Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-12-04

Functional comparison of posterior cruciate-retaining versus posterior stabilized total knee arthroplasty

円山，茂樹

(Degree)
博士（医学）
(Date of Degree)
2005-02-09
(Resource Type)
doctoral thesis
(Report Number)
乙2793
(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2002793

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

【１４１】

氏　　名・（本　籍）	円山　茂樹	（ 兵庫県 ）
博士の専攻分野の名称	博士（医学）	
学　位　記　番　号	博ろ第１９３３号	
学位授与の　要　件	学位規則第５条第２項該当	
学位授与の　日　付	平成１７年２月９日	

【 学位論文題目 】

Functional Comparison of Posterior Cruciate-Retaining Versus Posterior Stabilized Total Knee Arthroplasty.
（後十字靭帯温存型及び後十字靭帯切除型人工膝関節置換術の術後可動域の比較検討）

審　査　委　員

主　査　教　授　杉村　和朗

教　授　西尾　久英

教　授　林　　祥剛

後十字靭帯温存型及び後十字靭帯切除型人工膝関節置換術の術後可動域の比較検討

○　円山茂樹（M. Maruyama）　吉矢晋一　松井允三　黒田良祐
黒坂昌弘

【目的】近年、人工膝関節置換術はコンポーネントの材質の向上、デザインの改良、手術手技の改良により術後成績は向上している。その中で後十字靭帯を残すか、切離して、posterior cruciate substitution（PS）型の人工関節を用いるかは未だに大きな論争点である。過去に両者の手術成績の比較を行った臨床研究の報告はあるが、それらの大半は、retrospective な検討で、両群間の内訳にも違いがあり、厳密な意味での比較にはなっていない。

そこで今回我々は、両側変形性膝関節症の患者で臨床上、単純 X 線所見上同程度の変形を認める両膝関節に対し、一側に後十字靭帯温存型人工膝関節置換術（以下 PCR type ）、その反対側に後十字靭帯切除型人工膝関節置換術（以下 PS type ）を randomized, prospective に施行し、術後の臨床所見、関節可動域、及び X 線上の計測の結果を両群間で比較検討した。

【方法】症例は当科で、1998 年 1 月から 2000 年 7 月までに手術を行った 20 例 40 膝である（男性 8 名、女性 12 名）。本研究の対象としたのは、以下の条件を満たすものとした。すなわち 1）両側変形性膝関節症の患者で、単純 X 線所見上、両膝同程度の変形を認めるもの、2）両側膝への手術を 2 年以内に行ったもの、3）術前内外反ストレス撮影にて、PCL を温存しても変形の矯正が可能と考えられたもの、の 3 条件であった。

使用機種は P.F.C. Σ型（Depuy 社製）の人工膝関節である。PCR type 及び PS type は、PS type には 切除する後十字靭帯の機能を補完するための cam-post 機能がついている以外、 両者とも同じ表面デザインである。全て同一術者が、同様の術式にて手術を行った。術後は 3-5 日目より関節可動域訓練を開始し、2 週経過時より、部分荷重歩行訓練を開始した。

手術時平均年齢は 74.3 歳（65-84 歳）、平均追跡期間は、PCR が 31.7 ヶ月（24-53 ヶ月）、PS が 30.6 ヶ月（24-38 ヶ月）であった。臨床評価においては、The Knee Society 膝関節スコア基準（Knee Score, Functional Score 各 100 点）による全般的評価、及び関節可動域測定を行い、術前・術後追跡調査時の成績を左右別に評価検討した。また、単純 X 線像評価は立位荷重位での前後像、および側面像にて膝アライメント、関節面レベルの計測を行った。

【結果】PCR type 及び PS type を使用した群の術前平均 Knee Score はそれぞれ 42.8±9.9、43.6±10.1 であった。一方、両群の術後平均 Knee Score は 89.8±7.2 と 89.5±8.9 であり、両群ともに有意な改善を認めた（$p<0.05$）。歩行能力、階段昇降能力を評価する Functional Score は両膝あわせての評価になるため左右の比較はできないが、術前 55.3±11.8 から術後 83.3±11.3 と、有意な改善を認め、術後良好な膝関節機能の改善が得られた（$p<0.05$）。

関節可動域の測定においては、まず伸展角度は、PCR type を使用した群の術前平均は-7.2°、PS type を使用した群の術前平均-7.5° であったが、術後それぞれ-0.3°、-0.9° と両群とも術後に有意な改善を認めた（$p<0.05$）。しかし、両群間には、術前術後ともに、有意な差は認められなかった。次に屈曲角度については、PCR type を使用した群の術前平均は 119.7° ±18.0°、PS type を使用した群の術前平均は 120.3° ±17.9° であったが、術後経過観察時それぞれ 122.3° ±15.0°、131.3° ±13.4° と改善しており、術前術後の屈曲角度の比較においては、PS type を使用した群にのみ有意な改善が見られた（$p<0.05$）。また両群間の比較では、術後の屈曲角度及び関節可動域（屈曲－伸展角度）において PS type を使用した群が PCR type を使用した群に比して有意に大きく、この面に関して、より良好な成績が得られていた（$p<0.05$）。

X 線像での評価では、まず、立位での膝アライメントにおいて、術前には PCR type を使用した群は 2° から 23° 内反、PS type を使用した群は 2° から 26° 内反で、いずれもその平均は 14° 内反位と、両群とも同様の変形を呈していた。また術後はそれぞれ平均 0.5° 内反、及び 0° であり、両群ともに良好な変形の矯正が得られてい

た。関節面のレベルについては術前術後共、両群間に有意差はなく（p=0.53）、後十字靭帯の切除による影響はなかった。

【考察】人工膝関節置換術は重度の膝機能障害、変形に対し、優れた治療法であり、長期成績も良好である。しかしながら、後十字靭帯を残すか、切離して PS type の人工関節を用いるかは未だに大きな論争点である。後十字靭帯温存を支持するものはその利点として、脛骨の後方脱臼を防止する、関節面での剪断応力を減じる、深屈曲が可能、ポリエチレンへの過負荷の防止などの点を挙げている。一方、PS type を支持するものは、後十字靭帯を温存しても、その生理的緊張を正確に再現するのが困難であるため、靭帯の過緊張や異常なゆるみに伴う膝関節の非生理的な運動をもたらし、そのことが膝関節機能や長期成績に影響すると主張している。

過去、PCR type 、PS type の機能評価を比較した臨床研究の報告では、概して有意な差は無いとするものが多いが、Hirsch らは PS type の方がより良好な関節可動域が得られると述べている。しかし過去の報告はそのほとんどが retrospective な検討で、また両群間で年齢、関節の状態、両 type の人工関節機種（関節表面形状）等が異なっており、PS と PCR type の違いのみの厳密な比較になっていない。本研究は両膝同程度の OA を有する症例の一側に PCR type、その他側に PS type の人工膝関節置換術を行った randomized, prospective study であること、そして同一表面デザインを有した両 type の比較であることにその特徴がある。今回その結果としては PS type が術後屈曲角度、関節可動域の改善において、より優れていた。

人工膝関節置換術後に後十字靭帯が正常に機能するためには、屈伸に伴う生理的な靭帯の緊張状態が再現される必要がある。Warland らは、その緊張が強い場合、屈曲時に大腿骨の過度の後方移動がおこり、脛骨側のポリエチレンに強く圧迫されることにより、屈曲が制限されると述べている。一方、Bellemans らは、PCR type 人工膝関節置換術後膝の動作解析の結果から対象膝の 72%で最大屈曲時に大腿骨と脛骨インサートが直接衝突して、そのことが屈曲制限の原因となっていたことを報告し、この機械的障害は後十字靭帯のゆるみにより大腿骨が屈曲時に正常膝とは逆の前方へ移動する事に起因する、としている。すなわち変形性関節症のある膝では、関節の形状や動態が変化しており、後十字靭帯にも膝運動に伴う非生理的緊張が生じ得るが、このことが膝関節機能に悪影響を与える可能性がある。

人工膝関節置換膝の屈曲に伴う動きについて、Dennis, Komistek らは、X 線イメージ画像を用いて 3 次元動作解析を行い、PS type のほうが、より正常膝に近い屈曲に伴う関節接触位置の後方移動（roll back）を再現しており、一方 PCR type では、非生理的かつ一定しない運動を呈する事を報告している。我々も今回の調査症例に対し、X 線イメージ画像を用いて人工膝関節置換術後膝の 3 次元動作解析を行った。その結果、過去の報告と同様に、PCR type においては関節接触位置の動きにばらつきがあり、また 30 度から 60 度屈曲時に関節屈曲位置が前方に移動する非生理的な運動を呈し、一方 PS 膝では関節接触位置の動きにばらつきが少なく、60 度から 90 度屈曲時に cam-post 機能により正常膝に近い屈曲に伴う関節接触位置の後方移動（roll back）が再現される、という結果を得た。この違いが関節可動域の差を生んだ要因の１つと考えられる。

他の要因として屈曲時の関節裂隙の開大の問題が挙げられる。PS type においては後十字靭帯の切離に伴い屈曲時の関節裂隙の開大が生じる事が報告されているが、このことが屈曲位での関節面における圧迫を軽減し、屈曲制限の防止につながった可能性もある。

今回の研究では PCR-type 、PS-type の成績を比較し、PS-type の方が術後関節可動域および屈曲に伴う動作解析結果において優れていることが明らかになった。ただ未だ短期の、限られた範囲の結果であり、今後さらに長期追跡調査を行い、関節可動域、kinematics の違いが人工関節のゆるみ、磨耗を含め長期成績にどうかかわるか、詳細な検討をすすめる必要がある。そしてその結果が、より深屈曲可能でかつ、長期的にも安定した人工関節の開発へとつながる事が期待される。

神戸大学大学院医学系研究科（博士課程）

論文審査の結果の要旨			
受付番号	乙 第 1935 号	氏　名	円山茂樹
論文題目	Functional Comparison of Posterior Cruciate-Retaining Versus Posterior Stabilized Total Knee Arthroplasty. 後十字靭帯温存型及び後十字靭帯切除型人工膝関節置換術の術後可動域の比較検討		
審査委員	主　査 杉村和朗 副　査 西尾久英 副　査 林祥剛		
審査終了日	平成 17 年 1 月 19 日		

（要旨は1，０００字～2，０００字程度）

人工膝関節置換術のデザイン、手術法において、後十字靭帯（以下 PCL）を残すか、切離して PCL 機能を代償するタイプの人工関節を用いるかは、大きな論争点の一つである。過去に両タイプの人工膝関節の成績比較を行った臨床研究はあるが、エビデンスレベルの高い報告は数少なく、未だ見解の一致がみられていない。本研究では、両側同程度の変形性膝関節症の患者に対し、一側に PCL 温存型人工膝関節置換術（ 以下 PCR type ）、その反対側に PCL 切除型人工膝関節置換術（以下 PS type ）を randomized, prospective に施行し、術後の臨床所見、関節可動域、及び X 線上の計測の結果を両群間で比較検討した。

変形性膝関節症患者 20 例 40 膝を対象とした。使用した PCR type 及び PS type の人工関節は、後者には 切除する PCL の機能を補完するための cam-post 機能がついている以外、 両者とも同じ表面デザインである。臨床評価においては、The Knee Society 膝関節スコア基準による全般的評価、及び関節可動域を、また単純X線像評価は立位荷重位での膝アライメント、関節面レベルを評価し、術前術後、左右間での比較を行った。

1. 臨床評価

両群ともに術後、有意な改善を認めたが両群間に有意差はなかった。

2. 関節可動域の測定

伸展角度の比較では、両群とも術後に有意な改善を認めたが、両群間には、術前術後ともに、有意な差は認められなかった。次に術前術後の屈曲角度の比較においては、PS type を使用した群にのみ有意な改善が見られた（$p<0.05$）。

3. X 線像での評価

立位での膝アライメントは、術前術後の比較では両群ともに良好な変形の矯正が得られ、関節面のレベルについては術前術後共、両群間に有意差はなく（p=0.53)、PCL の切除による影響はなかった。

今回の検討では、PCR タイプの人工関節を用いた膝において、屈曲角度の成績が劣っていたが、その要因として、膝屈曲動態の影響が考えられる。すなわち、PCR 膝での運動が正常に行われるためには、残された PCL が膝屈曲に伴い、生理的な緊張を保ちつつ機能する必要がある。しかし変形性関節症のある膝では関節の形状や動態が変化している。そのため人工関節置換術後も、膝関節屈曲に伴う PCL の過緊張や異常な緩みが残存し、非生理的な動態が誘導され、それが屈曲制限の一因となった可能性がある。この問題点を明らかにするため、今回の調査症例に対し、X 線イメージ画像を用いて人工膝関節置換術後膝の 3 次元動作解析を行った。その結果、PS 膝では、60-90 度屈曲時に cam-post 機能により、正常膝に近い関節接触位置の後方移動をしているのに対し、PCR type においては 30-60 度屈曲時に正常膝とは逆の明らかな前方移動が観察された。この膝関節屈曲における動態の違いが関節可動域の差を生んだ要因の 1 つと考えられた。

本研究では、randomized かつ prospective な研究により、従来明らかにされていなかった PCR および PS 両タイプの人工膝関節置換術術後膝の関節可動域と屈曲動態の違いについて重要な知見が得られた。今後の人工膝関節機種の選択、デザインの改良において考慮されるべき問題点を明らかにした、臨床的意義の高い業績であると考える。よって、本研究者は、博士（医学）の学位を得る資格があると認める。