

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 穂苅 翔
学位 博士 (医学)
学位記番号 新大院博 (医) 第 970 号
学位授与の日付 令和2年9月23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 The inclination of the femoral medial posterior condyle was almost vertical and that of the lateral was tilted medially
(大腿骨後顆関節面の傾きは、内顆はほぼ垂直で外顆は内側へ傾いている)

論文審査委員 主査 教授 松田 健
副査 教授 佐藤 昇
副査 講師 渡辺 慶

博士論文の要旨

【背景と目的】 健常膝では、屈曲動作において medial pivot motion を呈することが知られている。これは、屈曲に伴い大腿骨が脛骨に対し外旋するという内外側で非対称な運動である。この内外側非対称な膝運動が、膝関節屈曲域での関節面である大腿骨後顆部の形状と何らかの関連があるのではないかと考えられる。また内顆と外顆でその形状が異なるのではないかと考えられる。これまで大腿骨後顆のサイズに関して多くの報告があるが、大腿骨後顆の形状に着目し、どのような形状で関節面がどのくらい傾いているかについての三次元的に解析した報告は少ない。本研究の目的は、生体健常膝を対象に大腿骨後顆部形状を三次元的に解析することである。

【方法】 対象は膝関節に疼痛や外傷歴、手術歴のない健常ボランティア 62 名 (124 膝) である。男性 37 名、女性 25 名、平均年齢は 49.9 ± 16.7 歳 (24 - 69 歳)、平均身長 164.8 ± 8.9 cm (男性平均 170.5 ± 5.6 cm、女性平均 155.8 ± 5.6 cm) であった。全例、下肢全長 CT 撮影を行い、三次元下肢アライメント測定システム (Zed-View®) を用いて大腿骨 3D モデルを作製した。この 3D モデルに座標系を組み込む際、大腿骨内顆と外顆の後顆をそれぞれ球近似することが必要となっている。また大腿骨後顆の関節面の範囲を、近位を後顆関節面の上縁、遠位を大腿骨座標系の最遠位と定義した。そして三次元モデルを楕円体に近似するソフトに大腿骨 3D モデルを読み込み、後顆関節面を選択・抽出することで楕円体に近似した。近似した楕円体の長軸を後顆関節面の傾きと定義し、その傾きを冠状面に投影した角度を算出した。本研究では、①球近似した大腿骨後顆の半径と②楕円体近似した大腿骨後顆の冠状面における傾きを求めた。内顆・外顆とも近位方向の顆間への傾きを正と定義した。

【結果】 ①近似した大腿骨後顆球の半径は、内顆 17.0 ± 1.6 mm (男性 17.8 ± 1.4 mm、女性 16.1 ± 1.2 mm)、外顆 17.1 ± 1.8 mm (男性 18.1 ± 1.4 mm、女性 15.6 ± 1.6 mm)、内顆/外顆比は 1.0 ± 0.06 であった。内顆・外顆とも男女間で有意差を認めなかった ($p < 0.0001$)。また身長と大腿骨後顆半径の相関係数は、内顆 0.66、外顆 0.78 でありどちらも正の相関がみられた。②大腿骨後顆関節面の冠状面における傾きは内顆 $-0.6^\circ \pm 4.6^\circ$ 、外顆 $9.7^\circ \pm 5.7^\circ$ であり、内顆の傾きはほぼ垂直で、外顆は近位方向に内側

に傾いていた。身長と後顆関節面の傾きの相関係数は内顆 -0.35 、外顆 0.12 、近似後顆球径の内顆/外顆比との相関係数は内顆 0.066 、外顆 0.098 であり、いずれも有意な相関は見られず、大腿骨後顆関節面の傾きは、体格や内外顆のサイズに影響されないことが示唆された。

【考察】本研究での大腿骨後顆球の半径は、過去の後顆サイズの測定結果の報告よりやや小さいものであった。その原因として、本研究で後顆のサイズが身長と相関することが示されたが、今回の対象群がこれまでの対象群と比べ女性が多いこと及び平均年齢が高いことにより体格（身長）が小さかったことが一因と考えられた。また男女で大腿骨遠位のサイズが異なるという報告があり、本研究でも男女間で後顆サイズに有意差があった。しかし後顆サイズと身長が相関するという結果からは、男女差というよりはむしろ体格差の影響が大きいのではないかと考えられた。また本研究では、medial pivot motionの中心となる内顆の傾きはほぼ垂直であり、外顆が内側へ傾いていた。この外顆の内側への傾きは屈曲に伴う大腿骨外旋運動を考えると理にかなった結果であり、この外旋運動を誘導するのに有利に働くことが示唆される。近年、Medial Pivot型の人工膝関節の良好な長期成績が報告されているが、現状ではインサート形状を工夫することでmedial pivot motionを誘導する機種が多く、大腿骨後顆のインプラント形状は内外側で対称なものがほとんどである。しかし本研究の結果を踏まえ大腿骨後顆の内外側で傾きに差をつけるようなインプラント形状にすることで、屈曲運動におけるより自然なmedial pivot motionが再現される可能性があり、それに伴い術後の屈曲可動域の改善や臨床成績の向上につながることを期待される。

審査結果の要旨

【背景と目的】健常膝では、屈曲に伴い大腿骨が脛骨に対し外旋するmedial pivot motionを呈する。この内外側非対称な膝運動がメカニズムの解明のために生体健常膝を対象に大腿骨後顆部形状を三次元的に解析した。

【方法】健常ボランティア62名（124膝）を対象とした。全例、下肢全長CT撮影を行い、三次元下肢アライメント測定システム（Zed-View®）を用いて大腿骨3Dモデルを作製した。①球近似した大腿骨後顆の半径と②楕円体近似した大腿骨後顆の冠状面における傾きを求めた。

【結果】①近似した大腿骨後顆球の半径は、内顆 17.0 ± 1.6 mm（男性 17.8 ± 1.4 mm、女性 16.1 ± 1.2 mm）、外顆 17.1 ± 1.8 mm（男性 18.1 ± 1.4 mm、女性 15.6 ± 1.6 mm）、内顆/外顆比は 1.0 ± 0.06 であった。②大腿骨後顆関節面の冠状面における傾きは内顆 $-0.6^\circ \pm 4.6^\circ$ 、外顆 $9.7^\circ \pm 5.7^\circ$ であり、内顆の傾きはほぼ垂直で、外顆は近位方向に内側に傾いていた。

【考察】本研究での大腿骨後顆球の半径は、過去の後顆サイズの測定結果の報告よりやや小さいものであった。medial pivot motionの中心となる内顆の傾きはほぼ垂直であり、外顆が内側へ傾いていた。この外顆の内側への傾きは屈曲に伴う大腿骨外旋運動を考えると理にかなった結果であり、この外旋運動を誘導するのに有利に働くことが示唆される。本研究の結果を踏まえ大腿骨後顆の内外側で傾きに差をつけるようなインプラント形状にすることで、屈曲運動におけるより自然なmedial pivot motionが再現される可能性があり、それに伴い術後の屈曲可動域の改善や臨床成績の向上につながることを期待される。

膝関節における大腿骨の三次元解析を行い、外顆の内側への傾きを明らかにし、よりよい人工関節のデザインへ活かすことの可能性を指摘した点において学位論文としての価値を認める。