を紹介した。膝外反装具は、従来型にストラップを1本新たに追加しており、また、ずれにくく、蒸れにくいシリコン素材を使用。同時に、軽量化され、装着も簡易化されている(図1)。

同氏は、正常膝および内側型膝OAに対する膝外反装具の効果について、Point cluster法(膝関節動作解析

図1 膝外反装具



- ストラップを1本新たに追加(Dynamic Force Strap)
- ずれにくく、むれにくいシリコン素材
- 軽量化(約350g、従来品は約700g)
- 装着の簡易化(ラチェット式、バックル)

(出家正隆氏提供)

システム)により検証した。まず、正常膝5例(平均年齢22歳)において膝外反装具を装着すると、装具による膝関節運動の制限は少なく、立脚期全般に外反作用と内旋作用が働いていることが示された。同氏は「正常膝において膝外反装具装着の効果が認められたことは、比較的症状の進行していない膝OA患者においても、膝外反装具の効果が得られることを意味している」と強調した。

次に、内側型膝OAに対する効果について、Plug-In-Gaitにより検証した。内側型膝OAと診断された患者14例(男性2例、女性12例、年齢68.4±7.8歳、KL分類: gradeⅡ度3例、gradeⅢ度10例、gradeⅣ度1例)に膝外反装具を装着すると、装具なしの場合と比べて、歩行速度およびケイデンスは有意に速くなり、単脚支持時間も有意に短くなった(P<0.05)。以上から、同氏は、膝外反装具の装着によって、内側型膝OA患者の歩行能力が改善したとした。

また、膝外反装具の装着により、膝関節運動の制限は少なく、立脚期歩行初期の段階で、膝関節内外反角度が矯正され、立脚期歩行初期から中期にかけて、膝関節外部内反モーメントが有意に減少した(P<0.05)。さらに、最大内反モーメントが有意に減少し(P<0.05)、VASが有意に減少したことから(P<0.01)、同氏は、膝外反装具が内側型膝OAの疼痛軽減に非常に有効であることを指摘した。

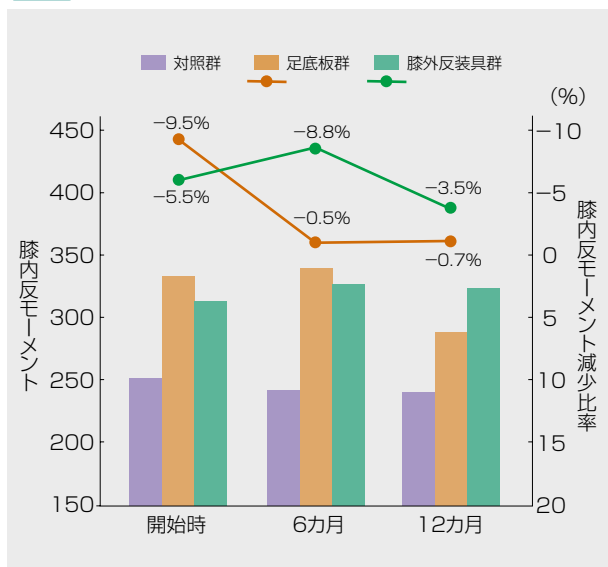
以上を踏まえて、同氏は、膝外反装具の機能について、①屈曲を制限しない②内反モーメントを減少する③立脚時の膝関節の内反を矯正する④歩行時の疼痛を軽減する、という4点を挙げ、同時に患者が理想とする装具の条件である「効果があること」、「膝の動き(ROM)を制限しない」という項目を満たしていると強調した。

**日整会プロジェクトでも  
膝外反装具の有用性が示唆される  
～効果的な装具療法実現にはチーム医療が重要～**

これら実情を踏まえ、出家氏らは、日本整形外科学会(日整会)プロジェクトとして、膝OAにおける膝外反装具および距骨下関節固定型装具の長期的有用性について検証し、その結果について報告した。新型機能的膝外反装具(膝外反装具)群は19例、距骨下関節固定型装具(足底板)群は55例、対照群(患者自身による大腿四頭筋訓練を指導)は44例であり、男女比、年齢、身長、体重、BMIにおいて各群で有意差は見られなかった。また、対照群、足底板群では、KL分類のgradeⅡ度、膝外反装具群ではgradeⅢ/Ⅳ度の占める割合が多かった。

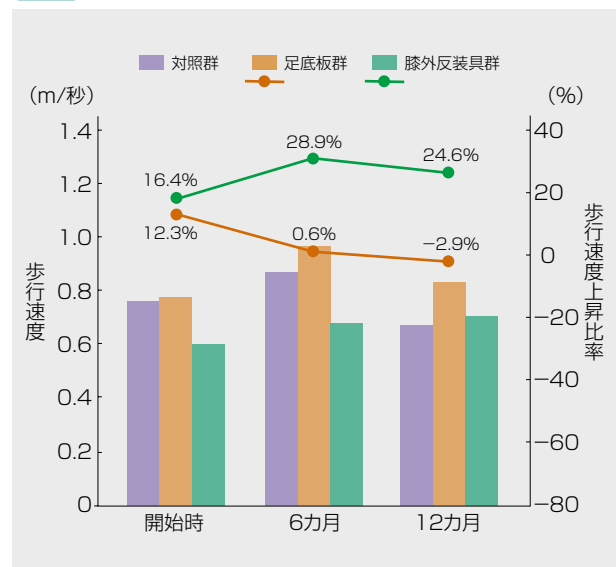
検討の結果、1年後の脱落率は対照群で23%(44例中10例)、足底板群で23.8%(55例中13例)に対し、膝外反装具群で5%(19例中1例)であった。治療開始後3カ月、6カ月、12カ月の時点で、歩行時のVASは、各群と

【図2】 3群間における膝内反モーメントの推移



(出家正隆氏提供)

【図3】 3群間における歩行速度の推移



(出家正隆氏提供)

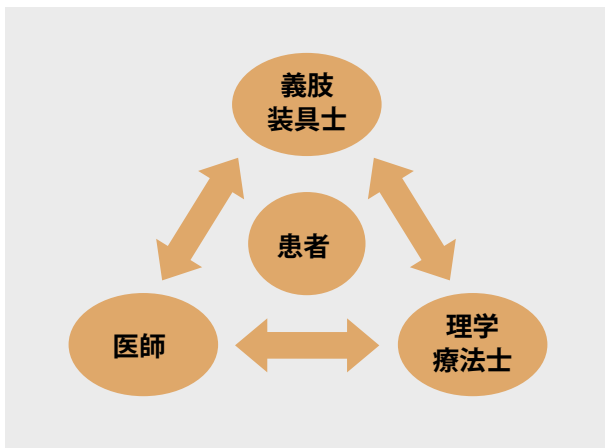
も減少傾向にあったが、安静時のVASには変化が見られなかった。ROMについては伸展角度は膝外反装具群で有意に改善し( $P<0.05$ )、屈曲角度も改善傾向にあった。ただし、各群ともFTAの改善は認められなかった。また、足底板群では膝内反モーメントが装着直後は9.5%減少したが、6カ月後には減少率が0.5%と小さく、その効果は低下した。一方、膝外反装具群では膝内反モーメントが装着直後に5.5%減少、6カ月後には8.8%と大きく低下し、効果が持続していることが分かった(図2)。歩行速度も同様の結果が得られており、足底板群では、装着直後は歩行速度が速くなったが、その後

は歩行速度が遅くなり、効果が低下した。一方、膝外反装具群では、装着直後に歩行速度が速くなり、その後もさらに速くなって、効果が持続することが示された(図3)。

以上より、同氏は、対照群では脱落率が高かったことから継続性に問題があること、足底板群では歩行能力の向上は見られるが、継続性や効果の持続性に問題があること、膝外反装具群では、歩行能力が向上して効果も持続することを指摘した。一方で、長期装具使用による歩行時の運動学・運動力学的変化の観点から見ると、膝外反装具装着により股関節に負担がかかり、内部股関節外転モーメントが減少し、股関節が内転しやすくなるという課題も示唆された。そこで、同氏は「膝外反装具による治療に際しては、他部位への影響も考慮し、股関節の外転筋の強化が必要である」と述べ、最後に「装具療法の効果が最大限に発揮されるには、医師だけでなく、義肢装具士や理学療法士の役割も重要だ。3者がうまく情報交換し、チーム医療を実践することで、より効果的な装具療法の実現とともに患者の快適な生活につながるものと思う(図4)」と結んだ。

同氏らは以上の結果を踏まえて現在、特に軽度患者の膝OA悪化の抑制を狙い、固有受容器を刺激する作用を付加した軟性装具の研究を新たな試みとして進めている。今後は長期的なエビデンスの構築と症例数の積み上げを課題としている。

図4 効果的な装具療法を行うための提案



(出家正隆氏提供)

## 本講演に寄せて

宗田 大 氏

東京医科歯科大学 医学部整形外科

東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 運動器外科学 教授



出家先生は今回のご講演で、近年内側型変形性膝関節症の装具療法で注目されている、距骨下関節固定付き足底板と軽量化と装着の簡易化が工夫された機能的膝外反装具の効果について、歩行解析を用いた客観的な解析を中心にそれらの特徴について述べた。先生は客観的な指標を裏付けとして示しながら各装具の効果や問

題点を指摘した。それらの研究結果は今後の装具の処方への適応や考慮点、また装具使用患者に対する留意点を明らかにし、臨床上有益な情報になると考えられる。先生のご講演は内側型変形性膝関節症の装具療法の効果やメカニズムを明らかにし、近未来の変形性膝関節症の装具療法の方向性を示した有意義なものであった。