



Soft tissue balance measurement in anterior cruciate ligamentresected knee joint : a cadaveric study as a model for cruciateretaining total knee arthroplasty

田中, 浩一

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

2007-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲3824

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1003824>

※ 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。



【 1 2 5 】

氏 名・（本 籍） 田中 浩一 （ 兵庫県 ）

博士の専攻分野の名称 博士（医学）

学 位 記 番 号 博い第1823号

学位授与の 要 件 学位規則第5条第1項該当

学位授与の 日 付 平成19年3月25日

【 学位論文題目 】

Soft tissue balance measurement in anterior cruciate ligament
resected knee joint : a cadaveric study as a model for cruciate
retaining total knee arthroplasty
(前十字靱帯を切離した膝関節における軟部組織バランスの計測
～後十字靱帯温存型人工膝関節全置換術に向けた屍体膝を
用いた研究～)

審 査 委 員

主 査 教 授 具 英成
教 授 田原 真也
教 授 寺島 俊雄

【背景】

人工膝関節全置換術(以下 TKA)は重症の変形性膝関節症に対する治療法として確立されつつある。

TKA の対象となる膝関節は関節周囲の軟部組織に拘縮や弛緩などの異常を認めるため、新たに設置する人工膝関節に適切な安定性を与えてより機能的な関節機能を再構築するためには軟部組織の緊張度を整える必要がある。この手術手技が軟部組織バランスの獲得である。すなわち TKA 術後成績を良好なものとするためには、術中に適切な膝関節の軟部組織バランスを獲得することが重要である。

一般的には軟部組織バランスの術中評価は関節内骨切り面間についてなされている。その目標は、伸展位と 90 度屈曲位での大腿骨/脛骨間のギャップが等しく、さらに膝内側と外側の靭帯組織の緊張度がつり合う事とされており、そのために術中に軟部組織の部分的切離や骨切り量の調整を行う。

しかし適正な軟部組織バランスの獲得方法に関しては、実際には術者の主観に任されていることも多く、果たして如何なる程度の軟部組織バランスが目標とすべき状態(生理的)なのか、という問いに対する答えは未だ明確には出されていない。

【目的】

本研究の目的は、前十字靭帯を切離した正常屍体膝で各屈曲角度での関節安定性の計測を行うことで、実際の後十字靭帯温存型人工膝関節置換術において術中達成すべき軟部組織バランスの指標となるデータを得ることである。

【方法】

正常屍体膝 10 膝を用いた。実際の後十字靭帯温存型 TKA の手術手技に準じて内側傍膝蓋骨アプローチより前十字靭帯を切除したのち近位脛骨の骨切りを脛骨長軸に対して垂直に行った。膝関節内で大腿骨と脛骨との間に 40 lbs. (18.7kg)の関節引き離し力を加えるために、脛骨骨切り面に我々が開発したテンサードバイスを固定した。(図 1)

膝関節屈曲角度 0°、10°、30°、60°、90°、120° において、一定の関節引き離し力を加えた時に生じる内外側それぞれの関節面間の距離(関節ギャップ)を、切除した脛骨内外側の骨の厚さを計算に入れることによって測定した。(図 2(a),(b))

【結果】

膝伸展 0°における内側および外側関節ギャップ値はともに他の屈曲角度に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$)。

また内側関節ギャップ値は膝関節屈曲角度によって変化が少なかったのに対し、外側関節ギャップ値は屈曲角度に応じて増大し、屈曲 60°、90°、120°においては内側関節ギャップ値よりも有意に大きな値を示した ($p < 0.05$)。(図 3)

【考察】

現在慣習的に行われている術中軟部組織バランス獲得の目標としては、関節内の骨切りを行った後の骨切り面において、まず伸展位と 90°屈曲位での大腿骨/脛骨間のギャップが等しく、その上で膝内側と外側の靭帯組織の緊張度がつり合う事とされている。しかし、骨切り面を基準とした目標設定では、必ずしも術後の関節状態に反映するとは言えない。最近になって術中にコンピューターナビゲーションシステムを用いることで術後の関節状態を考慮して軟部組織バランスを評価する試みがあるが、どのような軟部組織バランスが目標とすべき関節の状態(生理的)なのか、あらかじめ明確にする必要がある。

そこで我々は、前十字靭帯を切除することで後十字靭帯温存型 TKA を模した正常膝関節において、関節引き離し力を加えた状態での軟部組織バランスを検討した。

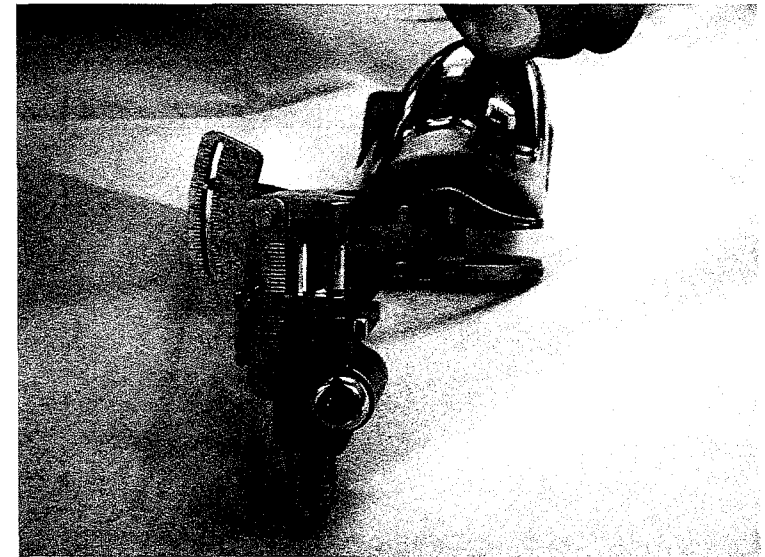
まず、膝関節安定性は屈曲角度によって異なっていた。中でも関節伸展位での関節ギャップは内側および外側ともに、他の屈曲角度に比べて有意に小さく、膝関節は最大伸展位で最も安定することが示された。このように最大伸展位で関節ギャップが最小となる要因として、関節包など後方支持組織が大腿骨後顆によって伸張されたことが考えられるが、このことによって同時に膝関節の過伸展を予防する効果が得られているのであろう。

このことから、現在行われている実際の術中手技の問題点として、大腿骨後顆が骨切りされた状態で軟部組織バランスを評価する方法では、正しい結果を導き出すことは困難となる可能性がある。大腿骨の関節形状をトライアルコンポーネント等によって再現した状態でバランス評価を行うことが推奨される。また、結果的に膝関節伸展位からほんの少し屈曲することによって関節不安定性が著明に増大することが示されたが、このことから軟部組織バランスを評価するにあたり術者は厳密に屈曲角度の調整を行わなければならないと考える。

内外側の靭帯バランスに関しては、内側関節ギャップ値が膝関節屈曲角度に

よって変化が少なかったのに対し、外側関節ギャップは屈曲角度に応じて増大していくことが示された。このことは過去の報告とも一致する結果であり、medial pivot 運動を説明し得る結果とも考えられる。

以上、後十字靱帯温存型TKAの手術時の軟部組織バランスの調節においては、これら関節安定性の特徴を考慮に入れることにより、新たな手術手技の開発や更なる術後成績の向上が期待できる。



(図1)
開発したセンサーデバイス

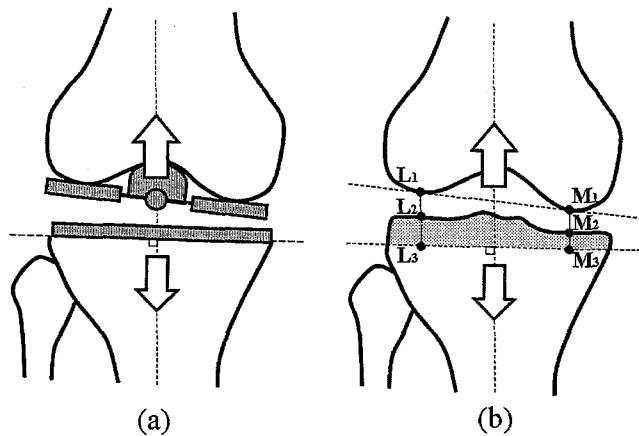
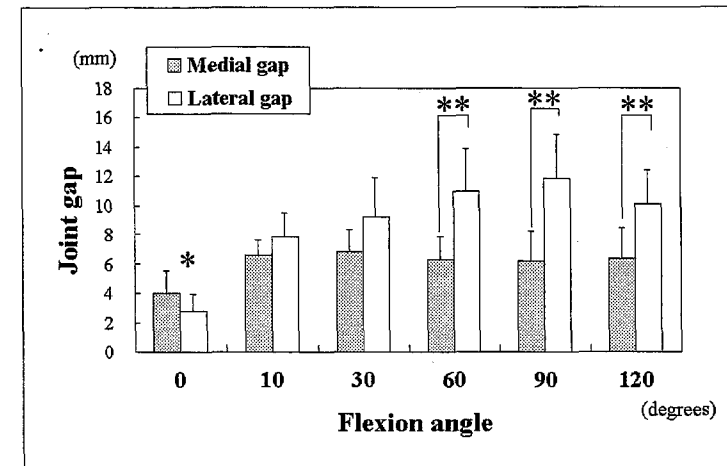


図 2

(a) 我々が開発したセンサーデバイスを脛骨骨切り面と大腿骨正常関節面間に設置することにより、一定の関節引き離し力を与えた時に発生する内外側ギャップ値の測定を各屈曲角度で行った。

(b) 測定されたギャップ値 (L_1L_3 、 M_1M_3) から骨切りの厚みを減ずることで、正常関節面間の関節ギャップ (L_1L_2 、 M_1M_2) を求めた。



(図 3)

各屈曲角度における内外関節ギャップの変化 (* $P < 0.01$ 、** $P < 0.05$)

| 論文審査の結果の要旨 | | | |
|----------------------------------|---|-----|-------|
| 受付番号 | 甲 第 1841 号 | 氏 名 | 田中 浩一 |
| 論文題目 Title of Dissertation | Soft tissue balance measurement in anterior cruciate ligament resected knee joint : a cadaveric study as a model for cruciate retaining total knee arthroplasty 前十字靱帯を切離した膝関節における軟部組織バランスの計測 -後十字靱帯温存型人工膝関節全置換術に向けた屍体膝を用いた研究- | | |
| 審査委員 Examiner | 主 査 具 英成 Chief Examiner 副 査 田 原 真 也 Vice-examiner 副 査 寺 島 俊 雄 Vice-examiner | | |
| 審査終了日 | 平成 19 年 2 月 28 日 | | |

(要旨は1, 000字～2, 000字程度)

人工膝関節全置換術(以下 TKA)の対象となる変形性膝関節症では関節周囲の軟部組織に拘縮や弛緩などのバランス異常を認める。より安定で機能的な膝関節機能を TKA によって再構築するためには、術中に関節周囲の軟部組織の緊張度、即ち軟部組織バランスを整える必要がある。しかし適正な軟部組織バランスの獲得方法に関しては、実際には術者の主観に任されていることも多く、如何なる程度の軟部組織バランスが目標とすべき状態(生理的)なのか、という問いに対する答えは未だ明確には出されていない。

本研究の目的は、正常屍体膝での各屈曲角度における関節安定性の計測を行うことで、実際の TKA において術中達成すべき軟部組織バランスの指標となるデータを得ることである。

正常屍体膝 10 膝を用いた。実際の後十字靱帯温存型 TKA の手術手技に準じて前十字靱帯を切除したのち近位脛骨の骨切りを行った。膝関節内で大腿骨と脛骨との間に一定の関節引き離し力を加えるために、脛骨骨切り面に我々が開発したセンサーデバイスを固定した。膝関節屈曲角度 0°、10°、30°、60°、90°、120° において、一定の関節引き離し力を加えた時に生じる内外側それぞれの関節面間の距離(関節ギャップ)を測定した。

膝伸展 0°における内側および外側関節ギャップ値はともに他の屈曲角度に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$)。

また内側関節ギャップ値は膝関節屈曲角度によって変化が少なかったのに対し、外側関節ギャップ値は屈曲角度に応じて増大し、屈曲 60°、90°、120°においては内側関節ギャップ値よりも有意に大きな値を示した ($p < 0.05$)。

まず、膝関節安定性は屈曲角度によって異なっていた。中でも膝関節は最大伸展位で有意に安定することが示された。この要因として、関節包など後方支持組織が大腿骨後顆によって伸張されたことが考えられるが、このことによって同時に膝関節の過伸展を予防する効果が得られていると考えられる。さらに現在行われている実際の術中手技の問題点として、大腿骨後顆が骨切りされた状態で軟部組織バランスを評価する従来の方法では、正しい結果を導き出すことが困難になる可能性がある。よって、大腿骨の関節形状をトライアルコンポーネント等によって再現した状態でバランス評価を行うことが推奨される。さ

らに膝関節伸展位からほんの少し屈曲することによって関節不安定性が急激に増大することが示されたが、軟部組織バランスの評価にあたり術者は厳密に屈曲角度の調整を行わなければならないと言える。

内外靱帯バランスに関しては、内側の関節安定性が屈曲角度によっても変化が少なかったのに対し、外側の関節安定性は屈曲角度に応じて減少していた。このことは過去の報告とも一致する結果であり、medial pivot 運動を説明し得る結果とも考える。

本研究は、人工膝関節置換術における適正な軟部組織バランスに関して研究したものであるが、従来明らかにされていなかった屈曲角度ごとの関節安定性の特徴に関して重要な知見を得たと同時に、これらを考慮にいれることにより新たな手術手技の開発や更なる術後成績の向上が期待できる点において、価値ある業績であると認める。よって本研究者は、博士（医学）の学位を得る資格があるものと認める。