

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 渡邊 聡
学位 博士 (医学)
学位記番号 新大院博 (医) 第 609 号
学位授与の日付 平成 26 年 9 月 22 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 Change in Tibiofemoral Rotational Alignment During Total Knee Arthroplasty
(人工膝関節置換術における大腿脛骨間の回旋変位)

論文審査委員 主査 教授 柴田 実
副査 教授 青山 英史
副査 教授 遠藤 直人

博士論文の要旨

[はじめに]高齢化に伴う変形性膝関節症の増加に伴い、人工膝関節置換術 (TKA) を要する症例が激増している。良好な臨床成績を得るためには長期耐久性の確保と生理的な膝関節機能の再建が必要であり、正確な手術を行うため様々な工夫がなされている。また近年ではコンピューターナビゲーション手術の導入により、より詳細で正確な術前計画、術後評価が必要とされてきている。大腿骨-脛骨コンポーネント間の回旋ミスマッチは、術後の疼痛、関節拘縮、早期摩耗など成績不良の原因になると考えられることから、最小限にするべきである。このミスマッチはコンポーネントの設置不良に起因すると考えられる。一方、変形性膝関節症の進行に伴い大腿-脛骨間の回旋変位も増強することが報告されており、それぞれの骨に正確に設置ができたとしても術前の回旋変位が残っていれば回旋不適合が残存してしまう可能性がある。このため術後にコンポーネント間の回旋位置を計測するだけでなく、骨の相対的な回旋位も評価する必要がある。また評価は 3 次元的に、かつ手術によって影響を受けない同一のパラメーターで行う必要がある。しかし TKA によって大腿骨-脛骨間の回旋変位がどのように変化したかの報告はない。本研究の目的は TKA 術前後での大腿-脛骨間の回旋変位がどのように変化したか、コンポーネントの回旋設置位置とともに検討することである。

[対象と方法]同一の術式とインプラントで施行した内反型変形性膝関節症に対する TKA51 膝を対象とした。解析には KneeCas (LEXI Inc., Tokyo, Japan) を用い、立位荷重下において膝伸展位で評価した。これは独自開発した 3 次元下肢アライメント評価システムで、荷重下での大腿骨と脛骨の相対的な位置関係、TKA 術前計画、および TKA 術後のコンポーネント設置位置を定量的に評価することが可能である。膝回旋角は、大腿骨側は大腿骨上顆軸 (TEA) の中央垂線、脛骨側は後十字靭帯および膝蓋腱附着部内縁を結ぶ脛骨前後軸 (AP 軸) のなす角とし、これらは正常膝伸展位のデータから 0° を基準とした。本研究では 10° 以内のものを回旋適合、 10° 以上の過内外旋を呈するものを回旋不適合と定義した。手術において、大腿骨コンポーネントの回旋位置は TEA を参照して決定し、脛骨コンポーネントの回旋位置は AP 軸を参照して決定した。そのため、理論的にはそれぞれのコンポーネントが正確に設置されれば、膝伸展位で大腿骨-脛骨間の回旋変位はなく、またコンポーネント間の回旋ミスマッチもないためコンポーネントのデザインコンセプト

トを再現するためには有利である。評価項目は TKA 術前後の膝回旋角、TEA に対する大腿骨コンポーネントの回旋設置角、AP 軸に対する脛骨コンポーネントの回旋設置角、及び両コンポーネント間の回旋角とした。

[結果]全体として、TKA により長軸の下肢アライメント（大腿脛骨角）は有意に改善し($p<0.01$)、臨床成績(Knee society score)においても有意に改善した($p<0.01$)。術前的大腿骨に対する脛骨の回旋角である膝回旋角平均(\pm SD)は 9.7° ($\pm 8.5^{\circ}$)内旋であり、そのうち回旋不適合は 21 例 41%に認めた。術後の膝回旋角平均は 1.8° ($\pm 7.3^{\circ}$)外旋であり、回旋不適合は 8 例(16%)であり、過内旋 4 例、過外旋 4 例であった。TKA により大腿—脛骨間の回旋不適合は有意に改善した($P=0.002$)。術前回旋不適合であった 21 例中 17 例(81%)は術後に膝回旋角が改善した。4 例では術後も不適合となった。術前適合していた 30 例中 26 例(87%)は術後も回旋適合が維持されたが、4 例は術後に不適合となった。大腿骨コンポーネントの回旋設置位置は全例 TEA に対し 5° 以内であったが、脛骨コンポーネントはばらつきが大きかった (20.7° 内旋 \sim 17.2° 外旋)。特に術後回旋不適合を認めた 8 例で、脛骨の過内旋を呈した 4 例では、2 例で脛骨コンポーネントの過外旋設置、また脛骨の過外旋を呈した 4 例では全例脛骨コンポーネントの過内旋設置であった。

[考察]TKAにおける回旋不適合は、これまで臥位でのCTを用いた2次元計測が中心であった。本法では、TKA 術前後の下肢アライメントを立位荷重下で3次元的に評価することが可能であり、より生理的な環境で詳細な検討が可能となった。本研究において、TKA により大腿—脛骨間の回旋不適合は術前に比し有意に改善した。術後回旋不適合を呈した8例のうち、6例で脛骨コンポーネントの回旋設置不良を認め、回旋不適合の主要因であると考えられた。このことから、脛骨コンポーネントの回旋位決定にはさらなる改良が必要であると考えられた。しかし2例では、コンポーネントの回旋設置位置が適切であるにもかかわらず、術後に膝回旋不適合が残存していた。このことより、術前回旋変形の強い症例では使用するインプラントデザインの選択や、術前計画の段階から注意する必要があると考えられた。

審査結果の要旨

「はじめに」変形性膝関節症(OA)において大腿骨—脛骨間の回旋不適合が存在する。人工膝関節置換術(TKA)前後の回旋変位を定量評価し、術後に矯正されるか否か検討した。[対象と方法]OA に対し TKA を施行した 51 膝を対象とした。回旋設置目標は、大腿骨は上顆通過軸(TEA)、脛骨は後十字靭帯付着部中心と脛骨結節内縁を結ぶ AP 軸とした。膝回旋角は TEA と AP 軸のなす角とし、 10° 以上の過剰な内外旋を回旋不適合と定義した。3D 下肢アライメント評価システムを用い、立位荷重下で術前後の膝回旋角、各コンポーネントの骨に対する回旋設置角を計測した。[結果]回旋不適合は術前 21 膝から術後 8 膝に減少した。平均膝回旋角は術前内旋 $9.7\pm 8.5^{\circ}$ 、術後は外旋 $1.8\pm 7.3^{\circ}$ であった。術後回旋不適合を認めた 8 膝中 2 膝ではインプラントの回旋設置不良を認めず、術前からの回旋不適合が残存していた。大腿骨コンポーネントは全例目標範囲内であったが、脛骨コンポーネントはばらつきが大きかった。[考察]術後の回旋不適合には脛骨コンポーネントの回旋設置不良が主な原因であった。また、術前の回旋不適合の強い症例では術後も残存する可能性があることが示された。

以上、TKA 後も術前からの大腿骨—脛骨間回旋不適合が改善されない可能性があることを明らかにした点において本論文の学位論文としての価値を認める。