

Title	Legg-Calve-Perthes病の軟骨の変化についてT1強調MRIにおける計測
Author(s)	熊坂, 由紀子; 渡辺, 均; 東原, 恵郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(10), p. 1232-1239
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16778
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Legg-Calvé-Perthes 病の軟骨の変化について

T₁強調 MRI における計測

関西労災病院放射線科，*大阪大学医学部放射線医学教室

熊坂由紀子 渡辺 均 東原 恵郎

岸本 陽督 原田 貢士* 小塚 隆弘*

（平成2年8月6日受付）

（平成3年2月7日最終原稿受付）

Changes of Cartilaginous Contour of Legg-Calvé-Perthes Disease Calculation on T₁-Weighted MR Images

Yukiko Kumasaka, Hitoshi Watanabe, Tokuro Higashihara, Haruyoshi Kishimoto,
Koushi Harada* and Takahiro Kozuka*

Department of Radiology, Kansai Rosai Hospital

*Department of Radiology, Osaka University School of Medicine

Research Cord No. : 505.8, 505.9

Key Words : Pediatrics, Hip joint, Avascular Necrosis,
MR imaging

T₁-weighted MR images of Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) were classified into three groups on the basis of radiographic stage, and morphological differentiation for staging was attempted.

In the stage of fragmentation, both enlargement and flattening of the cartilaginous contour surrounding the epiphysis could be recognized on MRI, and the growth plate showed more curvature than normal. This produced flattening of the epiphysis in the shape of a crescent. We confirmed these findings using four indexes for the measurement of cartilaginous outline, and the stage of avascular necrosis and fragmentation could be clearly differentiated.

Cartilaginous deformities on MRI are very useful for differentiating between the stage of avascular necrosis and fragmentation.

はじめに

LCPDの病期は、従来より単純X線像における大腿骨頭骨端核の変化に基づいて分類され、1) 初期 or 滑膜炎期、2) 壊死期、3) 分節期 or 再生期、4) 治癒期の様に表わされてきた¹⁾。

近年、LCPDの単純X線像の病期が異なることMR像も異なることが諸家により報告されており^{2)~6)}、大腿骨頭の変形については再生期における巨大化、扁平化が報告されている。しかし、従来の評価の方法は主観的であり客観的な指標は少

ない⁷⁾。MRIは、海綿骨と致密骨から成る骨端核のみならずこれらを取り囲む関節及び成長軟骨を明瞭に描出するため⁸⁾、X線像では得られない骨頭の軟骨の輪郭の計測が可能である。そこで我々は、大腿骨頭の軟骨面の大きさ及び形状を評価するためにこの軟骨の輪郭の横径と高さを計測し、関節軟骨の腫大度、成長軟骨の彎曲度、骨端の扁平度を求めた。また、X線像の病期の違いによってこれらの値に相違があるか否かを検討し、X線像による病期分類に準じたMRIの病期分類における

これらの指標の有用性について検討した。

対象及び方法

1. 対象

股関節痛、跛行を主訴とし初診時から経過中の単純 X 線像により LCPD と診断された、16 例の男児に対し MRI を施行した。16 例の内、両側 LCPD は 3 例、右側 6 例、左側 7 例である。1988 年 6 月から 1990 年 10 月の間に施行された MRI の検査数は、1 例に 3 回、8 例に 2 回、7 例に 1 回の計 26 回である。罹患骨頭は MRI 施行時前後に撮像された単純 X 線の正面像および frog-leg position による大腿骨頭の側面像により、Stage 1: 壊死期、Stage 2: 分節期(再生期)、Stage 3: 治癒期の 3 期に分類された。各病期の罹患骨頭の延べ数と発症からの期間は、Stage 1: 5 個 1~6 カ月(平均 2.6 カ月)、Stage 2: 11 個 6 カ月~3 年 0 カ月(平均 1.5 年)、Stage 3: 10 個 2 年 9 カ月~6 年 7 カ月(平均 4.6 年)であり、対象の平均年齢は、Stage 1: 6.5 歳、Stage 2: 7.5 歳、Stage 3: 11.6 歳である。

2. 装置及びパルス系列

使用した装置は 1.5T 超伝導型 MR 断層装置 SIGNA (General Electric) で、body coil を使用した。spin-echo (SE) 法により両股関節の T1 強調冠状断を撮像した。scan parameter は次の通りである。TR=500 or 600 msec, TE=20 msec, 以下 (SE TR/TE) を (SE 500/20) のように考わすこととする。FOV=22~30 cm, 収集 Matrix=256×128 or 256×256, pixel size=0.86~2.00 mm, slice thickness=4~5 mm, slice interval は 1 回の撮像で大腿骨頭が全て撮像されるように、1.0~2.5 mm の間で調節した。Nex=2 or 4, 撮像時間は 2 分 9 秒から 5 分 8 秒である。

3. 検討項目

罹患骨頭の SE 法 T1 強調冠状断像は、関節軟骨表面の腫大度、成長軟骨の彎曲度とこれらによって取り囲まれた骨端の扁平度について検討された。

計測 1. 大腿骨頭の最大横径、Maximum width (M.W.): 関節軟骨の最内側から最外側の距離 M.W. を測定した (Fig. 1)。

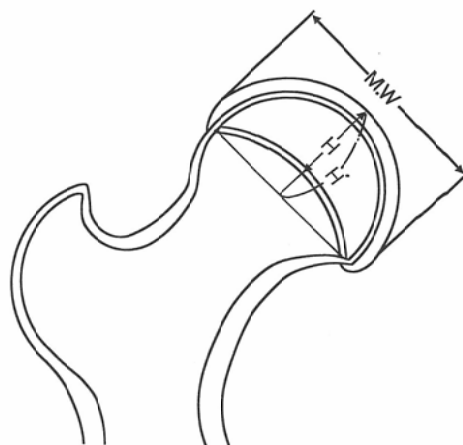


Fig. 1 Measurement of cartilaginous contour surrounding capital epiphysis

M.W: Maximum Width=Distance between medial and lateral surface of the articular cartilage, H: Distance between superior surface of the articular cartilage and inferior margin of the growth plate, H': distance between superior surface of the articular cartilage and base line binding inferior margin of medial and lateral aspect of the growth plate, F.I: Flattening Index = H/H' , E.I: Epiphyseal Index = $H/M.W$

計測 2. 大腿骨頭骨端の高さ、Height (H) および Height' (H'): 大腿骨頭中央における関節軟骨の上面と成長軟骨の下面との距離 H を計測した。同じく骨頭中央において関節軟骨の上面と、成長軟骨の外側と内側の下端を結んだ直線との距離 H' を計測した。

Index 1. M.W: 関節軟骨表面の腫大度を最大横径 M.W. により評価した。Index 2, H: 骨頭中央における軟骨間の距離 H で扁平度を評価した。Index 3. F.I (Flattening Index) = H/H' : 成長軟骨の凸型彎曲による骨端の扁平化を H と H' の比で評価した。Index 4. E.I (Epiphyseal Index) = $H/M.W$: 横径 M.W. に対する高さ H の比で扁平度を評価した⁹⁾。

各 Index は年齢による影響を除く為に、1 例 LCPD については健側との比を Q (Quotient) = 患側/健側として表わすこととした。両側例については、異なる病期にある左右の Index の比を検討した。

結 果

X線像における骨端核の骨の輪郭と、MR像における骨端核を取り囲む軟骨の輪郭には次のような相違が認められた。

Stage 1 壊死期の単純X線像では (Fig. 2a) 骨端核化骨中心の上部特に前方外側に扁平化が認められた。MR像では (Fig. 2b) 軟骨表面の半球状の輪郭と大きさは、健側とほぼ等しく認められた。Stage 2 分節期のX線像では (Fig. 3a)、骨端核の著明な扁平化と骨圧縮像および分節化を認めた

が、MR像では (Fig. 3b)、関節軟骨は肥厚し軟骨面の輪郭は明らかに腫大していた。また、成長軟骨は上方に向かって凸型に弯曲し骨端を取り囲む軟骨の輪郭は三日月状の扁平化を呈していた。両側例のMR像でも (Fig. 4)、このような壊死期と分節期の相違が明らかであった。Stage 3 治癒期のX線像では (Fig. 5a)、骨端核の骨梁は再生されており骨頭は様々な程度の腫大を呈していた。MR像では (Fig. 5b)、軟骨の輪郭は分節期と同様に腫大と変形を呈していたが、これは単純X線像の骨の



Fig. 2a Case 2, AVN of the left femoral head in a four years old boy, one month after the first complaints. Lateral view of the femoral head in a frog-leg position shows flattening of the superioanterior aspect of the epiphyseal ossification center (EOC) (arrow head) and increasing of the head-socket distance. Subchondral fracture of the epiphysis is recognized (arrow).

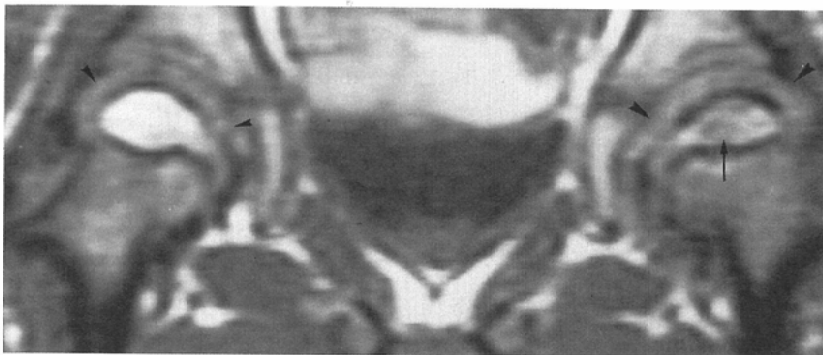


Fig. 2b Case 2, T1-weighted MRI (SE 600/20) obtained ten days later than the plain radiograph. Fig. 2a. Signal intensity of the cancellous bone in the left capital epiphysis is decreased (arrow), which suggests avascular necrosis. Articular cartilage of the affected femoral head (big arrow head) has the same hemispherical contour as normal side (small arrow head). M.W.Q=1.00, H.Q.=1.00, F.I.Q=0.83, E.I.Q=1.00



Fig. 3a Frontal view of plain radiograph of one year later than Fig. 2. EOC is compressed severely and divided into some fragments (arrow) with radiolucent areas between them. These are characters of fragmentation stage.



Fig. 3b Case 2, T1-weighted MRI (SE 600/20) obtained two weeks later than the plain radiograph (Fig. 3a) shows enlargement and flattening of the cartilaginous outline of the affected epiphysis (arrow head). The growth plate has more curvature than normal (arrow). M.W.Q=1.30, H.Q=0.67, F.I.Q=0.50, E.I.Q=0.52

Table 1 Morphological Indexes for MRI in three stages of LCPD

St	M.W.Q			H.Q			F.I.Q			E.I.Q		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	1.05	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.86	1.00	0.95	0.98
2	1.33	1.08	1.23	0.90	0.50	0.73	0.69	0.42	0.56	0.78	0.42	0.59
3	1.22	1.00	1.12	1.00	0.44	0.84	0.85	0.39	0.70	0.91	0.38	0.75

M.W.Q: Maximum Width Quotient = M.W abnormal / M.W normal

H.Q: Height Quotient = H abnormal / H normal

F.I.Q: Flattening Index Quotient = $\frac{H/H' \text{ abnormal}}{H/H' \text{ normal}}$

E.I.Q: Epiphyseal Index Quotient = $\frac{H/M.W \text{ abnormal}}{H/M.W \text{ normal}}$

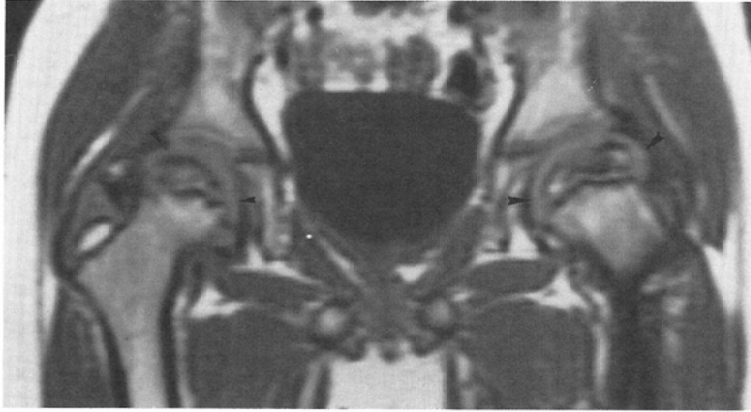


Fig. 4 Case 3, Bilateral LCPD in a six years old boy. Stage of avascular necrosis on the right hip (1 month after onset) and stage of fragmentation on the left (7 months). On T1-weighted images (SE 600/20) cartilaginous outline of the left femoral head (big arrow head) is bigger than right side (small arrow head). The ratio of indexes of left to right (Stage 2/1) are as follow. M.W=1.10, H=0.80, F.I=0.80, E.I=0.72

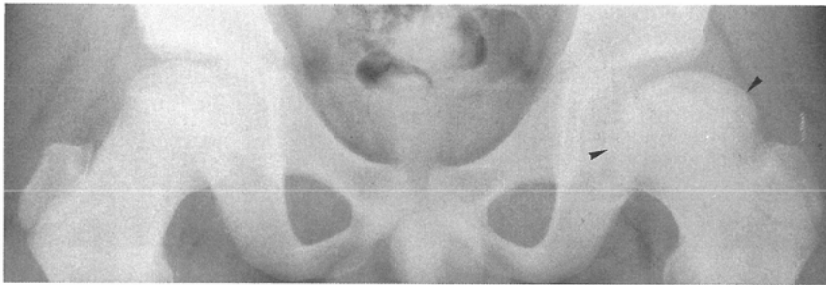


Fig. 5a LCPD of the left femoral head in healing stage of eleven years old boy, four years after the first complaints. On the plain radiograph affected femoral head is enlarged (arrow head) and trabeculated new bone is reconstructed. Epiphyseal line is obscure on the radiograph.

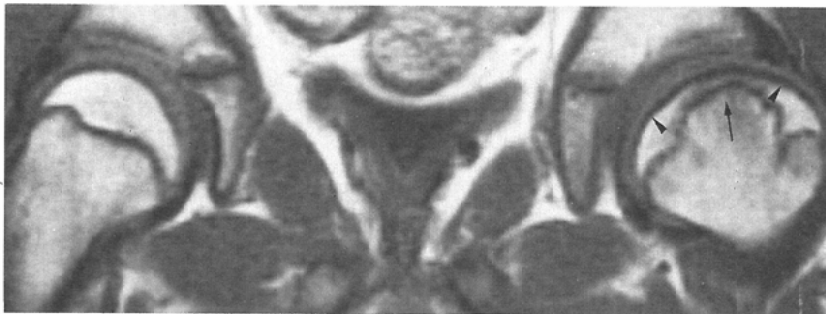


Fig. 5b T1-weighted image (SE500/20) obtained six days prior to the plain radiograph shows enlargement of the affected femoral head (arrow head). Growth plate has been elevated clearly at the center (arrow). M.W.Q=1.09, H.Q=0.44, F.I.Q=0.39, E.I.Q=0.38

輪郭に類似していた。

MR像における軟骨の変化は、T1強調像における計測から導かれた4種の指標により、明らかに示すことができた。一側例で指標を健側と患側との比で表わした値の、3つの病期における最大、最小、平均値はTable 1に示す結果となった。すなわち、壊死期の軟骨表面の最大横径及び高さは健側と殆ど差が無かったが(1.00 ≤ M.W.Q < 1.05, H.Q = 1.00)、分節期では明らかな横径の増大と高さの減少が認められた(1.08 ≤ M.W.Q ≤ 1.33, 0.50 ≤ H.Q ≤ 0.90)。成長軟骨の彎曲度や骨端の扁平化を評価するための指標であるF.I.Q, E.I.Qは、壊死期において0.75 ≤ F.I.Q ≤ 1.00, 0.95 ≤ E.I.Q ≤ 1.00、分節期では0.42 ≤ F.I.Q ≤ 0.69, 0.42 ≤ E.I.Q ≤ 0.78で、壊死期と分節期間に有意差が認められた(p < 0.01)。一方、分節期と治癒期を比較すると、治癒期には最大値と高さの平均値が健側に近づく傾向が見られたが(M.W.Q = 1.12, H.Q = 0.84)、F.I.QとE.I.Qの値は分散が大きく、分節期と治癒期の有意差は認められなかった(p > 0.05)。

壊死期から分節期にかけてMRIを施行した3例(case 1, 2, 3)では、分節期における骨端の軟骨表面の腫大と三日月型の扁平化が指標により明らかに示され、壊死期から分節期への移行が明瞭であった(Table 2, Fig. 6a, b)。また両側例(case 3)でも、分節期と壊死期の相違が、4種の指標の左右の値の比によって明らかにされた(Table 3)。

Table 2 Differences between stage 1 and 2 in three cases

Case	Period	St	M.W.Q	H.Q	F.I.Q	E.I.Q
1	3M	1	1.00	1.00	1.00	1.00
	6M	1	1.05	1.00	0.75	0.95
	1Y 3M	2	1.33	0.73	0.48	0.54
2	1M	1	1.00	1.00	0.83	1.00
	1Y 1M	2	1.30	0.67	0.50	0.52
			M.W mm	H mm	F.I	E.I
3	1M	1	33.3	16.6	0.71	0.50
	11M	2	46.2	15.4	0.57	0.33

Period: after first complaints

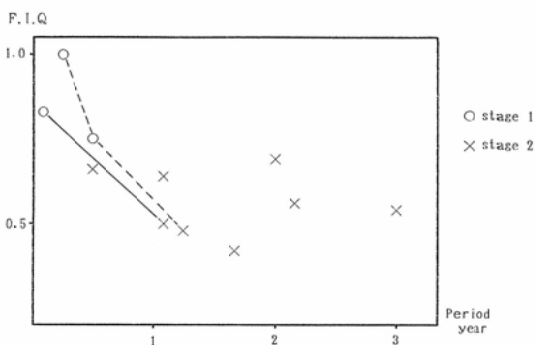


Fig. 6a Flattening Index Quotient in stage of avascular necrosis and fragmentation. —case 1, —case 2

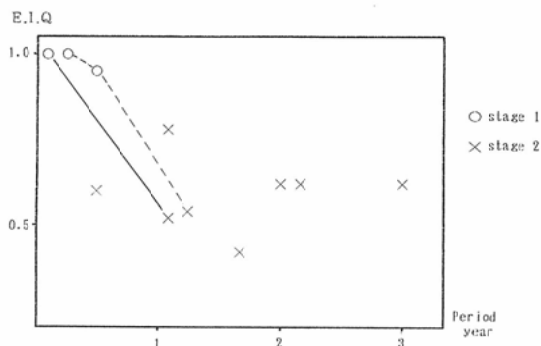


Fig. 6b Epiphyseal Index Quotient in stage of avascular necrosis and fragmentation. —case 1, —case 2

Table 3 Comparison between stage 1 and 2 in bilateral LCPD

Case	Side	Period	St	M.W mm	H mm	F.I	E.I
3	Rt	1 M	1	33.3	16.7	0.71	0.50
	Lt	7 M	2	36.7	13.3	0.57	0.36
Stage 2/Stage 1				1.10	0.80	0.80	0.72

考 察

小児の大腿骨頭関節軟骨のT1強調画像における信号強度は、0.3~1.5T、(SE TR/TE 500~750/30)、spatial resolution 1.1~2.2mmで中等度から高輝度と報告されている²⁾³⁾⁷⁾。我々の検討でも関節軟骨は均一な中等度の信号強度を呈し、比較的撮像時間の短いT1強調SE法は小児の股関節の関節軟骨の評価に適した撮像法と考えられ

る⁷⁾。また、大腿骨頭の成長軟骨は、単純 X 線正面像では前後の、側面像では左右の重なった像になるために正確な輪郭を把握できない。一方、MRI では成長軟骨の数 mm の断層像が明瞭な低信号の薄い層として認められ⁸⁾、成長軟骨が変形を来たす LCPD の分節期においては特に有用な検査法である。

今回の検討では、このような MRI の特性を用いて単純 X 線像では指摘し得なかった分節期における成長軟骨の彎曲度と、骨端を囲む関節軟骨の腫大度及び扁平度を求め、壊死期を明瞭に区別することができた。先の我々の検討では、骨頭の軟骨表面の腫大に対する高さの減少を表わした E.I.Q. のみで壊死期と分節期を区別出来ることを報告したが⁹⁾、今回は一側例では F.I.Q. 両側例では異なる病期にある左右の F.I. の比で表わされた、成長軟骨の彎曲度の違いからも両者の鑑別が可能であることが明らかにされた。

成長軟骨の変形の発生要因としては、骨頭に加わる荷重と成長軟骨の不均一な成長の障害が考えられているが¹⁰⁾、今後の経過観察によって成長軟骨の成長の乱れと骨頭の変形についての関連が、MRI により示唆される可能性がある。

LCPD の骨頭の MR 像における形態的特徴について、Toby、日下部らは、分節期における関節軟骨表面の腫大による臼蓋との不均衡を指摘している³⁾⁵⁾。また Rush らは、LCPD の進行期における関節軟骨の肥厚を計測している⁷⁾。我々の検討で得られた所見も、骨頭の軟骨表面の腫大と関節軟骨の肥厚と言う点ではこれらと同様であるが、成長軟骨の彎曲を指摘し、更に指標により客観的に評価した点で新しい試みである。ただし、計測における問題点として、軟骨下の再生性結合組織と関節表面の滑膜はいずれも関節軟骨と等信号強度を呈するために、此れ等を厳密に区別出来ないこと、また成長軟骨の彎曲に若干の歪みがあること、測定に用いる骨頭の断層像が左右同じ撮像面にならない場合があること、等を考慮して出来るだけ誤差を少なくする必要がある。我々の先の検討に於ける計測値と⁹⁾今回の計測値に若干の相違が生じたのはこれらの原因によると考えられる

が、壊死期と分節期の鑑別にあたってはこの誤差は充分無視出来る範囲であった。

以上今回の検討から軟骨組織の計測が、LCPD の X 線像の病期分類に準じた MRI の分類に有用であり、特に壊死期と再生期の区別に役立つ事が明らかになったが、さらに再生期の軟骨組織の変形が、その後の治癒期の骨再生と変形にどの様に移行するかについては、今後の経過観察が必要である。

まとめ

LCPD の MR 像における単純 X 線像に準じた病期毎の相違を、軟骨の変化に着目して検討した。LCPD の壊死期、分節期、治癒期に分類された骨頭について、骨端を取り囲む関節軟骨と成長軟骨の表面の輪郭を計測した結果、壊死期には、殆ど変化を認めなかったが、分節期には、最大横径の増大、高さの減少、三日月型の扁平化を認め壊死期との相違が明瞭であった。検討に用いられた 4 種の指標は、これらの変形を評価するうえで有用であり、単純 X 線像では計測できなかった軟骨の変形を示す新しい指標である。

稿を終えるあたり、御協力いただきました関西労災病院整形外科、諏訪真一先生に御礼申し上げます。

文 献

- 1) Turek SL: Coxa Plana, Orthopaedics. 4th ed. 1219-1233, 1984, Lippincott
- 2) Scoles PV, Yoon YS, Makley JT: Nuclear magnetic resonance imaging in legg-calve-perthes disease. J Bone Joint Surg 66A: 1357-1363, 1984
- 3) Toby EB, Koman LA, Bechtold RE: Magnetic resonance imaging of pediatric hip disease. J Pediatr Orthop 5: 665-671, 1985
- 4) Ranner G, Ebner F, Fötter R: Magnetic resonance imaging in children with acute hip pain. Pediatr Radiol 20: 67-71, 1989
- 5) 日下部虎夫, 他: Perthes 病に対する MRI の応用, 別冊整形外科, 13: 206-209, 1988
- 6) Kumasaka Y, Watanabe H, Higashihara T: MR imaging in staging of legg-calve-perthes disease: Relationship between MR imaging and radiography. Presented at the 75th Scientific Assembly and Annual Meeting of the RSNA, Chicago, 1989
- 7) Rush BH, Bramson RT, Ogden JA: Legg-calve-perthes disease, Detection of cartilagi-

- nous and synovial changes with MR imaging. Radiology 167 : 473—476, 1988
- 8) Littrup PJ, Aisen AM, Braunstein EM: Magnetic resonance imaging of femoral head development in roentgenographically normal patients. Skeletal Radiol 14: 159—163, 1985
- 9) Kumasaka Y, Harada K, Watanabe H: Modified epiphyseal index for MRI in legg-calveperthes disease. Pediatr Radiol 21: 1991 (in press)
- 10) 島津 晃, 広橋賢次, 他: ペルテス病とペルテス病様変化の組織像, 整形外科 Mook, 14: 33—48, 1980
-