

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 藤井 俊英
学位 博士 (医学)
学位記番号 新大院博 (医) 第 922 号
学位授与の日付 令和2年3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 A comparative study of weight-bearing and non-weight-bearing 3-dimensional lower extremity alignment in knee osteoarthritis
(変形性膝関節症における立位荷重状態と臥位非荷重状態の三次元下肢アライメントの比較検討)

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

博士論文の要旨

【背景】

変形性膝関節症において三次元下肢アライメントを検討することは病態把握や手術計画において重要であり、その評価には内外反や屈曲伸展のみならず回旋アライメントも含めた三次元的な評価が必要である。一方で変形性膝関節症の発症や進行には荷重状態における重力や筋力などの要素が関与している可能性があり、荷重状態での評価も重要である。しかしながら、これまで変形性膝関節症の下肢アライメントを同一対象において荷重状態と非荷重状態で三次元的に比較した研究は無い。

そこで申請者は変形性膝関節症の下肢アライメントは臥位非荷重状態と立位荷重状態では冠状面・矢状面・水平面のいずれにおいても異なるという仮説を立てた。本研究の目的は変形性膝関節症に対して臥位非荷重状態と立位荷重状態での三次元下肢アライメントを測定し、比較検討することである。

【対象と方法】

変形性膝関節症に対して人工膝関節単顆置換術及び人工膝関節全置換術の適応とした症例に対し、内外反角、屈曲伸展角、回旋角を臥位非荷重状態と立位荷重状態でそれぞれ測定した。内外反角と屈曲伸展角の評価のために大腿骨頭中心と膝関節中心、膝関節中心と足関節中心を結んだ三次元機能軸を大腿骨と脛骨に設定し、回旋角の評価のために大腿骨通顆軸と、後十字靭帯付着部と脛骨粗面内側縁を結ぶ線 (Akagi's line) を設定した。内外反角・屈曲伸展角は大腿骨・脛骨それぞれの三次元機能軸を、大腿骨座標系冠状面・大腿骨座標系矢状面に投影し、それぞれのなす角を計測した。回旋角は大腿骨通顆軸と Akagi's line を大腿骨座標系水平面に投影し、それぞれの線のなす角を計測した。

臥位での評価は下肢全長 CT を用いて測定し、立位での評価は立位下肢全長 2 方向 CR 画像に対して、下肢全長 CT より作成した三次元骨モデルを重ね合わせてイメージマッチングを行うことで測定した。

【結果】

全81膝の評価を行い、女性74膝、男性7膝、平均年齢75.3歳(59-86歳)であった。臥位、立位の平均は各々内外反角 $189.7 \pm 4.5^\circ$ 、 $190.8 \pm 5.3^\circ$ 、屈曲伸展角 $4.9 \pm 6.7^\circ$ 、 $8.6 \pm 8.2^\circ$ 、回旋角 $89.9 \pm 6.1^\circ$ 、 $96.8 \pm 7.9^\circ$ であった。臥位非荷重状態、立位荷重状態とも内反・屈曲であったが、立位では臥位に比べ内反・屈曲がやや増大していた。回旋については臥位ではneutral rotation、立位では脛骨内旋であった。

【考察】

本研究は変形性膝関節症の下肢アライメントを三次元的に測定し、同一対象に対して臥位非荷重状態と立位荷重状態で比較した初めての報告である。変形性膝関節症の下肢アライメントは荷重の有無により、内外反角、屈曲伸展角、回旋角ともに影響を認めることを示した。

冠状面アライメントについては本研究での対象は多くが内側型の変形性膝関節症であり、臥位・立位ともに内反であった。そのため立位での測定では荷重により膝関節に内反のモーメントが加わることで、より内反が増強した可能性が考えられる。矢状面アライメントについては変形性膝関節症による屈曲拘縮の影響で臥位・立位ともに屈曲となっているため、冠状面アライメントと同様、荷重の影響で膝関節に屈曲のモーメントが加わり、屈曲が増強した可能性が考えられる。回旋アライメントについては立位荷重状態での測定では、変形性膝関節症によって形状が変化した関節面に生じた垂直応力と軟部組織環境、そして筋力の影響が複合的に関与して臥位非荷重状態での測定と異なるアライメントを呈したものと考えられる。また前十字靭帯不全膝の運動解析結果でも伸展位付近で脛骨が内旋すると報告されており、変形性膝関節症での前十字靭帯の機能低下もしくは機能不全も脛骨内旋の一因であるかもしれない。

膝の回旋変形と変形性膝関節症の進行における関係は調査しておらず、膝の回旋変形が変形性膝関節症の進行の結果として生じていることなのか原因なのかという点に関しては不明である。しかし、荷重と回旋変形が関係しているという今回の結果は、変形性膝関節症の進行と荷重との関係を検討する上で重要なデータとなり得る。また本研究の結果はrealignment surgeryである人工膝関節全置換術や高位脛骨骨切り術の術前評価として重要な臨床データであり、実際に手術を行う外科医は単純X線で評価する際でも臥位と立位では膝の回旋が異なっていることを念頭に置き、術前計画や実際の手術を行う必要がある。

審査結果の要旨

変形性膝関節症に対して人工膝関節単顆置換術及び人工膝関節全置換術の適応とした症例に対し、内外反角、屈曲伸展角、回旋角を臥位非荷重状態と立位荷重状態でそれぞれ測定した。内外反角と屈曲伸展角の評価のために大腿骨頭中心と膝関節中心、膝関節中心と足関節中心を結んだ三次元機能軸を大腿骨と脛骨に設定し、回旋角の評価のために大腿骨通顆軸と、後十字靭帯付着部と脛骨粗面内側縁を結ぶ線(Akagi's line)を設定した。内外反角・屈曲伸展角は大腿骨・脛骨それぞれの三次元機能軸を、大腿骨座標系冠状面・大腿骨座標系矢状面に投影し、それぞれのなす角を計測した。回旋角は大腿骨通顆軸とAkagi's lineを大腿骨座標系水平面に投影し、それぞれの線のなす角を計測した。

全81膝の評価を行い、臥位、立位の平均は各々内外反角 $189.7 \pm 4.5^\circ$ 、 $190.8 \pm 5.3^\circ$ 、屈曲伸展角 $4.9 \pm 6.7^\circ$ 、 $8.6 \pm 8.2^\circ$ 、回旋角 $89.9 \pm 6.1^\circ$ 、 $96.8 \pm 7.9^\circ$ であった。臥位非荷重状態、立位荷重状態とも内反・屈曲であったが、立位では臥位に比べ内反・屈曲がやや増大していた。回旋については臥位ではneutral rotation、立位では脛骨内旋であった。

荷重と回旋変形が関係しているという今回の結果は、変形性膝関節症の進行と荷重との関係を検討する上で重要なデータとなり得る。また本研究の結果は人工膝関節全置換術や高位脛骨骨切り術の術前評価において念頭に置くべき事項と考えられた。