

学位論文の要旨

学位の種類	博士	氏名	佐藤 達也
<p>学位論文題目</p> <p>Dynamic femoral head translation in Dysplastic hips (臼蓋形成不全股における股関節不安定性の評価)</p> <p>共著者名</p> <p>谷野 弘昌 西田 恭博 伊藤 浩 松野 丈夫 Scott, A. Banks</p> <p>Clinical Biomechanics, Vol.46:40-45, 2017 掲載</p> <p>研究目的</p> <p>臼蓋形成不全股 (Developmental dysplasia of the hip, Dysplastic hip) は、変形性股関節症を発症する重要な要因であり、そのメカニズムは荷重範囲の縮小による単位面積あたりの応力の増大、臼蓋が急峻化することにより上外側へのストレスの増大、関節不安定性などが関連するといわれている。特に、レントゲン画像上、臼蓋の被覆の目安となるCE角が15° 以下の場合、変形性股関節症が進行する割合が高いとされる。</p> <p>現在まで、臼蓋形成不全を評価する指標としては、レントゲン撮影による臼蓋傾斜角・荷重範囲の計測が中心である。関節不安定性について評価された報告はほとんどなく、本研究では、臼蓋形成不全症患者の股関節をレントゲン透視画像で撮影し、微小な関節の動きをコンピュータ解析し、実測のレントゲン画像で、どの程度関節不安定性があるのか、不安定性と画像上の計測値に相関があるかどうか調査することが目的である。</p>			

材 料・方 法

対象は、2009年8月から2011年7月に臼蓋形成不全と診断された13名（男性3名、女性10名）である。平均年齢は34（19～44）歳であった。両側性臼蓋形成不全が5名、片側性臼蓋形成不全が8名であった。臼蓋形成不全13股をDDH群とし、片側臼蓋形成不全患者の対側健常側8股を健常群とした。全例に対し、両股関節単純X線撮影、骨盤大腿骨を含むCT撮影、足踏み動作の股関節X線動態撮影を行った。臼蓋に対する骨頭中心の移動を不安定性と定義し、この移動量と移動方向を3D-to-2D model-image registration法²を用いて測定し、DDH群と健常群で比較検討した。任意の2イメージ間で最大となる移動量を最大移動量とし、これと単純X線で計測したCE角、Sharp角、AHI、およびAcetabular roof index (ARO)に相関があるかどうかを検討した。統計処理には、動態の比較にANOVA検定を行い、 $p < 0.05$ を有意とした。

成 績

両群間に年齢差、性差はなかった。骨頭中心の移動は、両群で遊脚期に下方移動がみられ、DDH群で平均1mm、健常群で0.5mmと、有意にDDH群が大きかった。前後、内外側方向への移動に有意差は見られなかった。最大移動量は、DDH群で有意に大きかった（ $p < 0.001$ ）。また、最大移動量とCE角、AHI、AROには高い相関がみられた（各々、 $R^2 = 0.4958$ 、 0.4205 、 0.3917 ）、Sharp角とは相関が低かった（ $R^2 = 0.1880$ ）。

考 案

想定した仮説通り、臼蓋形成不全股の方が、不安定性が大きいと考えられたが、差はほんの僅かで有り、さらにstance phaseでは、有意な違いは見られなかった。いくつかの報告の中で、臼蓋形成不全の股関節の外上方移動は示されているが、In vivoの測定結果を示しているのは、Maeyamaらの報告³のみである。

彼らの研究では、3軸方向の加速度計を用いて、外上方へのスパイク状の瞬間加速度を示しているが、それらがどのタイミングで起こっているのかは示していない。一方、この結果を我々の結果と比べてみると、これらの加速度は、heel strikeの直前でswing phaseの終盤に見られていることがわかった。移動量と併せて考えると、下方移動後からの復帰と考えられるが、上方移動するには至っていないといえる。今回の対象は、変形やOA変化がほとんどない症例であったので、亜脱臼が強い症例や変形のある症例、OA進行例などでは、外上方の移動がみられる可能性がある。

骨頭の下方向移動については、関節唇や輪帯が安定性に寄与しているとするいくつかの論文がある。我々の今回の結果からは、骨性の形態異常と不安定性は相関があることがわかったが、単に骨の異常だけでは下方の安定性について説明することはできず、骨性の形態異常とともに、関節唇や靭帯のlaxityも関与している可能性があると考えられた。これらに関しては、今回、評価していない部分であり、今後の研究課題といえる。

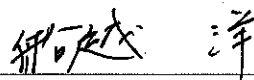

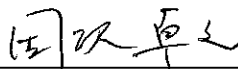

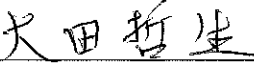

結 論

3D-2D registration法にて、股関節の不安定性を評価した。健常股関節に比べ、臼蓋形成不全股では不安定性は大きく、不安定性の方向はswing phaseの初期に下方、末期に上方であった。不安定性と、CE角等のレントゲン所見と有意な相関があった。骨形態のみで説明は完全にはできず、関節唇や軟部組織の状態との関連を評価する必要があると考えられた。

引 用 文 献

- 1 WIBERG, G. 1939. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint: with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 83 (supple 58), 1-135.
- 2 BANKS, S. A. & HODGE, W. A. 1996. Accurate measurement of three-dimensional knee replacement kinematics using single-plane fluoroscopy. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 43, 638-49.
- 3 MAEYAMA, A., NAITO, M., MORIYAMA, S. & YOSHIMURA, I. 2008. Evaluation of dynamic instability of the dysplastic hip with use of triaxial accelerometry. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 90, 85-92.

学位論文の審査結果の要旨

報告番号	第 号		
学位の種類	博士(医学)	氏 名	佐藤 達也
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: right;">審査委員長</div> <div style="text-align: center;">   </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right;">審査委員</div> <div style="text-align: center;">   </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right;">審査委員</div> <div style="text-align: center;">   </div> </div>			
<p>学位論文題目</p> <p style="text-align: center;">Dynamic femoral head translation in dysplastic hips. (臼蓋形成不全股における股関節不安定性の評価)</p> <p>掲載雑誌 : Clinical Biomechanics 46 (2017) 40-45</p>			
<p>本論分は、発生過程での股関節の臼蓋形成不全は、将来の変形性股関節症を惹起する事に繋がる重要な病態として知られている。変形性関節症の病態形成には股関節の不安定性が重要な要因として注目されてきていることから、発生過程での股関節の臼蓋形成不全において、股関節の微小な不安定性がおこっているかどうか病態形成上の重要な点であるが、詳細な動作解析の報告は無い。</p> <p>本論文は、健常股関節と臼蓋形成不全患者股関節とで、荷重時の足踏み動作時における股関節の不安定性を比較評価することで、股関節の臼蓋形成不全が股関節の不安定性を惹起することが変形性関節症発症に寄与する可能性を検証した。</p> <p>臼蓋形成不全の股関節としては、Wiberg の定義に合致する 股関節の X 線撮影前後像の CE 角 20 度未満の 12 股関節を用い、健常な 8 股関節を対象とした。股関節の動作解析には、荷重時における繰り返し足踏み運動過程において、ARCADIS 社の X 線透視装置を用いて 1 秒間に 15 frame の間隔で前後像を撮影した。この際にデジタルカメラによる動画撮影を同時に行う事で、透視画像の各画像と足踏み動作の同期を行った。撮像画像を解析するにあたって、予め撮影した CT スキャンによる大腿骨/骨盤の 3 次元再構成モデルを用いることで正確な X 軸、Y 軸、Z 軸の位置決めを行った。動作解析には 3D・2D モデルイメージレジストレーションソフト (JointTrack) を用いて定量解析を行った。</p>			

その結果、CE角、シャープ角、ARO, AHI はいずれも臼蓋形成不全の股関節と健常股関節で差を認めた。動作解析の遊脚期における大腿骨頭中心の移動距離が臼蓋形成不全の股関節では1mmであったのに対し、健常股関節では0.5mmであり、特に遊脚期において大腿骨頭中心の下方移動の大きさが著名に両群で異なることが明らかとなった。一方で、立脚層においては両群に大腿骨頭の移動度に差を認めなかった。重要な点として、臼蓋形成不全で従来重要とされてきたCE角、ARO, AHIと大腿骨頭の移動度には相関関係を認めた。一方でシャープ角とは相関を認めなかった。以上から、臼蓋形成不全の股関節では荷重動作、特に遊脚期において大腿骨頭の動きに不安定性が生じている事が明らかになった。

このことより、限られた対象ではあるが、X線検査による骨性の形態異常のみならず、臼蓋形成不全関節唇や靭帯機能も考慮した股関節の不安定性が変形性股関節症を来す要因の1つに不安定性が寄与する可能性を示した点で、本研究結果が整形外科部ニヤに置ける変形性関節症形成の病態に新たな知見を与えた重要な研究成果である。今後本研究で用いられた動作解析による股関節不安定性の解析が臼蓋形成不全股関節を有する患者の生活指導や治療戦略を考える上での重要な知見と考えられた。

提出者はこの論文内容と関連領域についての各審査委員による試問に対しても適切な回答が得られ、この領域において十分な知識を有することが示された。以上の審査結果から、本審査委員会は、本論文が博士(医学)の学位に値するものであると判定した。