

遺残性股関節亜脱臼における MRI を用いた関節唇の評価

白井 康裕¹⁾・若林 健二郎¹⁾・和田 郁雄²⁾・佐久間 英輔³⁾
伊藤 錦哉²⁾・河 命 守¹⁾・大塚 隆信¹⁾

1)名古屋市立大学 整形外科

2)名古屋市立大学 リハビリテーション科

3)名古屋市立大学統合解剖学

要旨 【目的】本研究の目的は、MRI で関節唇外反の程度を評価し、臼蓋発育との関係を調べることである。【対象と方法】当院で3~4歳時にMRIを撮影した後に、保存的に経過観察した遺残性股関節亜脱臼34例38股を対象とした。T2*強調画像の冠状断スライスでGraf法に準じて β 角を測定した。MRIの β 角と単純X線の指標との相関を調査し、調査時Severin I,IIを良好群、Severin III,IVを不良群として比較検討した。【結果】MRIの β 角と単純X線のCE角とは、有意な負の相関を認められたが、臼蓋角や骨頭変形とは有意な相関は認めなかった。不良群のMRIの β 角は、良好群に比べ有意に大きかった。【結論】MRIの β 角は、骨頭側方化と関連していたが、臼蓋被覆や骨頭変形とは独立した指標であった。MRIの β 角は、大腿骨頭から関節唇に分散される応力の大きさを反映しており、臼蓋発育を評価する新たな指標となり得るものと考えられる。

序 文

遺残性股関節亜脱臼では、補正手術を要することがあり、当院では補正手術として就学前にソルター骨盤骨切り術を行っている。補正手術の指標として、触診での不安定性やTrenderburg徴候などの臨床所見に加えて画像所見を参考にする。画像所見は単純X線の指標(臼蓋角 $>30^\circ$ ・CE角 $<5^\circ$)²⁾を用いるのが我が国では一般的だが、その指標のボーダーラインの症例では判断が難しい。Over indicationは避けるべきであり、臼蓋発育が良好なもの和不良なものを正確に判別する必要がある。

近年、関節唇は、股関節の安定性に重要な機能を有することが分かってきた。関節唇は、関節液の流入出をシールすることで牽引力に対する抵抗

性を高めたり、関節軟骨の潤滑を良くしたりするという作用を持つ⁵⁾。また、関節唇自体が臼蓋軟骨への荷重負荷を分散したり、大腿骨頭の被覆を高めたりする作用もある⁵⁾。それゆえ、関節唇に異常があると、臼蓋軟骨に障害を来し、その後の臼蓋発育に影響を及ぼす可能性がある。

MRIは、単純X線では見えない軟骨などの軟部組織を直接描出することができる¹⁰⁾。しかし、これまでにMRIにおける関節唇の外反の程度と臼蓋発育との関係を調査した研究はない。そこで、今回我々は腸骨外縁・骨性臼蓋嚙・関節唇の中央というGraf法の指標を利用し、新たにMRIでも β 角を計測して、関節唇外反の程度を評価しようと考えた。遺残性亜脱臼において、関節唇の外反程度と臼蓋や骨頭の形態異常は関係するのだろうか？ 関節唇外反の程度とその後の臼蓋発育

Key words : residual hip dysplasia (遺残性亜脱臼), developmental dysplasia of the hip (發育性股関節形成不全), MRI (MRI), labrum (関節唇)

連絡先 : 〒467-8601 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1 名古屋市立大学 整形外科 白井康裕 電話(052)853-8236
受付日 : 2016年2月1日

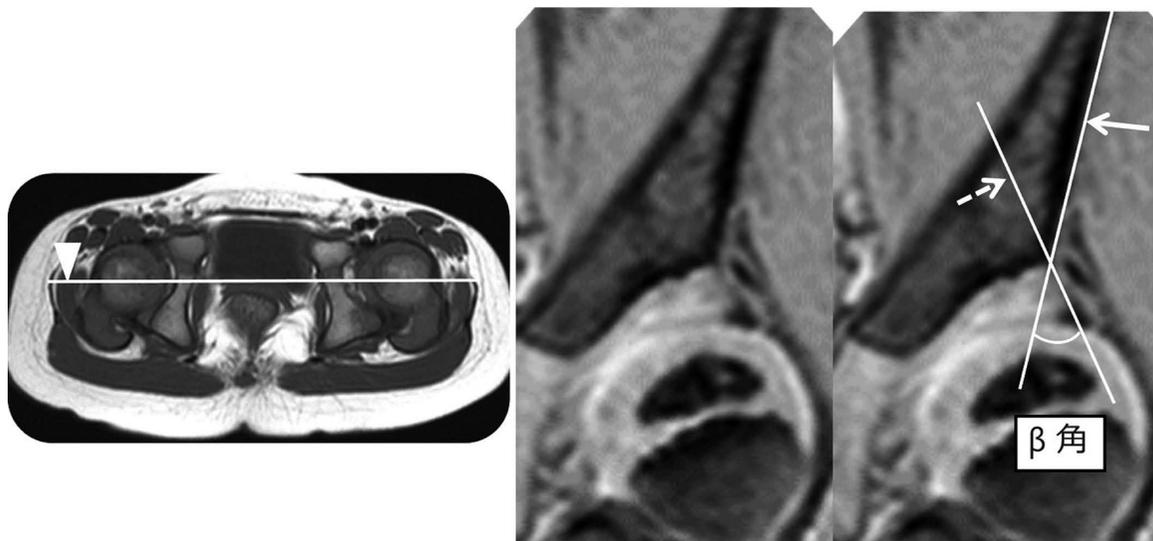


図1. MRIの β 角の計測法

大腿骨頭の直径が最大になるスライス(矢頭)を用いたT2*強調像の冠状断像で、Graf法における測定に準じて基線(矢印)と軟骨性白蓋線(点線矢印)を描きMRIでも新たに β 角を計測した。

は関係するのでしょうか？ この臨床的疑問に答えるために、今回我々は遺残性亜脱臼で3~4歳にMRIを撮影した股関節に対するretrospective studyを計画した。本研究の目的は、Graf法に準じてMRIで関節唇外反の程度を評価して、白蓋発育との関係を調べることである。

対象と方法

当院では発育性股関節形成不全に対する初期治療後に、3~4歳で触診での不安定性やTren-derenburg徴候などの臨床所見を有する場合や、単純X線で白蓋角 30° 以上・CE角 5° 以下の場合MRIと関節造影を行い、補正手術の適応を決定している。上記のプロトコールでMRIを撮影した後に、6歳以上まで保存的に経過観察した34例38股を対象とした。症例の内訳は、脱臼28股、亜脱臼3股、白蓋形成不全5股、不安定股が2股であった。なお、奇形性脱臼は症例に含まれていない。初期治療は、Pavlik harness 17股、徒手整復9股、観血的整復6股、経過観察6股であった。初期治療時の平均年齢は8.9か月(3.6~33.6か月)であった。MRI撮影時の平均年齢は3.5歳(2.5~4.9歳)、調査時平均年齢は9.7歳(6~15歳)

であった。

MRI T2*強調画像において、硝子軟骨である関節軟骨は高信号、線維軟骨である関節唇は低信号となるため、関節唇は明瞭に描出される³⁾。MRIで関節唇の外反の程度を評価するために、T2*強調像の大腿骨頭中心を通る冠状断像で、Graf法の腸骨外壁・骨性白蓋嘴・関節唇の中央という指標を利用して基線と軟骨性白蓋線を描き β 角(以下、MRI β 角)を測定した(図1)。基線は、低信号域として描出される腸骨外縁に沿って引いた線とした。また、基線は軟骨膜が腸骨外壁に接する点を起点として近位に向かう接線とした。軟骨性白蓋線は、骨性白蓋嘴と関節唇の中央を結んだ点とした。骨性白蓋嘴は、低信号として描出される白蓋が下方凸から上方凸へと曲率が変化する点とした。また、関節唇の中央は、低信号として描出される関節唇が三角形に描出される場合は、三角形の中点とし、楕円形に描出される場合は楕円の中心の点とした。

MRI撮影時と同時期の単純X線から白蓋角とCE角を測定した。単純X線の白蓋角・CE角の測定においては、白蓋硬化像の外側をポイントとした。骨頭変形は、Kalamchi&MacEwen分類で

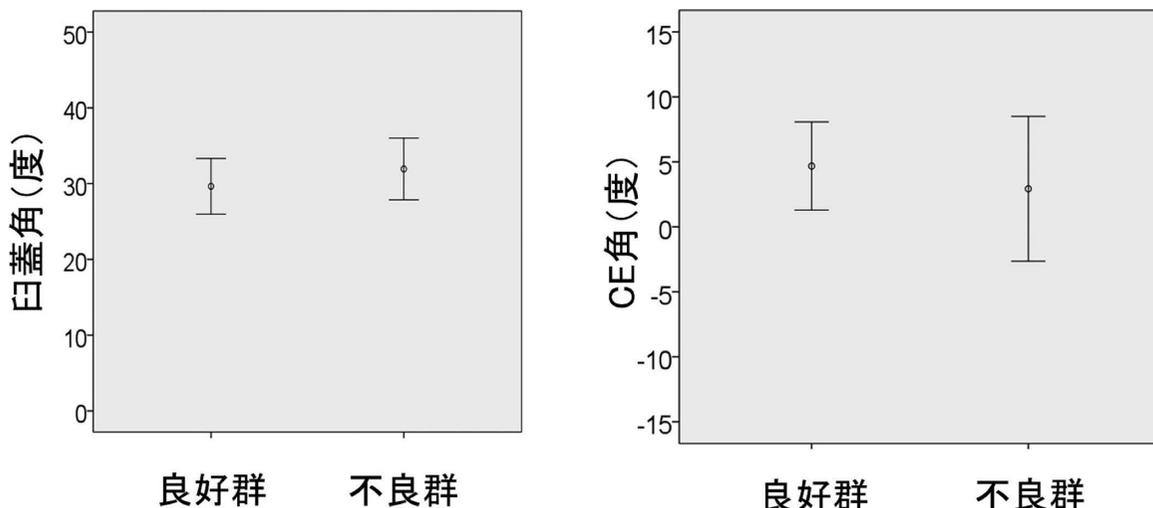


図2. 良好群と不良群における白蓋角と CE 角の比較
MRI 撮影時と同時期に撮影した単純 X 線で、白蓋角も CE 角も良好・不良群の間に有意差は認められなかった。

評価した。

調査時の成績を Severin 分類を用いて評価した。Severin I・II を良好群とし、Severin III・IV を不良群として分類した。

調査はまず、MRI 撮影時と同時期に撮影した単純 X 線の白蓋角と CE 角を、良好群と不良群に分けて比較した。次に、MRI β角と白蓋角・CE角・骨頭変形との相関を調べた。最後に良好群と不良群の MRI β角を検討した。

統計処理は、以下のとおりに行った。白蓋角と CE 角の良好・不良群の比較には、t 検定を用いた。MRI β角と白蓋角・CE角・骨頭変形との相関は、Spearman 順位相関係数を用いて評価した。また、 $p < 0.05$ を統計学的に有意差ありとした。

結果

調査時成績は、Severin Ia 9 股、Ib 10 股、IIa 2 股、IIb 3 股、III 14 股であり、良好群が 63%、不良群が 37%であった。

MRI 撮影時と同時期に撮影した単純 X 線の白蓋角・CE角を図2に示す。白蓋角の平均は、良好群 30.2° (22.8~37.9°)、不良群 31.9° (23.6~38.9°) で、有意差は認められなかった ($p=0.20$)。CE角の平均は、良好群 5.7° (-1.3~12.5°)、不良群 2.9° (-8.5~11.8°) で、有意な差は認められな

かったが、不良群で小さい傾向があった ($p=0.07$)。

MRI の T2* 強調像の冠状断像で、全例低信号の関節唇を同定できた。MRI β角と白蓋角・CE角の相関を図3に示す。MRI β角と白蓋角の相関係数は 0.08 で、有意な相関は認められなかった ($p=0.63$)。MRI β角と CE角との相関係数は -0.33 で、相関は弱い有意な負の相関が認められた ($p < 0.05$)。

MRI 撮影時と同時期の単純 X 線で骨頭変形は 7 股に認め、その内訳は Kalamchi & MacEwen 分類 Group1 が 5 股、Group2 が 2 股であった。MRI β角と骨頭変形との相関を図4に示す。MRI β角と骨頭変形の相関係数は 0.20 で有意な相関は認められなかった ($p=0.22$)。

調査時 Severin 分類での良好群の MRI β角は平均 51.5° (27.1~72.6)、不良群の MRI β角は平均 60.0° (42.9~76.0) であり、不良群における MRI β角は有意に大きかった ($p < 0.05$) (図5)。

症例供覧

良好群の症例を図6に示す。1歳時に左の脱臼に対して徒手整復を施行した女児。3歳時に遺残性亜脱臼を認め MRI を撮影した。MRI の T2* 強調像での β角は、45.6°であった。最終調査時(11歳)での単純 X 線像では、Severin Ia で予後良好

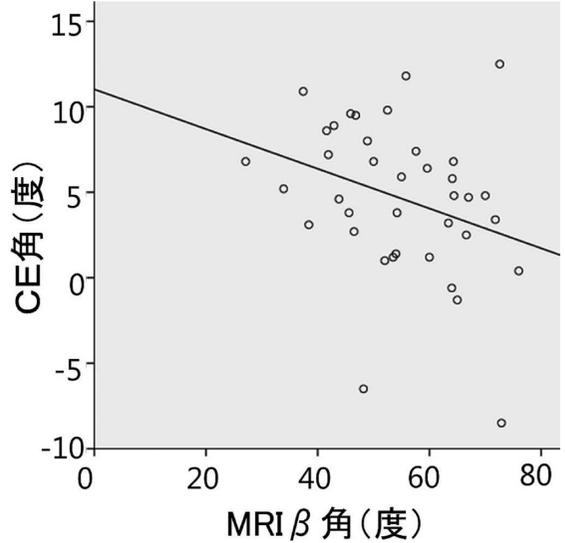
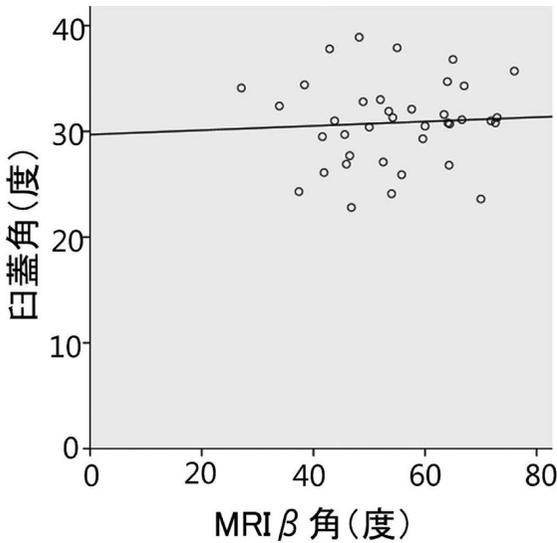


図3. MRIのβ角と臼蓋角・CE角との相関

MRIのβ角と臼蓋角に有意な相関は認められなかった。MRIのβ角とCE角には相関は弱いだが、有意な負の相関が認められた。

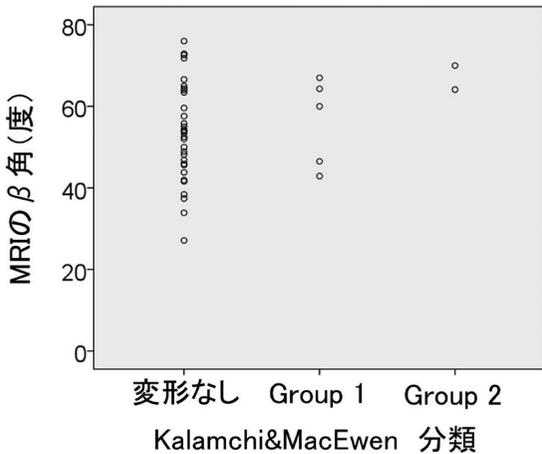


図4. MRIのβ角と骨頭変形との相関

MRIのβ角と骨頭変形に有意な相関は認められなかった。

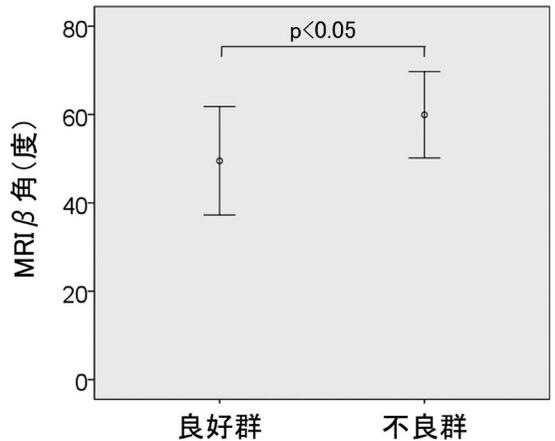


図5. 良好群と不良群におけるMRIのβ角の比較
不良群のMRIのβ角は、良好群より有意に大きかった。

である。

不良群の症例を図7に示す。4か月時に右の脱臼に対してPavlik harnessを装着して、整復が得られた女兒。3歳時に遺残性亜脱臼を認め、MRIを撮影した。MRIのT2*強調画像でのβ角は、76.0°であった。最終調査時(12歳)での単純X線像ではSeverin IIIで予後不良である。

考 察

遺残性亜脱臼に対する補正手術の適応を決定する際に、単純レントゲンでの指標がボーダーラインの症例では判断に迷うことが多い。Omeroğluら⁶⁾は、経験のある小児整形外科医でも、単純X線だけでは補正手術の正確な適応の判断は難しく、保存的に経過を見る傾向にあると述べている。本研究でも、3~4歳時に撮影した単純X線での臼蓋角やCE角は、成績良好群と不良群の間

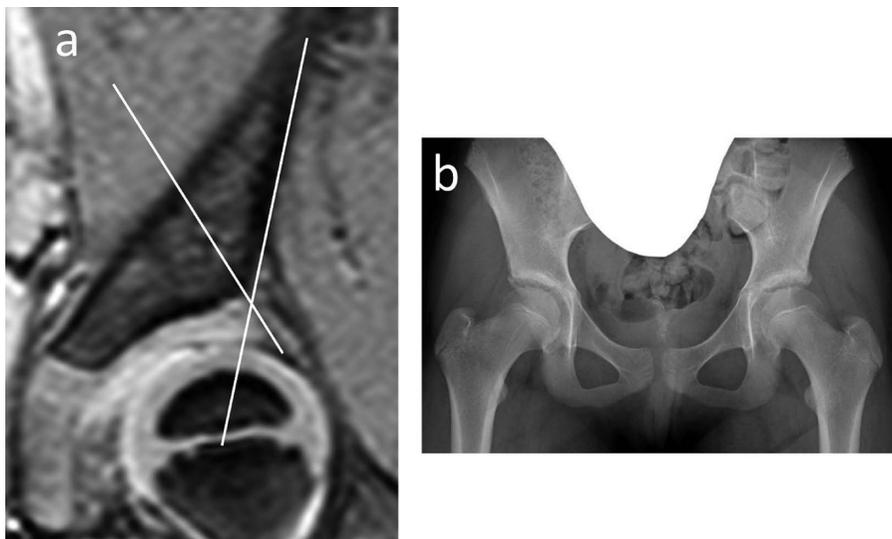


図 6. 良好例の MRI T2*強調像と最終調査時の単純 X 線像

a : 3 歳, 左遺残性亜脱臼. MRI の β 角 45.6°

b : 11 歳, Severin Ia

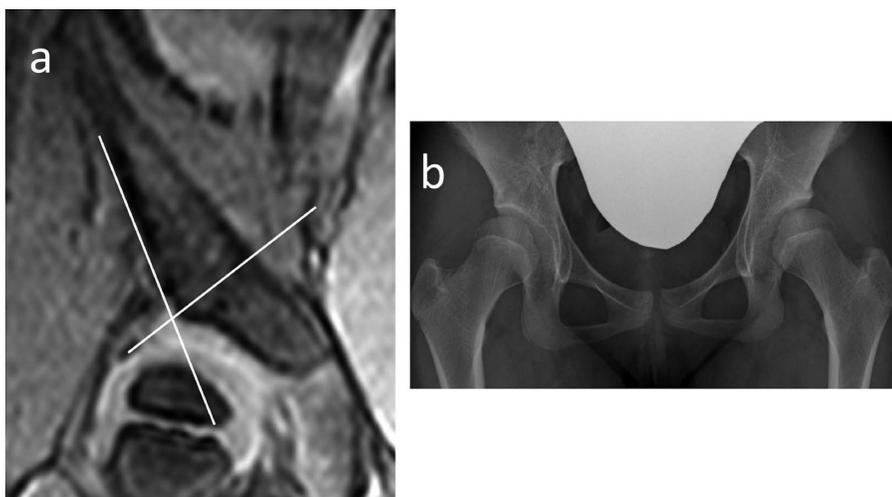


図 7. 不良例の MRI T2*強調像と最終調査時の単純 X 線像

a : 3 歳, 右遺残性亜脱臼. MRI の β 角 76.0°

b : 11 歳, Severin III

で有意な差は認められなかったが、調査時には 37%が予後不良となっていた。このことから、臼蓋発育の評価には、単純 X 線による骨性要素の評価だけでは限界があることが示唆される。Tschauner ら⁹⁾は、臼蓋発育の評価には関節唇の正確な評価が必要であると述べている。遺残性亜脱臼の発育を予想するには、関節唇などの軟部組織を含めた評価が必要である。

股関節のバイオメカニクスについて、Tschauner ら⁸⁾は、臼蓋形成不全が存在すると荷重時に大腿骨頭を外上方へ押し出す分力が発生し、この分力により関節唇や臼蓋軟骨外側に過度な応力や張力がかかり、関節唇が病的変化を起こすと述べている。Siffert⁷⁾は、臼蓋外側の応力集中は臼蓋外側端の発育を妨げると述べている。Kim⁴⁾は、動物実験で関節唇を外反させると、臼蓋形成不全と

亜脱臼が出現して、白蓋軟骨変性が起こることを証明している。白蓋発育には白蓋や骨頭の形態異常に加えて、関節唇や白蓋軟骨外側への応力集中も関与しているものとする。MRIで関節唇外反を調査した今回の研究で、MRI β 角は大腿骨頭の側方化と関連があり、不良群のMRI β 角は良好群に比べて有意に強かった。このことから、MRI β 角は大腿骨頭から関節唇に分散される応力の大きさを反映していると考えた。この応力が大きいと関節唇の外反の程度が強くなり、関節唇や白蓋外側に応力集中を起こすため、白蓋の発育が不良となるものと推察した。

本研究には、いくつかのlimitationがある。まず第1に、フォローアップ期間が短く、骨成熟までフォローしていない。より正確な発育評価には骨成熟後までのフォローが必要である。第2に、骨盤の傾斜やMRI撮影のスライス方向によってMRI β 角に測定誤差が生じる可能性がある。より正確な関節唇の外反の程度の評価には、放射状MRIなど骨盤の傾斜を排除した撮像法³⁾が必要であろう。また、Fujiiら¹⁾は、白蓋形成不全では腸骨翼も含めた骨盤全体の形態異常があると報告している。 β 角測定に用いる基線は、腸骨外壁に平行な線であるため、骨盤全体の形態異常もMRI β 角の測定値に影響する可能性がある。それゆえ、今後さらなる研究が必要と考える。

結 論

MRI β 角は、骨頭側方化と関連していたが、白蓋被覆や骨頭変形とは独立した指標であった。MRI β 角は、良好群に比べ不良群が有意に大きかった。MRI β 角は、大腿骨頭から関節唇に分散される応力の大きさを反映しており、白蓋発育を予測する新たな指標となる可能性がある。

文献

- 1) Fujii M, Nakashima Y, Sato T et al: Pelvic deformity influences acetabular version and coverage in hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 469(6) : 1735-42, 2011.
- 2) 藤井敏男, 和田晃房: 小児整形外科テキスト(日本小児整形外科学会 教育研修員会編), メジカルビュー社, 東京, 54-60, 2004.
- 3) Horii M, Kubo T, Hachiya Y et al: Development of the acetabulum and the acetabular labrum in the normal child: analysis with radial-sequence magnetic resonance imaging. *J Pediatr Orthop* 22(2) : 222-227, 2002.
- 4) Kim YH: Acetabular dysplasia and osteoarthritis developed by an eversion of the acetabular labrum. *Clin Orthop Relat Res* 215 : 289-295, 1987.
- 5) 久保俊一: 股関節学, 金芳堂, 京都, 70-72, 584-586, 2014.
- 6) Omeroğlu H, Ağuş H, Biçimoğlu A et al: Evaluation of experienced surgeons' decisions regarding the need for secondary surgery in developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop* 32(1) : 58-63, 2012.
- 7) Siffert RS: Patterns of deformity of the developing hip. *Clin Orthop Relat Res* 160 : 14-29, 1981.
- 8) Tschauner C, Hofmann S: Labrum lesions in residual dysplasia of the hip joint. Biomechanical considerations on pathogenesis and treatment. *Orthopade* 27(11) : 725-732, 1998.
- 9) Tschauner C, Hofmann S, Graf R et al: Labrum lesions and residual dysplasia of the hip joint. Definition and prospectives. *Orthopade* 27(11) : 772-778, 1998.
- 10) Wakabayashi K, Wada I, Horiuchi O et al: MRI findings in residual hip dysplasia. *J Pediatr Orthop* 31(4) : 381-387, 2011.