

## 博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 望月 友晴  
学位 博士 (医学)  
学位記番号 新大院博 (医) 第 593 号  
学位授与の日付 平成 26 年 3 月 24 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 In vivo pre- and postoperative three-dimensional knee kinematics in unicompartmental knee arthroplasty  
(人工膝単顆置換術前後の生体内三次元運動解析)

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

【背景と目的】人工膝単顆置換術 (UKA) は、インプラントの改良、手術手技の適正化、厳格な手術適応を背景に良好な長期成績を収め、近年再び注目を集めている人工関節である。その動態を知ることは、インプラントの開発、手術手技の改良、臨床成績の改善など、将来における方向性を提示でき、臨床に直接 feed back を与える有用な情報である。

UKA は、変形性膝関節症の進行度が比較的軽度な症例であり、膝前十字靭帯 (ACL)、膝後十字靭帯 (PCL) も温存されているため、術前の膝運動は比較的健常に近いものと予想される。また、手術においても両十字靭帯や関節形状が比較的温存されるため、術後も術前の膝運動が再現されることが推測されることから、UKA 術後運動は健常膝運動に近い可能性が示唆される。しかしながら、UKA 適応の変形性関節症症例における術前膝運動の報告は無く、同一対象での術前・術後の運動の変化に関する報告も無い。また、生体内で術後運動が健常膝を近似できているかどうか不明である。

これまでの膝運動解析では、大腿骨・脛骨間の最近接点、もしくはインプラント間の最近接点をパラメータとして解析が施行されていたため、インプラントの入っていない健常膝や術前膝と、インプラントの入った術後膝を、同一パラメータを用いて直接比較検討することは不可能であった。申請者らのグループは、術前・術後膝、または健常・術後膝を同一のパラメータを用い、直接比較検討することができる独自のシステムを開発した。

そこで申請者らは、「UKA においては術前の膝運動が術後も温存され、さらにその術後運動は健常膝運動に近似している」という仮説をたてた。本研究の目的は同一対象に同一パラメータを用い、UKA 症例における術前後での生体内三次元膝運動を直接比較検討し、かつ共同研究者による健常膝での運動と比較検討することである。

【方法】対象は内側型変形性膝関節症に対し UKA 適応とされ、手術時に ACL 温存を確認した 14 例 17 膝で、手術時平均年齢は 74.6 歳、平均経過観察期間は 24.1 か月であった。術前と術後約 1 年時のスクワット運動を、術前は 1 方向 X 線透視画像による 2D-3D registration 法で、術後は 2 方向 X 線による 2D-3D

registration 法でコンポーネントと骨の相対位置関係を算出し、それに1方向X線透視画像による2D-3D registration 法を組み合わせ三次元解析した。運動評価には大腿骨 Geometric Center Axis (GCA)の移動を用いた。評価項目は、(1) GCA の回旋角度変化、(2) GCA 内外側端点の前後移動である。

【結果】屈曲 $10^{\circ}$  から $110^{\circ}$  では、平均的には術前後とも健常膝と類似し、脛骨に対して大腿骨は一貫して外旋し、内側は前方へ、外側は後方へ移動する同様の運動パターンを示した。しかし大腿骨の平均外旋角度は術前 $13.9 \pm 8.0$ 度が術後 $10.3 \pm 7.4$ 度と有意に減少し、健常膝 $15.1 \pm 5.8$ 度と比較しても術後は有意に減少していた。GCA 前後移動量は内側で術前 $3.8 \pm 5.2$ mm、術後 $4.5 \pm 2.3$ mm、健常 $5.1 \pm 3.6$ mmといずれも前方へ移動し有意差を認めなかった。外側では術前 $5.9 \pm 5.8$ mm、術後 $2.1 \pm 4.5$ mm、健常 $6.7 \pm 4.2$ mmといずれも後方へ移動し、術後は術前、健常いずれと比較しても有意に減少した。

【考察】術前の膝運動のパターンは健常膝と同様に、屈曲に伴い大腿骨は外旋を示し、内側は前方へ、外側は後方へ移動するパターンを示したが、外旋角度や大腿骨前後移動量は健常膝に比して少ない傾向で、かつ、ばらつきが大きかった。これらの結果は、ACL が外見上温存された UKA 適応症例であっても個々の症例における関節症性変化の程度にはばらつきがあることを反映していると考えられた。また UKA 術後運動は、大腿骨回旋方向(外旋)、前後移動方向は術前、健常膝と類似していたが、外旋角度量や外側後方移動量は術前に比べて明らかに減少し、健常膝と比較した場合、それらはさらに減少していた。したがって全体として、健常膝と術後膝は明らかに異なる運動を示すと解釈できる。この原因として、UKA による下肢アライメントや軟部組織緊張度の変化、関節形状及び関節摺動面の接触状態の変化など様々な要因が考えられるが、その究明には今後より多くの対象数での更なる検討が必要である。また、さらなる良好な臨床成績が、健常膝に近似された術後運動のもとに達成できると仮定するならば、術後運動を健常膝運動により近似するために、インプラント形状や手術手技、手術適応のさらなる改善が必要である。

#### 審査結果の要旨

【背景と目的】申請者らは、術前・術後膝、または健常・術後膝を同一のパラメータを用いて評価するシステム独自で開発した。これを用いて人工膝単顆置換術(UKA)症例における術前後での生体内三次元膝運動を直接比較し、かつ共同研究者による健常膝での運動と比較検討した。

【方法】対象は内側型変形性膝関節症で手術時にACL温存を確認した14例17膝で、手術時平均年齢は74.6歳、平均経過観察期間は24.1ヵ月であった。術前、術後でコンポーネントと骨の相対位置関係を算出、三次元解析した。

【結果】術前後とも健常膝と類似し、脛骨に対して大腿骨は一貫して外旋、内側は前方へ、外側は後方へ移動する同様の運動パターンを示した。術後に大腿骨の平均外旋角度は有意に減少し、健常膝と比較しても有意に減少していた。Geometric Center Axis は外側では後方へ移動し、術後は術前、健常いずれと比較しても前後移動量は有意に減少した。

【考察】UKA 術後運動は外旋角度量や外側後方移動量は明らかに減少し、健常膝と比較すると、さらに減少していた。

以上、UKA 置換後に外旋角度量や外側後方移動量が減少することを明らかにしたことにより、本研究の学位論文としての価値を認める。