

氏名	岡本純典
(ふりがな)	(おかもと よしのり)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	乙第 号
学位審査年月日	平成25年1月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題名	人工膝関節全置換術前後の下肢アライメントと足底 圧分布の変化 (Changes in foot pressure distribution and lower limb alignment before and after total knee arthroplasty)
論文審査委員	(主) 教授 佐 浦 隆 一 教授 鳴 海 善 文 教授 上 田 晃 一

学位論文内容の要旨

《研究の目的》

変形性膝関節症(膝 OA)は内反変形を呈するものが多く、下肢全体のアライメントは距骨下関節の外反により代償されるが、重度の内反膝変形では距骨下関節のみでは対応できないことが報告されている。膝 OA に対して施行される人工膝関節全置換術(Total Knee Arthroplasty、以下 TKA)では、人工関節の設置により膝のアライメントが矯正され、多くの症例で良好な治療成績が報告されている。しかし、距骨下関節を含めた下肢全体のアライメントについての検討はなく、良好な膝のアライメントが獲得できても術後成績に問題のある症例も認められることから、距腿関節以遠を含めた下肢全体のアライメントの検討の必要性が指摘されている。

距骨下関節の代償により下肢アライメントが調整されれば、足底圧分布も正常化すると考えられるが、TKA 後の距骨下関節の動きや足底圧分布の変化は、術後リハビリテーションを進める上で

も必要であるが、これまでに検討されたことはなかった。

そこで、本研究では、内反型膝 OA に対する TKA の術後成績向上に資するため TKA 後の距骨下関節を含む下肢アライメントと足底圧分布の変化について検討した。なお、本研究は、大阪医科大学倫理委員会の承認(受付番号:460)を得ている。

《方 法》

2007 年 4 月以降の 1 年間に、片側のみに TKA を施行した内反型の膝 OA 症例 40 膝(男性 2 膝、女性 38 膝)を対象とした。膝に隣接する部位に変形性関節症を合併する例、足関節や足部に愁訴のある例、体型指数が 40 以上の例、立位や歩行不能例は除外した。全例の追跡調査を行い、術後感染例はなかった。手術時平均年齢は 74 歳(58 歳～82 歳)、平均体型指数は 26.6(22.1～32.3)であった。TKA の術前、術後 4 週時、術後 12 カ月時に、以下の評価と計測、X 線撮影を非手術側も含めて行った。

1. 臨床評価

Knee society score (KSS)を用いて評価し、膝関節可動域は角度計を用いて計測した。

2. 静的足底圧の計測と X 線撮影

静的足底圧計測には Inaba Foot-Pressure System(株式会社イナバゴム、鳥取)を用いた。計測周波数 5Hz、計測時間を 20 秒間とし、裸足で立位静止時の足底圧を計測した。X 線撮影は、被験者を立位とし膝と距腿関節の正面像、足側面像を撮影した。

3. 静的足底圧と下肢アライメントの評価

母趾、第 2～5 趾、第 1 中足骨頭部、第 2、3 中足骨頭部、第 4、5 中足骨頭部、中足部内側、中足部外側、後足部内側、後足部外側の 9 領域に分け、各領域における平均静的足底圧値を算出した。

X 線学的評価は、膝の正面 X 線像では femorotibial angle (FTA)を、足関節正面 X 線像では脛骨傾斜角、距骨傾斜角と脛骨下関節面の傾斜角を計測した。足側面の X 線像では calcaneal pitch、距骨・第 1 中足骨角、側面第 1・5 中足骨間角を計測した。

4. 検討項目

術前 FTA が 188°未満の例を M 群 (20 膝)、188°以上の例を S 群 (20 膝) と定義し 2 群に分け、手術時年齢、体型指数、KSS、膝関節可動域を Mann - Whitney U 検定にて、性別はカイ二乗検定にて比較検討した。術前、術後 4 週時、術後 12 カ月時の平均静的足底圧値および X 線計測値を繰り返しのある二元配置分散分析を用いて比較した。

解析には JMP(version 6.0.3、SAS Institute、Cary、NC)を用い、危険率 5%未満を有意差ありとした。

《結 果》

M 群と S 群では年齢、体型指数、KSS の平均値、膝の平均伸展角度および性別に統計学的な差は認めなかったが、膝の平均屈曲角度は S 群の方が有意に小さかった。

静的足底圧は術前、両群とも足底外側の領域で上昇が認められた。術後 4 週時および 12 カ月時、M 群では術前と比較して後足部と前足部内側の静的足底圧が上昇したが、S 群は術前後に大きな変化を認めなかった。

X 線学的評価では、術後 4 週時および 12 カ月時の FTA は両群間に統計学的有意差はなかった。M 群では術後、踵骨が内反方向に動き、前足部は回内方向に動いたが、S 群では踵骨、前足部とも術前と比較して変化はなかった。

非手術側はいずれの検討項目においても、術前後で統計学的に有意な差は認めなかった。

《考 察》

下肢アライメントは X 線学的に前額面において Mikulicz 線や大腿脛骨角などで評価されるが、これらの方法には距骨下関節は含まれない。このため TKA の術前に内反していた膝関節に対し、代償的に外反していた距骨下関節が TKA によって術後どのように変化するかはこれまで不明であった。そこで本研究では TKA 後の距骨下関節を含む下肢アライメントと静的足底圧分布の変化について検討した。

M 群と S 群の術前の平均静的足底圧値は膝関節部の内反変形を反映して、いずれも中足部外側の領域の上昇が認められ、M 群と比較して S 群が有意に高かった。この理由として S 群では

距骨下関節での下肢アライメントの代償が M 群と比較して不十分であると考えた。術後、M 群では内側後方と前方の静的足底圧が上昇し健常成人とほぼ同様の足底圧分布になったが、S 群では足部外側が術前と同様に高い値を示した。すなわち、TKA により FTA を矯正しても術前の膝関節部の変形が重度の症例では、必ずしも足底圧分布が正常化しないことが示された。

また、足部の X 線学的評価では M 群では術後に踵骨が内反方向に動き、前足部が回内方向に動いたが、重度膝変形例(S 群)では術前後で殆ど変化がなかったことから、S 群では術前に代償機構としてはたらいっていた距骨下関節の拘縮が短期間には改善しない可能性が示された。さらに、S 群では術後 12 カ月時まで術前と同様の状態であったことから、術後長期にわたって距骨下関節の拘縮の残存することが推測された。

今回の研究では、術前の膝関節部における内反変形が著しいと TKA 後の足部に不可逆的な変形や拘縮が残存し、膝周囲のアライメントは矯正できても下肢全体のアライメントは矯正不十分となり、静的足底圧分布が正常化しないことが明らかとなった。すなわち TKA の周術期には膝関節だけではなく、距骨下関節の機能評価を行い、拘縮を認める場合には術前の可動域訓練を積極的に行い、術後もリハビリテーションを工夫して、距骨下関節の可動域訓練を含む運動療法や足底圧を正常化させる足底板や装具などの処方应考虑すべきであることが示された。

論文審査結果の要旨

重度の変形性膝関節症(以下、膝 OA)に対して施行される人工膝関節全置換術(TKA)では膝関節部のアライメントが手術により矯正される。治療成績は一般に良好であるが、術後の膝のアライメントが良好であっても治療成績が不良の症例もある。TKA 後の下肢アライメントの変化に関する先行研究では距骨下関節など距腿関節以遠を含まない研究が多く、術前の膝関節部における内反変形を代償するために外反した距骨下関節が術後どのように変化するかについて調べた研究はない。また、TKA により下肢全体のアライメントが矯正されれば足底圧分布も正常化すると考えられうるが、TKA 後の足底圧分布の変化についての知見も十分ではない。

そこで、申請者は内反型膝 OA に対し TKA を片側のみに施行した 40 膝を対象に、術前の大腿脛骨角が 188° 未満の M 群と、 188° 以上の S 群に分けて、術前後での静的足底圧、下肢アライメント、および足部の X 線学的計測値の変化を検討した。静的足底圧は足底全体を 9 つの領域に分割し、各領域の平均静的足底圧値を術前後で比較している。

本研究の結果、平均静的足底圧値は M 群では術後に内側後方と前方が上昇し、ほぼ正常となるが、S 群では術前と同様に足部外側が高いままであることが示され、申請者は TKA により膝のアライメントを正常化しても、膝関節部の変形が重度の例では足底圧分布が正常化しないことを明らかにした。また、X 線学的には M 群は術後に踵骨が内反方向に、前足部が回内方向に動いたが、S 群は変化がないことから、術前の膝関節部における内反変形が重度の場合、術後も距骨下関節の拘縮が残存し、下肢全体のアライメントが矯正されず、足底圧分布が正常化しないことを新しい知見として示した。

今回の知見は、TKA 術前後の足部を含めた評価の重要性を明らかにし、リハビリテーション技術や装具療法の改善の一助になることから、TKA の術後成績の向上に資するものである。

以上により、本論文は本学学位規程第 3 条第 2 項に定めるところの博士(医学)の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

中部日本整形外科災害外科学会雑誌 55(6): 1227-1239, 2012