〔原　著〕

膝蓋骨横断面形状は脛骨内反と大腿骨滑車形状と関連性を持つ

長嶺　隆二[1)]　川崎　展[2)]　勝呂　徹[3)]

索引用語：レントゲン，CT，脛骨内反，膝蓋骨，大腿骨滑車

はじめに

矢状面において，膝蓋骨長軸の長さは脛骨顆部後方回転角度と関連があり，脛骨顆部後方回転が大きい症例ほど，膝蓋骨長軸の長さは長くなる[11)]．一方，Wiberg の分類に示される横断面の膝蓋骨形状の規定要素は不明である[15)]．また，大腿骨滑車形状と膝蓋骨形状との関連を示す報告もなされている[5,8)]．本研究の目的は膝蓋骨横断面形状と脛骨近位での内反および大腿骨滑車形状との関連を調査する事である．

方　法

人工膝関節置換術（TKA）前に膝レントゲンおよび CT 撮像を行った 178 症例 184 膝（男性 39 例 39 膝　女性 139 例 145 膝）を対象とした．全例内側型関節症（OA）である．対象症例の年齢・身長・体重の平均（± 標準偏差）は，それぞれ，75.1 ± 7.0 歳 , 152.8 ± 7.6 cm, 60.7 ± 11.3kg であった．関節面の破壊や骨棘などでレントゲン上計測が不正確になると判定した症例は除外した．また，膝屈曲拘縮があり伸展がマイナス 10 度以上の症例も除外した．レントゲンの撮影条件は膝正面像では，距離 120cm，320mA，70kV であり，CT は脛骨骨幹長軸に垂直にスライスを切り[12)]，顆部前後径が最大になるスライスを計測に用いた．

脛骨正面像で脛骨関節面内反角を計測した．本内反角は，脛骨長軸近位および遠位 1/3 の地点の骨幹中心を結んだ線（解剖軸）の垂線と内外関節面中央を結んだ線とのなす角と定義した（図 1）[7)]．

図 1　TK 脛骨関節面内反角の定義
脛骨解剖軸（近位および遠位 1/3 の地点の骨幹の中心を結んだ線）の垂線と脛骨内外関節面中央点を結んだ線とのなす角

[1)] 福岡徳洲会病院人工関節・リウマチ外科センター　[2)] 産業医科大学整形外科　[3)] 日本人工関節研究所
The configuration of the patella in the transverse plane has correlations with the proximal tibia vara and the configuration of the femoral trochlea.
Ryuji Nagamine, et al: *Center of Artificial Joint and Rheumatism, Fukuoka Tokushukai Medical Center*
Key Words: radiograph, CT, proximal tibia vara, patella, femoral trochlea

次に CT 像において，膝蓋骨横断面形状の指標として Wiberg index を計測した（図 2A）[3]．本指標は膝蓋骨外側関節面の距離を膝蓋骨の幅で除した値である．また，大腿骨滑車の形状の指標として，Trochlea length ratio（TLR）を計測した（図 2B）[3]．本指標は滑車外側関節面の距離を内側関節面の距離で除した値である．Wiberg index，脛骨内反角および TLR のそれぞれの間の相関を調査した．

統計は単回帰分析を用い，相関係数 1~0.7: 強い正の相関，0.7~0.4: 中程度の正の相関，0.4~0.2: 弱い正の相関，0.2~-0.2: 相関なし，-0.2~-0.4: 弱い負の相関，-0.4~-0.7: 中程度の負の相関，-0.7~-1: 強い負の相関があると定義した．統計ソフトは JMP 14.2（SAS Institute Inc, Cary, NC, USA）を用い，有意水準は P<0.01 とした．

なお本研究は当院 IRB の承認を得ている．

結　果

Wiberg index，脛骨内反角および TLR の平均（± 標準偏差）は，それぞれ，0.59 ± 0.04，6.9° ± 2.6° および 1.33 ± 0.24 であった．Wiberg index と脛骨内反角，Wiberg index と TLR，脛骨内反角と TLR との相関係数は，それぞれ，0.24，0.40 および 0.14 であり，膝蓋骨横断面形状を示す Wiberg index と脛骨内反角および大腿骨滑車形状を示す

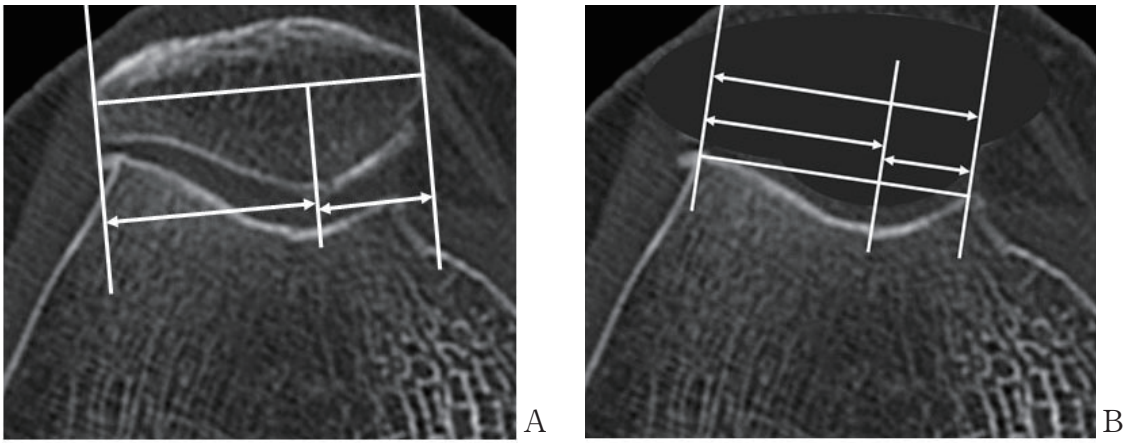

図 2　CT 像での 2 つの指標
A　Wiberg indexを示す．膝蓋骨外側関節面の距離を膝蓋骨の幅で除した値
B　Trochlea length ratio（TLR）を示す．滑車外側関節面距離を内側関節面距離で除した値

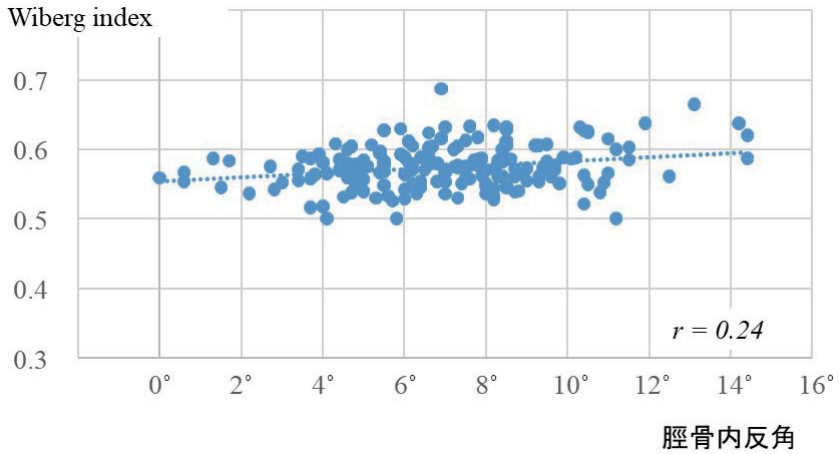

図 3　脛骨内反角と Wiberg index との関連
脛骨関節面の内反が大きいと，Wiberg index は大きくなり，central ridge は内側へ偏位する

TLR にはそれぞれ正の相関を認め（図 3, 4），脛骨内反角と TLR 間の P 値は 0.0628 であり相関を認めなかった．

考　察

膝蓋骨は種子骨である事を考慮すると，本研究の結果より，膝蓋骨の横断面形状は，脛骨近位の内反と大腿骨滑車形状の両者に影響を受けると考えられた．膝蓋骨矢状面形状は脛骨顆部後方回転の影響を受ける事も証明されており[11]，膝蓋骨の形状は大腿骨顆部および脛骨顆部の形状により形成される事となる．図 5 に示す症例は典型的な内反膝であるものの，膝蓋骨は Wiberg III 型に近い形状をしている．図 6 に膝屈曲位での正常アライメントの膝と内反膝との大腿骨滑車の位置の相違を示しているが，内反膝では滑車が脛骨粗面に対して内側へ偏位するため，膝蓋骨と大腿骨滑車外側関節面との接触圧が高くなる可能性がある事を示唆している．この場合，膝蓋骨関節面にせん断応力がかかるために central ridge が内側へ偏位すると考えられる．一方，大腿骨滑車形状において，TLR で示されるのは外側関節面に対して

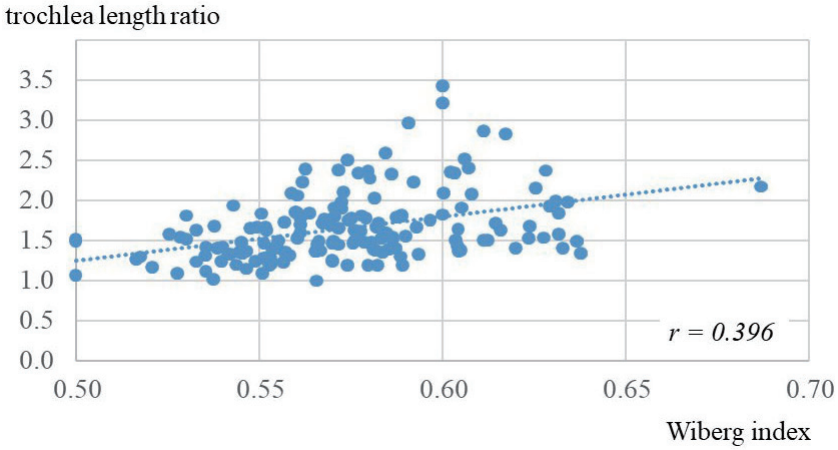

図 4　Wiberg index と trochlea length ratio との関連
大腿骨滑車形状と Wiberg index には関連がある

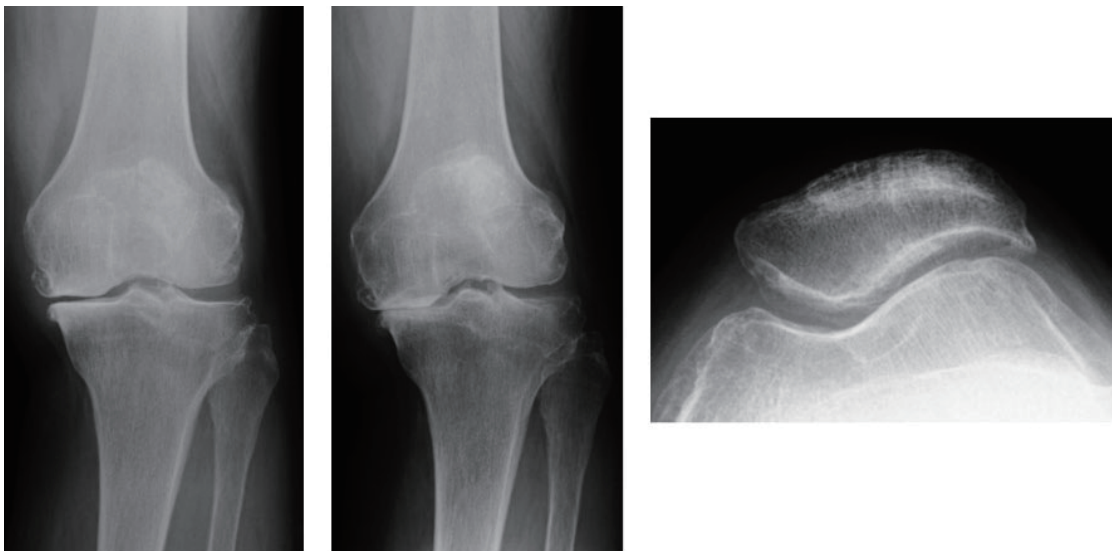

図 5　内反内側型関節症だが，Wiberg III 型に近い膝蓋骨形状をもつ症例
膝正面像では典型的な内側型関節症を示すも膝蓋骨では central ridge が内側に偏位している

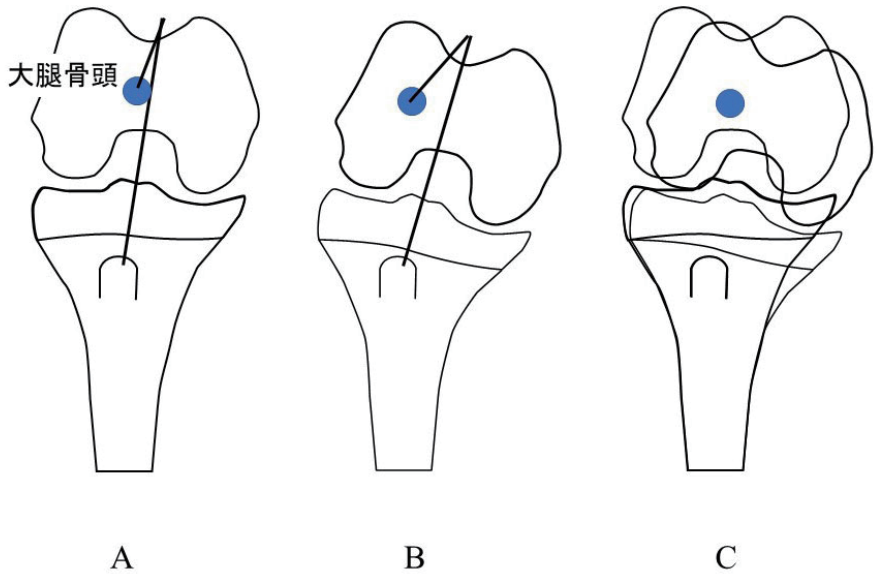

図 6　正常アライメントと内反アライメントにおける大腿骨滑車の位置
A　正常アライメントを示す
B　内反アライメントを示す
C　両者をスーパーインポーズした図を示す．内反アライメントでは大腿骨滑車が内側に偏位する

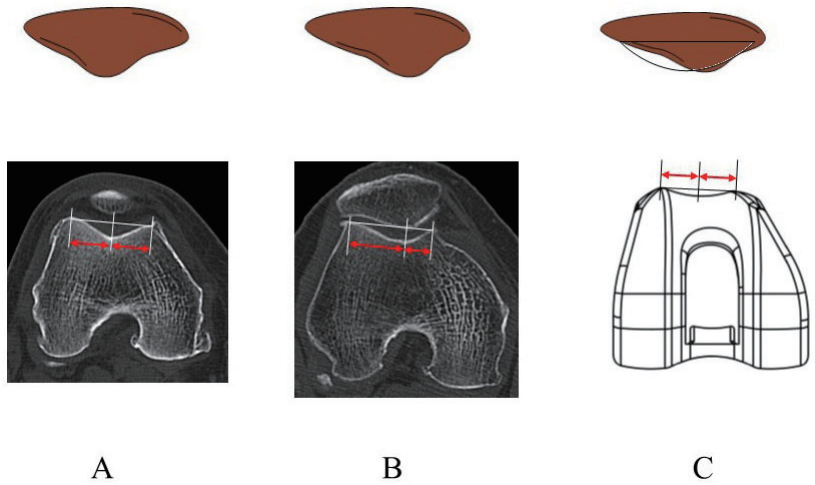

図 7　症例による滑車形状の相違とコンポーネントの滑車形状
A　滑車内側関節面は広く，trochlea length ratio は 1.04
B　滑車内側関節面は小さく，trochlea length ratio は 1.95
C　TLR が 1.00 の大腿骨コンポーネントの滑車形状に適合する膝蓋骨コンポーネントの位置は中央寄りとなる

内側関節面が小さいとの結果となるが，従来の報告にて膝蓋溝最深部は大腿骨上顆軸の中央に位置するため[12]，内側関節面が通常より小さい事が考えられた．

TKA 時，膝蓋骨の置換，非置換の問題は解決されておらず，膝蓋大腿関節の問題も TKA 後の大きな課題とされている[1,2,4,6,9,10,13,14]．本研究結果より膝蓋骨の形状は脛骨顆部および大腿骨顆部の

形状で規定されているため，TKA にて顆部の形状に変化がある場合などは，置換，非置換の指標のひとつになると考えられる．大腿骨顆部の形状に関しては，図 7 に示す如く，7A と 7B の症例では滑車内側関節の広さが全く異なっており，7A と 7 B の症例の TLR はそれぞれ，1.04 と 1.95 である．本研究結果より 7B の症例の膝蓋骨では central ridge が内側へ偏位する傾向にある．7 B の症例に 7C（帝人ナカシマメディカル社製 Future knee）に示すデザインを使用した場合，Future knee の TLR は 1.00 前後であり，TLR が変わるため，Wiberg index も変更し膝蓋骨を置換しコンポ―ネントを TLR に適合する位置に設置する事も膝蓋大腿関節の適合性を高める方法と考えられる．また，脛骨顆部の形状に関しては，脛骨関節面の内反が大きい症例で膝蓋骨の central ridge が内側へ偏位しており（図 6），TKA にて脛骨の内反を正常アライメントに矯正すると，膝蓋骨も置換を行い central ridge を正常アライメントに適合させることも膝蓋大腿関節の適合性を高める方法と考えられる．

結　語

膝蓋骨横断面形状は脛骨近位での内反と大腿骨滑車形状と関連を持つ．

文　献

1）Ab Rahman S, et al: Intraoperative Patella Dimension Measurement in Asian Female Patients and Its Relevance in Patellar Resurfacing in TKA. Adv Orthop. 2020:4539792, 2020.

2）Dennis DA: The role of patellar resurfacing in TKA. Point. Orthopedics. 29(9):832, 834-5, 2006.

3）Fick CN, et at: Patellofemoral Pain in Adolescents: Understanding Patellofemoral Morphology and Its Relationship to Maltracking. Am J Sports Med. 48(2):341-350, 2020.

4）Findlay I, et al: Non-resurfacing techniques in the management of the patella at total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. Knee. 23(2):191-7, 2016.

5）Fu K, et al: Changes in femoral trochlear morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation associated with trochlear dysplasia in children. Bone Joint J. 100-B(6):811-821, 2018.

6）Ha C, et al: Resurfacing versus not-resurfacing the patella in one-stage bilateral total knee arthroplasty: a prospective randomized clinical trial. Int Orthop. 43(11):2519-2527, 2019.

7）Kawasaki M, et al: Proximal tibia vara involves the medial shift of the tibial articular surface. J Orthop Surg (Hong Kong). 2020;28(1):2309499020902592.

8）Li M, et al: Assessment of Patellar Morphology in Trochlear Dysplasia on Computed Tomography Scans. Orthop Surg. 13(2):458-465, 2021.

9）Maradit-Kremers H, et al: Is Selectively Not Resurfacing the Patella an Acceptable Practice in Primary Total Knee Arthroplasty? J Arthroplasty. 32(4):1143-1147, 2017.

10）Matz J, et al: Understanding the patellofemoral joint in total knee arthroplasty. Can J Surg. 62(1):57-65, 2019.

11）長嶺隆二，他：脛骨顆部後方回転と，Insall-Salvati ratioの関連性 関節病学会誌　In press

12）Nagamine R, et al: Reliability of the anteroposterior axis and the posterior condylar axis for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. J Orthop Sci. 3(4):194-8, 1998.

13）Putman S, et al: Patellar complications after total knee arthroplasty. Orthop Traumatol Surg Res. 105(1S):S43-S51, 2019.

14）Sandiford NA, et al: Patella resurfacing during total knee arthroplasty: have we got the issue covered? Clin Orthop Surg. 6(4):373-8, 2014.

15）Wiberg G: Roentgenographs and anatomic studies on the femoropatellar joint: With special reference to Chondromalacia Patellae. Acta Orthopaedica Scandinavica. 12(1-4):319-410, 1941.