



## Nagoya City University Academic Repository

学位の種類	博士 (医学)
報告番号	乙第1863号
学位記番号	論 第1640号
氏名	多和田 兼章
授与年月日	平成 28年 3月 25日
学位論文の題名	<p>Is the canal flare index a reliable means of estimation of canal shape? Measurement of proximal femoral geometry by use of 3D models of the femur (Canal Flare Index は近位大腿骨髓腔形態の評価に適切か? 3D 大腿骨モデルを用いた近位大腿骨形態の計測)</p> <p>J Orthop Sci. 2015 May;20(3):498-506</p>
論文審査担当者	主査： 植木 孝俊 副査： 和田 郁雄, 大塚 隆信

## 論文内容の要旨

**Background:** 大腿骨近位の形態を表すものの一つとして Noble らの提唱する Canal Flare Index(以下 CFI)がある。しかしながら臨床上単純 X 線像における CFI の計測は、特に日本人において大きいとされる前捻角と大腿骨の回旋のため正確ではないとされている。本研究の目的は 3D CAD 大腿骨モデルを用いて大腿骨形態の分析と回旋による計測誤差の評価を行い、より回旋の影響を受けない髓腔指標を求めることである。

**Methods:** 60 大腿骨の CAT スキャンデータを用いた。非荷重で成長した Crowe IV は除外した。CAD ソフトウェアを用いて、3D 大腿骨モデルを作成した。小転子中央から近位 20mm (P20), 10mm (P10), 遠位 10 mm(D10), 20mm(D20), 30mm(D30), 40mm(D40) および狭部の大腿骨外径、髓腔径を、前捻角の影響を打ち消した肢位(de-rotated position) と de-rotated position より内旋 30°から外旋 45°までの様々な回旋角度において計測した。以上の計測値から CFI, FFI (Femoral Flare Index; CFI 計測部位における大腿骨外径比), および他のレベルの髓腔比 (P20/D10, P20/D20, P20/D30, P20/D40) を計算し、CFI に影響を与える因子を求め、また回旋による各指標への影響を調査した。

**Results:** 前捻角の影響を除外した肢位での CFI, FFI, P20/D10, P20/D20, P20/D30, P20/D40 はそれぞれ平均 4.29, 2.08, 2.05, 2.49, 2.85, 3.09 であった。CFI は前捻角と相関せず、狭部髓腔径との間のみに負の相関関係を認めた。一方 FFI は年齢、前捻角に関係なくほぼ 2.1 で一定であった。回旋の影響に関しては、内旋 30°から外旋 45°までの 75°の間で CFI は 1.31, FFI は 0.40, P20/D10 は 0.41, P20/D20 は 0.40, P20/D30 は 0.59, P20/D40 は 0.80 変化した。

**Conclusions:** FFI がほぼ一定であることから、大腿骨の外形は荷重下で成長した大腿骨においては近似した形をしていると考えられた。一方 CFI は狭部髓腔径のみに影響されることが分かった。大腿骨の外

形がほぼ一定であったこと、近位は髓腔が多くを占め皮質骨が少ないため、骨粗鬆症の影響を受けにくくほぼ一定していることから、CFIは大腿骨固有の髓腔形態よりも骨粗鬆症による狭部皮質の菲薄化の程度を強く反映しているものと考えられた。またより回旋に影響されない髓腔形態を表す指標としてはP20/D20が最も回旋に対して安定しており、CFIよりも有用性が高いと考えられた。

## 論文審査の結果の要旨

【発表の概略】 大腿骨近位の形態を表すものの一つとして Noble らの提唱する Canal Flare Index(以下 CFI) があり、臨床上ステム選択や髓腔形態の評価に用いられる。しかしながら CFI の計測は、単純 X 線像において行われるため、特に日本人において大きいとされる前捻角と大腿骨の回旋のため正確ではないとされている。本研究では 3D CAD 大腿骨モデルを用いて大腿骨形態の計測を行い、3D モデルを回旋させ、回旋による CFI の計測誤差の評価を行った。また他に回旋による影響を受けない髓腔指標がないかを調査した。60 大腿骨の CT データを用い、CAD ソフトウェア (Materialize 社 Mimics, Magics) を用いて、3D 大腿骨モデルを作成した。小転子中央から近位 20mm (P20)、10mm (P10)、遠位 10 mm(D10)、20mm(D20)、30mm(D30)、40mm(D40) および狭部の大腿骨外径、髓腔径を、前捻角の影響を打ち消した肢位 (de-rotated position) と de-rotated position より内旋 30°から外旋 45°までの様々な回旋角度において計測した。以上の計測値から CFI および他のレベルの髓腔比 (P20/D10, P20/D20, P20/D30, P20/D40) を計算し、年齢、前捻角や各計測部位の髓腔径など CFI に影響を与える因子を求め、回旋による各指標への影響を調査した。また CFI の意義を検討するために CFI と全く同じ 2 つのレベルの大腿骨の外側の幅間の比を FFI (Femoral Flare Index) として計算した。CFI は内旋 30°から外旋 45°までの間で 1.26 と最も変動が大きく、P20/D20 が最も回旋による変動が少なかった。また大腿骨外径の比である FFI は前捻角や年齢にかかわらず、ほぼ 2.1 と一定の値を示していた。このことより、大腿骨の外形はほぼ同等であることが分かった。CFI に影響を与える因子としては唯一 Isthmus の髓腔径が CFI と関連していた。以上より CFI の問題点として回旋に対して変動が大きい、近位の髓腔形態とは関係のない Isthmus の髓腔径と関連していることが挙げられた。回旋に対して変動が大きい理由として、P20 と Isthmus の髓腔の長軸方向が回旋により変化が異なることが考えられ、これは臨床上ステムの近位挿入方向と CFI で計測されている髓腔径が異なるという問題を引き起こす。また関連のある Isthmus 髓腔径は長軸と短軸の差が大きい楕円形であることも理由として考えられた。Isthmus 髓腔径が関連していることに関しては、FFI が 2.1 とほぼ一定であるのに対して、Isthmus は全体の径の 6 割が皮質骨で形成されており、Isthmus の髓腔径は加齢による骨粗鬆症の影響から皮質骨の菲薄化により髓腔が拡大することが報告されており、Isthmus が関連する CFI は近位の髓腔形態を表す指標ではなく、骨粗鬆症の程度を表す指標と考えられた。一方 P20/D20 は D20 の髓腔形態が円形に近く、近位髓腔から骨幹部髓腔へと長軸方向が遷移していく中間地点であり、回旋に対して変動が少なく、より P20 の値を反映する (近位髓腔形態を表す指標) と考えた。もちろん術前的大腿骨髓腔形態の評価として今回の研究のような 3D モデルを用いた計測、術前計画が最善と考えるが、3D モデルを作成するには、時間と労力が必要であり、どこの施設でもできるものではない。一方 P20/D20 は回旋に対して変動が少ないため、単純 X 線像において計測可能であり、簡便性、経済性からも CFI に代わる近位髓腔形態を表す指標として有用であり、P20/D20 を報告した本研究は価値のあるものと考えられる。

【審議の内容】 審査委員会では、主査 (植木孝俊教授) より、「日本人の前捻角について」、「小児大腿骨形態について」、「P20/D20 と P20/D10 の差異について」、「頸部骨折などに対する再生医療について」など 6 項目、第一副査 (和田郁雄教授) より、「今後の人工股関節置換術の展望」、「年齢、身長による計測値の違い」、「人種間による大腿骨形態の差」、「計測ソフトの精度」、「前捻角、回旋の定義について」など 10 項目の質問を行った。また第二副査 (大塚隆信教授) より「人工股関節置換術の合併症と対策」、「ARMD の現状と対策」、「セラミックライナー破損と摩耗について」など 7 項目の質問を行った。いずれの質問に対しても十分な回答が得られ、本論文について十分に理解するとともに、専攻分野に関する知識を習得しているものと判断された。よって本論文の著者には博士 (医学) の学位を授与するに値すると判断した。

論文審査担当者 主査 植木 孝俊 副査 和田 郁雄、大塚 隆信