

三次元動態解析ソフトを用いた大腿骨転子間弯曲内反骨切り術後の

骨性 impingement の評価

庄司剛士、山崎琢磨、山崎啓一郎、森 亮、濱西道雄、越智光夫
安永裕司

(広島大学大学院 整形外科)
(広島大学大学院 人工関節・生体材料学)

近年、欧米を中心として Femoroacetabular impingement (FAI) による変形性股関節症発症への関与が注目されている。大腿骨頭壊死症に対し大腿骨転子間弯曲内反骨切り術 (VO) を行った 5 症例 6 関節を対象に、3 次元動態解析ソフトを用いて術後骨性 impingement 並びに可動域の評価を行った。評価は健側、または術前と比較した。VO 術後、骨性 impingement を生じるまでの ROM は外転で低下したが、正常可動域内では FAI 発症要因となりうる impingement は生じなかった。

1. 研究目的

近年、欧米を中心として Femoroacetabular impingement (FAI) による変形性股関節症 (OA) 発症への関与が注目されている¹⁾。一方、Siebenrock²⁾ や Meyers³⁾ らが periacetabular osteotomy (PAO) 術後の疼痛と FAI の関連を報告して以後、股関節骨切り術後の FAI の報告が散見される。

今回、特発性大腿骨頭壊死症 (ION) に対する大腿骨転子間弯曲内反骨切り術 (VO) 後の impingement の可能性について、三次元動態解析ソフトウェアを用いて、正常股関節可動域における骨性 impingement を評価した。

2. 研究方法

ION に対して VO を施行した 5 症例 6 関節を対象とした。症例の内訳は、女性 3 例、男性 2 例、平均手術時年齢は 41 才 (31~65 才)、誘因は全例ステロイド性であった。術前病期は手術側では全例 stage2 で、非手術側は stage1 が 2 関節、stage2 が 2 関節であり、全ての症例において臼蓋、骨頭の形態異常は認めなかった。また、手術から CT 撮影までの平均期間は 11 ヶ月 (1 ヶ月~1 年 7 ヶ月) であった。

対照として、術後のみ CT を撮影した 5 関節では非手術側、術前後の CT を撮影した 1 関節では術前手術側と比較した。検討時それぞれ非手術側あるいは術前を合わせたグループを a 群、手術側 b 群とした。

評価は以下の 3 項目とし、検討を行った。

- 骨性 impingement を生じるまでの関節可動域 (ROM)
- 関節可動域比 (ROM 比)
(術後可動域/術前可動域 あるいは
手術側可動域/非手術側可動域)
- ROM 比と頸体角変化量 (°) との相関関係

解析方法

LEXI 社製 THA3 次元テンプレートソフト (Zed Hip) を用いて、3D-CT の DICOM データを読み込み、骨頭を球体に近似することで仮想骨頭中心を設定し、骨表面を認識するための CT 値の閾値を調節し、骨頭と臼蓋をセグメンテーションした。股関節は任意の運動が可能となり、各種動作時に骨皮質と認識されたピクセルが重複した時点を自動的に衝突と判断される機能を用いて、インピンジメントを生じる角度を計測した。

統計検定

Two-side paired *t* test を行い、 $p < 0.05$ を有意水準とした。

3. 研究結果

平均 ROM は、非手術側または術前と比較し、術後股関節外転でのみ有意に低下を認めた。(表 1) ROM 比は、伸展が 115%、内転が 112% と増加したが、外転は 74% と低下を認めた。(表 2)

また、ROM比(伸展, 内転, 外転)と頸体角変化量の間には相関関係を認め、伸展と内転では正の相関を、また外転では負の相関を認めた。(表3)

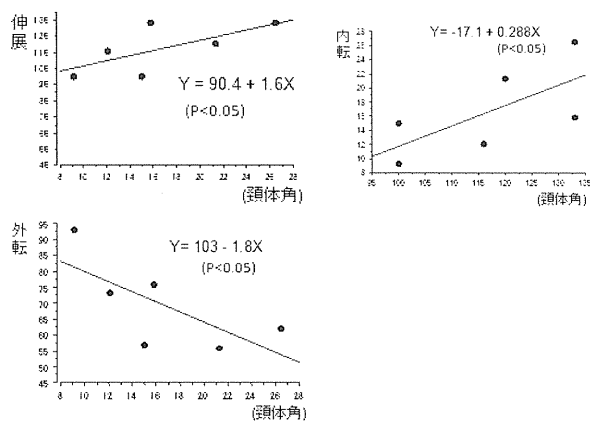
【表1】平均可動域

	屈曲	伸展	内転	外転	内旋	外旋
a) (非手術側+術前)	130±3.5	95±10.7	56±9.6	65±13.7	37±8.6	101±18.8
b) (術後)	129±9.7	99±10.8	59±8.6	48±5.2*	38±13.3	97±10.8 (°)

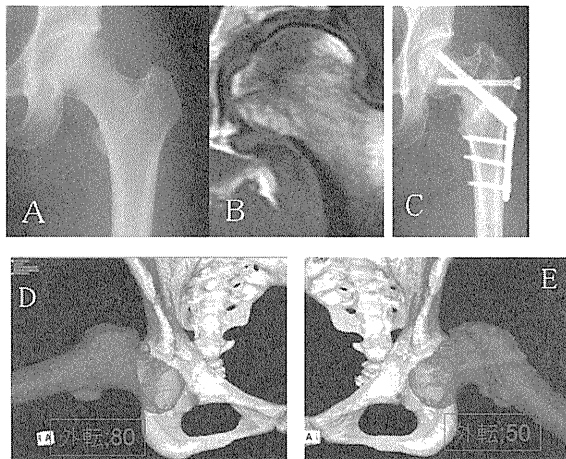
(*P<0.05)

【表2】ROM比(術後/術前、手術側/非手術側)

屈曲	伸展	内転	外転	内旋	外旋
101	115	112	74	100	100 (%)



【図1】伸展、内転、外転と頸体角変化量の相関



【図2】31歳女性、術前 Stage 2, Type C-1, 頸体角変化量; 21°

非手術側 ROM(CT simulation):

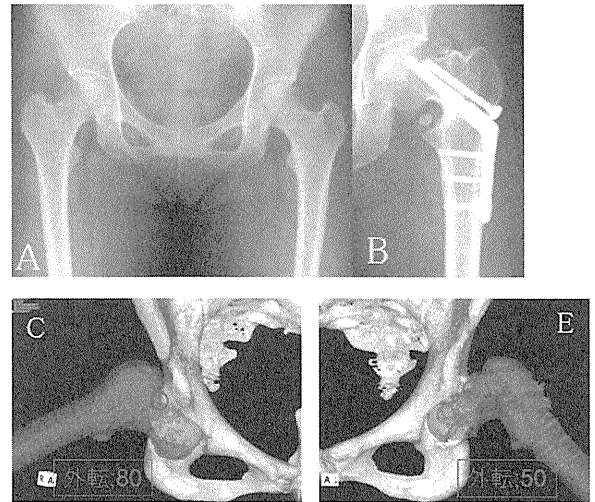
屈曲; 125 伸展; 85 内転; 50 外転; 80
内旋; 45 外旋; 90 (°)

手術側 ROM(CT simulation):

屈曲; 135 伸展; 135 内転; 60 外転; 50

内旋; 60 外旋; 85 (°)

A) 術前単純 X-p B) 術前 MRI C) 術後単純 X-p
D) 健側 CT simulation E) 手術側 CT simulation



【図2】37歳女性、術前 Stage 2, Type C-1, 頸体角変化量; 27°

非手術側 ROM(CT simulation):

屈曲; 140 伸展; 55 内転; 45 外転; 65
内旋; 35 外旋; 85 (°)

手術側 ROM(CT simulation):

屈曲; 135 伸展; 70 内転; 65 外転; 40
内旋; 30 外旋; 90 (°)

A) 術前単純 X-p B) 術後単純 X-p
C) 非手術側 CT simulation D) 手術側 CT simulation

4. 考察

これまで骨切り術後の FAI の関与について PAO、Salter's osteotomy、RAO 等で検討した報告は散見されるが⁴⁻⁶⁾、VO での報告は無い。

本検討では、VO 術後に骨性 impingement を起こすまでの ROM 比は外転で低下を認め、形体角変化量とそれぞれ負の相関関係を認めた。しかし術後外転平均 ROM は 48° と正常可動域範囲外であり、VO 術後に FAI の原因となる impingement が生じる可能性は低いことが示唆された。また、伸展、内転において ROM 比はそれぞれ増加し、形体角変化量と正の相関関係を認めたことから(外旋、内旋における変化は認めず)、前方、また後方での impingement が起こる risk は減少することが示唆された。

しかし、一方で図 2 の様な内反移動量の大きい症例では股関節外転時に impingement を起こす可能性を考慮する必要がある。

本検討の limitation として、骨性 impingement の評価で
あり関節唇等の軟部組織を考慮していないこと、また症
例数が少ないため、今後、検討法、また症例数を増や
して検討を行う必要があると考えている。

5. 結論

三次元動態解析ソフトを用いた VO 術後の骨性
impingement の評価を行った。VO 術後、外転において
可動域が低下することが示唆された。また VO 術後前方、
後方における FAI 発症の risk は減少することが推察さ
れた。

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) Ganz R, et al. Femoroacetabular impingement: a
cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop
Relat Res,417:112-120, 2003
- 2) Siebenrock KA, Scholl E, Lottenbach M, Ganz R.
Bernese periacetabular osteotomy. Clin Orthop
Relat Res. 1999;363:9-20.
- 3) Myers SR, Eijer H, Ganz R. Anterior
femoroacetabular impingement after periacetabular
osteotomy. Clin Orthop Relat Res.
1999;363:93-99.
- 4) Yasunaga Y, Yamasaki T, Matsuo T, Ishikawa M,
Adachi N, Ochi M. Crossover sign after rotational
acetabular osteotomy for dysplasia of the hip. J
Orthop Sci (2010) 15:463-469
- 5) K. Ziebarth, J. Balakumar, S. Domayer, Y. J. Kim,
M. B. Millis. Bernese Periacetabular Osteotomy in
Males. Clin Orthop Relat Res (2011) 469:447-453

- 6) Robb CA, Datta A, Nayeemuddin M, Bache CE.
Assessment of acetabular retroversion following
long term review of Salter's osteotomy.Hip Int.
2009 Mar;19(1):8-12.

大腿骨頭壊死症の有限要素解析を用いた圧潰予測の試み

-有限要素解析モデルの作成-

池 裕之、稲葉 裕、小林直実、雪澤洋平、崔 賢民、富岡政光、齋藤知行
(横浜市立大学 整形外科)

特発性大腿骨頭壊死症は大腿骨頭に圧潰が生じると、二次性の股関節症に至る難治性疾患である。本研究では、患者別の圧潰予測に向けて大腿骨頭壊死症患者 1 症例の有限要素解析モデルを作成した。CT および MRI 画像を基に、骨盤・大腿骨・軟骨・壊死領域を約 330000 個の 4 面体要素で構成し、解析では壊死領域に生じる相当応力、最大主ひずみを評価した。解析の結果、壊死領域の境界部において応力集中を認め、圧潰起点となることが想定された。本モデルは壊死領域の材料特性換算式の妥当性、一つの肢位の評価であることなど問題点もあるが、症例ごとの圧潰予測に有用な可能性がある。

1. 研究目的

特発性大腿骨頭壊死症 (ION) は大腿骨頭に圧潰が生じると、二次性の股関節症に至る難治性疾患である。壊死病巣の範囲により病型分類ごとの圧潰の確率は既に報告されているが、症例ごとの予後予測は困難である。本研究では、患者別の圧潰予測に向けて、大腿骨頭壊死症患者 1 症例の有限要素解析モデルを作成し検討した。

2. 研究方法

有限要素モデルは ION と診断された 1 例 1 関節 (Type C-1, Stage 3A) から作成した。

大腿骨、骨盤は CT より、壊死領域は MRI から形状を作成した。軟骨は大腿骨頭の形状を参考にモデルを作成した。(図 1) 四面体要素を用いて作成し、要素数は大腿骨は 130402、骨盤は 139575、軟骨は 47416、壊死領域は 11531 で計 328924 要素とした。

壊死骨は以下に示す 3 種類の材料特性を用いて解析を施行した。

1. Brown のヒト大腿骨頭壊死の力学的実験のデータ¹⁾を参考に壊死部を均質材料とする
2. Keyak の式²⁾に基づき、正常骨組織と同様に CT 値より算出する
3. Keyak の式および Brown のデータを基に CT 値より算出する

荷重拘束条件は大腿骨遠位を完全拘束とし、骨盤上方より 620N の圧縮荷重を作用させた。(図 2) 解析では、壊死領域に生じる相当応力および最大主ひずみを評価した。

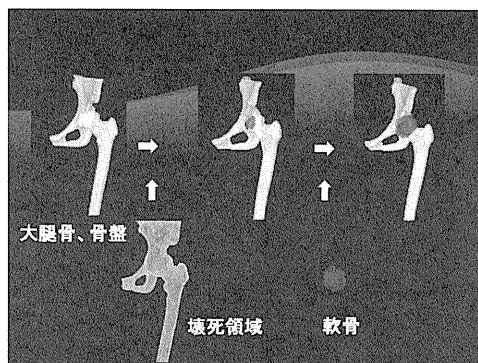


図 1. ION 有限要素法解析モデル作製



図 2. 荷重拘束条件

3. 研究結果

1. 均質材料(図 3)
2. Keyak の式(図 4)
3. Brown のデータより Keyak の換算式を改変(図 5)

いずれの材料特性を用いた場合においても相当応力は壊死領域の境界域で高値であり、最大主ひずみは後外側で高値となった。

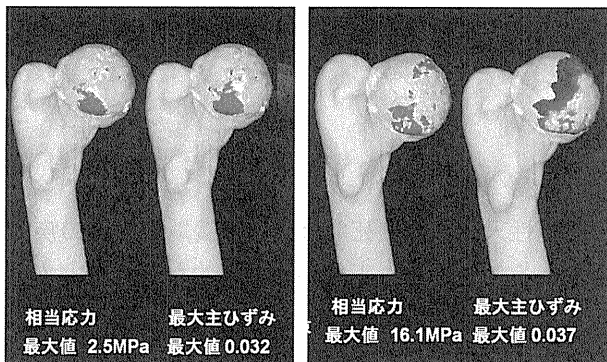


図 3. 解析結果 (均質材料) 図 4. 解析結果 (Keyak)

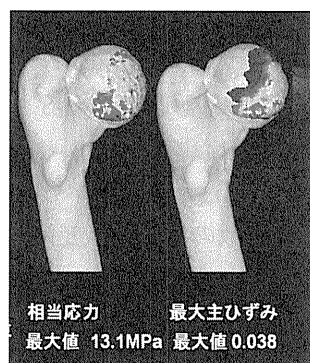


図 5. 解析結果 (Keyak, Brown)

4. 考察

本村らは、特発性大腿骨頭壊死症患者の手術で切除された 30 骨頭について検討し、すべての圧潰骨頭において壊死領域の外側端の骨折を含んでおり、骨折は肥厚骨梁と壊死骨梁との間で発生していたと報告し、修復層での肥厚骨梁と隣接する壊死骨梁間でのストレス集中が圧壊の一因と考察した。³⁾ 今回の解析結果で壊死領域の境界部で相当応力が高値であり、圧潰の起点部位となっている可能性があると考えた。

今後の課題として、①Keyak および Brown のデータによる弾性率換算式の妥当性の評価 ②圧壊がない症例での解析結果と自然経過との比較 ③歩行・座位などを再現した肢位での解析 が挙げられた。

5. 結論

ION の患者 1 症例の有限要素解析モデルを作成した。解析の結果、壊死領域の境界部において応力集中を認め圧潰起点となることが考えられた。

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) Brown TD, Way ME, Ferguson AB Jr. Mechanical characteristics of bone in femoral capital aseptic necrosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. May, (156), 240-7. 1981
- 2) Keyak JH, Rossi SA, Jones KA, Skinner HB. Prediction of femoral fracture load using automated finite element modeling. *Journal of Biomechanics* 31, 125-133.1998
- 3) 本村悟朗、山本卓明、山口亮介、池村聡、中島康晴、馬渡太郎、岩本幸英. 特発性大腿骨頭壊死症における圧潰の起点と部位. 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, 100-1. 2011

臨床調査個人票の改定について

山本卓明、本村悟朗、岩本幸英（九州大学 整形外科）
大園健二（関西労災病院 整形外科）

難治性特定疾患である特発性大腿骨頭壊死症の申請に用いられている臨床調査個人票（新規、更新）を、より普遍的で正確かつ簡便、そして臨床情報の取得ができるように改定した。

1. 研究目的

「特定疾患」（医療費助成対象の疾患）である特発性大腿骨頭壊死症の臨床調査個人票について、近年の本研究班の成果を反映させ、かつこれまでの問題点を解決すべく、本調査個人票の改訂を行う。

2. 研究方法

近年の研究成果、現在の問題点、改善点を反映させた草案をまず WG にて作成し、これを年 2 回開催される班会議において、班員全体で討論し、改定案を作成した。

3. 研究結果

詳細は巻末資料を参照されたい。

（赤字部分が改定部分）

主な改正点は、まずこれまで除外診断として 7 疾患、鑑別診断として 5 疾患がそれぞれあげられていたが、これらには重複が幾つかあり、また最近の研究成果から得られた鑑別疾患（大腿骨頭軟骨下脆弱性骨折など）が含まれていないなど改善すべき点を勘案した結果、除外診断として 10 疾患に統一した。これにより、より正確な診断が可能となると思われる。

また病型分類、病期分類は、その定義について図などを加えることにより、より簡便、正確に行えるようにした。

その他、疫学調査においてより詳細な臨床情報を正確かつ容易に取得できるよう、既往歴、ステロイド使用量、アルコール摂取量、喫煙歴、などについて記載しやすくした。

4. 考察/結論

特発性大腿骨頭壊死症は、医療費助成対象の疾患であることから、正確かつ普遍的な診断が求められる。最近の研究成果として、大腿骨頭に圧潰を来す疾患として、大腿骨頭軟骨下脆弱性骨折が報告されている。その病理学的検索により、これまで大腿骨頭壊死症と診断された症例には、本骨折が約 4-10% 含まれていたという報告がある (1-2)。このような疾患を今回、除外診断に加えることが出来たことは、より正確な診断につながるものと考えられる。

また臨床調査個人票は、患者数の推計、年度毎の推移、など疫学的調査に有用な情報となる。本症に関係する可能性のある危険因子（アルコール、ステロイドなど）に関する情報をより正確に得られるように改定されたことは、意義深い。

なお今回は、新規患者用を改定したが、現在は更新患者についても検討を行っている。

5. 研究発表

1. 論文発表
なし
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) Yamamoto T, Bullough PG.
Subchondral insufficiency fracture of the femoral head.
Arthritis Rheum 1999;42:2719-23.
- 2) Yamamoto T, Iwamoto Y, Schneider R, Bullough PG.
Histopathological prevalence of subchondral insufficiency fracture of the femoral head.
Ann Rheum Dis 2008;67:150-3.

大腿骨頭壊死症に対する大腿骨彎曲内反骨切り術後の骨頭円形度の検討

関泰輔、長谷川幸治、加納稔也、松岡篤史、石黒直樹（名古屋大学 整形外科）

大腿骨頭壊死症で圧潰した大腿骨頭関節面を整復して骨頭を球形にすることで関節の適合性を改善させるため、主に Type C-1, C-2 に対して bone impaction grafting(以下 BIG)を大腿骨転子間彎曲内反骨切り術(以下 CVO)に併用している。圧潰の定量的評価のため、骨頭円形度を定義した。大腿骨頭に同心円を描き、円の中心を通る涙痕線との垂線を 0° 基準軸とし放射状の座標を作成、円の半径に対する比率を円形度とした。14 例 16 関節、平均フォロー期間 40 ヶ月の術前の位置と円形度は、骨頭内側(-10°)、前方(40°)で圧潰が最大で、骨頭半径の 70–80%であった。最終経過観察時、Stage 3B は Stage 2, 3A より円形度が減少した。Type C-2 も C-1 より円形度は減少しており Stage 2, 3A、Type C-1 は BIG により骨頭半径の 90%以上に圧潰が整復維持された。BIG を併用した CVO は、Type C-1、Stage 3A までが良い適応である。

1. 研究目的

大腿骨頭壊死症に対して、最大外転位で荷重部が厚生労働省大腿骨頭壊死調査研究班の分類¹で Type B になる症例は、大腿骨転子間彎曲内反骨切り術(以下 CVO)²の適応がある。壊死範囲が大きいものは外側 1/3 以上の荷重部健全域を得ることができず圧潰危険率が高くなる。また十分な荷重部健全域が得られても骨頭の球形が減れば、関節内の不安定性から関節症へ進行することが危惧される。著者らは主に大腿骨頭壊死症 Type C1, C2 で、圧潰した骨頭に対して壊死部を搔爬して自家骨を圧迫移植する bone impaction grafting³ (以下 BIG)を併用した CVO を行っている。平成 22 年度第 2 回班会議において、我々は BIG を行い整復した骨頭の円さを主観的でなく客観的にあらわす指標である骨頭円形度を定義した。この骨頭円形度は、骨頭半径と圧潰した骨頭関節面との比率で示され、BIG による圧潰整復後の骨頭の経時的変化について X 線を用いて検討した。

今回の目的は、骨頭の圧潰部位と程度を経時的に評価し、BIG 併用 CVO の適応と限界を調査することである。

2. 研究方法

2005 年 8 月から 2010 年 9 月の期間に、当院で CVO を施行した特発性大腿骨頭壊死の患者で、追跡

不能 1 例を除外した男性 7 例(7 関節)、女性 7 例(9 関節)を対象とした。病因はステロイド性 11 例、アルコール性 3 例、手術時平均年齢は 31 歳(19–67 歳)、平均経過観察期間は 40 ヶ月(9–71 ヶ月)であった。病期病型分類は Stage 2 が 1 関節、Stage 3A が 6 関節、Stage 3B が 9 関節であり、Stage 3B は 4 関節が Type C2 であった。

骨頭円形度の画像評価は、X 線正面画像と 45° ラウエン像で行った。X 線正面画像では、骨頭中心と骨頭の関節面をトレースした円座標を用い、骨頭中心から涙痕線と垂線をなす座標を作成した(図 1A, B)。垂線を 0° 基準軸とし、 10° ごとに放射上に区切った線を引き、 0° 基準軸より外側を(+)内側を(-)とし $\pm 90^\circ$ まで調査した。圧潰の程度は、骨頭中心から骨頭圧潰部分までの距離 r と骨頭半径 R の比を百分率($r/R \times 100$)で求めた。さらに 45° ラウエン像も同様に円を描き、骨頭中心を通る頸部軸を 0° 基準軸とし、前方を(+)、後方を(-)とし 90° まで同様に 10° ごと放射状に圧潰部までの距離を測定した(図 1C)。

検討項目は整復した骨頭圧潰部位の経時的変化を術前、術直後、最終経過観察期間まで調査し、円形度と臨床成績の比較を Stage と Type 別に行った。群間比較は Student t test を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

3. 結果

平均手術時間は159分(100–285分)、平均出血量は268ml(70–630ml)であった。荷重部健常域は術前平均7.4%(0–23%)が、術後38.8%(16–67.8%)に改善した。JOAスコアは、術前平均73.3点(54–90点)から、最終調査時83.0点(43–100点)に改善した。

骨頭圧潰の経時的変化を示す(図2A)。X線正面像で術前は、外側40°から内側にかけて円形度が小さかった。術直後、内反による健常域の移動とBIGによって各位置で円形度90%以上を維持できた。しかし、今回の検討では最終経過観察時には術前の圧潰位置にもどる傾向を認めた。45°ラウエン像では、前方が大きく圧潰しており、術後BIGにより圧潰が整復されたが、最終経過観察時の骨頭はふたたび圧潰する傾向を認めた(図2B)。

再圧潰する因子を知るために、最終経過観察時の円形度を病期別に検討した。正面像において術前Stage 2, 3A症例は、100%に近い円形度を維持できていた。術前Stage 3Bは、骨頭外側から内側にかけて再び圧潰する傾向があったが、各測定部位において2群間に統計学的な有意差はなかった(図3A)。ラウエン像の評価では、術前Stage 2, 3A症例は、最も小さいところでも90%以上で円形度を維持できていた。同様に症例数が少ないので統計学的には有意差はなかったが、Stage 3Bは骨頭前方が再び圧潰する傾向があった(図3B)。

最終経過観察時の円形度を病型別に調査した。正面像では術前Type C-1症例は、100%に近い円形度を維持できていた(図4A)。Type C-2は骨頭外側から内側にかけて再び圧潰し、Type C-1と比べ内側は有意に円形度が小さかった。ラウエン像では、術前Type C-1症例は100%に近い円形度を維持できていたが、Type C-2は骨頭前方が再び圧潰し、Type C-1と比べ有意に円形度が小さかった(図4B)。

4. 考察

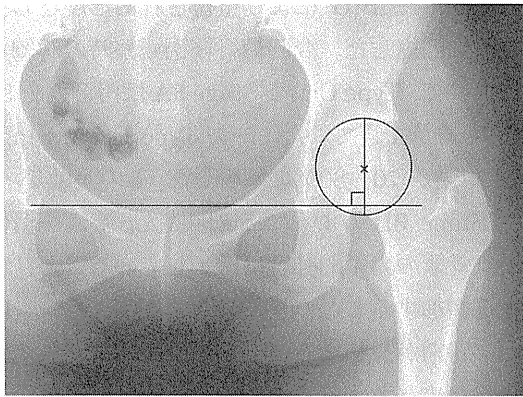
骨頭圧潰の評価として1993改訂のARCO分類では、骨頭圧潰の定量化としてA, B, Cで%評価を行っている。また、研究班の病期病型分類では、Stageを3Aと3Bに細分化することで関節機能と予後をより反映したものとなっている⁴。我々は圧潰の位置と程度を定量化のため、圧潰整復した骨頭の形態を円形度として術前後で評価した。術前の骨頭圧潰の位置は、内側10°、前方40°が最も大きかった。平均値であるため症例ごとに個別の検討は必要だが、

骨移植方向の決定に有用である。

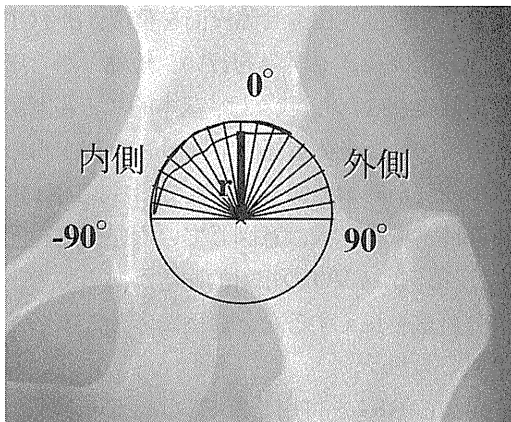
術後骨頭圧潰はBIGにより整復され円形度として90%以上に回復した。今回最終経過観察時の詳細な検討において、Type C-1やStage 3Aは円形度を90–100%と維持できていた。一方Type C-2やStage 3Bは円形度が70–80%に減少した。この差はType C-2やStage 3Bのような広範囲壊死、高度圧潰例はすでに骨頭の力学的強度は低下していること、移植骨量が増加すること、リモデリングによる骨吸収をきたす時期が長くなることから再圧潰のリスクが高くなるためと考える。骨頭圧潰整復は、高度圧潰症例のOA進行予防の可能性を期待するものである。中西らは大腿骨頭回転骨切り術時に、輪状切開した関節包から骨頭を亜脱臼させ陥没面を整復、 β -TCP挿入による球形回復を試みを行い、短期ながら圧潰の程度を減少させた⁵。我々は、基本的に広範囲壊死、高度圧潰例は術後荷重部健常域が34%以上得られるような内反が必須であると考えており、BIGによる荷重部健常域の拡大は意図していない。広範囲壊死、高度圧潰例にCVOの相対的適応があっても、術後の部分荷重を長くするなど症例に応じた細かな対応が必要である。

今回の検討からBIGを併用したCVOはType C-1、Stage 3Aまでの症例がよい適応と考える。BIGを併用しない症例と比べ、いまのところBIGを併用することがより成績を向上させるかどうか結論できないが、BIGを併用することで骨頭の球形回復、維持がなされ関節内のinstability減少が将来OA進行を予防する可能性が期待される。また、BIGは他の特別な手技、装置は必要とせず、同一体位で腸骨から自家骨採取ができるなど、追加の侵襲は少ないので併用しやすい手技である。今後の課題として、CVO単独例との比較検討をする必要があると考えている。

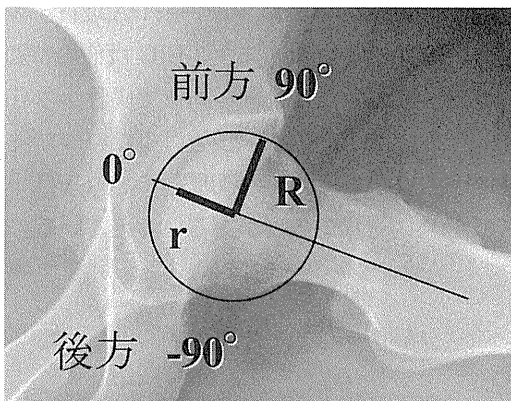
図1 骨頭圧潰部の画像評価



A. 大腿骨頭に同心円を描き、円の中心から涙痕線と垂線をなす座標を作成



B. 垂線を0°基準軸とし、10°ごとに放射上に区切った線を引き、外側を+内側を-とした。圧潰の程度は、骨頭中心から骨頭圧潰部分までの距離rと骨頭半径Rの比を百分率($r/R \times 100$)で求める。



C. 側面像評価は45°ラウエン像において、骨頭中心を通る頸部軸を0°基準軸とし、前方を+、後方を-とし90°まで同様に10°ごとに放射状に圧潰部までの距離を測定。

図2A 骨頭圧潰の経時的変化(X線正面像)

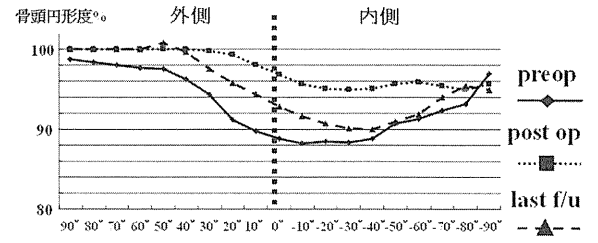
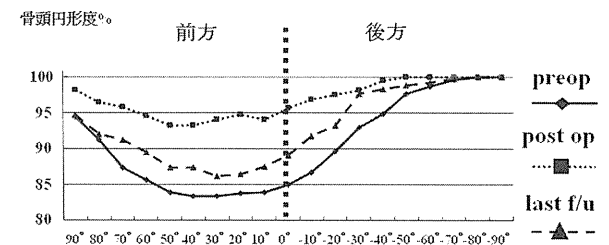


図2B 骨頭圧潰の経時的変化(45°ラウエン像)



円形度の値は平均値を示す。

図3A 最終経過観察時の円形度と病期(X線正面像)

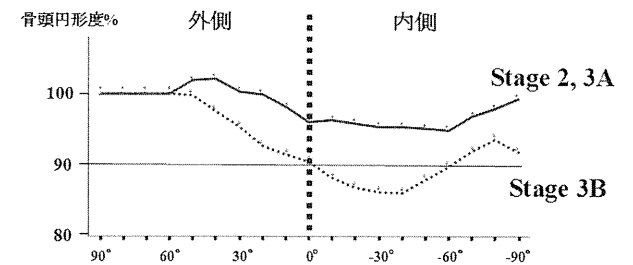
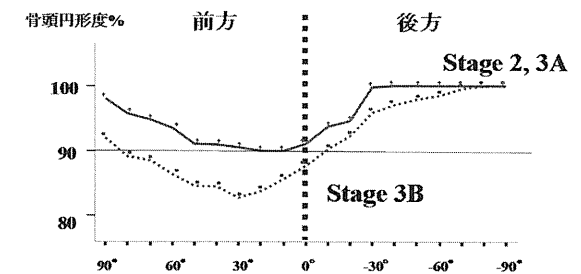


図3B 最終経過観察時の円形度と病期(45°ラウエン像)



円形度の値は平均値を示す。

図 4A 最終経過観察時の円形度と病型(X 線正面像)

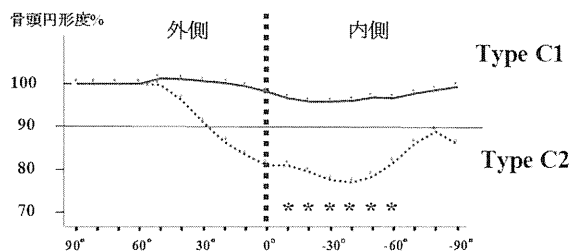
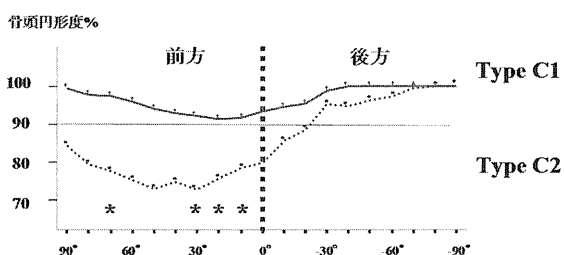


図 4B 最終経過観察時の円形度と病型(45° ラウエン像)



円形度の値は平均値を示す。* p < 0.05

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) 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;7:601-5.

2) ShutoToshihide, JingushiSeiya, NakashimaYasuharu, YamamotoTakuaki, IwamotoYukihide. 彎曲内反骨切り術(西尾) 従来の骨切り術の欠点を克服する 独創的な骨切り術(Intertrochanteric curved varus osteotomy (Nishio): A unique osteotomy to conquer the disadvantages of the previous one). Journal of

Orthopaedic Science 2006;11:557.

3) Rijnen WH, Gardeniers JW, Buma P, Yamano K, Slooff TJ, Schreurs BW. Treatment of femoral head osteonecrosis using bone impaction grafting. Clin Orthop Relat Res 2003:74-83.

4) Nishii T, Sugano N, Ohzono K, Sakai T, Haraguchi K, Yoshikawa H. Progression and cessation of collapse in osteonecrosis of the femoral head. Clin Orthop Relat Res 2002:149-57.

5) 中西亮介, 渥美敬. 圧潰著明な大腿骨頭壊死症に対する前方回転骨切り術の工夫—β-TCP 挿入による球形の回復—. 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 21 年度 総括・分担研究報告書 2010:151-3.

大腿骨頭壊死症に対する大腿骨転子間彎曲内反骨切り術の成績不良因子の検討

長谷川幸治、関泰輔、加納稔也、松岡篤史、石黒直樹（名古屋大学 整形外科）

大腿骨転子間彎曲内反骨切り術(以下 CVO)を行った男性 65 例 72 関節、女性 45 例 51 関節を対象に成績不良因子を検討した。THA 置換 9 関節と骨頭圧潰 9 関節を成績不良群とした。不良群は、術前 Type C2 の占める割合が多く術後荷重部健常域が有意に小さかった。多変量解析で BMI、術後荷重部健常域が成績不良の有意な因子でオッズ比は BMI で 1.29、荷重部健常域 34%未満で 8.4 となった。

1. 研究目的

大腿骨頭壊死症は、骨頭荷重部の壊死範囲が大きいと圧潰が早期に発生し、疼痛や機能障害のため患者は身体的、社会的に大きな損失をうける。青壮年期の患者には、可能なら自骨による関節温存を目的とした骨切り術が選択肢となる。西尾が行った大腿骨転子間彎曲内反骨切り術(以下 CVO) は、当初亜脱臼性股関節症に対する治療法として報告された^{1,2)}。その後、大腿骨頭壊死症に対しても大腿骨頭外側の健常部を新たな荷重面とし、壊死部を非荷重部に逃すことで骨頭の圧潰を防ぐ目的で用いられ、その有用性が報告されてきた³⁻⁷⁾。理論的には脚短縮、大転子高位、大転子外方化が最小限に抑えられ、骨切り部の接触面積が大きいことは骨癒合に有利であるといわれている。

CVO の適応は、股関節正面 X 線の最大外転位で骨頭の荷重部健常域が 1/3 以上あるものである。すなわち、厚生労働省壊死調査研究班の病期病型分類⁸⁾では、最大外転位で Type B になるものがよい。一方、十分な荷重部健常域が得られても骨頭の球形が減ずれば、関節内の不安定性から関節症へ進行することが危惧される。本研究の目的は、CVO の成績不良因子の検討を行い、手術の適応と限界を明らかにすることである。

2. 研究方法

1992 年から 2010 年の期間に当院で CVO を施行した患者で、OA2 例、外傷 8 例を除外した男性 65 例 72 関節、女性 45 例 51 関節を対象とした。病因はステロイド性 64 関節、アルコール性 41 関節、両方が 6 関節、特発性が 12 関節であった。平均追跡期間は 70.6 ヶ月(6-216 ヶ月)であった。病型は Type B が 9 関節、C-1 が

もつとも多く 94 関節、C-2 が 20 関節であった。病期は Stage 2 が 21 関節、Stage3A が 67 関節、Stage3B が 32 関節、Stage 4 が 3 関節であった。

X 線評価は Sakano ら³⁾の方法に従い計測した。術前後の頸体角の差を内反角、涙痕から大転子外側縁の距離の術前後の差を大転子外方化、大転子頂点の術前後の差を脚短縮とした。また術後の荷重部健常域⁹⁾を計測した。

CVO123 関節のうち、圧潰の進行 9 例、THA に移行したものが 9 例あり、これらを failure group 以下 F 群とした。他の正常群は N 群とした。統計解析は 2 群間比較について、連続変数は t 検定、カテゴリカルデータは χ^2 乗テスト、Fisher exact test を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。多変量解析として、成績不良の risk factor を解析するため failure を従属変数としたロジスティック回帰分析を行った。

3. 研究結果

年齢、BMI、男女比について F 群と N 群に差はなかった。術前病型は TypeC-2 の割合が F 群で 44%と N 群の 11%に比べ高かった。病因別では、ステロイド、アルコール、両方、特発性の比率に F 群と N 群に差は認めなかった(表 1)。また手術時間や出血量についても有意差はなかった。画像評価において、内反角は F 群で有意に大きかった。術後の荷重部健常域は F 群で有意に低かった(表 2)。性年齢 BMI に加え、有意な因子を独立変数としてロジスティック回帰分析をおこなった。CVO 成績不良となるオッズ比は BMI で 1.29、荷重部健常域 34%未満で 8.4 であった(表 3)。

4. 考察

大腿骨頭壊死症に対する骨頭温存手術には、大腿骨に介入するものとして core decompression を除けば壊死部の位置を変えない方法と、骨切りにより壊死部を移動させる方法に分けられる。前者には、骨髄細胞移植や骨移植、力学的支柱による安定性を期待する血管柄付き骨移植の併用などがある。後者には、転子間弯曲内反骨切り術や大腿骨頭回転骨切り術がある。我々は、壊死部を移動させる目的で、最大外転位で荷重部健全域が 1/3 以上得られるものに対して CVO を第一選択としてきた。また 2004 年からは、合併手術として壊死部搔爬と自家骨移植を CVO に併用している¹⁰。

大腿骨頭壊死に対する骨頭温存手術の危険因子の検討において、Lieberman ら¹¹は骨頭圧潰があると種々の骨頭温存手術をしても圧潰進行率は高いと報告している。大腿骨頭前方回転骨切り術について、Ha ら¹²は secondary collapse の危険因子として年齢(40 歳以上)、BMI(24 以上)、壊死範囲大(combined necrotic angle 230° 以上)、病期進行(modified Ficat Stage III 以上)を挙げている。また CVO については、圧潰進行予防する術後荷重部健全域は 33.6%と報告がある⁵。

本研究では、緒家の報告のように肥満と術後荷重部健全域 34%未満が CVO 成績不良のリスクファクターとして挙げられた。この 2 つが意味するところは大腿骨頭にかかる機械的ストレスの増大である。一方 Type C-2 のような広範囲壊死については、内反による荷重部健全域の獲得が困難となり、骨頭への荷重負荷による圧潰が回避されない可能性のため、CVO の適応は限定される。

Limitation として、CVO は広範囲壊死に対して適応にならないことが多いため、手術適応によるバイアスが考えられる。しかし本研究において、Zhao ら⁵の報告と同様に術後荷重部健全域を 1/3 以上得ることが良好な成績となることがわかった。1/3 以上の荷重部健全域を得ることができない場合、骨頭の前後に健全部が存在すれば我々は大腿骨頭回転骨切り術を適応としている。また BMI 増加は危険因子である。従って本研究において BMI に対する cut off 値を決定することはできなかった。術後の荷重制限と、画像検査による密なフォローが重要である。

大腿骨頭壊死に対する CVO は他の骨切りと比べ手技が比較的容易であるため、適応を選べば積極的に用いられてよい術式と考える。

5. 結論

CVO123 関節の成績不良因子を検証した。BMI 増加、術後荷重部健全域 34%未満が成績不良因子であった。

表 1 対象患者特性

* p < 0.05 significant difference 値は平均値を示す。

	F 群 (n = 18)	N 群 (n = 105)	P 値
平均年齢	40.6	38.9	0.572
平均 BMI	22.9	22.3	0.610
男/女	8/10	64/41	0.206
術前病型			
Type B	1 (6%)	8 (8%)	0.004*
Type C-1	9 (50%)	85 (81%)	
Type C-2	8 (44%)	12 (11%)	
病因			
ステロイド	8 (44%)	56 (53%)	0.616
アルコール	6 (33%)	35 (33%)	
両方	1 (6%)	5 (5%)	
特発性	3 (17%)	9 (9%)	

表 2 術後評価

* p < 0.05 significant difference

	F 群	N 群	p 値
手術時間 (分)	127.4	118.0	0.223
出血量 (ml)	214.2	195.3	0.588
内反角 (°)	29.3	25.2	0.029*
大転子外方化 (mm)	4.4	3.9	0.707
脚短縮 (mm)	14.3	10.9	0.063
術後荷重部健全域 (%)	35.8	48.9	0.003*

表 3 CVO 成績不良の危険因子とオッズ比

	Odds ratio	95% 信頼区間	p 値
BMI	1.29	1.02-1.64	0.036*
術後荷重部健全域 34%未満	8.4	1.59-43.92	0.012*

* p < 0.05 significant difference

6. 研究発表

著書

1) 増井徹男、長谷川幸治：大腿骨骨切り術での SSI

発症時の対応整形外科 SSI 対策. 菊池臣一・楠正人編 医学書院 (東京) pp230-235,2010

2) 長谷川幸治: 大腿骨転子間弯曲内反骨切り術. 特発性大腿骨頭壊死症 久保俊一・菅野伸彦編 金芳堂 (京都) pp192-198,2010

英語論文

1) Yukiharu Hasegawa, Tetsuo Masui, Jin Yamaguchi, Toshiya Kanoh, Taisuke Seki, Kiyoharu Kawabe: A Joint Space wider than 2 mm is Essential for an Eccentric Rotational Acetabular Osteotomy for Adult Hip Dysplasia J Orthop Sci 2010;15:620-625.

2) Yukiharu Hasegawa, Puyi Sheng, Toshiya Kanoh, Taisuke Seki, Atsushi Matsuoka
Polyethylene liner scratch following revision hip arthroplasty performed after ceramic fracture -A case report- J Arthroplasty impress

3) Kanoh T, Hasegawa Y, Masui T, Yamaguchi J, Ishiguro N, Kawabe K: Accurate acetabular component orientation after total hip arthroplasty using an acetabular alignment guide. J Arthroplasty 2010;25:81-86.

4) Seki T, Hasegawa Y, Masui T, Yamaguchi J, Kanoh T, Ishiguro N.: Association of serum carotenoids, retinol and tocopherols with radiographic knee osteoarthritis: Possible risk factors in rural Japanese inhabitants. J Orthop Sci (2010) 15:477-484.

5) Tsuboi M, Hasegawa Y, Matsuyama Y, Suzuki S, Suzuki K, Imagama S. Do musculoskeletal degenerative disease affect mortality and cause of death after 10 years in Japan? J Bone Miner Metab 2010 Aug 14 (Pub ahead of print)

和文論文

1) 長谷川幸治、坪井真幸、加納稔也、関泰輔、松岡篤史: Greater trochanteric pain syndrome. Hip Jpoint 36:40-43,2010.

2) 長谷川幸治: 特発性大腿骨頭壊死症に対する大腿骨転子間弯曲内反骨切り術. 現代医学 impress

3) 加納稔也、長谷川幸治、関泰輔、松岡篤史、河辺清晴、藤田寛二、坪井真幸: セメントレス人工股関節置換術における臼蓋コンポーネントのスクリュウ固定ウムによる設置角度について. Hip Joint 36:252-255, 2010.

4) 関泰輔、加納稔也、松岡篤史、長谷川幸治、坪井真

幸、河辺清晴: 大腿骨頭壊死症に対する自家骨移植を併用した転子間弯曲内反骨切り術. Hip Joint 36:527-529, 2010.

5) 松岡篤史、長谷川幸治、加納稔也、関泰輔: 大腿骨頭加重部に発生した良性軟骨芽細胞腫に対して腫瘍切除と大腿骨頭回転骨切り術を行った一例. Hip Joint 36:582-587, 2010.

6) 関泰輔、長谷川幸治、加納稔也、松岡篤史: 強直性脊椎炎に対する人工股関節置換術. 人工関節学会雑誌 40:164-165,2010.

7) 加納稔也、長谷川幸治、関泰輔、松岡篤史: Ceramic on ceramic 人工股関節置換術における早期脱臼率. 人工関節学会雑誌 40:78-79,2010.

8) 松岡篤史、長谷川幸治、加納稔也、関泰輔: バーコードシステムによる同種骨管理. 人工関節学会雑誌 40:532-533,2010.

9) 関泰輔、長谷川幸治、加納稔也、松岡篤史、坪井真幸: JHEQ (日本整形外科股関節疾患評価質問表) に対する有用性の検討. Hip Joint 37:789-784.

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) 西尾篤人, 杉岡洋一. 大腿骨転子部骨切り術の一つの工夫. 整形外科と災害外科 1971;20:381-6.

2) ShutoToshihide, JingushiSeiya, NakashimaYasuharu, YamamotoTakuaki, IwamotoYukihide. 彎曲内反骨切り術(西尾) 従来の骨切り術の欠点を克服する独創的な骨切り術(Intertrochanteric curved varus osteotomy (Nishio): A unique osteotomy to conquer the disadvantages of the previous one). Journal of Orthopaedic Science 2006;11:557.

3) Sakano S, Hasegawa Y, Torii Y, Kawasaki M, Ishiguro N. Curved intertrochanteric varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Br 2004;86:359-65.

4) Ikemura S, Yamamoto T, Jingushi S, Nakashima

- Y, Mawatari T, Iwamoto Y. Leg-length discrepancy after transtrochanteric curved varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89:725-9.
- 5) Zhao G, Yamamoto T, Ikemura S, Motomura G, Mawatari T, Nakashima Y, et al. Radiological outcome analysis of transtrochanteric curved varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head at a mean follow-up of 12.4 years. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92:781-6.
- 6) 山本卓明, 杉岡洋一, 本村悟朗, 馬渡太郎, 中島康晴, 神宮司誠也, et al. 特発性大腿骨頭壊死症に対する関節温存手術 大腿骨頭壊死症に対する関節温存術の術後成績 大腿骨彎曲内反骨切り術および大腿骨頭回転骨切り術について. *Hip Joint* 2007;33:4-8.
- 7) 増井徹男, 長谷川幸治. 【大腿骨頭壊死症 疫学・病態から治療まで】 大腿骨転子間彎曲内反骨切り術. *Clinical Calcium* 2007;17:931-7.
- 8) 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;7:601-5.
- 9) 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* 1992:111-20.
- 10) 関泰輔, 加納稔也, 松岡篤史, 長谷川幸治, 坪井真幸, 河辺清晴. 大腿骨頭壊死症に対する自家骨移植を併用した転子間彎曲内反骨切り術. *Hip Joint* 2010;36:527-9.
- 11) Lieberman JR, Engstrom SM, Meneghini RM, Soohoo NF. Which Factors Influence Preservation of the Osteonecrotic Femoral Head? *Clin Orthop Relat Res* 2011.
- 12) Ha YC, Kim HJ, Kim SY, Kim KC, Lee YK, Koo KH. Effects of age and body mass index on the results of transtrochanteric rotational osteotomy for femoral head osteonecrosis. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:314-21.

特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植後に組織学的評価を行った4例

濱西 道雄 山崎琢磨、山崎啓一郎、森亮、庄司剛士、越智光夫
安永裕司

(広島大学大学院 整形外科)
(広島大学大学院 人工関節・生体材料学)

特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植後に、壊死領域の骨生検により組織学的評価を行えた4例について報告する。症例は対側の大腿骨頭回転骨切り術後の抜釘時に骨生検を行った2例と人工股関節置換術へ移行した2例である。壊死領域には核を有する骨梁と壊死骨の混在及び vWF 染色陽性の管腔形成を認め、部分的な骨修復が示唆された。

1. 研究目的

当科では 2005 年 8 月より両側の特発性大腿骨頭壊死症(以下、ION)患者 25 例 35 関節に対し、片側の骨切り術や人工関節置換術と同時に、反対側の骨頭に対して骨髄単核球移植を試みてきた。また一部の症例において、重篤な既往症のために従来の手術治療が困難な場合に両側の骨頭に細胞移植を行ってきた¹⁻⁵⁾。今回、われわれは骨髄単核球移植術術後の組織評価を行えた4例を経験したので報告する。

2. 研究方法

対象は対側の大腿骨頭回転骨切り術(以下、TRO)後の抜釘時に骨髄単核球移植を行った骨頭で骨生検を施行した2例と人工股関節置換術へ移行した2例である。対照としてHAのみを移植した2例を用いた。

組織評価はヘマトキシリン・エオジン(HE)染色、および vascular endothelial growth factor (VEGF) と von Willebrand factor (vWF) の免疫染色にて行った。

3. 研究結果

《症例1》18才女性。狭義のIONで術前病期は右 Stage 3A、左 Stage 2、術前病型は両側とも Type C-1、Steinbergらの方法に準じた壊死体積率は右 17%、左 4.6%であった⁶⁾。右股に対してTROを行い、同時に左股に対して自家骨髄単核球移植を行った。既往歴に特記すべきものはなかった。

単核球移植後のX線による術後評価では、細胞移植後、経時的に反応層の骨陰影の増強および壊死領域の著明な縮小が得られた。現在術後6年だが、壊死領

域はほぼ消失し、JOA score は術前64点が、術後94点に改善しており術後経過良好である(図1)。

術後3年8カ月で採取した壊死領域の組織の病理評価では壊死領域内に壊死骨と核を有する骨梁が混在し、骨修復が進んでいる所見と考えられた。また血管内皮を評価するvWFの染色により、壊死領域内にも染色陽性の部位が散見された。vWF染色では壊死領域全体に管腔構造が散見されたが、VEGF染色では染色性不良であった(図2)。

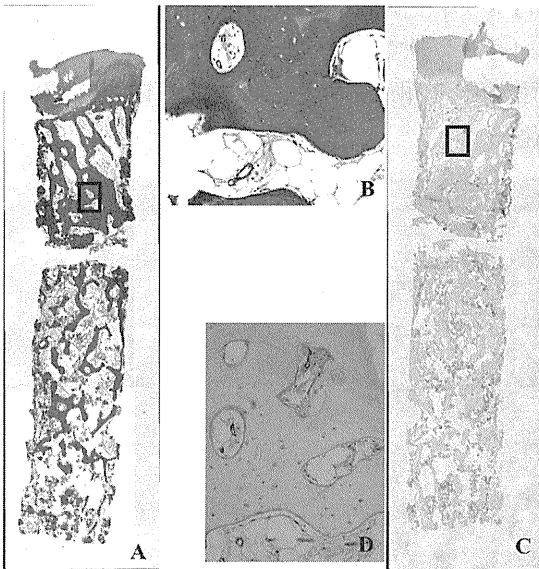
【図1】単核球移植後のX線変化

A)術後1年 B)術後3年 C)術後4年 D)術後5年
E)術後6年



【図2】壊死領域の生検組織

A)HE 染色 40 倍 B)HE 染色 200 倍
C)vWF 染色 40 倍 D)vWF 染色 200 倍



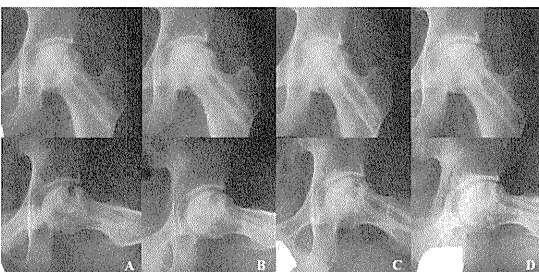
《症例2》19歳男性。両側のステロイド性IONで、右 stage 3A、type C-2、左 stage 2、type C-2、壊死体積率は右15%、左18%であった。右股に対してTROを、左股に骨髄単核球移植術を施行した。既往歴として急性リンパ性白血病があった。

単核球移植後のX線による術後評価では、細胞移植後、経時的に反応層の骨陰影の増強が得られた。現在術後4年で骨頭前外側に骨棘形成は認められたが、JOA scoreは術前77点が、術後100点に改善しており術後経過良好である(図3)。

反対側の骨切り術後の抜釘時に術後2年2か月で骨生検を施行し、得られた組織では壊死領域内に壊死骨と核を有する骨梁が混在し、骨修復が進んでいる所見と考えられた。VEGFとvWFが壊死領域内にも発現していた(図4)。

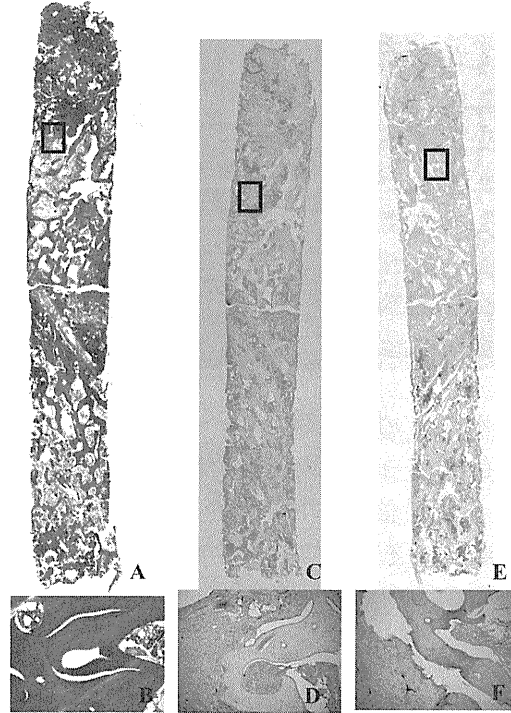
【図3】単核球移植後のX線変化

A)術後1年 B)術後2年 C)術後3年 D)術後4年



【図4】壊死領域の生検組織

A)HE 染色 40 倍 B)HE 染色 200 倍
C)VEGF 染色 40 倍 D)VEGF 染色 200 倍
E)vWF 染色 40 倍 F)vWF 染色 200 倍



《症例3》56歳男性。両側のステロイド性IONで、両側 stage 2、type C-2で、壊死体積率は右25%、左18%であった。両側の骨頭に骨髄単核球移植術を施行した。既往歴として尋常性乾癬があった。

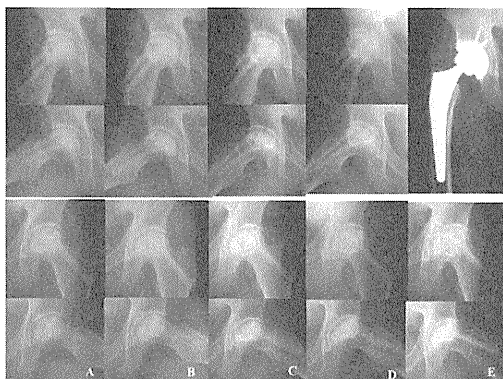
単核球移植後のX線による術後評価では、術後2年より骨頭の圧潰変形を認め、徐々に圧潰の進行と関節症性変化を認めてきたため、術後4年8か月で右THAを施行した(図5)。

THAの際、摘出した骨頭では、壊死領域内に壊死骨と核を有する骨梁が混在し、骨修復が進んでいる所見と考えられた。またVEGFとvWFが壊死領域内にも発現していた(図6)。

【図5】単核球移植後のX線変化

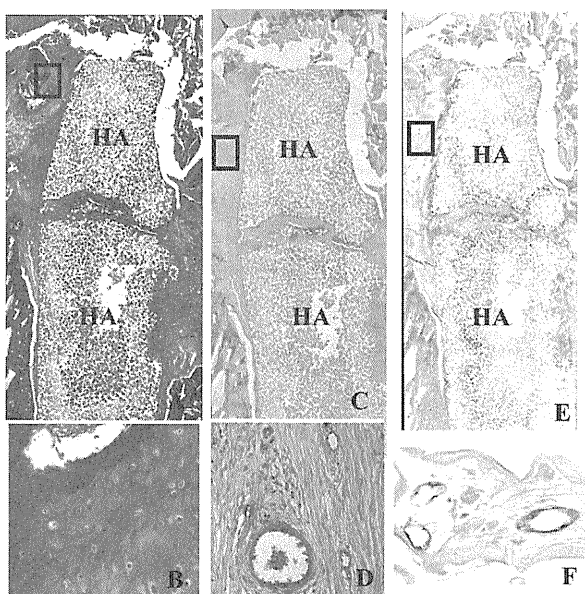
術後4年8カ月で右THAを施行した。

A)術後1年 B)術後2年 C)術後3年 D)術後4年
E)術後5年



【図6】壊死領域の生検組織

A)HE染色40倍 B)HE染色200倍
C)VEGF染色40倍 D)VEGF染色200倍
E)vWF染色40倍 F)vWF染色200倍



《症例4》56歳女性。両側のステロイド性IONで、右stage 3A, type C-1, 左stage 1, type Bで、壊死体積率は右7.3%、左4.7%であった。両側の骨頭に骨髄単核球移植術を施行した。既往歴として、ネフローゼ症候群と糖尿病があった。

単核球移植後のX線による術後評価では、術後2年より骨頭の圧潰変形を認め、徐々に圧潰の進行と関節症性変化を認めてきたため、術後4年3カ月で右THAを施行した(図7)。

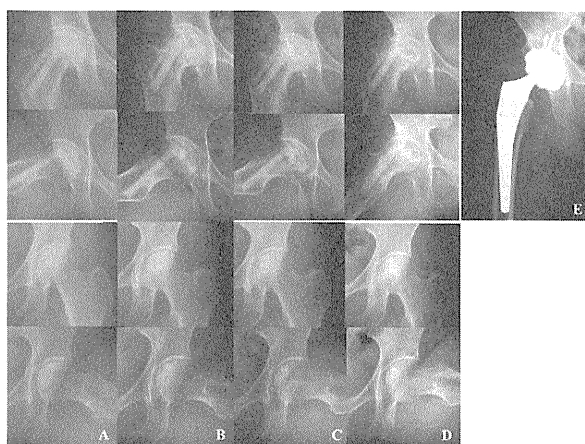
THAの際、摘出した骨頭では、壊死領域内に壊死骨と核を有する骨梁が混在し、骨修復が進んでいる所見

と考えられた。またVEGFとvWFが壊死領域内にも発現していた(図8)。

【図7】単核球移植後のX線変化

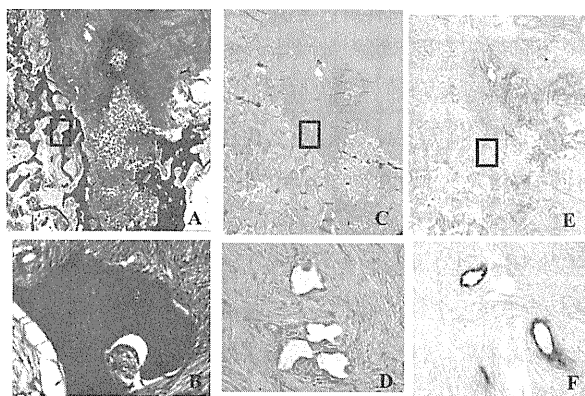
術後4年8カ月で右THAを施行した。

A)術後1年 B)術後2年 C)術後3年 D)術後4年
E)術後5年



【図8】壊死領域の生検組織

A)HE染色40倍 B)HE染色200倍
C)VEGF染色40倍 D)VEGF染色200倍
E)vWF染色40倍 F)vWF染色200倍



対照として、HAのみを移植した2例を術後2年で骨生検を行い壊死領域の生検組織を評価したが、いずれの部位でも明らかな骨形成を認めず、vWFやVEGFの染色性も認めなかった。

4. 考察

特発性大腿骨頭壊死症の治療として外科的治療を余儀なくされる事が多く、主には人工物置換術や関節温存手術である。Core decompressionは侵襲の少ない治療の一つであるが、その術後成績は多様であり、手術

適応が確立されていない。血管柄付腸骨移植術は早期の比較的小さな壊死に対する手術として良好な長期成績が報告されているが、侵襲が比較的大きいことと移植する腸骨部位の問題がある。

骨髄単核球には血管内皮前駆細胞を有し、骨芽細胞の供給にも関与すると言われている。またこれらの細胞が血管新生因子を放出することで血管新生を促進すると考えられている。

我々はION患者 25 例 35 関節に対し、骨髄単核球移植術を施行した(表 1)。

【表 1】骨髄単核球移植術

性別	女性11例 男性14例
手術時平均年齢	39歳 (18～64歳)
病因	ステロイド性17例 アルコール性6例 狭義2例
術前病期	Stage 1: 2関節 Stage 2: 28関節 Stage 3A: 5関節
術前病型	Type B: 2関節 Type C-1: 13関節 Type C-2: 20関節
平均壊死体積率 (Steinberg)	21% (10～39%)
平均経過観察期間	56か月 (7～74 か月)
反対側の治療法	骨切り13例, THA 2例 血管柄付腸骨移植:1例

骨髄単核球移植後 2 年以上経過した細胞移植群 23 例 32 関節では HA 単独移植群に比べ圧潰の進行を認めず、3mm以上の圧潰も細胞移植群が 23%に対し HA 単独移植群では 89%と高率に認め、細胞移植群の方が良好な成績であった。

骨髄単核球移植術後の骨頭圧潰の危険因子としては、手術時年齢、術前病型および壊死率であった(表 2)。

【表 2】移植術後の骨頭圧潰の危険因子

性別	p=0.64
病因	p=0.15
手術時年齢	p=0.04
術前病期	p=0.67
術前病型	p<0.01
壊死率	p=0.02
罹患期間	p=0.96
骨硬化像	p=0.35

(Spearman's correlation coefficient rank test)

5. 結論

ION に対し、骨髄単核球移植術施行後に組織学評価を行えた 4 例を報告した。骨髄単核球移植部位において VEGF や vWF の発現を認めた。

骨髄単核球移植術により、壊死領域内に早期に骨・

血管形成が促進される可能性が示唆された。しかしながら、移植術後の骨頭圧潰の危険因子として手術時年齢、術前病型および壊死率挙げられ、骨髄単核球移植術の適応を考慮する必要がある。

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) Yamasaki T, Yasunaga Y, Terayama H, Ito Y, Ishikawa M, Adachi N, Ochi M. Transplantation of bone marrow mononuclear cells enables simultaneous treatment with osteotomy for osteonecrosis of the bilateral femoral head. Med Sci Monit 2008; 14: CS23-30.
- 2) Yamasaki T, Yasunaga Y, Ishikawa M, Hamaki T, Ochi M. Bone marrow-derived mononuclear cells for osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Br 2010; 92: 337-341.
- 3) 山崎琢磨, 安永裕司, 寺山弘志, 石川正和, 越智光夫. 特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植. Hip Joint 2007; 33: 35-39.
- 4) 特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植. 厚生労働省特定疾患対策研究事業 骨・関節系調査研究班 特発性大腿骨頭壊死症調査研究分科会 平成18年度報告:110-113.
- 5) 特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植. 厚生労働省特定疾患対策研究事業 骨・関節系調査研究班 特発性大腿骨頭壊死症調査研究分科会 平成19年度報告:135-138.
- 6) Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 34-41.

特発性大腿骨頭壊死症に対する骨髄単核球移植術後平均5年経過例の成績

山崎琢磨、石川正和、山崎啓一郎、森 亮、濱西道雄、庄司剛士、越智光夫 (広島大学大学院 整形外科)
安永裕司 (広島大学大学院 人工関節・生体材料学)

特発性大腿骨頭壊死症(ION)に対する骨壊死部への血管・骨修復を目的として、2005年より骨髄単核球(単核球)移植を導入した。これまでの単核球移植施行後4年以上(平均61ヵ月)経過した22例30関節の術後成績について調査した。単核球移植後に骨頭圧潰の進行を認めなかったのが15関節であり、3mm未満の骨頭圧潰の進行を8関節に、3mm以上の骨頭圧潰の進行を7関節に認めた。圧潰3mm未満の全例および圧潰3mm以上の例のうち2関節では術後2年以降は非進行性であり、25関節(83%)では臨床経過良好と考えられた。

1. 研究目的

当科では2005年8月より両大腿骨頭壊死症(ION)に対し、片側の骨切り術や人工関節置換術と同時に、反対側の骨頭に対して骨髄単核球移植を試みてきた。また一部の症例において、重篤な既往症のために従来の手術治療が困難な場合に両側の骨頭に細胞移植を行ってきた¹⁻⁶⁾。今回、単核球移植施行後4年以上経過した例の成績について報告する。

2. 研究方法

IONに対して単核球移植を行い術後4年以上経過した22例30関節を対象とした。症例の内訳は、女性8例、男性14例、平均手術時年齢は41才(18~64才)、誘因はステロイド性14例、アルコール性6例、狭義の特発性2例であった。術前病期はStage 1が2関節、Stage 2が25関節、Stage 3Aが3関節、術前病型はType Bが2関節、Type C-1が13関節、Type C-2が15関節であった。平均壊死体積率は21%(3~36%)⁷⁾、平均経過観察期間は61ヵ月(48~74ヵ月)であり、また反対股には骨切り術を10関節に⁸⁾、THAを1関節に、人工骨頭置換術を1関節に、血管柄付腸骨移植を1関節に同時に行った。

対照として連通孔性HAのみを移植した8例9関節と比較した。内訳は女性1例、男性7例、平均手術時年齢は49才(28~73才)、誘因はステロイド性2例、アルコール性3例、狭義の特発性3例であった。術前病期は全例Stage 2であり、術前病型はType C-1が1関節、Type C-2が8関節であった。平均壊死体積率は22%

(15~55%)であり、平均経過観察期間は63ヵ月(54~83ヵ月)であった。また反対股には骨切り術を1関節に、THAを1関節に、血管柄付腸骨移植を1関節に同時に行った。

1) 単核球の単離

TRO手術開始前に腸骨稜より骨髄液を700ml採取し、フィルターにて濾過した後に細胞遠心分離装置(Spectra, Gambro)を用いて骨髄液より単核球を含む分画液(40ml)を抽出した。移植の足場材料として連通気孔を有するhydroxyapatite:Neobone®(interconnected porous calcium hydroxyapatite:IHA)を用い、分画液をIHAに浸潤させて移植に使用した。

2) 単核球移植

大転子遠位から大腿骨頭の壊死領域に向けて軟骨下骨の直下までイメージ下に6~10mm径でドリリングを2カ所に行い、単核球分画液を浸潤させた円柱状のIHAを骨孔よりに挿入し、骨壊死部へ移植した。

3. 研究結果

単核球群では、骨頭圧潰は15関節(50%)で進行を認めず、3mm未満の進行を8関節(27%)に、3mm以上の進行を7関節(23%)に認めた。HA群では3mm未満の進行を1関節(11%)に、3mm以上の進行を7関節(89%)に認めた。THAへの移行を単核球群の3関節(10%)に、HA群の3関節(33%)に認めた。単核球群において圧潰なしと圧潰3mm未満の23関節、及び3mm以上の2関節を含む25関節(83%)では臨床経過