

¹⁸F-Fluoride PET を用いた特発性大腿骨頭壊死症の骨頭圧潰の出現予測

久保田 聡、稲葉 裕、小林直実、雪澤洋平、池 裕之、阿多由梨加、齋藤知行
(横浜市立大学 整形外科)

本研究では ¹⁸F-Fluoride PET (Fluoride PET) を用いて特発性大腿骨頭壊死症 (ION) における骨頭圧潰の出現予測について検討した。集積の定量評価の指標である SUV_{max} は圧潰出現群 (n=6) で 12.8 ± 7.1 、非出現群 (n=7) で 4.8 ± 1.3 であり、圧潰出現群で有意に高値を示した (p<0.05)。骨頭圧潰の出現予測についての SUV_{max} のカットオフ値を 5.5 とすると、感度 83.3%、特異度 85.7% であり、相対危険度 5.8 (95%CI: 1.4~23.7) であった。Fluoride PET は ION における単純 X 線上の骨頭圧潰の出現を予測し得る可能性がある。

1. 研究目的

¹⁸F-Fluoride PET (Fluoride PET) を特発性大腿骨頭壊死症 (ION) に対して応用し、骨頭圧潰の出現予測における有用性を検討する。

2. 研究方法

対象は片側または両側性の ION 22 例 37 関節である。ステロイド性 22 関節、アルコール性 14 関節、狭義の特発性 1 関節であり、平均年齢は 45.7 歳 (27-65 歳) であった。Fluoride PET 施行時に ON 病期分類が stage1 または 2 であった 10 例 13 関節に対して骨頭圧潰出現の有無について検討した。ステロイド性 12 関節、アルコール性 1 関節であり、平均年齢 43.3 歳 (31-61 歳) であった。

X 線学的評価として厚生労働省研究班 ON 病期分類を用いた。Fluoride PET は ¹⁸F-Fluoride を溶解した 0.9% 生理食塩水 10ml を静脈注射し 40 分後に全身撮像した。Fluoride PET による集積定量評価として Standardized uptake value (SUV_{max}) を計測した。

Fluoride PET 施行後 12 ヶ月以内に骨頭の圧潰を認めた症例を圧潰出現群 (n=6) と定義し、Fluoride PET 施行後最低 6 ヶ月以上経過し骨頭の圧潰を認めなかった症例を非出現群 (n=7) と定義した。

Stage1~4 における SUV_{max} を比較し、stage1 または 2 における骨頭圧潰出現の有無による SUV_{max} を比較した。

3. 研究結果

Stage 分類における SUV_{max} は stage1 が 6.2 ± 4.5 、stage2 が 9.8 ± 6.2 、stage3 が 12.4 ± 3.9 、stage4 が 13.4 ± 0.6 であった。Stage1 と stage3 および 4 において、 SUV_{max} は stage3 および 4 で有意に高値を示した (p<0.05) (図 1)。また、 SUV_{max} は圧潰出現群で 12.8 ± 7.1 、非出現群で 4.8 ± 1.3 であり、圧潰出現群で有意に高値を示した (p<0.05) (図 2)。

骨頭圧潰の出現予測についての SUV_{max} のカットオフ値を 5.5 とすると感度 83.3%、特異度 85.7% であり、相対危険度 5.8 (95%CI: 1.4~23.7) であった。

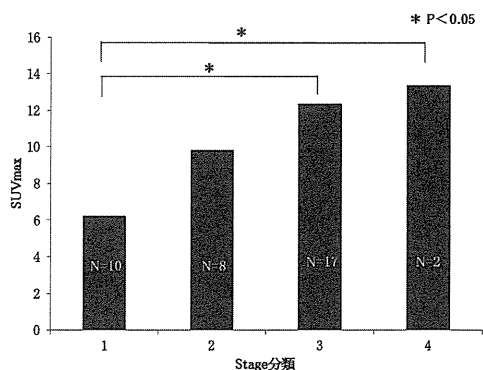


図 1 Stage 分類における SUV_{max} の比較

Stage1 と stage3 および 4 において、 SUV_{max} は stage3 および 4 で有意に高値を示す。

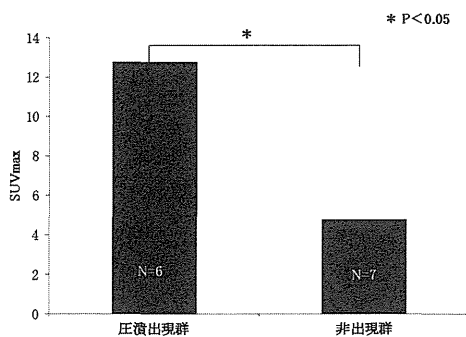


図2 Stage1または2における骨頭圧潰出現の有無による SUV_{max} の比較

SUV_{max} は圧潰出現群で有意に高値を示す。

4. 考察

Fluoride PET を用いた ION の骨頭圧潰の出現予測に関する報告はまだないが、MRI を用いた ION の骨頭圧潰の出現予測に関する報告を認める。Ha ら¹⁾は、Kerboul の combined necrotic angle は骨頭圧潰を予測する優れた方法とし、西井ら²⁾は骨頭に対する壊死部の体積比率は、骨頭圧潰と関連を認めると報告した。

ION における Fluoride PET の集積のメカニズムとして、Tingart ら³⁾は圧潰を認める ION において BMP-2、BMP-7、Runx2 の発現が有意に亢進し、壊死部周辺での Runx2 活性の亢進に一致して骨芽細胞の増加を認めたと報告しており、この骨芽細胞の増加を捉えているものと考えられる。

骨頭圧潰と ¹⁸F-Fluoride の集積の機序として、¹⁸F-Fluoride は壊死部周囲に集積し、骨頭圧潰による骨芽細胞活性などの修復反応の促進を来すことから、単純 X 線像で検出不能な微細な圧潰に伴う骨代謝亢進を捉えている可能性があると考えられる。

5. 結論

ON 病期分類が stage1 あるいは 2 において SUV_{max} は骨頭圧潰を認めた群で有意に高値を示した。骨頭圧潰の出現予測についての SUV_{max} のカットオフ値を 5.5 とすると感度 83.3%、特異度 85.7%であった。Fluoride PET は ION における単純 X 線上の骨頭圧潰の出現を予測し得る可能性がある。

6. 研究発表

1. 学会発表

- 久保田 聡、稲葉 裕、小林直実、雪澤洋平、池裕之、阿多由梨加、齋藤知行: ¹⁸F-Fluoride PET を

用いた大腿骨頭壊死症の骨頭圧潰の出現予測、第 39 回日本股関節学会学術集会。新潟、2012.12.7

- Kubota S, Inaba Y, Kobayashi N, Yukizawa Y, Ike H, Ata Y, Saito T: Prediction of the appearance of collapse in osteonecrosis of the femoral head using ¹⁸F-Fluoride Positron Emission Tomography, Orthopaedic Research Society. San Antonio, 2013.1.26

7. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

8. 参考文献

- Ha Y, Jung H, Seong N, Kim S, Koo K. Prediction of collapse in Femoral Head Osteonecrosis: A Modified Kerboul Method with Use of Magnetic Resonance Images. J Bone Joint Surg Am 2006; 88: 35-40.
- Nishii T, Sugano N, Ohzono K, Sakai T, Sato Y, Yoshikawa H. Significance of lesion size and location in the prediction of collapse of osteonecrosis of the femoral head: a new three-dimensional quantification using magnetic resonance imaging. J Orthop Res 2002; 20: 130-136.
- Tingart M, Beckmann J, Opolka A, Matsuura M, Weich O, Grifka J, et al. Influence of Factors Regulating Bone Formation and Remodeling on Bone Quality in Osteonecrosis of the Femoral Head. Calcif Tissue Int 2008; 82: 300-308.

Bone marrow edema syndrome と診断するも特異な経過をたどった症例

山本健吾、安藤 渉、小山 毅、花之内健仁、不動一誠、大園健二
(関西労災病院 整形外科)

我々はこれまで、一般整形外科医により特発性大腿骨頭壊死症(ION)と診断され股関節外科医に紹介されるも、実際には診断基準を満たさず、他の診断が妥当であった症例についての報告を行ってきた。今回、他院よりIONと診断され当科紹介となり、当科にてBone marrow edema syndromeと診断し経過観察していたが、その後、特異な経過をたどっている症例について報告する。

1. 研究目的

我々はこれまで、一般整形外科医により“特発性大腿骨頭壊死症(ION)”と診断され股関節外科医に紹介されるも、ION以外との診断が妥当であった症例について検討を行い報告してきた¹⁾。

今回、他院より当科にIONとして紹介され、初診時当科にて、bone marrow edema syndromeと診断するも特異な経過をたどった一症例について文献的考察を加え、検討を行った。

2. 症例報告

症例は56才男性。主訴は右股関節痛。2012年8月頃より誘因なく右股関節痛出現。同年10月上旬より右股関節痛増強してきたため、同年10月19日近医初診。同年10月23日、MRIにてIONと診断され、同年11月6日当科初診となった。既往歴として糖尿病があり、職業は飲食店経営で、ゴルフ愛好家であった。現症であるが、身長168cm、体重は83kg。右股関節痛があり、片杖歩行であった。可動域は右屈曲110度、外転40度、外旋40度、内旋10度と可動域制限を認めた。左股関節については可動域制限は認めなかった。ステロイド服用歴はなく、アルコール歴は毎日ビール2-3本、水割り2-3杯程度であった。血液検査所見はWBC 8300 /ml RBC 3.85 x 10⁶ /ml Hb 13.3 g/dl CRP 0.3 mg/dl RF 10 以下IU/mlと明らかな異常所見は認めなかった。

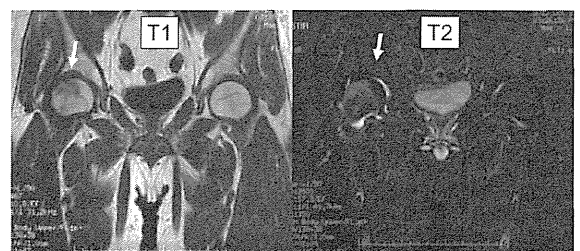
前医初診時、Xp両股正面像においては両股関節とも関節裂隙は保たれており、骨頭にも明らかな異常所見は認めなかった(図1)。前医でのMRIにおいて、

右股関節骨頭内及び右関節内にT1強調像でhigh、T2強調脂肪抑制像においてlowの輝度変化を認め、bone marrow edemaの所見であった。左股関節には明らかな異常所見は認めなかった(図2)。

図1



図2



これら画像診断より、前医では右股関節IONと診断されたが、MRIT1強調像においてIONに典型的な帯状低信号域は認めず、IONは否定的でbone marrow edema syndromeと診断した。

その後、右股関節痛は持続していたが、それ以外特に症状は変化なく経過していた。1ヶ月後、Xp両股正面像においては、前医Xpと比べ特に変化は認

めなかった(図 3)。MRI 検査を施行したところ、右股関節は骨頭内輝度変化が増強し、骨頭荷重部においては T1 強調像にて band 様信号を認めた。さらに左股関節においては T1 強調像にて下に凸の関節面から関節面に連続し、骨髄組織の正常信号域を分界する ION に典型的な帯状低信号の band 像を認めた(図 4)。骨シンチにおいて、右股関節は骨頭全体が hot 像であった。左股関節は明かな cold in hot 像ではなかったが、全体的に解像度が悪かったため、再検査を検討中である(図 5)。

図 3



図 4

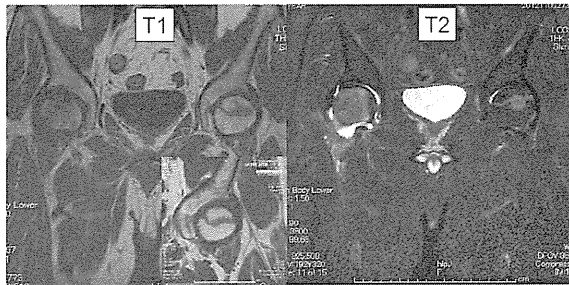
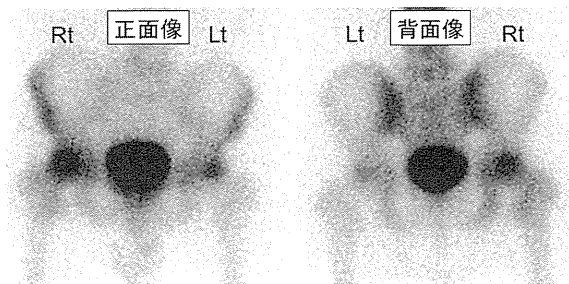


図 5



3. 考察

右股関節において、初診時には ION に典型的な帯状低信号域は認めず、bone marrow edema の所見であったが、1ヶ月後には band 様像信号と bone marrow edema が混在、さらに骨シンチでは骨頭全体が hot 像であった。

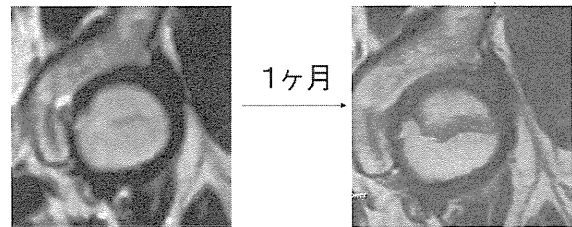
腎移植後ステロイド性 ION について、帯状信号域出現以前に bone marrow edema pattern は認めない

ことが報告されている^{2,3)}。本症例の右股関節は bone marrow edema が出現した後に T1 強調像にて出現した band 様信号なので、ION は否定的である。

一方、左股関節については、初診時正常所見が、わずか1ヶ月後に ION に典型的な band 像が出現し、また、bone marrow edema は認めなかった(図 6)。

骨頭内の正常信号からの ION 発生をとらえるのに MRI が有効である。発症原因が明らかである腎移植後ステロイド性 ION の調査では、移植後 16 週以内に MRI にて ION 検出可能で、最短では移植後 6 週で検出されていた^{2,3)}。また、片側性 ION において、反対側に再度 ION が出現するかどうかを調査したところ、平均 5.5 年(3~8 年)の経過観察中に反対側にも出現したのは 46 例中 1 例(2%)のみで、この 1 例はアルコール性で 10 年後に反対側に出現したものであったと報告されている⁴⁾。本症例は正常所見からわずか1ヶ月で bone marrow edema を認めることなく、ION に典型的な band が出現したのもので、非常に早期の ION 発生をとらえた画像であった。

図 6



4. 結論

右股関節痛を主訴に、前医にて ION と診断され、当科初診時にて bone marrow edema syndrome と診断するも特異な経過をたどっている症例を経験した。左股関節には正常所見からわずか1ヶ月で MRI T1 上 ION に典型的な帯状低信号域が出現した。

5. 研究発表

なし

6. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

7. 参考文献

- 1) 安藤 渉、花之内健仁、不動一誠、ほか. 特発性大腿骨頭壊死症との鑑別診断を要した症例の検討. 厚生労働科学研究費補助金難治性疾患克服研究事業 特発性大腿骨頭壊死症の診断・治療・予防法の開発を目的とした全国学際的研究. 平成 22 年度総括分担研究報告書, 141-3, 2010.
- 2) Kubo T, Yamazoe S, Sugano N, Fujioka M, Naruse S, Yoshimura N, Oka T, Hirasawa Y. Initial MRI findings of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head in renal allograft recipients. *Magn Reson Imaging* 1997; 15: 1017-23.
- 3) Fujioka M, Kubo T, Nakamura F, Shibatani M, Ueshima K, Hamaguchi H, Inoue S, Sugano N, Sakai T, Torii Y, Hasegawa Y, Hirasawa Y. Initial changes of non-traumatic osteonecrosis of femoral head in fat suppression images: bone marrow edema was not found before the appearance of band patterns. *Magn Reson Imaging* 2001; 19: 985-91.
- 4) Sugano N, Nishii T, Shibuya T, Nakata K, Masuhara K, Takaoka K. Contralateral hip in patients with unilateral nontraumatic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res* 1997; 334: 85-90.

臼蓋側骨壊死を伴った大腿骨頭壊死症の1例

竹上靖彦、長谷川幸治、関泰輔、松岡篤史、池内一磨、石黒直樹
(名古屋大学大学院 整形外科)

臼蓋の骨壊死はまれである。大腿骨頭壊死症に臼蓋側骨壊死を併発した16歳の1例を経験した。慢性活動性EBウイルス感染症(CAEBV)と診断された。骨髄移植術後のGVHDの予防のために大量のステロイドが使用された。臼蓋側骨壊死にもステロイドの大量投与が関連している可能性が考えられた。

1. 研究目的

大腿骨頭壊死症に臼蓋側骨壊死を併発した16歳の1例を経験した。本研究の目的は治療経過を検討した。ステロイドの大量投与が大腿骨頭壊死に関連しているかを検討した。

2. 研究方法

臼蓋骨壊死を伴った大腿骨頭壊死症の治療経過について報告する。

【症例】16歳男児

【主訴】両股関節痛

【現病歴】2010年から毎月38度台の発熱がみられた。2011年1月からは頻回の発熱となった。血液検査にて両頸部リンパ節腫脹、肝脾腫、汎血球減少を指摘され血液内科入院した。2月に骨髄穿刺を行ったが血液悪性腫瘍の所見を認めなかった。血中EBV-DNA定量(100,000Copy)から慢性活動性EBウイルス感染症(CAEBV)と診断された。3月に再度発熱し、骨髄穿刺施行したところ血球貪食の所見をみとめ、dexamethasone, etoposide, cyclosporineにて治療、軽快が得られた。5月に慢性活動性EBウイルス感染症に対してCHOP療法(Cyclophosphamide, Hydroxydaunorubicin, vincristine, prednisolone)するも改善えられなかった。8月に骨髄移植術の適応と考えられた。しかし臍帯血、骨髄バンクでの適合性えられなかった。このためHLA不適合の父親から造血幹細胞移植が行われた。不適合はHLA血清2座、DNA3座のミスマッチであった。2011年12月に生着症候群にてGVHD、プレドニゾロン50mg/日を60日投与された。ここまでの総ステロイド投与量5681mgであった。さらに免疫抑制剤FKを投与さ

れ退院となった。運動中に左股関節痛が出現、近医受診し両側大腿骨骨頭壊死症を指摘され当科へ紹介受診した。

【入院時現症】

身長160cm、体重48kg。歩行時に両股関節痛があった。軽度の跛行もあった。30分以上の歩行は可能であった。関節可動域は両股関節とも屈曲120°、外転35°、内転20°、外旋30°であった。股関節治療判定基準(JOAスコア)は疼痛20点、可動域20点、歩行能力18点、日常生活動作20点であった。

3. 研究結果

【検査所見】

初診時の単純X線写真上、右がtypeC2、stage3A、左がtypeC2、stage3Bの大腿骨頭壊死症を認め、また両臼蓋に骨硬化病変を認める。(図1A)45度ラウエンシユタイン像では両側ともcrescent signが陽であった。(図1B)



図1A 初診時単純X線写真 正面像

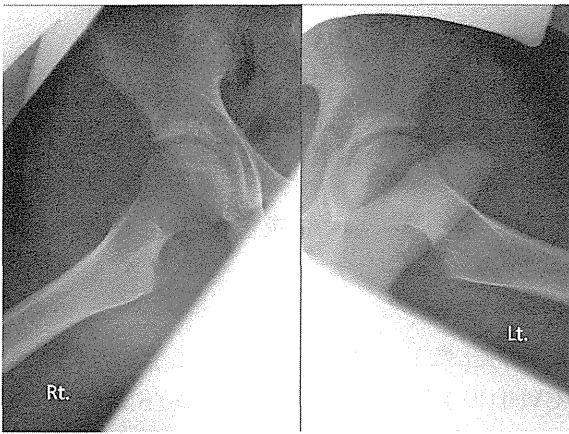


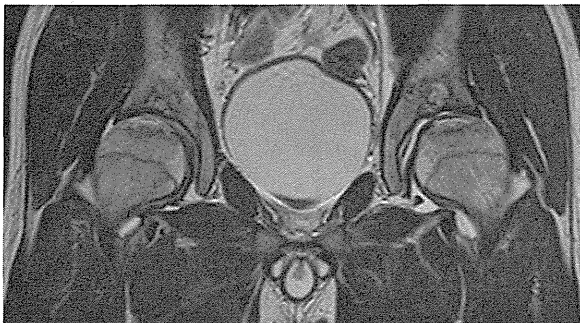
図 1B 初診時単純 X 線像 軸位像

MRI では T1 強調画像で大腿骨頭に typeC2 の帯状の低信号域を両大腿骨頭に認めた。また両臼蓋に T1 にて中心部は中から高信号域で、周辺部は低信号域の境界線を伴った病変を認めた。(図 2A) T2 強調画像にて周辺が低信号域、中心部が高信号域であった。(図 2B) STIR 像で中心部は中信号域、周辺に高信号域での境界線をもった病変を認めた。(図 2C)



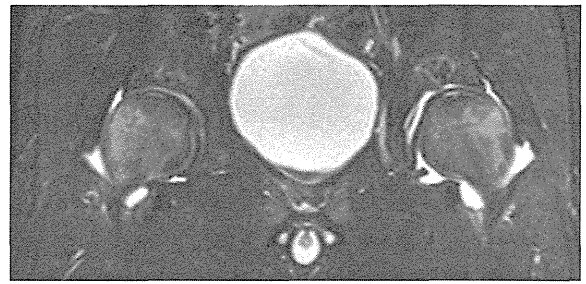
T1WI

図 2A T1 強調画像



T2WI

図 2B T2 強調画像



T2 STIR

図 2C T2STIR

【入院後の経過】

2012 年 7 月に弯曲内反骨切り術と Bone impaction grafting と同時に同じ皮膚切開から透視下に臼蓋側の病変の組織を採取し臼蓋側壊死部への自家骨移植術、人工骨移植を行った。(図 3)

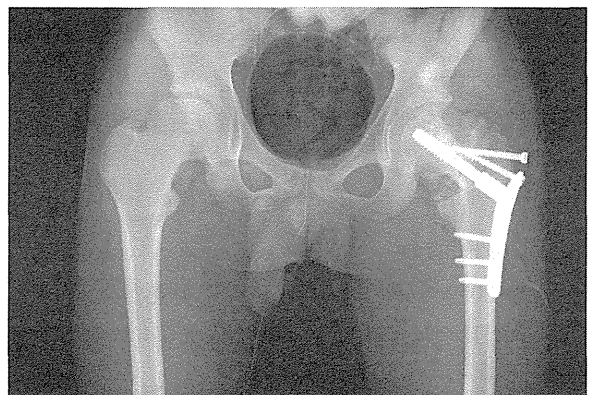


図 3 術後 X 線写真

【臼蓋部病理組織像(H&E 染色)】

中心に empty lacuna を認め、周囲には少量の添加骨形成を認める。骨の周りは壊死した脂肪組織で覆われており、以上の所見から臼蓋側の病変は骨壊死と診断した。

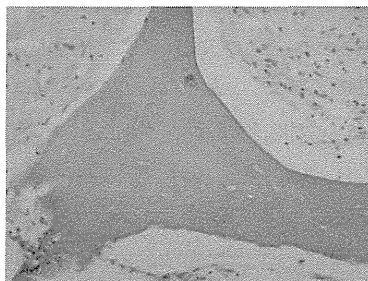


図 4 病理写真

4. 考察

臼蓋側骨壊死の報告例は少なく、40代女性、アルコール性肝硬変に対して肝移植、その後大量ステロイド投与が行われた1例1。また、60代男性、14年間にわたって大量にステロイドを投与されていた1例2の2例が全身疾患に伴う臼蓋側骨壊死として報告されたのみである。

大腿骨頭壊死と異なり、臼蓋側は上殿動脈の臼蓋枝、閉鎖動脈からの臼蓋前方への血流があるため2単純な血流途絶による骨壊死は起こりにくいとされる。

これらの報告では、臼蓋側骨壊死の原因として、前者は大量ステロイド使用による血流障害が臼蓋側骨壊死の原因ではないかと推察し、後者はステロイドの大量使用、荷重部での血流鬱滞とステロイドの大量使用が原因ではないかと考察している。

本症例は以前の報告とステロイドの大量投与という点で一致する。しかし、発症年齢、基礎疾患が異なる。Toriiらは骨髄移植を行った患者の13%で骨壊死が発症したとの報告をした。その危険因子として骨髄移植を行った年齢、Graft-versus-Host disease(GVHD)の有無、ステロイドの総投与量、ステロイドパルスの有無を危険因子として挙げている。3

本症例ではToriiらが提唱した骨壊死の危険因子のうち、CAEBVに血球貪食症候群を合併したため長期に渡りステロイドの大量投与が必要となったこと。またHLA不適合骨髄移植を行ったためGVHD予防のために更にステロイドの大量投与が行われたことが危険因子となった。

しかしながらステロイド大量投与だけでは臼蓋側骨壊死は起こりえない。CAEBVによるサイトカイン血症の惹起、自然免疫機能亢進、骨髄移植に伴う全身放射線照射、免疫抑制剤使用などの多彩な因子が関わりあり臼蓋側骨壊死が発症したものと考えられる。

このような稀な疾患の病態が明らかになることによって、大腿骨頭壊死の病態を考える上でも臼蓋側骨壊死の病態に注目することは有用かもしれない。

5. 結論

稀な臼蓋側骨壊死の1例を経験した。臼蓋側骨壊死にはステロイドの大量投与が関連している可能性が示唆された。

6. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

竹上靖彦、長谷川幸治、関泰輔、松岡篤史、池内一磨:若年者の骨髄移植後に大腿骨骨頭壊死と臼蓋側骨壊死を合併した一例、第7回東海股関節外科研究会.名古屋、2012.6.2

7. 知的所有権の取得状況

なし

8. 参考文献

- 1) Albright JC, Callaghan JJ, Wheeler ME. Osteonecrosis of the acetabulum. The Iowa orthopaedic journal. 1998;18:132-5.
- 2) Kida Y, Katoh Y, Yamada H TH. Extensive osteonecrosis of the acetabulum in a patient who had rheumatoid arthritis. A case report. J Bone Joint Surg Am. 1991;73(6):930-1.
- 3) Torii Y, Hasegawa Y, Kubo T, Kodera Y, Minami S, Morishita Y, Yamada Y, et al. (2001). Osteonecrosis of the femoral head after allogeneic bone marrow transplantation. Clinical orthopaedics and related research, (382), 124-32.

広範な壊死領域を有した大腿骨頭壊死症の一例

坂本悠磨、山本卓明、本村悟朗、坂本昭夫、山口亮介、岩崎賢優、趙嘎日達、鳥山和之、岩本幸英
(九州大学大学院医学研究院 整形外科)

特発性大腿骨頭壊死症において、壊死は骨頭前上方部に好発し、壊死領域が広範な場合でも骨頭内に留まることが多い。今回我々は、壊死領域が大腿骨頸部まで広範囲に及んだ症例を経験した。単純レントゲンで推測されるよりも、実際の壊死領域が広範囲に及んでいる場合があり、手術に際して末梢側の境界にも注意を要すると思われた。

1. 研究目的

特発性大腿骨頭壊死症は、虚血により大腿骨頭に壊死が生じ、骨頭圧潰および二次性の変形性股関節症にいたる。壊死は骨頭の前上方部に好発し^{1), 2), 3)}、壊死領域が広範な場合でも、骨頭内にとどまることが多い。

今回我々は、壊死領域が大腿骨頸部にまで広範囲に及んだ、非常に稀な症例を経験したので報告する。

2. 症例

66歳男性、身長 173cm 体重 73kgであり、先天性股関節脱臼や股関節外傷歴はない。ステロイド全身投与歴はないが、アルコール愛飲歴(焼酎2合/日程度)がある。特に誘因なく左股関節痛が出現し、持続するため当科を受診された。

画像所見

疼痛出現後 6カ月の単純レントゲンでは、骨頭の前上方部に帯状硬化像と軽微な圧潰を認めた(Figure 1a, 1b)。

しかしながら同時期のT1強調MRI像では、不明瞭な low band 像が、大腿骨頸部中間部にまで及び、その内部は low, high 混在し不均一であった(Figure 2a)。T2強調脂肪抑制像では、同部に low signal intensity の領域が地図上に存在しており、また転子下まで広がる骨髄浮腫様信号変化を認めた(Figure 2b)。

<Figure 1a(left), 1b(right)>

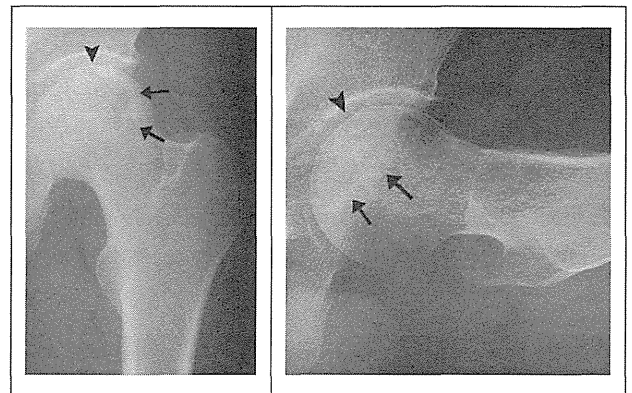


Figure 1a: 単純レントゲン正面像。骨頭内帯状硬化像(黒矢印)と共に、軽微な圧潰(黒矢頭)を認める。Figure 1b: 単純レントゲン Lauenstein 像。帯状硬化像に加え、骨頭前上方部に軽微な圧潰を認める。

<Figure 2a(left), 2b(right)>

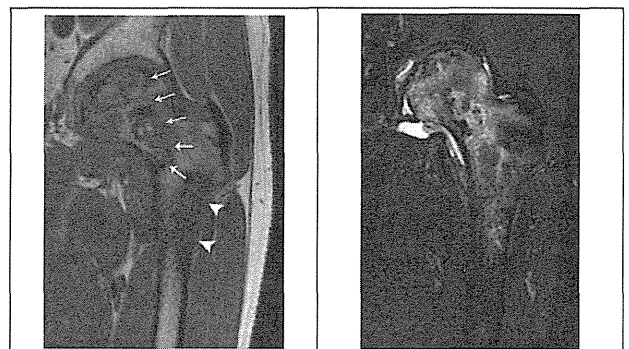


Figure 2a: T1 強調 coronal 像。不明瞭ではあるが low band 像を認める(白矢印)。転子下には異常な low signal intensity 領域が存在した(白矢頭)。Figure 2b: T2 強調脂肪抑制 coronal 像。T1 強調像で認めた low band の中枢側は low, high 混在し不均一であり、また転子下は high signal intensity であり骨髄浮腫様の信号変化であった。

疼痛出現後 8 カ月の単純 CT では、MRI で認めた low band に一致して骨硬化像を認めた (Figure 3)。

以上の画像所見をまとめると、帯状硬化像や圧潰、不明瞭ではあるが low band を認めており、大腿骨頭壊死症が考えられた。しかしながら、推測される壊死領域および骨髓浮腫性変化が非常に広範であり、腫瘍性病変も完全には否定できなかったため、診断確定のため骨生検を施行した。

骨生検

骨生検針 (8mm 径) を、大転子遠位より骨頭中心方向に挿入し、病変部を含む骨組織を円柱状に採取した (Figure 4)。組織を観察するに、腫瘍性病変を示唆する所見はなく、empty lacunae が存在する壊死骨梁の周囲に添加骨および肉芽組織を認め、骨壊死と診断した (Figure 5)。

< Figure 3(left), 4(right) >

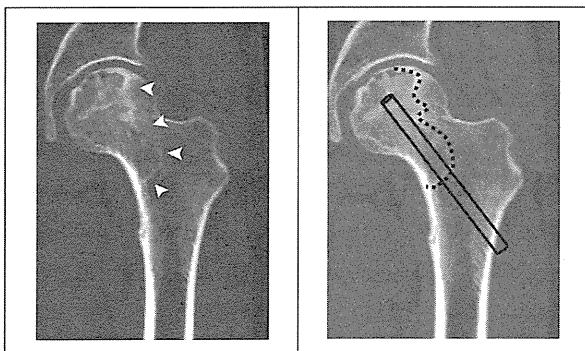
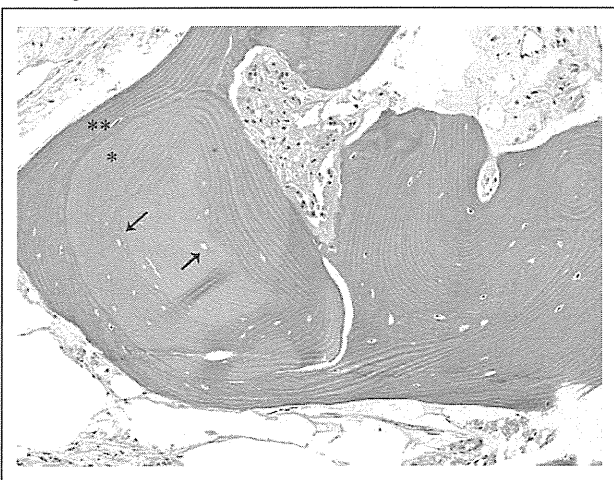


Figure 3: CT coronal 像。大腿骨頸部に及ぶ骨硬化像を認める (白矢頭)。Figure 4: 黒円柱は骨生検針の刺入方向、黒点線は骨硬化ラインを示す。

< Figure 5 >



生検骨組織の HE 染色標本 (100 倍) を示す。

矢印: empty lacunae, *: 壊死骨梁, **: 添加骨

治療

本症例に対し、人工骨頭置換術を施行した。壊死領域が切骨部にかからないように、可能な限り遠位で大腿骨の骨切りを行った (Figure 6)。摘出骨頭断面を観察すると、T2 強調脂肪抑制 MRI 像にて抑制された部分に一致して、黄白色調の壊死組織が存在していた (Figure 7)。また、軟線 X 線像では、壊死領域の周囲に骨硬化像が認められた (Figure 8)。

< Figure 6(left), 7(right-above), 8(right-below) >

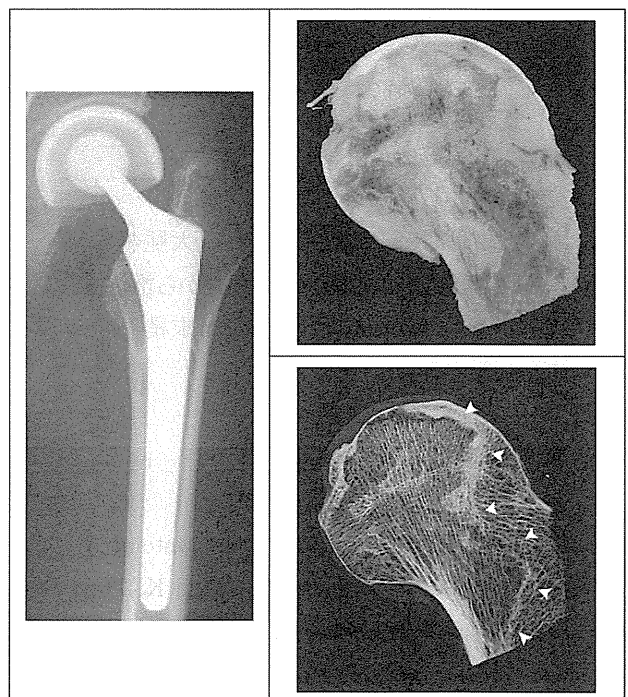


Figure 6: 術後股関節正面像。大腿骨の骨切りは通常よりも遠位で行った。Figure 7: 摘出骨頭断面。黄白色調の壊死組織が大腿骨頸部にまで及んでいた。Figure 8: 軟線 X 線像。CT と同様の骨硬化像が確認され、切骨レベルには及んでいなかった。

3. 考察

特発性大腿骨頭壊死症において、壊死は骨頭の前上方に発生することが多く^{1), 2), 3)}、外科的治療の選択に関しては、荷重部における壊死の位置や大きさが関連する。そのため我々が使用している班会議分類では、Type 分類により荷重部における壊死領域を評価している⁴⁾。しかしながら、壊死領域の末梢側の境界に関しては、ほとんどの場合に壊死は骨頭内に留まっているため、班会議分類およびその他の分類

法^{5), 6), 7)}においても特に言及はされていない。

本症例では、単純レントゲンでは壊死領域が骨頭前上方部に存在するように思われたが、MRIやCTにより、大腿骨頸部まで広範に壊死が及んでいることが判明した。単純レントゲンで推測されるよりも、実際の壊死領域が広範な場合があることに注意が必要である。

外科的治療に関しては、壊死領域が切骨レベルに及んでいる場合、人工関節ではstem不安定性を、大腿骨骨切り術では切骨部の癒合不全を引き起こす可能性があるため、個々の症例に応じて切骨レベルの検討が必要である。本症例では人工骨頭置換術を施行したが、切骨は通常より遠位で行い、壊死領域が切骨ラインに及ばないようにした。術後2年と短期間ではあるが、stem不安定性等の異常は認めていない。

4. 結論

大腿骨頸部まで壊死領域を有する大腿骨頭壊死症の一例を経験した。単純レントゲンから推測されるよりも壊死領域が広範な場合があり、末梢側の境界にも注意を要する。

5. 研究発表

1. 論文発表

Sakamoto Y, Yamamoto T, Motomura G, Sakamoto A, Yamaguchi R, Iwasaki K, Zhao G, Karasuyama K, Iwamoto Y. Osteonecrosis of the femoral head extending into the femoral neck. *Skeletal Radiol.* 2013; 42(3): 433-436

2. 学会発表

なし

6. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

7. 参考文献

1) Patterson RJ, Bichel WH, Dahlin DC. Idiopathic avascular necrosis of the head of the femur: a

study of 52 cases.

J Bone Joint Surg Am 1964; 46(2): 267-282

- 2) Merle D'Aubigné R, Postel M, Mazabraud A, Massias P, Gueguen J, France P. Idiopathic necrosis of the femoral head in adults. *J Bone Joint Surg Br* 1965; 47(4): 612-633
- 3) Sugioka Y, Hotokebuchi T, Tsutsui H. Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for idiopathic and steroid-induced necrosis of the femoral head. Indications and long-term results. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 277: 111-120.
- 4) Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, Kubo T, Hotokebuchi T, Takaoka K. The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging of idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Sci* 2002; 7(5): 601-605.
- 5) Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br* 1985; 67(1): 3-9.
- 6) Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 1995 Jan; 77(1): 34-41.
- 7) Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 1995 Jan; 77(1): 34-41.
- 8) Gardeniers JWN. Report of the committee of staging and nomenclature. *ARCO News Lett* 1993; 5: 79-82.

非典型的な画像所見を呈した大腿骨頭壊死症の1例

烏山和之、山本卓明、本村悟朗、中島康晴、坂本昭夫、池村 聡、岩崎賢優、山口亮介、趙嘎日達、坂本悠磨、岩本幸英
(九州大学大学院医学研究院 整形外科)

非典型的な画像所見を呈した大腿骨頭壊死症の1例を経験したので報告する。症例は60歳女性。2011年3月頃より誘因なく左股関節痛が出現し、徐々に疼痛が増強した。アルコール多飲歴、ステロイド使用歴はなかった。単純レントゲン正面像で骨頭中心部を二分するように縦走する帯状硬化像を認め、その内側はびまん性に淡い骨硬化像を呈していた。側面像にて骨頭前方に圧潰が疑われた。MRIT1強調画像では、帯状硬化像に一致して縦走する低信号バンド像が認められ、その内側は低信号を呈していた。T2強調脂肪抑制画像では内側のみがびまん性に高信号変化を呈していた。骨生検を施行し、病変部の骨梁はempty lacnaeを呈し、周囲に添加骨形成を伴っていた。骨髓内には線維性肉芽組織、豊富な新生血管を認めた。

1. 研究目的

非典型的な画像所見を呈した大腿骨頭壊死症の1例を経験したので、報告する。

2. 症例提示

症例:60歳女性 主訴:左股関節痛

2011年3月頃より誘因なく左股関節痛が出現し、徐々に疼痛が増強した。外傷歴、アルコール多飲歴、ステロイド使用歴はなかった。股関節可動域に明らかな制限は認めなかった。単純レントゲン正面像(図1a)にて、骨頭中心部を二分するように縦走する帯状硬化像を認め、その内側はびまん性に淡い骨硬化像を呈し、関節裂隙の狭小化を認めた。側面像(図1b)にて骨頭前方に圧潰が疑われた。単純CT(図2a、2b)にて帯状硬化像、骨頭内下方に圧潰が認められた。MRIT1強調画像(図3)では、帯状硬化像に一致して縦走する低信号バンド像が認められ、その内側は低信号を呈していた。T2強調脂肪抑制画像(図4)では内側のみがびまん性に高信号変化を呈していた。骨生検を施行し(病理所見:図5)、病変部の骨梁はempty lacnaeを呈し、周囲に添加骨形成を伴っていた。骨髓内には豊富な新生血管を伴った線維性組織を認めた。壊死領域、修復領域、正常領域を認め¹⁾、大腿骨頭壊死症と診断した。安静、鎮痛剤投与にて疼痛は徐々に改善した。圧潰や裂隙狭小化の進行は認めず、退院後5ヶ月時点では鎮痛剤

投与なしで、外来経過観察可能となった。

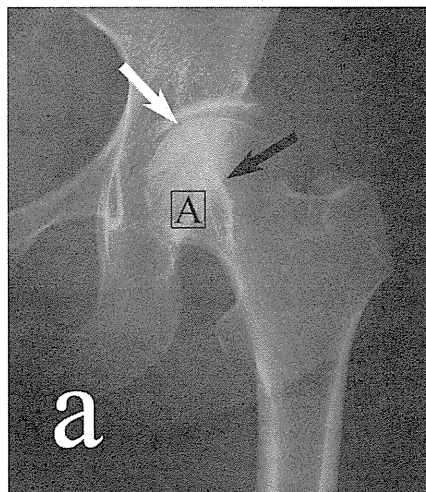


図1a: 単純レントゲン正面像。

骨頭中心部を二分するように縦走する帯状硬化像(黒矢印)を認め、その内側部はびまん性に骨硬化像を呈している。内側関節裂隙に狭小化を認める(白矢印)。病理標本はA領域から作製した(図5)

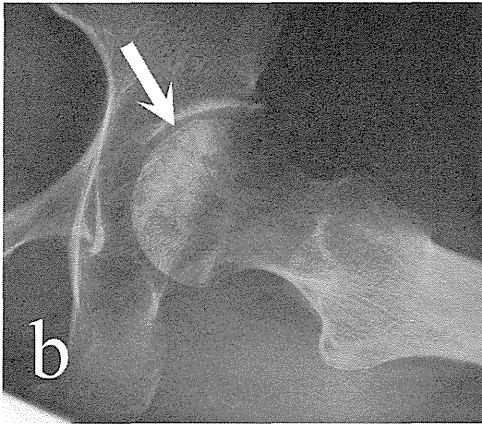


図 1b:単純レントゲン側面像
 骨頭前方部に圧潰が疑われる(白矢印)。

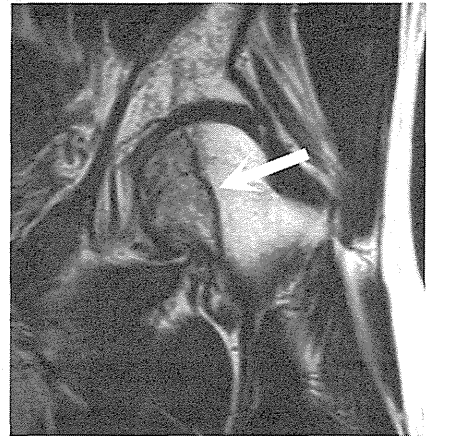


図 3:MRIT1 強調像 (Coronal)
 骨頭内に縦走する低信号バンド像を認める(白矢印)。

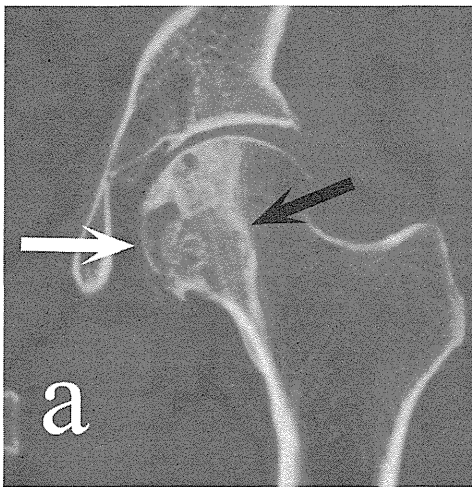


図 2a:単純CT (Coronal)
 帯状硬化像(黒矢印)、骨頭内下方に圧潰が疑われる(白矢印)。



図 4:MRIT2 脂肪抑制像 (Coronal)
 病変部はびまん性に高信号を呈している

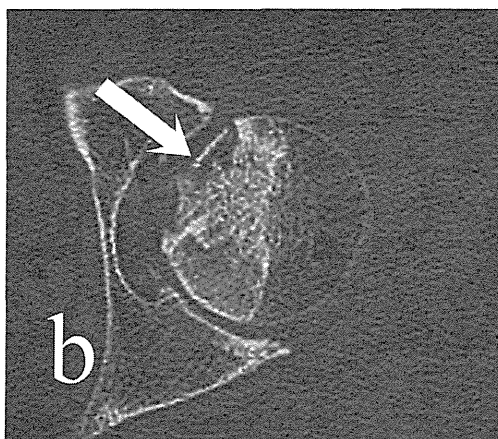


図 2b:単純 CT (Axial)
 骨頭内下方に圧潰を認める(白矢印)。

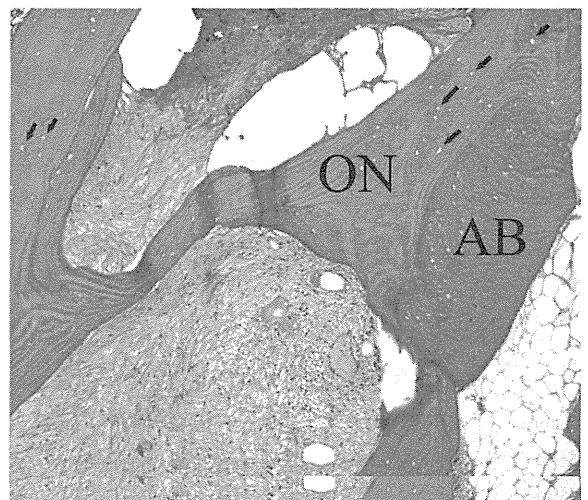


図 5:病理所見 (HE 染色、40×)
 壊死骨梁 (ON) 内には empty lacunae (黒矢印) がみられ、線維性骨髓に沿って旺盛な添加骨形成 (AB) が認められる。

3. 考察

1) MRIT2 脂肪抑制画像で壊死部が高信号変化を呈している点、2) 骨頭内下方に圧潰を認める点、3) 縦走する帯状硬化像を認める点が、大腿骨頭壊死症の所見として非典型的と考えられた。Vande Bergらは、壊死部が修復するにつれて、T2 強調画像で高信号変化を呈すると報告しており²⁾、本症例では修復過程が進行した結果、壊死部が高信号変化を呈したと考えられる。

骨頭内側に発生した壊死領域は、治癒する傾向にあるとの報告がある^{3), 4)}。さらに大園らは、壊死部が内側にある症例では圧潰率が低い(14%)と報告している⁵⁾。本症例では、組織学的に壊死領域の大部分において修復組織がみられたが、骨頭内下方部が圧潰に至った。修復が完了しなかった部位が圧潰した可能性が示唆されるが、内下方部が圧潰した理由は不明である。

Superior retinacular artery が、骨頭荷重部を含む広範囲を栄養すると報告されている^{6)- 8)}。一方、Boraiahらは、Inferior retinacular artery (IRA)が骨頭内側 60%程度を栄養すると報告しており⁹⁾、IRA の途絶により本症例のような壊死形態を呈した可能性が示唆される。

4. 結論

診断に骨生検を要した、非典型的な大腿骨頭壊死症例を経験した。股関節疾患の鑑別診断として、念頭に置くべきと考える。

5. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 烏山和之、山本卓明、本村悟朗、中島康晴、坂本昭夫、山口亮介、趙嘎日達、坂本悠磨、岩本幸英：非典型的な画像所見を呈した大腿骨頭壊死症の1例、第39回日本股関節学会。新潟、2012.12. 7-8.

6. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

7. 参考文献

- 1) Yamamoto T, DiCarlo EF, Bullough PG. The prevalence and clinicopathological appearance of extension of osteonecrosis in the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81B: 328-332.
- 2) Vande Berg B, Malghem J, Labaisse MA, Noel H, Maldague B. Avascular necrosis of the hip: comparison of contrast-enhanced and nonenhanced MR imaging with histologic correlation. Work in progress. *Radiology* 1992; 182(2): 445-450.
- 3) Shimizu K, Moriya H, Akita T, Sakamoto M, Suguro T. Prediction of collapse with magnetic resonance imaging of avascular necrosis of the femoral head *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76A: 215-223.
- 4) Mont MA, Marulanda GA, Jones LC, Saleh KJ, Gordon N, Hungerford DS, Steinberg ME. Systematic analysis of classifications systems for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88A: 16-26.
- 5) Ohzono K, Saito H, Sugano N, Takaoka K, Ono K. The fate of nontraumatic avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 277: 73-78.
- 6) Judet J, Judet R, Lagrange J, Dunoyer J. A study of the arterial vascularization of the femoral neck in the adult. *J Bone Joint Surg Am* 1955; 37A: 663-680.
- 7) Truet J, Harisson MNM. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. *J Bone Joint Surg Br* 1953; 35B: 442-461.
- 8) Atsumi T, Kuroki Y. Role of Impairment of Blood Supply of the Femoral Head in the Pathogenesis of Idiopathic Osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 277: 22-30.
- 9) Boraiah S, Dyke JP, Hettrich C, Parker RJ, Miller A, Helfet D, Lorich D. Assessment of vascularity of the femoral head using gadolinium (Gd-DTPA)-enhanced magnetic resonance imaging: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91B: 131-137

保存的に経過観察されている特発性大腿骨頭壊死症の検討

安藤 渉、不動一誠、花之内健仁、小山 毅、山本健吾、大園健二
(関西労災病院 整形外科)

特発性大腿骨頭壊死症 (ION) と診断され、手術適応なく保存的に 1 年以上経過観察されている 48 例 60 関節に対し、Xp における骨壊死部周辺の骨陰影増強の有無について検討した。病型分類は Type A; 14 関節、B; 17 関節、C1; 21 関節、C2; 8 関節であった。病期分類は Stage 1; 11 関節、2; 27 関節、3a; 14 関節、3b; 4 関節、4; 4 関節であった。骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めたのは全体で 30 関節(50%)、Type C2 に限ると全例に骨陰影増強を認めた。ION を発症し圧潰が生じたとしても、骨形成が旺盛な症例では保存的に経過観察できる可能性が示唆された。

1. 研究目的

特発性大腿骨頭壊死症 (ION) と診断され、一旦圧潰が生じても、その後、圧潰進行を認めない症例があり、そのような症例に骨壊死周辺部に骨陰影の増強を認めることがある。そこで、本研究では、ION として保存的に 1 年以上経過観察されている症例について、Xp における骨壊死周辺部の骨陰影増強の有無について調査した。

2. 研究方法

対象は 2012 年 7 月において、当院にて ION と診断され手術適応なく 1 年以上保存的に経過観察されている 48 例 60 関節であった。これらの症例に対して、性別、発症年齢、追跡期間、発症誘因、病型・病期、疼痛の有無、Xp における骨壊死周辺部の骨陰影増強の有無について調査した。

3. 研究結果

女性 21 例 26 関節、男性 27 例 34 関節、発症時平均年齢は 47.1 歳 (16-75 歳)、平均追跡期間 6.8 年 (1-19.7 年) であった。発症誘因はステロイド歴あり; 27 例、アルコール歴あり; 10 例、両方あり; 2 例、両方なし; 9 例であった。

病型分類は Type A; 14 関節、B; 17 関節、C1; 21 関節、C2; 8 関節であった。病期分類は Stage 1; 11 関節、2; 27 関節、3a; 14 関節、3b; 4 関節、4; 4 関節であった (図 1)。Type C1 に限ると、21 関節中 19 関節 (90%) が

Stage 3a にとどまっていた。また、Type C2 については全例 Stage 3a 以上であり、骨頭の圧潰を認めた。

疼痛について、60 関節中 20 関節 (33%) に認め、病型 (Type 分類) による重症度が高いほど、また、病期 (Stage 分類) が進むほど、疼痛を有する割合が高かった (図 2)。また、疼痛があっても、NSAIDs など鎮痛薬を服用していたのは 4 例であった。

骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めたのは全 60 関節中 30 関節 (50%) であった (図 3)。Type C2 に限ると全例に骨陰影増強を認めた。また、Stage 3a 以上で 22 関節中 19 関節 (86%) に骨陰影増強を認めた。

		Stage					Total
		1	2	3a	3b	4	
Type	A	4	10	0	0	0	14
	B	3	11	3	0	0	17
	C1	4	6	9	0	2	21
	C2	0	0	2	4	2	8
Total		11	27	14	4	4	60

図1; 病型・病期

		Stage					
		1	2	3a	3b	4	Total
Type	A	2/4 (50%)	0/10 (0%)	0	0	0	2/14 (14%)
	B	0/3 (0%)	2/11 (18%)	2/3 (66%)	0	0	4/17 (24%)
	C1	1/4 (25%)	2/6 (33%)	4/9 (44%)	0	1/2 (50%)	8/21 (38%)
	C2	0	0	0/2 (0%)	2/4 (50%)	2/2 (100%)	4/8 (50%)
	Total	3/11 (27%)	4/27 (15%)	6/14 (43%)	2/4 (50%)	3/4 (75%)	20/60 (33%)

図 2; 疼痛の有無

		Stage					
		1	2	3a	3b	4	Total
Type	A	0/4 (0%)	3/10 (33%)	0	0	0	3/14 (21%)
	B	0/3 (0%)	5/11 (45%)	2/3 (66%)	0	0	7/17 (41%)
	C1	1/4 (25%)	2/6 (33%)	7/9 (77%)	0	2/2 (100%)	12/21 (57%)
	C2	0	0	2/2 (100%)	4/4 (100%)	2/2 (100%)	8/8 (100%)
	Total	1/11 (27%)	10/27 (37%)	11/14 (78%)	4/4 (100%)	4/4 (100%)	30/60 (50%)

図 3; 骨陰影増強の有無

症例を供覧する。

< 症例 1 >

72 才男性。Xp、MRI にて右股関節 Type C2, Stage 3A、左股関節 Type C2, Stage 3B の ION と診断された。右股関節については骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めた。左股関節に対しては THA を施行した。発症後 9 年において、右股関節は疼痛の発生なく、Xp 上 Stage 3A のままであり、圧潰進行を認めなかった(図 4)。



図 4; 症例 1. 72 才男性

< 症例 2 >

62 才男性。Xp、MRI にて右股関節 Type C1, Stage 2、左股関節 Type C2, Stage 3A の ION と診断された。左股関節については骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めた。発症後 5 年において、右股関節は疼痛の発生なく、Xp 上、Stage 2 のままであった。左股関節については、

Stage 3A から 3B に進行し、左股関節痛が一過性に出現するも、鎮痛剤使用することなく経過していた(図 5)。

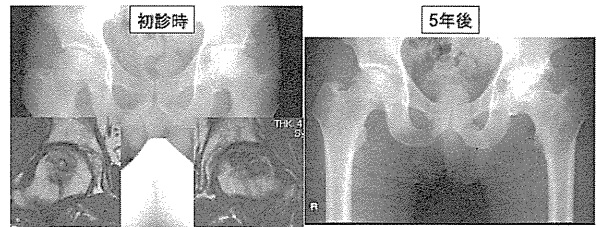


図 5; 症例 2. 62 才男性

< 症例 3 >

27 才女性。Xp、MRI にて右股関節 Type C2, Stage 3B、左股関節 Type C1, Stage 2 の ION と診断された。右股関節に対しては THA を施行した。左股関節については骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めた。発症後 5 年において、左股関節は疼痛の発生ないものの、Xp 上、Stage 3A に進行するとともに、骨壊死周辺部に骨陰影増強を認めた。以後、経年的に骨陰影増強及び骨頭、臼蓋外側の骨棘形成を認めるものの、関節裂隙は保たれていたままで、疼痛なく経過していた(図 6)。

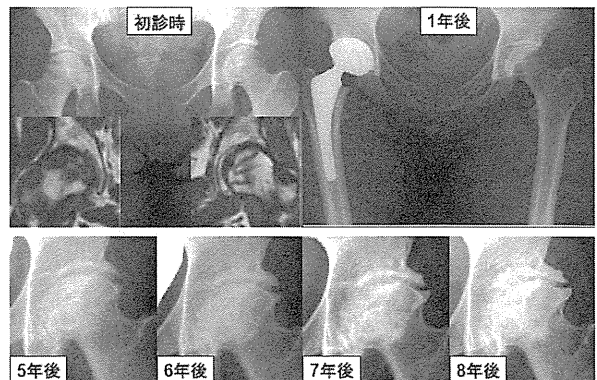


図 6; 症例 3. 27 才女性

4. 考察

10 年以上保存的に経過観察され、圧潰進行が止まった ION 症例のうち、82%に骨硬化像を認めたと報告されている¹⁾。本症例においても、保存的に経過観察されていた ION 症例のうち、骨陰影増強例は Stage 3a 以上で 22 例中 19 例(86%)であった。

一旦、大腿骨頭に壊死が発生すると、壊死境界部において骨形成と骨吸収を伴う修復反応が生じ、壊死領域が明らかとなる。この壊死領域により、病型分類がなされ、骨頭が圧潰するかどうか、その後の予後が予測できる。骨頭圧潰が生じれば、これ以上の圧潰を防ぐための大腿骨頭回転骨切り術、あるいは壊死範囲が大きければ人工関節置換術による治療がなされる。その後、

壊死範囲が大きく、骨吸収能が骨形成能を上回れば、骨頭圧潰が進行し、人工関節置換術を要するようになるが、本症例のように、骨形成能が骨吸収能を上回り、骨陰影が増強すれば、圧潰が進行せず、その結果、保存的に経過観察できているのではないかと推察する(図 7)。

実際、ION 修復反応において、骨吸収の際には、圧潰が進行した ION の修復反応層において TRAP 陽性細胞が増加している²⁾。一方、骨形成能については、ION 骨髄由来間葉系幹細胞の骨分化能は OA 由来骨髄由来間葉系幹細胞に比べ低いと報告されており、³⁾ 多くの場合は骨吸収能が骨形成能を上回っているのかもしれない。しかし、これらは圧潰が生じた後の THA 時に採取した検体での解析であるため、圧潰進行しない症例での骨吸収能、骨形成能については不明である。実際にアレンドロネート投与により圧潰進行が予防できたと報告されていること⁴⁾を考慮すると、骨形成能が骨吸収能を上回ることができれば、本症例のように圧潰が進行することなく経過する可能性があると考ええる。

本研究の Limitation として、壊死領域の評価が冠状断像のみの 2 次元での評価であることである。MRI 冠状断像と矢状断像での壊死領域の広がり方がより正確な予後予測に有用であるように⁵⁾、今後、これら症例においても、MRI による 3 次元での壊死範囲との関係性を評価すること、さらには、骨陰影増強に対する生物学的評価(骨代謝マーカーなど)も検討する必要があるのではないかと考える。

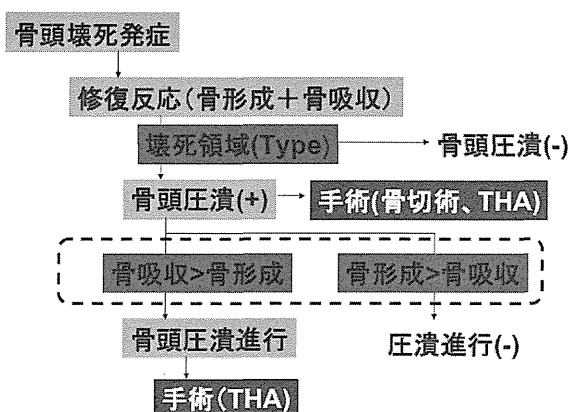


図 7

5. 結論

保存的に経過観察されている特発性大腿骨頭壊死症の骨壊死周辺部の骨陰影増強の有無について調査した。全症例中 50%に骨陰影増強を、Type C2 に限れ

ば 100%に骨陰影の増強を認めた。

6. 研究発表

なし

7. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

8. 参考文献

- 1) Takao M, Nishii T, Sakai T, Yoshikawa H, Sugano N. Repair in osteonecrosis of the femoral head: MR imaging features at long-term follow-up. Clin Rheumatol. 2010; 29: 841-8.
- 2) Li W, Sakai T, Nishii T, Nakamura N, Takao M, Yoshikawa H, Sugano N. Distribution of TRAP-positive cells and expression of HIF-1alpha, VEGF, and FGF-2 in the reparative reaction in patients with osteonecrosis of the femoral head. J Orthop Res. 2009; 27: 694-700.
- 3) Nishii T, Sugano N, Miki H, Hashimoto J, Yoshikawa H. Does alendronate prevent collapse in osteonecrosis of the femoral head? Clin Orthop Relat Res. 2006; 443: 273-9.
- 4) Lee JS, Lee JS, Roh HL, Kim CH, Jung JS, Suh KT. Alterations in the differentiation ability of mesenchymal stem cells in patients with nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: comparative analysis according to the risk factor. J Orthop Res. 2006; 24: 604-9.
- 5) Koo KH, Kim R. Quantifying the extent of osteonecrosis of the femoral head. A new method using MRI. J Bone Joint Surg Br. 1995; 77: 875-80.

新規 CT-based Navigation System を用いた大腿骨転子部骨切り術

高尾正樹、西井 孝、坂井孝司、菅野伸彦
(大阪大学大学院医学系研究院 器官制御外科学)

特発性大腿骨頭壊死症症例に対し大腿骨転子部骨切り術の適応を決定する上で 3 次元計画は有用である (Koyama T, et al. J Orthop Res 2007)。一方 3 次元計画を正確に手術で再現することが術後成績を良好にするためには重要であるが、従来の CT-based navigation system は THA に特化しており骨切り術への応用は難しかった。今回、整形外科手術全般に応用可能な CT-based navigation system (OrthoMap 3D, Stryker)を用いて、われわれの 3 次元計画の手法を応用し ION2 例に対して大腿骨前方回転骨切り術と大腿骨彎曲内反骨切り術を行った。正確な骨切りが可能である上、近位骨片の追跡が可能で有用であった。

1. 研究目的

特発性大腿骨頭壊死症 (ION) 症例に対する大腿骨転子部骨切り術において術後の荷重部健全域が、骨頭再圧潰の防止に重要であることが報告されている¹⁻⁶⁾。したがって術前の 3 次元シミュレーションにより、術後の荷重部健全域を予測し、その計画通りに手術を行うことが、術後成績を良好にするためには大変重要である⁷⁾。従来の CT-based navigation system は THA に特化しており骨切り術への応用は難しかった。今回、整形外科手術全般に応用可能な CT-based navigation system (OrthoMap 3D, Stryker)を用いて、われわれの 3 次元計画の手法を応用し ION2 例に対して大腿骨転子部前方回転骨切り術と大腿骨転子部彎曲内反骨切り術を行ったので報告する。

2. 研究方法

症例 1: 28 歳、男性、狭義の特発性 ION、Type C1、Stage 3A、Steinberg C (35.3%) であった。CT 画像から 3 次元画像解析ソフト (M-VIEW) を用いて骨盤、大腿骨の骨表面モデルを作成し、画像解析ソフト (Poly Editor) を用い大腿骨転子部回転骨切り術のシミュレーションを行った。第一骨切り面は頸部軸と垂直、10 度内反、20 度内反とし、回転角は前方 90 度から後方 150 度まで行った。後方回転では荷重部健全域の増加はみられず、前方回転で著しい荷重部健全域の増加がみられた (図 1)。内反 10 度の骨切り面で前方回転 40 度にて Type B に移行し、前方回転 60 度でその変化はプラトーに達し

たため、第一骨切り面 10 度内反、前方回転 60 度を目標に手術プランを作成した。骨切り面モデルを OrthoMap 3D (Stryker) の Workstation に入力し、骨切り面ガイドワイヤーの刺入計画を作成した (図 2)。また近位骨片に刺入する回転角度計測用 K-wire と回転後の K-wire のモデルを作成し、術中骨片回転移動の指標とした。Navigation 誘導下に骨切り面にそってガイドワイヤーを刺入し、それにそって骨切りを行った (図 3)。近位骨片を前方回転し、回転角度計測用 K-wire をナビゲーションに認識させ、60 度前方回転の K-wire 位置と一致していることを確認した。K-wire で仮固定の後プレート固定を行った (図 4)。

症例 2: 16 歳、男性、外傷性 ON (大腿骨頸部骨折に対する CCHS 後)、Type C1、Stage 3B、Steinberg C (35.3%) 症例 1 と同様に大腿骨転子部回転骨切り術のシミュレーションを行った (図 5)。前方、後方回転で荷重部健全域の変化は乏しく、骨切り第一骨切り面内反 20 度、後方回転 140 度以上で Type B に移行した。荷重部健全域獲得の安全域が狭いと判断し、大腿骨転子間彎曲内反骨切りのシミュレーションも行った (図 6)。内反 25 度以上で Type B に移行したため、大腿骨転子間彎曲内反骨切り (内反 25 度) を Navigation 誘導下に行った。骨切り面に沿ったガイドワイヤーの計画を立案し、Navigation 誘導下に骨切りラインにそってガイドワイヤーを刺入した。それにそって骨切りを行い、近位骨片を内反移動させ、近位骨片側の大転子部頂点、小転子頂点を Navigation pointer で位置を確認し、計画と一致し

ていることを確認した(図7)K-wireで仮固定の後プレート固定を行った(図8)。

術後 CT 撮影を行い、術前 CT 画像と術後 CT 画像を大腿骨転子部以下の形態で重ね合わせを行い、骨切り面の計画との誤差、骨片移動の誤差を計測した。

3. 研究結果

症例1:第一骨切り面の計画との誤差は、角度として3.1度外反、3.0度後捻の誤差があった。位置誤差は頸部軸上で0.2 mmであった。移動骨片の移動の誤差は、回転角度は前方回転60度で誤差は0度、位置誤差は6 mm 下方移動していた。

症例2:骨切り面の計画との誤差であるが、大転子先端部分で3.2 mm 近位側、小転子先端レベルで2.0 mm 遠位であった。移動骨片の移動の誤差は、回転角度は内反移動25度で誤差は0度、位置誤差は2.9 mm 下方移動していた。

4. 考察

ION に対する大腿骨転子部回転骨切り術、大腿骨転子部彎曲内反骨切り術における CT-based Navigation の利点としては 3 次元シミュレーションによる厳密な適応決定がある⁷⁾。また正確な骨切り面の再現と移動骨片の追跡により、術前に想定していた Postoperative intact ratio が確実に再現できることがある。正確な骨切りと移動骨片の位置の再現は術後脚長差発生の低減にもつながり⁶⁾、良好な歩行機能獲得に寄与するものと考えられる。術中の透視画像による骨切り面の決定も簡略化できることより、患者、医療者側双方の放射線被曝低減効果も大きいと考えられる。一方課題としてはシミュレーションの時間コストがあるが、これは術後成績向上に十分変えうるものであると考えられる。また Navigation 操作の習熟も必要であるが、患者と画像データのマッチングの方法はTHAのNavigationの表面レジストレーションと同じ手法を用いており、THA Navigation の経験があれば十分応用可能と考えている。

5. 結論

新規 CT-based navigation system を用いて、ION2 例に対して大腿骨転子部前方回転骨切り術と大腿骨転子部彎曲内反骨切り術を行った。正確な骨切りが可能である上、近位骨片の移動の追跡が可能で有用であった。

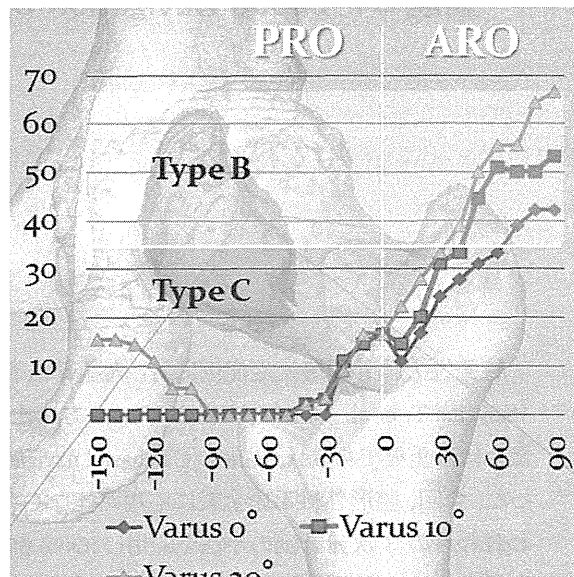


図1 症例1:大腿骨転子部回転骨切り術の荷重部健全域のシミュレーション結果

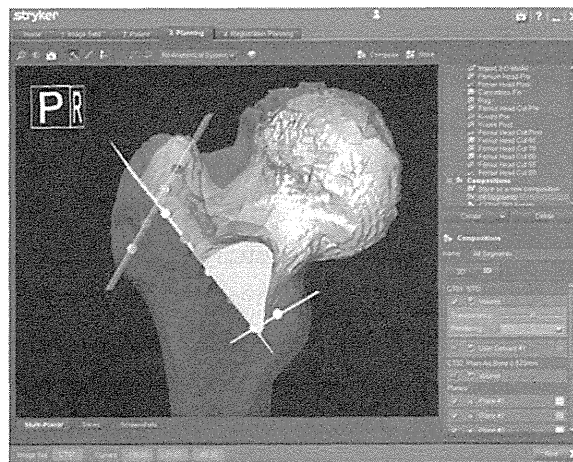


図2 症例1:Navigation Workstationでの骨切り面ガイドワイヤー刺入計画

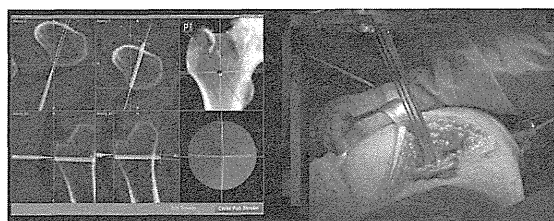


図3 症例1:Navigation 誘導下の骨切り面ガイドワイヤー一刺入手技

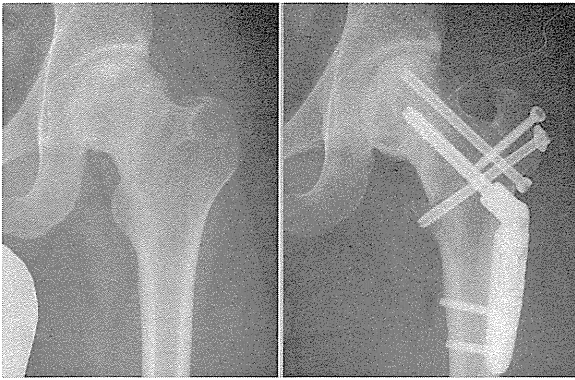


図4 症例1:術前、術後の両股関節正面X線像

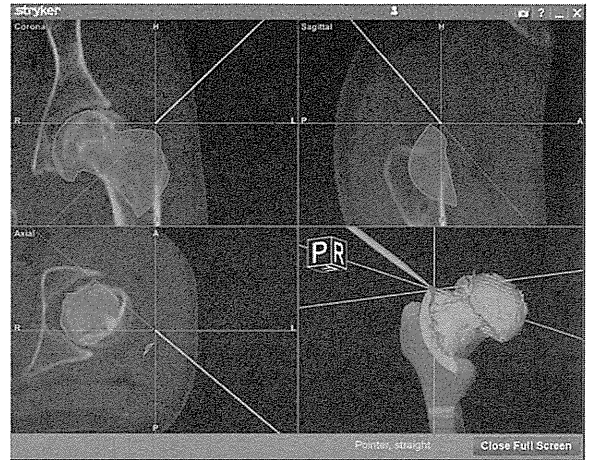


図7 症例2:Navigation 上での近位骨片の移動位置の確認

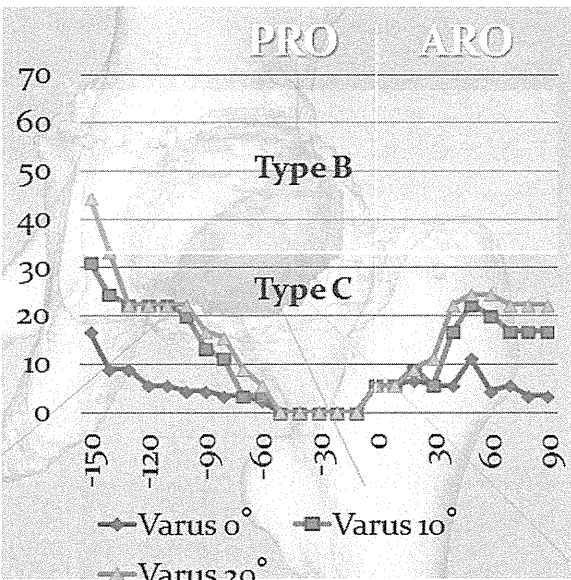


図5 症例2:大腿骨転子部回転骨切り術の荷重部健全域のシミュレーション結果

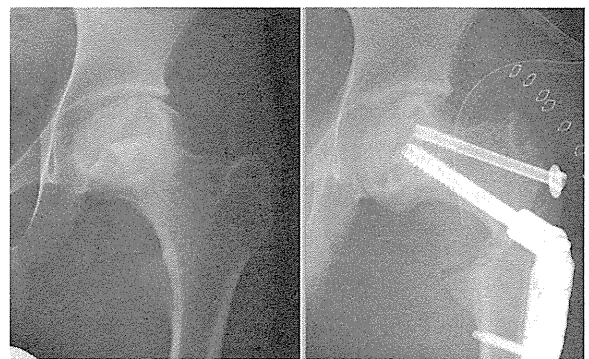


図8 症例2:術前、術後の両股関節正面X線像

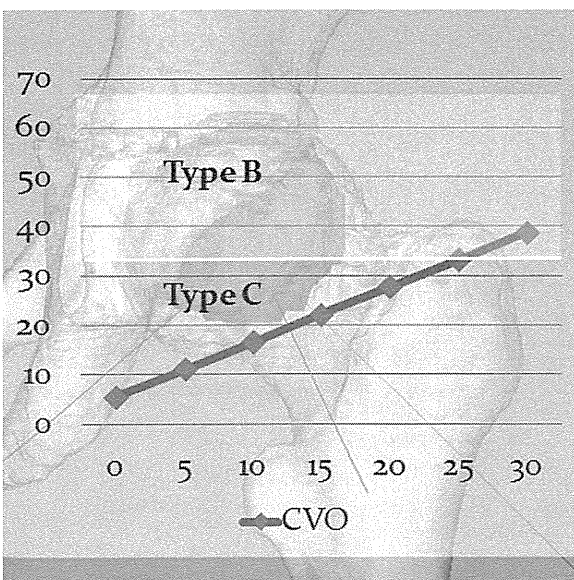


図6 症例2:大腿骨転子部回転骨切り術の荷重部健全域のシミュレーション結果

6. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

7. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

8. 参考文献

- 1) Zhao G, Yamamoto T, Ikemura S, Motomura G, Iwasaki K, Yamaguchi R, Nakashima Y, Mawatari T, Iwamoto Y. Clinico-radiological factors affecting the joint space narrowing after transtrochanteric