

# AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

旭川医科大学研究フォーラム (2015.2) 15,1:86-88.

平成24・25年度「独創性のある生命科学研究」個別研究課題 23) 健常人に対する膝関節疾患モデルの姿勢制御の研究と転倒予防への展開～臨床的関節角度計算方法の提案と考察～

小原 和宏

## 23) 健常人に対する膝関節疾患モデルの姿勢制御の研究と転倒予防への展開～臨床的関節角度計算方法の提案と考察～

研究代表者 小原 和宏

### 【目 的】

膝関節疾患モデルの作成と解析を行うにあたり、三次元動作解析装置を用いる必要がある。三次元動作解析を臨床分野で利用する時、関節角度や関節モーメントを自動で計算してくれるソフトが存在するが、関節

角度はオイラー角を用いて算出され広く研究に利用されている<sup>1)2)</sup>。オイラー角は、剛体の姿勢を表現する手法の一つであり、航空機や船舶そして地球の姿勢に利用されてきた。ある座標系に対し、もう一つの座標系を各座標軸周りに回転させ一致するまでの角度をいい、回転行列を用いて算出する。回転順序依存性であり、三つの軸全てを用いると計算方法は6通り(XYZ XZY など)となり、計算結果は異なる。基準座標系を入れ替えるとさらに6通り、同じ軸を二度使う方法(例:XYX, ZXZ など)を含めると更に増える。オイラー角にて臨床的な関節角度を求めるとき、どの回転順序を選択すべきかは決定されていないため研究者が選択するが<sup>3)</sup>、臨床的な角度概念とどの順序が符合するのかわかりにくい。そこで、臨床的な膝疾患モデルを確実に作成・解析するためには、関節角度の計算方法は医療関係者が普段関節角度を計測する方法と似ている必要がある。今回は、疾患モデルの作成に先立ち、主に膝関節における臨床的な関節角度計算方法の確立を目指し、オイラー角によって算出された結果と比較し検討するのを目的とした。

**【方法】**

両側の大転子(GT)、右脚の膝関節内・外側(MK・LK)、足関節内・外果(MA・LA)を目印とし反射マーカーを貼付した。三次元動作解析装置にて歩行などの日常生活動作のデータを取得した。股関節中心は、左右のGTに付けたマーカーの距離の0.18倍各々のマーカーから内側に入れた点(CH)と定義した<sup>4)</sup>。大腿局所座標系は、原点をLKとMKの midpoint (CK)としZ軸はCKからCHに向かう直線で上方向を正とした。Y軸はZ軸とLKとMKを結ぶ直線に垂直な直線で前方方向を正とし、X軸は右手の法則で残った軸とした。下腿局所座標系は、原点をLAとMAの midpoint (CA)としZ軸はCAからCKに向かう直線で上方向を正とした。そして、Y軸はZ軸とLAとMAを結ぶ直線に垂直な直線で前方方向を正とし、右手の法則で残った軸をX軸とした(図1)。

臨床的な関節角度計算方法であるが、以下の計算式を用いた。

ベクトル A (ax, ay, az) とベクトル B (bx, by, bz)

$$\text{Cos } \theta = |A \times B| / |A||B|$$

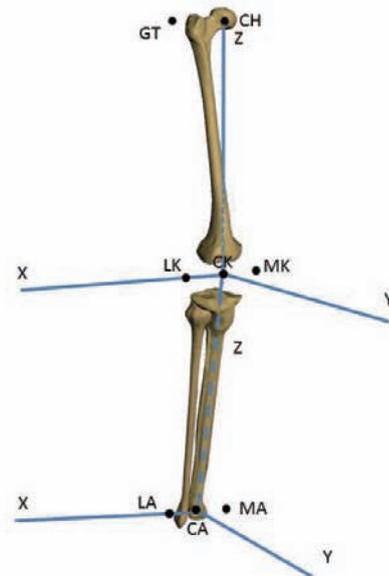


図 1

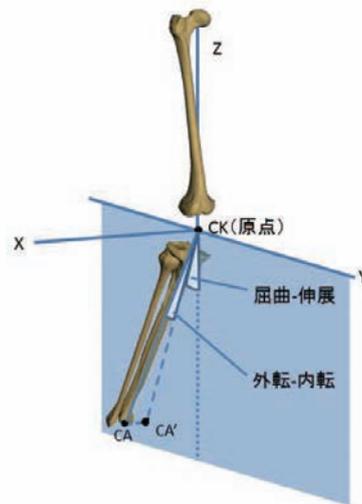


図 2

$$= (ax*bx + ay*by + az * bz) / ((\sqrt{ax^2+ay^2+az^2}) * (\sqrt{bx^2+by^2+bz^2}))$$

より  $\theta$  を degree で求めた。まず、大腿局所座標系を基準座標系とする。

屈曲—伸展：Y-Z平面に、直線 CK-CA を投影し、その直線を直線 CK-CA' とする。Z軸と直線 CK-CA' の角度を式①を用いて算出した。屈曲を正、伸展を負とした。(図2)

外転—内転：直線 CK-CA と直線 CK-CA' の角度を式①を用いて算出した。外転を正、内転を負とした。(図2)

回旋：直線 CK-CA に LA から下ろした垂線を直線 P、

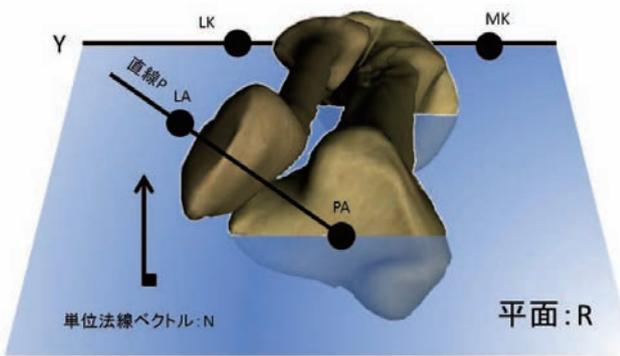


図 3

交点を PA とする。LK と MK と PA の三点を含む平面を平面 R、その平面の単位法線ベクトルを N とする。直線 P と単位法線ベクトル N の角度を式①を用いて算出した。外旋を正、内旋を負とした。(図 3)

オイラー角と臨床的関節角度は、動作解析ソフト BodyBuilder (OXFORD Metrix 社製) を用いて計算した。6 通りの軸周り順 (XYZ、XZY、YXZ、YZX、ZXY、ZYG) で算出した。

### 【結 果】

臨床的関節角度計算方法と 6 通りのオイラー角の結果を示す。オイラー角の XYZ 順の X、Y、Z の絶対値と臨床的関節角度計算方法の屈曲—伸展、外転—内転、外旋—内旋の絶対値がそれぞれ一致した。

### 【考 察】

三次元動作解析装置を用いて関節角度を計算するときオイラー角を用いるのが一般的である。オイラー角は、計算が複雑であり結果が複数通りあるため、算出された結果がどのような角度を表しているのかを理解するのは困難であり、関節角度を計測する際に医療関係者が用いる計測方法とは大きく異なる。よって、医療関係者がイラー角を用いて任意の回転順序を選択しオ計算した結果を用いて研究するのは注意を要するが、今回の臨床角度計算方法とオイラー角の XYZ の軸周り順のみが同じ値になることがわかった。これにより、オイラー角を利用して作成された既存のコンピューターの動作解析ソフトを用いる際、XYZ の軸周り順を選択し符号を整えれば、今回提案して臨床関節角度計算方法と同等の結果を得ることが出来る。

### 【文 献】

- 1) Wren, T.A.L., Mitiguy, P.C., 2007. A Simple Method to Obtain Consistent and Clinically Meaningful Pelvic Angles From Euler Angles During Gait Analysis. *Journal of Applied Biomechanics* 23, 218-223.
- 2) Wong, Y., Kim, W., Ying, N., 2005. Passive motion Characteristics of the talocrural and the subtalar joint by dual Euler angles. *J.Biomech.* 38, 2480-2485.
- 3) Euler, L., 1776. FORMVLAE GENBERALES PRO TRANSLATIONE QVACVNQVE CORPORVN RIGIDORVM. *Novi Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae.* 20, 189-207
- 4) 倉林準, 持丸正明, 河内まき子, 2003. 股関節中心推定方法の比較・検討. *バイオメカニズム学会誌.* 27(1), 29-36.