

氏 名	にしむら たかひろ 西村 貴裕
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学 位 記 番 号	甲第 707 号
学位授与年月日	令和 6 年 3 月 18 日
学位授与の要件	自治医科大学学位規定第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	全脊椎立位正面 X 線を用いた思春期の股関節 X 線パラメーターの 基準値
論 文 審 査 委 員	(委員長) 教授 秋山 達 (委 員) 教授 森 壘 教授 河野 由美

論文内容の要旨

1 研究目的

寛骨臼形成不全は、特に日本人において変形性股関節症の主たる原因である。しかしながら、近年では寛骨臼形成不全に起因しない思春期の早期発症変形性股関節症の報告が散見されるようになり、自験例も 2 例存在した。また、境界型寛骨臼形成不全は、寛骨臼大腿骨頭被覆が正常とされる基準より小さいが寛骨臼形成不全の基準を満たさないグループであり、思春期から若年者を対象とした手術治療の高い failure rate が報告されている。

寛骨臼形成不全の評価は一般的には単純 X 線の正面像により行われ、現在使用されている股関節 X 線パラメーターの正常値は、成人以降から得られた数値が基準となっている。そのため、思春期の基準値が成人と異なることが早期発症変形性股関節症の早期診断に繋がらない、また若年者の境界型寛骨臼形成不全の手術成績が悪い結果となっている可能性があると考えられるが、思春期の股関節 X 線パラメーターの基準値については過去に報告がない。この研究の目的は、全脊椎立位正面 X 線を使用して、思春期の股関節 X 線パラメーターの基準値を調査し、その検者内及び検者間信頼性と妥当性を評価して、思春期の寛骨臼形成不全の診断や治療に必要な基準値を調査することである。

2 研究方法

横断研究である。対象は 2006 年 2 月～2020 年 3 月までに側弯症またはその疑いで自治医科大学こども医療センターを受診した 12～18 歳までの 668 人である。全例で初診時に全脊椎立位正面 X 線が統一した方法で撮影された。股関節は全例で無症状であり、股関節の治療歴もなかった。骨盤の回旋や側方傾斜があるものと放射線プロテクターにより股関節が隠れて計測不能なものが 78 人、寛骨臼の Y 軟骨や二次骨化中心の閉鎖が未完了のものが 38 人の、計 116 人が除外された。最終的に 552 人 1101 股(男性 156 股、女性 945 股)が計測の対象となった。年齢、身長、体重、BMI(body mass index)も同時に調査した。

股関節 X 線パラメーターは、全脊椎立位正面 X 線の骨盤部分を使用して計測された。2 人の整形外科専門医がデジタル計測で計測を行い、最初の計測の 6 か月後に 2 回目の計測が行われた。評価したパラメーターは、LCEA (lateral center edge angle)、Tönnis angle、Sharp's angle、AHI

(acetabular head index)、LS (lateral subluxations)、VS (vertical subluxations)、PED (peak to distance) だった。

予備研究として、次の3つの研究を行った。1. 対象年齢範囲の検討のために、Y軟骨あるいは臼蓋縁骨端線の未閉鎖例の調査、年齢とX線パラメーターの相関、骨成熟前と骨成熟後のX線パラメーターの比較を行った。2. 側弯症の影響の検討のために、側弯症の有無によるX線パラメーターの比較を行った。3. 全脊椎立位正面X線使用による影響の検討のために、全身骨格標本のX線撮影を行い、得られた画像とX線パラメーターの比較を行った。

統計分析はSPSS Version 25 (IBM 社、Armonk, NY, USA)を使用して行われた。各パラメーターの平均、標準偏差 (standard deviation: SD)が算出され、性別間での比較には unpaired t-test を、各パラメーターと年齢、身長、体重、BMI との相関は、Pearson の積率相関係数を使用し解析された。検者内および検者間信頼性は、級内相関係数を求めてその数値により評価された。

3 研究成果

LCEA

平均 ± 標準偏差は、全体で $28^{\circ} \pm 4.8^{\circ}$ 、男性で $30^{\circ} \pm 4.6^{\circ}$ 、女性で $28^{\circ} \pm 5.0^{\circ}$ だった。性別間には有意な差があった ($p < 0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.87 (95% CI 0.86-0.89)、0.80 (95% CI 0.77-0.86) だった。

Tönnis angle

平均 ± 標準偏差は、全体で $5.0^{\circ} \pm 3.7^{\circ}$ 、男性で $3.0^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 、女性で $5.4^{\circ} \pm 3.8^{\circ}$ だった。性別間には有意な差があった ($p < 0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.85 (95% CI 0.84-0.86)、0.71 (95% CI 0.45-0.83) だった。

Sharp's angle

平均 ± 標準偏差は、全体で $44^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 、男性で $43^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 、女性で $44^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ だった。性別間には有意な差があった ($p < 0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.77 (95% CI 0.75-0.79)、0.73 (95% CI 0.55-0.83) だった。

AHI

平均 ± 標準偏差は、全体で $82\% \pm 5.5\%$ 、男性で $83\% \pm 4.9\%$ 、女性で $82\% \pm 5.7\%$ だった。性別間には有意な差があった ($p = 0.04$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.75 (95% CI 0.73-0.77)、0.70 (95% CI 0.63-0.77) だった。

LS

平均 ± 標準偏差は、全体で $5.4 \pm 1.4\text{mm}$ 、男性で $6.0 \pm 1.2\text{mm}$ 、女性で $5.3 \pm 1.5\text{mm}$ だった。性別間には有意な差があった ($p < 0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.66 (95% CI 0.63-0.69)、0.62 (95% CI 0.51-0.71) だった。

VS

平均 ± 標準偏差は、全体で $0.3 \pm 1.2\text{mm}$ 、男性で $0.9 \pm 1.5\text{mm}$ 、女性で $0.2 \pm 1.1\text{mm}$ だった。性別間には有意な差があった ($p < 0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.89 (95% CI 0.88-0.90)、0.57 (95% CI 0.46-0.67) だった。

PED

平均 ± 標準偏差は、全体で $14 \pm 2.3\text{mm}$ 、男性で $16 \pm 2.4\text{mm}$ 、女性で $14 \pm 2.0\text{mm}$ だった。性

別間には有意な差があった ($p<0.01$)。検者内信頼性と検者間信頼性はそれぞれ、0.74 (95% CI 0.72-0.76)、0.67 (95% CI 0.25-0.83)だった。

すべてのパラメーターで、年齢、身長、体重、BMI との相関係数および決定係数は低値だった。

4 考察

LCEA および AHI は寛骨臼大腿骨頭被覆、Sharp angle、Tönnis angle および PED は寛骨臼の骨形態、LS および VS は大腿骨頭脱臼の程度を示す。これらの X 線パラメーターは成人または高齢者から得られた数値が基準値となっており、思春期については過去に報告がない。過去の報告では、LCEA の平均は男性で 31° - 35° 、女性で 31° - 38° で正常値は 25° 以上だが、本研究では思春期の LCEA は、男性で 30° 、女性で 28° だった。LCEA が 20° (18°)- 24° で定義される境界型寛骨臼形成不全に対する、思春期の手術治療成績が不良であることを考慮すると、思春期に対しての診断や治療の基準が不適切であった可能性がある。その他の X 線パラメーターに関しても過去の報告の基準値と本研究結果の比較を行うと、思春期の股関節は、LCEA、AHI、PED が小さく、Sharp's angle が大きかった。Tönnis angle、LS および VS は同等だった。この結果は、成人や高齢者と比較して思春期の寛骨臼大腿骨頭被覆が小さいことを示唆した。

この差異を説明する要因は主に 2 つ考えられた。第 1 は加齢に関連する変化で、代表的な加齢による退行性変化である骨棘は、LCEA を増加させたという報告がある。また、成人以降の LCEA は、性別、年齢、身長、腹囲および BMI による影響を受ける可能性があるという報告もある。第 2 は当研究の対象の股関節が成人と比較してわずかに未熟である可能性があることである。寛骨臼の成長終了は 12-14 歳頃とされ、LCEA は 10-15 歳まではわずかに増加するという報告もある。予備研究の結果、本研究では 12-18 歳を対象とした上で、寛骨臼の Y 軟骨や二次骨化中心の閉鎖が未完了であるものを除外することで、骨の未熟さの影響を可能な限り減少させた。更に各パラメーターと年齢、身長、体重および BMI との相関を評価し、相関が低いことが確認された。したがって、本研究で得られた X 線パラメーターの数値は、日本人の思春期の基準値に近い数値として利用できると考えられた。

検者内および検者間信頼性に関しては、本研究ではほぼ全てのパラメーターにおいて検者内および検者間信頼性は moderate あるいは good であったが、本研究では 2 人の検者がいずれも整形外科専門医を取得し医師経験年数も近いことや、同じ所属機関であることで同様の教育を受けてきたことが影響した可能性がある。信頼性の低下の要因としては、計測点の決定の困難さがあり、再現性に問題があると考えられる。

本研究にはいくつかの限界が存在する。第 1 は、股関節立位正面 X 線ではなく全脊椎立位正面 X 線が使用された点であり、焦点距離と X 線ビームの入射角が異なることで画像の誤差を生じた可能性がある。第 2 は、X 線パラメーターの各計測点の決定との問題で、計測点の定義が過去の報告間でも一貫性がなく、再現性に問題がある点である。第 3 は、対象が側弯症またはその疑い患者であった点である。側弯症と寛骨臼形成不全の関連性についての報告は乏しいが、本研究の対象は骨盤の傾斜や回旋が通常とは異なる可能性があり、対象の性別も女性の割合が高かった。以上が本研究の結果に影響を与えた可能性がある点であり、予備研究を踏まえた上での研究の限界である。

5 結論

思春期の全脊椎立位正面 X 線を用いて股関節 X 線パラメーターを調査し、その基準値の信頼性と妥当性を評価した。本研究で得られた基準値は、加齢に関連する変化の影響がない思春期の股関節 X 線パラメーターの基準値とみなすことができると考えるが、いくつかのパラメーターは成人以降の基準値と異なることから、慎重に評価することが必要である。本研究結果はあくまでも基準値であり、将来の研究によって思春期の股関節 X 線パラメーターの正常値と異常値を区別し、妥当性のある正常値を決定することが必要である。

論文審査の結果の要旨

本研究は、全脊椎立位正面 X 線を使用して、思春期の股関節 X 線パラメーターの基準値を調査し、その検者内及び検者間信頼性と妥当性を評価して、思春期の寛骨臼形成不全の診断や治療に必要な基準値を調査することであり、これまでの側弯健診のデータが大量に蓄積されている点に着目して行った疫学的研究である。

これまで明らかになっていない基準値を明示したのみならず、側弯健診データを用いて明らかにするという独創性と今後の発展性に富んだ研究である点进行评估した。

改定については今後の自治医大の資産になるという観点から、普遍的に理解を促すように増補改訂するように指導を行った。

また、股関節撮影のためではない画像をもとに解析しているので、制度の限界と精密性をどのように担保したかが明らかになるように記載することを促した。

内容的には学位論文として問題ないと判断し、審査員一同全員一致で合格と判断した。

最終試験の結果の要旨

本研究の論文審査については前頁で記載した通りである。

画像データの精密性や背景の説明不足などがあったため、論文作成において修正していただくということで合格でよろしいかと思われます。

論文の最終稿も問題なく合格いたしましたので、最終試験も正式に合格でよろしいかと存じます。