

ペルテス病後骨頭変形に対する Roundness index を用いた 連続尺度評価の試み

神奈川県立こども医療センター整形外科

中村直行・奥住成晴・町田治郎
増田謙治・古谷一水・青木千恵

要旨 【目的】ペルテス病治癒後骨頭変形を Roundness index(以下 RI : Okano K et al. 2008)を用いて定量的に評価すること。

【対象と方法】2002~2006年に入所完全免荷治療を行われ、3.5年以上経過観察された片側ペルテス病患者42例を対象とした。画像評価は、最終診察時に骨未成熟例を含んだが、便宜的に大腿骨頭に対する RI, Stulberg 分類を計測した。また、入所後6か月時の% Lateral pillar と最終診察時単純 X 線正面像 RI の相関性評価を行った。

【結果】単純 X 線正面像の RI は、Stulberg 分類によって有意差を認めた。% LP と RI の相関性は、スピアマンの相関係数で-0.46であった。

【まとめ】ペルテス病治癒後の骨頭変形について、RI が60%以上であるとほぼ Stulberg 分類Ⅲ型と分類された。また、入所6か月時の% LP と最終骨頭形態の間に中等度の逆相関性が認められた。

はじめに

ペルテス病治癒後の骨頭形態に Lateral pillar 分類(以下、LP 分類)が相関することはよく知られている²⁾³⁾。その相関性をより詳細に知るために、近年、ペルテス病治療の評価に際し、順序変数であった LP 分類や Stulberg 分類を連続変数に置き換えて評価する試みが盛んになされている¹⁾⁷⁾。今回我々は、Okano⁹⁾の Roundness index という簡便な評価法を用いて定量的な評価を試み、その有用性を検討した。加えて、当施設における入所完全免荷療法の治療成績も評価した。

対象と方法

対象は2002~2006年に当科を受診したペルテ

ス病93例中、保存的治療を行い、最終診察時10歳以上かつ初診後3.5年以上経過した片側ペルテス病42例(男34, 女8)とした。初診時平均年齢7.0歳(3.8~10.5)、最終診察時平均年齢13.7歳(10.2~18.3)、経過観察期間は平均6.6年(4.4~9.7)であった。

方法は、最終診察時単純 X 線正面・側面像における大腿骨頭に対して、便宜的に Mose の同心円を利用した健側患側の骨頭半径計測、Stulberg 分類評価を行い、骨頭球面性の定量評価として正面像および側面像で Roundness index(以下、RI)を計測した。これらの関係性評価は、パートレット検定で Stulberg 分類各群の分散の等しさを確認後、一元配置分散分析を行った。また、入所後6か月の単純 X 線像から得られた% Lateral pillar

Key words : Legg-Calvé-Perthes disease(ペルテス病), roundness index(骨頭円形指数), quantification(定量化)

連絡先 : 〒 232-8555 神奈川県横浜市南区六ツ川 2-138-4 神奈川県立こども医療センター整形外科 中村直行

電話(045)711-2351

受付日 : 平成 24 年 1 月 26 日

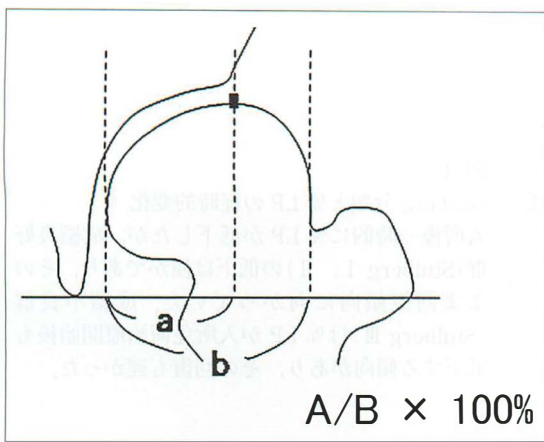


図 1. Roundness index 正面像

涙痕線を基線とし、骨頭のトップの位置と骨頭径を利用して求める。

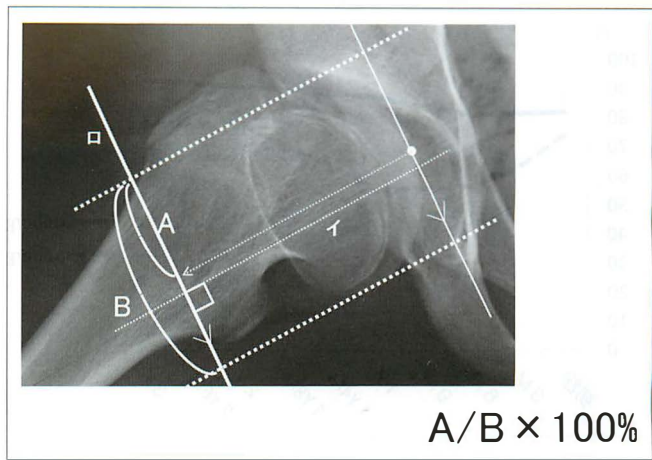


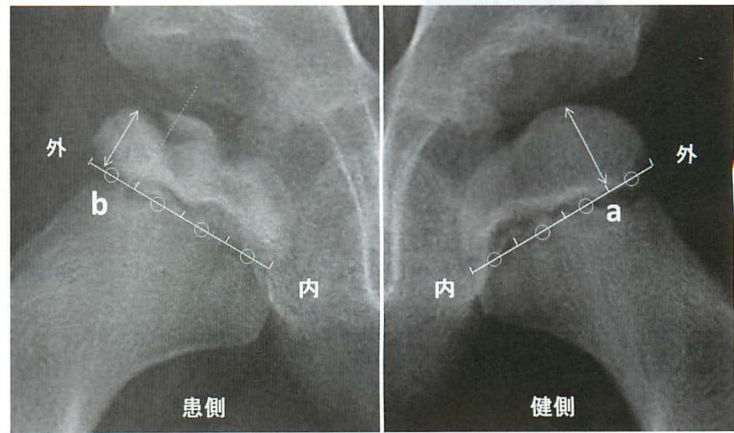
図 2. Roundness index 側面像

Lauenstein 像において、大腿骨頸部軸に相応する頸部骨梁に平行な直線(イ)に対して垂直となる基線(ロ)を作成し、正面像と同様に前方からの比率を求めた。

図 3.

本研究の% Lateral pillar 計測法

健側は外側 1/4 境界点(a)と決め、患側は外側 1/4 領域(b)の最も高いところとして計算した。



(以下、% LP)と最終診察時正面像 RI の相関性を検討した。統計ソフトは SPSS 20.0(IBM Corp.)を使用し、 $p < 0.05$ を有意とした。

RI に関しては、正面像は Okano ら⁹⁾の方法を利用した(図 1)。涙痕線を基線とし、骨頭のトップの位置と骨頭径を利用して求めるものであり、非常に簡便である。また、Lauenstein 像において、大腿骨頸部軸に相応する頸部骨梁に平行な直線に対して垂直となる基線を作成し、正面像と同様に前方からの比率を求めて骨頭円形度を算定し、側面 RI として評価した(図 2)。また、主著者および共著者の 1 名(卒後 10 年、整形外科専門医)で、ランダムに選択した 15 股関節正面像について、RI の計測を 2 週間あけて 2 回行うことにより、検者内、検者間の信頼性評価を行った。

% LP の計測点であるが、本研究においては、

健側は外側 1/4 境界点と決め、患側は外側 1/4 領域の最も高いところとして計算した(図 3)。

これらに加えて、本対象の施設入所完全免荷治療成績を評価した。入所完全免荷療法は、入所後まずベッド上水平外転牽引を行い、外転可動域が 40° を確保できたらバッチャー装具を作成し、車椅子で完全免荷生活を続ける。骨端核の外側新生骨が確認できたら、タヒジャン装具へ移行する。退所時は完全独歩であった。

治療成績評価は入所後 6 か月の LP 分類、% LP の経時的計測(3M, 6M, 9M, 1Y, 1Y4M, 1Y8M, 2Y, 2Y6M, 3Y)、最終診察時の Stulberg 分類とした。

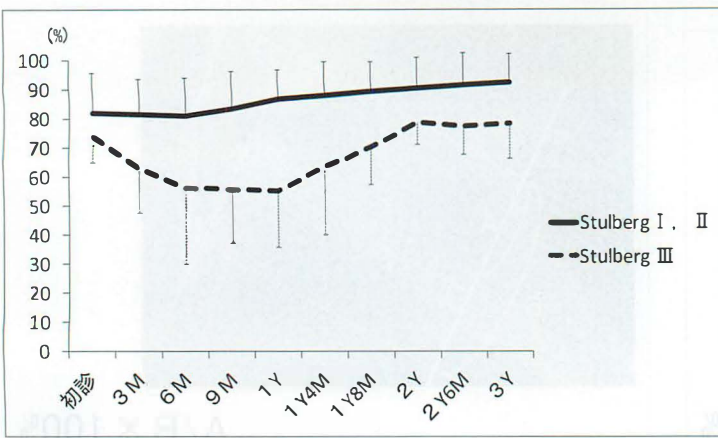


図 4.
Stulberg 分類と % LP の経時的変化
入所後一時的に % LP が低下したが，成績良好群 (Stulberg I, II) の低下は僅かであり，そのまま回復傾向に向かっていた。成績不良群 (Stulberg III) は % LP が入所免荷治療開始後も低下する傾向があり，その回復も遅かった。

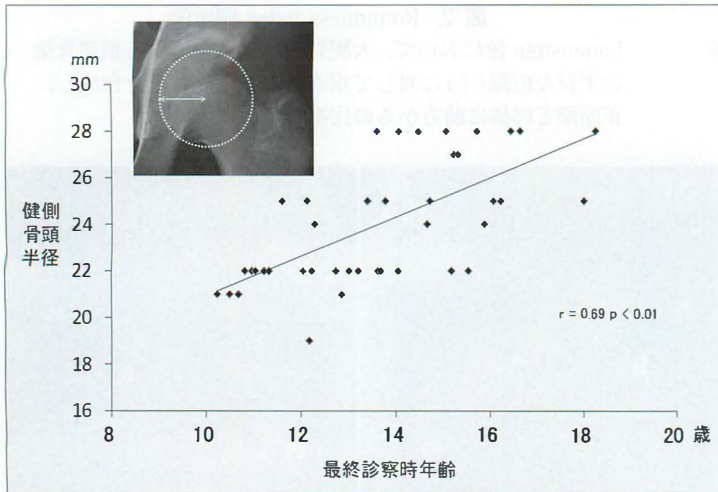


図 5.
最終診察時年齢と健側骨頭半径
発育により骨頭半径が 10 歳頃から 16 歳頃までに 5 mm ほど大きくなることが認められた。

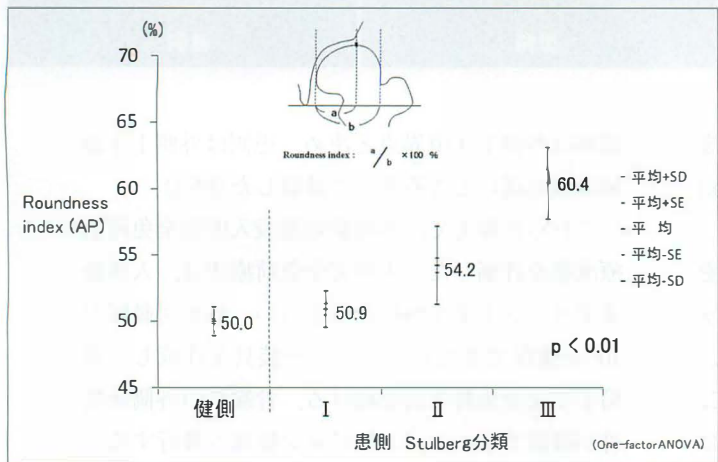


図 6.
Stulberg 分類と Roundness index (正面像)
健側は正円性のため Roundness index は 50% に集約しているが，患側は Stulberg 分類の Class に従い大きくなっていった。(一元配置分散分析, $p < 0.01$)

結果

1) 治療成績について

平均入所期間は 16.6 か月 (6.1~23.4) であった。また，入院後 6 か月の LP は A : 1 股，B : 35 股，C : 6 股であり，最終診察時の Stulberg 分類

は I : 10 股，II : 25 股，III : 7 股で，IV 以下はなかった。Stulberg 分類 I, II の成績良好例は 83% であった。

% LP の推移は，例え入所完全免荷治療であっても，入所後一時的に % LP が低下したが，成績良好群 (Stulberg I, II) の低下は僅かであり，そ

図 7. Stulberg 分類と Roundness index (側面像) 健側および患側も Stulberg 分類に関わらず 50%に集約している.

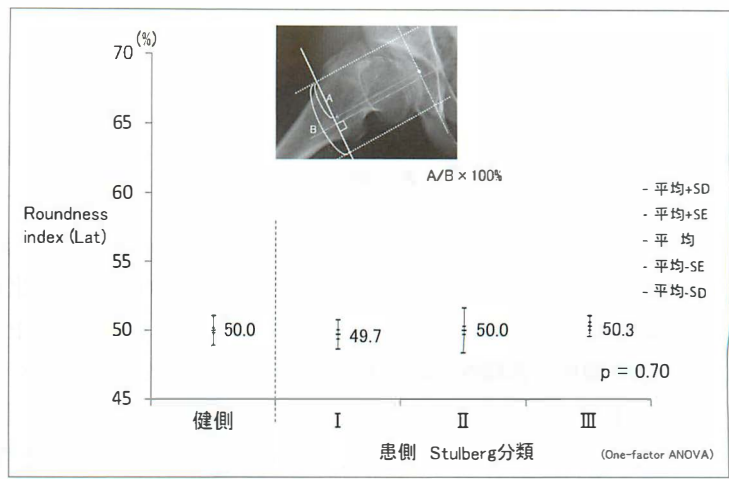
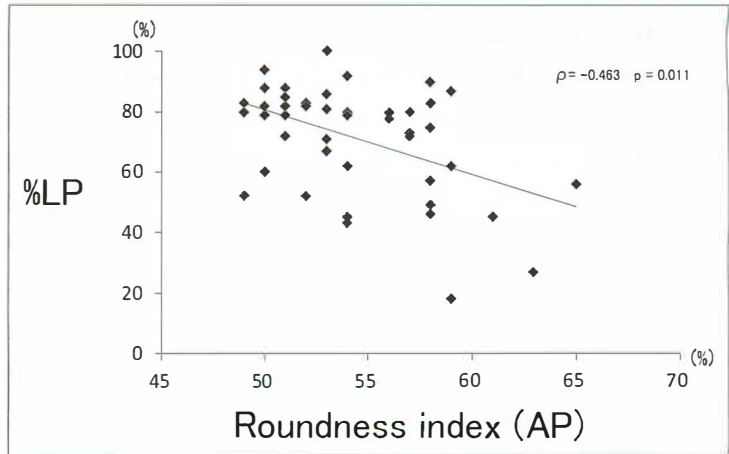


図 8. 入所 6 か月時 % LP と Roundness index (正面像) $p = -0.46$ の中等度相関を認め、入所 6 か月時の % LP が低下すると最終診察時の骨頭形態が不良となる傾向がみられた.



のまま回復傾向に向かっていた。成績不良群 (Stulberg III) は % LP 低下が大きく、回復も遅かった (図 4)。しかし、本研究対象において、入所後 6 か月時に判定した LP 分類は、その後の経過においてグループ変更例はなかった。

2) 骨頭形態について

本対象群において、最終診察時年齢と健側骨頭半径を評価すると、発育により骨頭半径が 10 歳頃から 16 歳頃までに 5 mm ほど大きくなることが認められた (図 5)。

Stulberg 分類と正面像の RI の関係を検討すると、健側は正円形に近く RI は $50.0 \pm 1.1\%$ で、ばらつきは小さかった。一方、患側では Stulberg 分類ごとの差が明らかで、Stulberg 分類 I が $50.9 \pm 1.4\%$ 、II が $54.2 \pm 2.9\%$ 、III が $60.4 \pm 2.7\%$ であった。これらは一元配置分散分析にて有意差を認めた (図 6)。RI が 60% 以上の例は全例 Stulberg 分類 III 型であった。

側面像 RI については、健側が正円に近く $50.0 \pm 1.0\%$ で、ばらつきが小さい傾向は同じであったが、患側においては正面像と異なる傾向が見られ、Stulberg 分類 I が $49.7 \pm 1.0\%$ 、II が $50.0 \pm 1.6\%$ 、III が $50.3 \pm 0.7\%$ と、Stulberg 分類に関わらずほぼ 50% に集約しており、側面円形性はいずれの群でも高かった (図 7)。

RI の信頼性について、検者内の級内相関係数は 0.828, 0.593 であり、検者間では 0.832, 0.714 であった。

次に、% LP と最終診察時正面像 RI の間の相関性を検討した。% LP の正規性が棄却されたため、Spearman の順位相関係数検定を行った。結果、 $p = -0.46$ の中等度逆相関を認めた ($p = 0.011$)。すなわち、入所 6 か月時の % LP が低値であると最終診察時の骨頭形態が不良となる傾向を示した (図 8)。

考 察

ペルテス病の治療成績評価法として、Stulberg分類が広く用いられているが、厳密かつ客観的な評価は必ずしも容易ではない。今回の研究では、より簡便で客観性のある方法について検討した。

まず、今回の結果から、発育に伴う骨頭径の増大に着目した。ペルテス病の治療成績にStulberg分類を利用し、絶対値2mmという骨頭半径の正側差を論じる際には、この発育による骨頭径の増大を考慮に入れるべきであろう。骨頭扁平率は同じでも、評価時年齢が年少である程、成績良好に判定される可能性がある。日整会のmultiple center study⁴⁾でも「最終診察時13歳以上ないしは3.5年以上の経過観察」と対象設定があり、昨今の発表でもこのような条件を散見するが、やはり最終成績評価としてStulberg分類を用いることは「便宜的な利用」と言わざるを得ない。明らかなlimitationである。しかし、これは骨未成熟時期にprimary healingを迎えた症例に対する簡便な評価法を研究者が求めていることの表れではないかとも考えられる。

Stulberg自身が述べているように、Stulberg分類における骨頭半径については、Mose法と同様に正面・側面2方向計測を必須としている¹⁰⁾。また、昨今のペルテス病の治療成績については、Stulberg分類I、II型までを良好、III型以降を不良群とする事が多く、II、III型の判別が分水嶺となる傾向にあるが、その境界には議論がある⁵⁾⁶⁾。

これらを考慮して、今回の研究では、治癒後の骨頭変形の定量評価をOkanoら⁹⁾のRIという簡便な方法を用いて、正側2方向で試み、Stulberg分類との関係を探った。骨頭の円形性は、正面像ではStulberg分類に併せて楕円化の増悪が認められたが、一方で、側面像での円形性は一貫して高かった。さらに、正面像RIとStulberg分類が相関したことから、正面像でRIが60%以上であれば、Stulberg分類IIIであるといえる。そして、RIの検者内・検者間信頼性は、過去のStulberg

分類の信頼性評価報告⁸⁾と比べても、遜色ないのであった。

また、各種画像パラメータから因子分析にて相関性の存在を示唆された中で、人所6か月時の%LPが低値であると最終診察時の骨頭形態が不良となる傾向がわかった。これはすなわち、従来から使用されている病初期のLP分類によって重症と判定されれば、最終診察時のStulberg分類が不良となることを、連続変数を用いてより詳細に示したことに他ならない。

ちなみに、%LPの計測法であるが、二見らの接線計測法¹⁾は明解であるが、圧潰が進行するにつれて健側接点が内側に移動したり、骨端核の形状によっては健側接点がかなり中央となってしまう症例があり、健患側比を計算する際の基準が変わってしまう問題を秘めている。つまり圧潰が高度の症例や低年齢によく見られる骨端核形態が三角形の症例などでは、%LPはより低く計算される傾向がある。

本研究においては、健側は外側1/4境界点と決め、患側は外側1/4領域以遠の最も高いところとして計算した。しかし結果論として、%LPの経時的な推移は二見らの報告¹⁾と類似していた。%LPは、人所時から6か月程度までは、完全免荷治療でも一律低下する傾向にあり、これは完全免荷によっても免れるものではなかったため、本症の自然経過として考えるべき要素があることがわかった。また、二見らの結果と比べ今回の%LPが総体的に高くなった理由は、1)完全免荷治療により圧潰を免れた、ということの他に、2)%LPの計算法が異なり、%LPが高く計算された、とも考えられる。しかし、経過中の圧潰進行のためにLateral pillar分類のグループ変更を要したとする他の報告⁵⁾⁶⁾に対し、今回我々の対象群においては人所6か月時のLateral pillar分類判定後にグループ変更例はなく、やはり完全免荷による圧潰進行抑制の意義は大きいと考えられた。

まとめ

1) 最終診察時正面像 RI が 60% 以上の場合は、ほぼ Stulberg 分類Ⅲ型である。

2) 入所 6 か月時 % LP と最終診察時 RI (正面像) に中等度 ($p = -0.46$) の相関性を認めた ($p = 0.011$)。

3) 入所完全免荷療法にて Stulberg 分類Ⅰ, Ⅱの良好例が全症例の 83% を占めた。

文献

- 1) 二見 徹 : Perthes 病 最近の病態の捉え方と治療 Perthes 病における定量的 lateral pillar 分類. 日整会誌 84(11) : 1034-1039, 2010.
- 2) Herring JA : Legg-Calvé-Perthes disease at 100 : a review of evidence-based treatment. J Pediatr Orthop 31(2 Suppl) : S137-140, 2011.
- 3) Herring JA, Kim HT, Browne R : Legg-Calvé-Perthes disease. Part II : Prospective multicenter study of the effect of treatment on outcome. J Bone Joint Surg Am 86-A(10) : 2121-2134, 2004.
- 4) Kim WC, Hiroshima K, Imaeda T : Multicenter study for Legg-Calvé-Perthes disease in Japan. Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association 11(4) : 333-341, 2006.
- 5) Kuroda T, Mitani S, Sugimoto Y et al : Changes in the lateral pillar classification in Perthes' disease. J Pediatr Orthop B 18(3) : 116-119, 2009.
- 6) Lappin K, Kealey D, Cosgrove A : Herring classification : how useful is the initial radiograph? J Pediatr Orthop 22(4) : 479-482, 2002.
- 7) 中村順一, 亀ヶ谷真琴, 西須 孝ほか : 骨成熟期を迎えたペルテス病における大腿骨頭形態評価の試み. 日小整会誌 20(2) : 320-326, 2011.
- 8) Neyt JG, Weinstein SL, Spratt KF et al : Stulberg classification system for evaluation of Legg-Calvé-Perthes disease : intra-rater and inter-rater reliability. The Journal of bone and joint surgery. American volume 81(9) : 1209-1216, 1999.
- 9) Okano K, Enomoto H, Osaki M et al : Femoral head deformity after open reduction by Ludloff's medial approach. Clin Orthop Relat Res 466(10) : 2507-2512, 2008.
- 10) Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R : The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. J Bone Joint Surg Am 63(7) : 1095-1108, 1981.

Abstract

Using the Roundness Index to Quantitatively Assess the Deformity in the Femoral Head of Perthes' Disease.

Naoyuki Nakamura, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kanagawa Children's Medical Center

The aim of this study was to explore the use of the Roundness Index proposed by Okano et al (2008) to quantitatively assess the deformity in the femoral head in Legg-Calvé-Perthes' disease (LCPD). The Roundness Index was used together with Stulberg's Classification at final follow-up examination for 42 patients with unilateral LCPD treated conservatively between 2002 and 2006. Their mean age at first visit was 7.0 years, and the mean duration of follow-up was 6.6 years. Their mean duration of hospitalization was 16.6 months. Several parameters including % lateral pillar on radiographs at 6 months after the first visit, the Roundness Index and the Stulberg's Classification on radiographs at final visit were measured. The Roundness Index was significantly different from the Stulberg's Classification on one-factor ANOVA ($p < 0.01$). The Roundness Index tended to increase (Spearman's $\rho = -0.46$) with decreasing % lateral pillar. A Roundness Index of $>60\%$ was fairly well correlated with Stulberg's grade 3, and the Roundness Index at final follow-up was inversely correlated with the % lateral pillar at 6 months after the first visit.