

特発性大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の中期成績

—従来型 THA との比較—

仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、菅野 伸彦（大阪大学大学院医学研究科 整形外科）
中村 宣雄（協和会病院 整形外科）

特発性大腿骨頭壊死症（以下 ION）に対して表面置換型人工股関節全置換術（以下 RHA）を行った 35 症例 41 関節（RHA 群）と従来型 THA を行った 74 例 103 関節（従来型 THA 群）の臨床成績を検討した。RHA 群は、従来型 THA 群に比べて若年で男性が多かった（ $p < 0.01$ ）。最終観察時の WOMAC スコアは、RHA 群は 4.7 で、従来型 THA 群は 6.1 で、両群に明らかな有意差はなかった（ $p = 0.10$ ）。RHA 群で 2 関節に大腿コンポーネントの緩みのため再置換を行った。従来型 THA 群では、10 関節に再置換を行った（ライナー破損：4 関節、ステム折損：1 関節、遅発性感染：2 関節、反復性脱臼：2 関節）。合併症は、RHA 群で脱臼は、1 関節に認めたが、大腿骨頸部骨折や感染、症候性肺塞栓症などは認めなかった。再置換術を終点とした場合、7 年生存率は RHA 群 97.6%、従来型 THA 群 95.7% で有意差を認めなかった（ $p = 0.45$, Log-rank test）。RHA 群は若年で男性の症例が多かったが、術後 7 年の成績は、従来型 THA 群と同等で良好であった。

1. はじめに

青壮年期に好発する大腿骨頭壊死症（以下 ION）に対する表面置換型人工股関節全置換術（Resurfacing Hip Arthroplasty: 以下 RHA）は、骨温存、脱臼抵抗性、低摩耗という点で魅力的と考えられる。一方で、従来型 THA と比べて耐用性の臨床成績においては、有利であるかは議論が分かれている（1-4）。今回、ION 症例に対する RHA の成績を従来型 THA の成績と比較した。

2. 対象と方法

1998 年から 2008 年までに ION に対して RHA（RHA 群）もしくは従来型 THA（従来型 THA 群）を行った 109 例 144 関節を対象とした。RHA 群は、35 例 41 関節（男性 25 人、女性 10 人）で平均 38.1 歳（19-57）であった。誘因は、ステロイド関連/アルコール関連がそれぞれ 20/21 関節、術前病型分類では、C1/C2 がそれぞれ 5/36 関節、術前病期 3A/3B/4 がそれぞれ 10/20/11 関節であった。従来型 THA 群は 74 例 103 関節（男性 33 人、女性 42 人）で平均 48.5 歳（18-79）であった。誘因は、ステロイド性/アルコール性/特発性がそれぞれ 73/25/5 関節、術前病型 C1/C2 がそれぞれ 14/89、術前病期 3A/3B/4 が 20/28/55 関節で

あった。RHA 群は、従来型 THA 群に比べて若年で男性が多かった（ $p < 0.01$ ）。平均観察期間は両群とも 7 年（2-13）であった（ $p = 0.36$ ）（表 1）。RHA は、Dorr type C のような骨質が不良な症例や MRI で壊死が頸部に及ぶものに対しては、適応しなかった。使用機種は、RHA 群は全例とも Birmingham Hip Resurfacing（MMT, UK）を使用し、カップはセメントレスで固定し、大腿骨コンポーネントはセメントを使用し固定した。従来型 THA 群は、カップは全例セメントレスカップを使用し、ステムはセメントレス 92 関節、セメント 11 関節に用いた。摺動面は、若年者や活動性の高い患者には 1998 年から 2001 年までは、28mm 径の Ceramic on Ceramic を 16 関節に使用し、2001 年から 2008 年までは、大骨頭径（42-54mm）である Metal on Metal を 18 関節に用いた。それ以外には、Ceramic/ metal on polyethylene（69 関節）を選択した。

臨床成績は、最終観察時の WOMAC スコアを評価した。生存率は、再置換術を終点とした Kaplan-Meier 法にて求め、RHA 群と従来型 THA 群との比較を Log-rank test にて行った。

表1 患者背景因子

| | RHA群 | 従来型THA群 | P値 |
|-----------------|-----------|-----------|--------|
| 症例(関節) | 35(41) | 74(103) | |
| 年齢 | 38(19-57) | 49(18-79) | P<0.01 |
| 男:女 | 25:10 | 32:42 | P<0.01 |
| BMI | 22.9 | 22.1 | 0.15 |
| ステロイド/アルコール/特異性 | 20/21/0 | 73/25/5 | P<0.01 |
| 術前病型 C1/C2 | 5/36 | 14/89 | 0.96 |
| 術前病期 3A/3B/4 | 10/20/11 | 20/28/55 | P<0.01 |
| 観察期間 | 7年(2-13) | 7年(2-13) | 0.36 |

3. 結果

最終観察時の WOMAC スコアは、RHA 群は 4.7 で、従来型 THA 群は 6.1 で、両群に明らかな有意差はなかった($p=0.10$) (図 1)。再置換は、RHA 群で術後 10 カ月と 9 年に大腿コンポーネント緩みのため大腿骨側のみの再置換を行った。従来型 THA 群では、ライナーの破損を認めた 3 症例 4 関節にカップ再置換術を行い、ステム折損の 1 関節にステム再置換を行った。また、遅発性感染を来した 2 関節はカップおよびステムの再置換を行った。反復性脱臼を来した 2 関節は、1 関節にカップの再置換を、1 関節にカップ再置換と大骨頭径へ変更した。合併症は、RHA 群で脱臼は、1 関節に認めたが、大腿骨頸部骨折や感染、症候性肺塞栓症などは認めなかった。再置換術を終点とした場合、7 年生存率は RHA 群 97.6%、従来型 THA 群 95.7% で有意差を認めなかった($p=0.45$, Log-rank test) (図 2)。

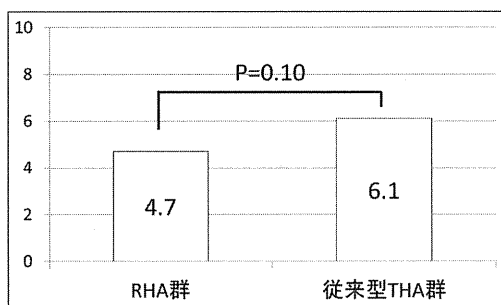


図1: 各群の最終観察時のWOMACスコア

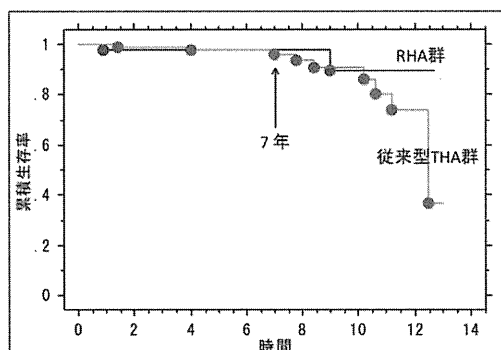


図2: エンドポイントを再置換とした生存曲線

4. 考察

Sayeed ら(5)は、25 歳以下の ION に対して行った RHA の 20 関節と年齢、性別をマッチさせた従来型 THA 群を比較し、術後 7.5 年の生存率が RHA 群で 100%、従来型 THA 群で 93.3% と同等な成績であったことから、RHA は骨温存という利点から超若年者に対しては適応があると報告した。本研究では、RHA 群は、従来型 THA 群よりも若年(38 歳 vs 49 歳)で男性の比率が高かったが、術後 7 年の成績は RHA 群で 97.6%、従来型 THA 群で 96.3% と同等で、良好であった。

Baker ら(6)は、RHA 群 54 関節と年齢、性別、そして術前活動性をマッチさせた従来型 THA の 10 年の臨床成績を比較し、再置換率は RHA 群で 9.3%、従来型 THA 群で 16.3% と同等であったが、RHA 群は、活動性の指標である UCLA スコアが有意に良好であったと報告した。本研究では、股関節機能評価を WOMAC スコアで評価したが、両群では明らかな有意差は認めなかった。今後は、スポーツ活動を含めた UCLA スコアなどの患者活動性評価が必要であると思われた。

5. 結論

RHA 群は若年で男性の症例が多かったが、術後 7 年の成績は、従来型 THA 群と同等で良好であった。

6. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
 - 1) 仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、吉川 秀樹、菅野 伸彦:特異性大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の中期成績、第 38 回日本股関節学会、鹿児島、2011.10.8.

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) Amstutz HC, et al. Hip resurfacing results for osteonecrosis are as good as for other etiologies at 2 to 12 years. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:375-81
- 2) Revell MP, et al. Metal-on-metal hip resurfacing in osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 3:98-103.
- 3) Mont MA, et al. Use of metal-on-metal total hip resurfacing for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 3:90-7.
- 4) McMinn DJ, et al. Indications and results of hip resurfacing. *Int Orthop.* 2010 Nov 16.
- 5) Sayeed SA, et al. Hip Resurfacing in Patients Who Have Osteonecrosis and are 25 Years or Under. *Clin Orthop Relat Res.* 2010 Oct 21.
- 6) Baker RP, et al. A medium-term comparison of hybrid hip replacement and Birmingham hip resurfacing in active young patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Feb;93(2):158-63.

特発性大腿骨頭壊死症患者の表面置換型 THA 術後の活動性

-従来型 THA との比較-

仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、菅野 伸彦（大阪大学大学院医学研究科 整形外科）
中村 宣雄（協和会病院 整形外科）

特発性大腿骨頭壊死症(以下 ION)に対して表面置換型人工股関節全置換術(以下 RHA)を行った 26 症例 32 関節(RHA 群)と従来型 THA を行った 64 例 90 関節(従来型 THA 群)の術後スポーツ活動および患者活動レベル(UCLA スコア)を比較した。RHA 群は、従来型 THA 群に比べて若年で男性の比率が高かった。RHA 群の UCLA スコアは、6.7 で、従来型 THA 群は 5.1 で、UCLA スコアは RHA 群が有意に高かった。また、RHA 群は、従来型 THA 群よりも術後水泳・サイクリングレベル以上のスポーツに参加していた。RHA 群は、従来型 THA 群よりも患者活動性が高く、水泳・サイクリングレベル以上のスポーツ参加が可能であり、表面置換型 THA は、若年で活動性が高い ION 患者に良い適応であると考えた。

1. はじめに

我々は、これまでに特発性大腿骨頭壊死症(以下 ION)症例に対する表面置換型人工股関節全置換術(Resurfacing Hip Arthroplasty: 以下 RHA)は、ION 症例に対する従来型 THA と比べて、平均観察期間 7 年では、WOMAC スコアおよび再置換を endpoints とした生存率は同等であったと報告した。しかし、ION 症例は活動性の高い青壮年が多いため、スポーツ活動を含めた活動性を評価する必要があると考え、今回、ION 患者に対する RHA と従来型 THA の術後活動性を比較した。

2. 対象と方法

1998 年から 2008 年までに ION に対して RHA (RHA 群)もしくは従来型 THA (従来型 THA 群)を行った 109 例 144 関節のうち、外来でアンケートもしくは電話調査が可能であった 90 例 120 関節を対象とした。RHA 群は 26 例 32 関節で、従来型 THA 群は 64 例 88 関節であった。両群に関連疾患、術前病期、病型分類に明らかな有意差は認めなかったが、RHA 群は従来型 THA 群に比べて 10 歳ほど若年で、男性の比率が高かった(表 1)。患者活動性の評価として、術後のスポーツ活動および UCLA スコア^{1,2}(表 2)を用いて、両群におけるスポーツ活動レベルと UCLA スコアを比較した。さらに、UCLA スコアが他の評価方法との

独立性を検討するために、対象の 90 例における UCLA スコアと JOA スコアや WOMAC スコアとの相関関係を検討した。

表1 患者背景因子

| | RHA群 | 従来型THA群 | P値 |
|-----------------|------------|------------|---------|
| 症例(関節) | 26(32) | 64(88) | |
| 年齢 | 38 (19-57) | 47 (18-79) | P=0.004 |
| 男:女 | 19:7 | 28:36 | P=0.02 |
| BMI | 22.9 | 22.1 | 0.15 |
| ステロイド/アルコール/特発性 | 17/15/0 | 62/22/4 | 0.12 |
| 術前病期 3A/3B/4 | 8/16/8 | 16/26/46 | 0.06 |
| 術前病期 C1/C2 | 3/29 | 12/76 | 0.87 |
| 観察期間(年) | 7.8(2-13) | 7.4(2-14) | 0.17 |

表2: UCLAスコア

10. Regularly participate in impact sports such as jogging, tennis, skiing, acrobatics, ballet, heavy labor, or backpacking.
9. Sometimes participate in impact sports.
8. Regularly participate in very active events such as bowling and golf.
7. Regularly participate in active events such as bicycling.
6. Regularly participate in moderate activities such as swimming, and unlimited housework or shopping.
5. Sometimes participate in moderate activities.
4. Regularly participate in mild activities such as walking, limited housework, and limited shopping.
3. Sometimes participate in mild activities.
2. Mostly inactive: very restricted to minimum activities of daily living.
1. Wholly inactive: dependent on others, cannot leave residence.

3. 結果

UCLA スコアは、RHA 群は 6.7±1.9、従来型 THA 群は 5.1±1.8 で、RHA 群が有意に高かった

($p=0.00009$)。ウォーキングレベル以上のスポーツ活動を行っていたのは、RHA 群で 69%、従来型 THA 群では 63%と両群に明らかな有意差はなかった($p=0.72$) (図 2)が、水泳やサイクリングレベル以上のスポーツ活動をしていたのは、RHA 群 54%、従来型 THA 群 28%で、RHA 群は、より高いレベルのスポーツに参加していた($p=0.02$) (図 3)。全症例(90 例)の UCLA スコアと JOA スコアの相関関係は、R の 2 乗で 0.06、WOMAC スコアは、0.03 であり、UCLA スコアと WOMAC、JOA スコアとの相関はなかった(図 4)。

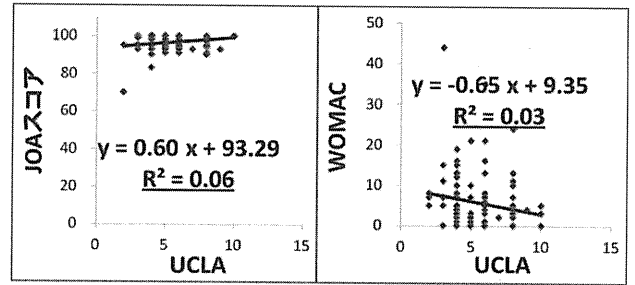


図4: UCLAスコアとJOAスコア、WOMACスコアの相関関係

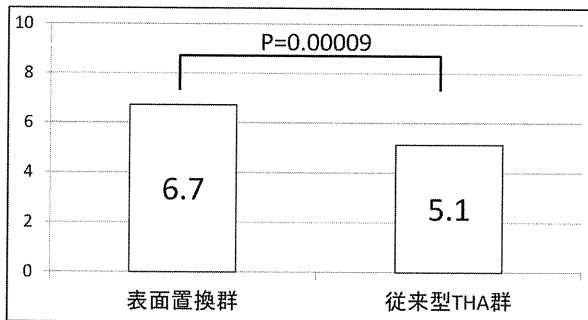


図1: 各群のUCLAスコア

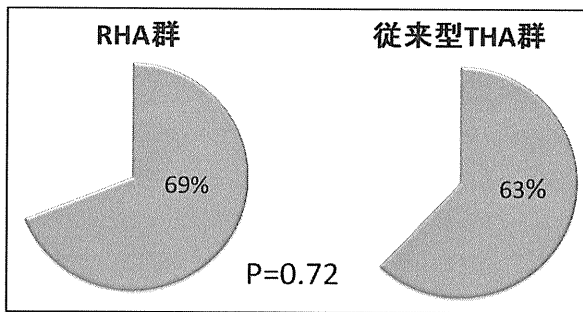


図2: 各群のウォーキングレベル以上のスポーツ活動の割合

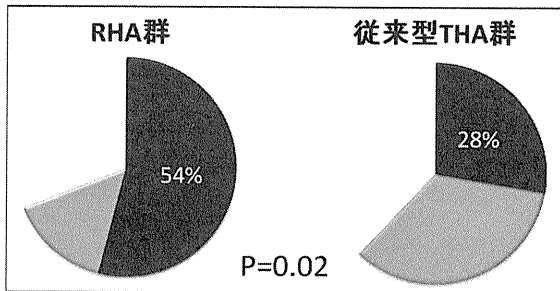


図3: 水泳、サイクリングレベル以上のスポーツ活動の割合

4. 考察

本研究結果から、RHA 群は、従来型 THA 群よりも患者活動性(UCLA スコア)が高く、水泳、サイクリングレベル以上のスポーツ参加が可能であった。これらの結果と前回の班会議で報告した RHA 群と従来型 THA 群の臨床成績(WOMAC スコア、生存率)は同等であったことから、表面置換型 THA は、若年で活動性が高い ION 患者にはよい適応であると思われる。

本研究では、RHA 群は従来型 THA 群と比較して、若年で男性の比率が高かったが、術前スポーツ活動について検討を行っておらず、術前のスポーツ活動が術後の活動性へ影響を与えたかについては、結論できない。しかし、Baker ら³が、年齢、性別、術前活動性をマッチングさせた RHA 群と従来型 THA 群の報告では、表面置換群は、従来型 THA 群と比較して術後の UCLA スコアが有意に良好であったと述べている。

これまでに UCLA スコアの独立性について、Beaule ら²は、平均 54 歳の OA 患者において、HHS は、R の 2 乗で 0.32、SF-12 は 0.39 と相関なく、UCLA スコアが他の評価方法と独立していることを報告した。本研究では、Beaule らの報告よりもより若年の平均 43 歳の ION 患者における UCLA スコアの独立性を検討し、JOA スコアとは、0.06、WOMAC スコアとは 0.03 と、Beaule らの報告よりもより相関が少なかった。これは、UCLA スコアが若年群に対しては、評価する意義が高い評価法と考えられ、活動性の高い青壮年期に発生する ION 患者には、UCLA スコアによる活動性レベルの評価が重要であると考えた。

5. 結論

表面置換群は、従来型 THA 群よりも術後活動レベルが高く、水泳、サイクリングレベル以上のスポーツに参加している割合が高かった。

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. Amstutz, H.C., et al. Treatment of primary osteoarthritis of the hip. A comparison of total joint and surface replacement arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 66, 228-241 (1984).
2. Beaulé, P.E., Dorey, F.J., Hoke, R., Le Duff, M. & Amstutz, H.C. The value of patient activity level in the outcome of total hip arthroplasty. J Arthroplasty 21, 547-552 (2006).
3. Baker, R.P., Pollard, T.C., Eastaugh-Waring, S.J. & Bannister, G.C. A medium-term comparison of hybrid hip replacement and Birmingham hip resurfacing in active young patients. J Bone Joint Surg Br 93, 158-163 (2011).

特発性大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の中期成績

—変形性股関節症との比較—

仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、菅野 伸彦（大阪大学大学院医学研究科 整形外科）
中村 宣雄（協和会病院 整形外科）

特発性大腿骨頭壊死症（以下 ION）に対して表面置換型人工股関節全置換術（以下 RHA）を行った 35 症例 40 関節（ION 群）と変形性股関節症（以下 OA）に対して RHA を行った 92 例 106 関節（OA 群）の臨床成績を検討した。平均追跡期間 7 年（2-11）であった。再置換は、5 関節に行った。ION 群では、頸部骨折、感染、臼蓋コンポーネント弛みによる再置換はなかったが、術後 9 ヶ月と術後 10 年に大腿コンポーネントの弛みをそれぞれ 1 例ずつ認め、大腿コンポーネントのみの再置換を行った。OA 群では、術後 3 週に頸部骨折、術後 2 年半に感染をそれぞれ 1 例ずつ認め、カップ、大腿コンポーネントの再置換を行った。臼蓋コンポーネントの弛みによる再置換はなかったが、術後 11 年に大腿コンポーネントの弛みを 1 例に認め、大腿コンポーネントのみの再置換を行った。エンドポイントを再置換としたカップの術後 7 年の生存率は、ION 群は 100% で、OA 群は 98% であった。また、大腿コンポーネントの術後 7 年の生存率は、ION 群、OA 群ともに 98% で両群に明らかな有意差はなかった（ $P=0.67$, Log Rank test）。ION 症例に対する RHA の術後 7 年の成績は、OA 症例と同等で良好であった。

1. はじめに

表面置換型人工股関節全置換術（以下 RHA: Resurfacing Hip Arthroplasty）は、高い脱臼抵抗性、低摩耗、骨温存という利点から近年急速広まり、特に活動性の高い青壮年者の股関節疾患患者に対しては魅力的な治療法のひとつと考えられる。青壮年者に発生の多い特発性大腿骨頭壊死症（以下 ION）は RHA のいい適応と考えられ、その臨床成績が報告されている。変形性股関節症（以下 OA）に対する RHA の成績と比較し同等であるとする報告が多いが¹⁻⁴⁾、劣るとする報告⁵⁾もありその有用性は議論が分かれている。そこで、今回 ION 症例に対する RHA の臨床成績を OA 症例と検討した。

2. 対象と方法

1998 年から 2007 年までに Birmingham Hip Resurfacing を用いて RHA を行った 136 例 155 関節（男性 63 例、女性 73 例）を対象とした。平均観察期間は 7 年であった。対象のうち、ION 群は 37 例 43 関節で、患者背景因子は、アルコールおよびステロイド

関連がそれぞれ 21 関節、22 関節であった。厚労省調査研究班による新病型分類⁶⁾では、ステージ 3A、3B、4 がそれぞれ、12、20、11 関節であった。新病型分類⁶⁾は C1、C2 がそれぞれ 7 関節、36 関節であった。OA 群は、99 例 112 関節で、DDH が 103 関節で、Primary OA が 5 関節、外傷性 OA が 4 関節であった。患者背景を表 1 に示す。ION 群は、OA 群に比べて若年で男性の比率が高かったが、観察期間には有意差はなかった。

表 1 患者背景

| | ION群 | OA群 | |
|---------|---------|----------|-------|
| 症例数(関節) | 37 (43) | 99 (112) | |
| 男:女 | 32:11 | 44:68 | <0.05 |
| 年齢 | 38.3 | 54.2 | <0.05 |
| BMI | 22.7 | 23.8 | NS |
| 観察期間 | 6.5 | 7.0 | NS |

手術は、全例とも側臥位とし、後側方進入で行った。大腿骨頭を前上方へリトラクトし、臼蓋を展開した。臼蓋は、原則 1mm アンダーリーミングを行った。トライア

ルカップでシーティングを確認し、カップをプレスフィット固定した。大腿側は、大腿骨頭のリーミング後にシスト内容物や残存する壊死組織を徹底的に切除した。シスト周囲の骨硬化部や壊死周囲の反応層を認めた場合は、それらを越えて、健常部までアンカリングホールを作成した。大腿コンポーネント内に低粘稠セメントを充填し、小転子から吸引管を用いて大腿骨髓腔を持続吸引しながら大腿コンポーネントを設置した。術後は、2日目より早期荷重を行った。

臨床評価を最終観察時の JOA スコアと WOMAC スコアで行った。WOMAC スコアは、Pain (0 - 20), Stiffness (0 - 8), Function (0 -68) の評価項目からなり、評価が悪いほど点数が高い結果となる。また、再置換をエンドポイントとして、Kaplan-Meier 法を用いて術後7年の生存率を求めた。

3. 結果

再置換は、5 関節に行った。ION 群では、頸部骨折、感染、臼蓋コンポーネント弛みによる再置換はなかったが、術後9ヵ月と術後10年に大腿コンポーネントの弛みをそれぞれ1例ずつ認め、大腿コンポーネントのみの再置換を行った。OA 群では、術後3週に頸部骨折、術後2年半に感染をそれぞれ1例ずつ認め、カップ、大腿コンポーネントの再置換を行った。臼蓋コンポーネントの弛みによる再置換はなかったが、術後11年に大腿コンポーネントの弛みを1例に認め、大腿コンポーネントのみの再置換を行った。

エンドポイントを再置換としたカップの術後7年の生存率は、ION 群は100%で、OA 群は98%であった(図1)。また、大腿コンポーネントの術後7年の生存率は、ION 群、OA 群ともに98%で両群に明らかな有意差はなかった(P=0.67, Log Rank test) (図2)。

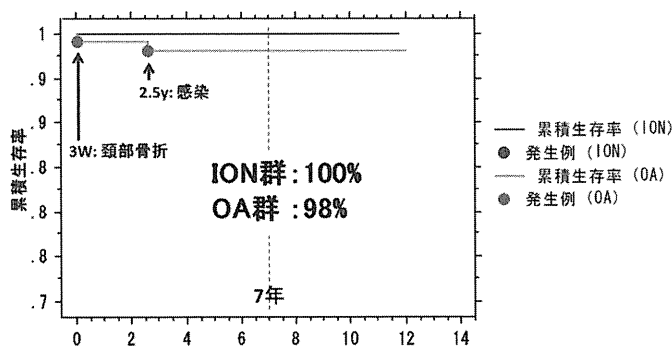


図1: カップ生存曲線 (術後7年)

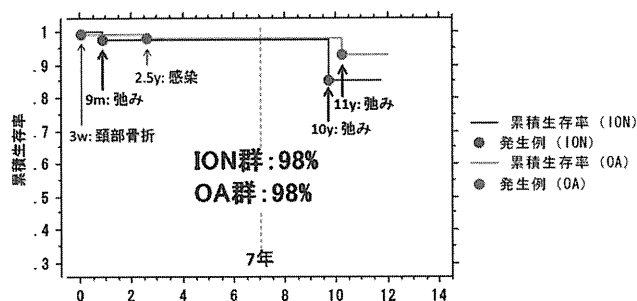


図2: 大腿コンポーネント生存曲線 (術後7年)

4. 考察

ION と OA に対する表面置換術の臨床成績では、Mont ら²⁾は、ON と Age matched OA を比較し、臨床成績 (ON: 94.5% vs Age matched OA: 95.2%) は同等であったと報告した。Amstutz ら³⁾は、ON 群 70 例とその他群 768 症例を比較し、再置換をエンドポイントとした生存率は、ON 群は 8 年で 93.4%、その他群は 93.4% で同等であったと報告した。本研究では、ION 群 37 例、OA 群 99 例の比較を行い、術後7年の生存率は約98%で、ION に対する RHA は、OA と同等で良好であった。

壊死範囲と臨床成績については、Amstutz ら³⁾は、リーミング後の残存壊死組織を搔爬してできる骨欠損を、欠損なし、1cm 未満、1-2cm、2-3cm の4つに分類し、骨欠損の程度と臨床成績との関連性を評価し、骨欠損の大きさと臨床成績との関連性がなかったと報告した。我々も 3D-MRI を用いて表面置換術の3次元テンプレートングを行い、大腿骨コンポーネント内の壊死体積比と臨床成績その関連の検討を行い、壊死範囲と臨床成績に関連がないことを報告した⁷⁾。

さらに、Amstutz ら³⁾は ON に対する RHA では、壊死範囲よりも壊死範囲の徹底した搔爬とセメンテックニックが重要であると述べた。我々は、壊死組織を丁寧に切除し、硬化骨を越え健常部までアンカリングホールを作成したことが良好な臨床成績につながったと考えた。

5. 結論

ION 症例に対する RHA の術後7年の成績は、OA 症例と同等で良好であった。

6. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表

- 1) 仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、吉川 秀樹、菅野 伸彦:特発性大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の中期成績、第 41 回日本人工関節学会. 東京、2011.2.25.

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) Revell MP, et al. Metal-on-metal hip resurfacing in osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Am. 2006;88 Suppl 3:98-103.
- 2) Mont MA, et al. Use of metal-on-metal total hip resurfacing for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Am. 2006;88 Suppl 3:90-7.
- 3) Amstutz HC, et al. Hip resurfacing results for osteonecrosis are as good as for other etiologies at 2 to 12 years. Clin Orthop Relat Res. 2010;468:375-81
- 4) Nishii T, Sugano N, Miki H, Takao M, Koyama T, Yoshikawa H. Five-year results of metal-on-metal resurfacing arthroplasty in Asian patients. J Arthroplasty. 2007; 22:176-83.
- 5) McMinn DJ. Et al. Indications and results of hip resurfacing. Int. Orthop. 2010; 16. Epub ahead of print.
- 6) Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, et al: The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. J Orthop Sci, 2002; 7: 601- 5.
- 7) 仲宗根哲、高尾正樹、他. 大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の壊死範囲の検討. 日本人工関節学会誌. 2010; 40: 572-3.

大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の壊死範囲の検討

仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、菅野 伸彦（大阪大学大学院医学研究科 整形外科）
中村 宣雄（協和会病院 整形外科）

大腿骨頭壊死症に対して表面置換型人工股関節置換術を行った 31 例 36 股に対して術前 3D-MRI を用いて、骨頭壊死面積比と大腿コンポーネント内壊死面積・体積比について評価し、壊死範囲と臨床成績との関連性およびそれぞれの評価方法の相関関係について検討した。骨頭壊死面積比は約 40%、コンポーネント内壊死面積・体積比はそれぞれ約 30%で、大腿コンポーネントの弛みによる臨床不良例を 2 例に認めたが、壊死範囲との明らかな関連性はなかった。また、コンポーネント内壊死面積比($R=0.87$, $P<0.01$)は、コンポーネント内壊死体積比と強く相関し、術前壊死範囲評価に有用と思われた。

1. はじめに

近年、大腿骨頭壊死症 (Osteonecrosis of the femoral head: 以下 ON) に対する表面置換型人工股関節全置換術 (Resurfacing Hip Arthroplasty: 以下 RHA) は良好な成績が報告されている。しかし、広範囲壊死は大腿コンポーネントの弛み¹⁾や術後大腿骨頸部骨折の原因²⁾となる可能性があり、術前の壊死範囲の大きさや部位が患者選択の上で重要であると考えられる。また、手術手技にて壊死範囲を含む大腿骨頭はリーミングされるため、リーミング後の残存壊死範囲を定量的に評価することが重要と考えられる。我々が渉猟した限りでは、ON に対する RHA においてリーミング後の残存壊死範囲を定量的に評価する方法や壊死範囲と臨床成績との関連性についての報告したものはない。そこで本研究では、RHA を施行した ON 症例の術前 3D-MRI を用い、骨頭に対する壊死面積比に加えてリーミング後の残存壊死面積比および体積比を計測し、臨床成績との関連性を検討した。また ON に対する RHA での壊死範囲評価手法を検証するため、それぞれの評価指標の相関関係も評価した。

2. 対象と方法

1998 年 7 月から 2007 年 12 月までに当院および関連病院で大腿骨頭壊死症に対して RHA を行ったのは、39 例 44 股であった。そのうち術前 3D-MRI デー

タが得られた 31 例 36 股を対象とした。全例とも Finsbury 社製の Birmingham Hip Resurfacing (Birmingham, UK) を使用した。平均年齢 39 歳 (20~59) で男性 22 股、女性 9 股であった。平均観察期間は 4 年 8 ヶ月 (2 年~10 年) であった。患者背景因子は、ステロイド関連が 20 股、アルコール関連が 16 股であった。厚生省調査研究班による新病型分類³⁾では、Type B が 1 股、C1 が 7 股、C2 が 28 股で、新病期分類では、Stage 3A が 22 股、3B が 9 股、4 が 5 股であった。術前 3D-MRI は、1.0-Tesla MR-imaging system (SIGNA Horizon LX 1.0T; General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) を用いて、3D spoiled gradient recalled echo pulse sequence (SPGR) にて T1 強調像と脂肪抑制 T1 強調像を撮影した。画像評価は術直後、術後 3 ヶ月、6 ヶ月、1 年以降は 1 年ごとの臥位の単純 X 線股関節正面像を用いて、カップの外転角度、大腿コンポーネントステムと大腿骨幹部軸のなす Stem-shaft angle 計測した。また、弛みの評価として臼蓋コンポーネントと大腿コンポーネントステムの周囲骨透亮像や移動を評価した。

臨床評価は、最終観察時の WOMAC スコアで行った。WOMAC スコアは、Pain (0 - 20), Stiffness (0 - 8), Function (0 - 68) の評価項目からなり、評価が悪いほど点数が高い結果となる。

術前壊死範囲の評価は、術前 3D-MRI を用いて、以下に示す骨頭壊死面積比、大腿コンポーネント内

壊死面積比および大腿コンポーネント内壊死体積比を求めて行った。JMM 社製 3D テンプレートシステムに 3D-MRI データを取り込み、大腿骨頸部軸で直交する頸部冠状断像(以下 Oblique coronal 像)と頸部矢状像(以下 Oblique sagittal 像)の 2 断面を下記の要領で作成した。まず、骨頭を健常部で球近似し、大腿骨頭の中心と大きさを求めた。次に大腿骨頸部最狭部の皮質骨に内接する球を作成し、大腿骨頸部中心を求めた。この大腿骨頭中心と大腿骨頸部中心を結ぶ線を頸部軸と定義した。この頸部軸を中心とする放射状の断面のうち、水平面と平行になる断面を Oblique coronal 像とした。この断面と頸部軸で直交する断面を Oblique sagittal 像とした。これらの 2 断面画像を Image J (フリー画像解析ソフト、<http://rsb.info.nih.gov/ij/>)を用いて大腿骨頭壊死面積を計測した。3D-MRI 像における壊死範囲は、帯状低信号像の内縁で囲まれた領域をトレースした。

方法 1. 骨頭壊死面積比

球近似した骨頭の圧潰部分は球で復元し、骨頭の遠位は Head neck junction までと定義し、Oblique coronal 像および Oblique sagittal 像での骨頭面積および壊死面積から骨頭面積に対する壊死面積比を求め、それらの平均を骨頭壊死面積比とした。

方法 2. コンポーネント内壊死面積比

まず術直後の単純 X 線像の正面像で大転子頂部から大腿コンポーネント中心までの長さを計測し、それを既知のカップサイズで補正して実測値を算出した。側面像では大腿コンポーネントステムと大腿骨頸部軸のなす角度を計測した。それらの位置情報を指標に術前 3D-MRI に大腿コンポーネントの 3D テンプレートを重層し、リーミング後の残存骨頭壊死面積を評価した。本方法では、大腿コンポーネント内面積を求めるために大腿コンポーネントステム軸を中心とする放射状の断面のうち、水平面と平行になる断面像を Oblique coronal 像とし、この断面像とステム軸で直交する断面を Oblique sagittal 像とした。それぞれの断面像でのコンポーネント内面積およびコンポーネント内壊死面積から壊死面積比を求め、それらの平均をコンポーネント内壊死面積比とした。

方法 3. コンポーネント内壊死体積比

リーミング後の残存骨壊死体積を求めるために、方法 2 と同様なコンポーネントを重層した像を再構成し、大腿コンポーネントの前方端から後方端まで 2mm ずつ移動させて、それぞれのスライス毎の Oblique coronal 像を作成した。各スライスにおけるコンポーネント内壊死面積比を積分し、コンポーネント内壊死体積比を求めた。

$$\text{壊死体積比 (\%)} = (\sum \text{各スライスの壊死面積} / \sum \text{各スライスのコンポーネント内面積}) \times 100$$

壊死面積評価方法については、求めたコンポーネント内壊死体積比と骨頭壊死面積比、コンポーネント内壊死面積比との相関関係をスピアマンの順位相関係数を求めて検討した。

3. 結果

術直後のカップ外転角度は、平均 42° (35~52) で、Stem-shaft angle は平均 139° (131~148) であった。術後 10 ヶ月および術後 9 年で大腿コンポーネントの弛みをそれぞれ 1 例に認めた。経過観察中に臼蓋コンポーネントは、周辺骨透亮像や移動なく、再置換例もなかった。大腿コンポーネントは、弛みの 2 例を除き、骨透亮像や移動なく、再置換例もなかった。大腿コンポーネントの弛み 2 例を除いた 29 例 34 関節の最終調査時の WOMAC スコアは、Pain 1.0±2.1, Pain 1.0±2.1, Stiffness 0.38±0.8, Function 3.0±3.2 で、臨床不良例はなかった。

壊死範囲の評価に用いた 3D-MRI 撮影像は、T1 強調像で大腿骨頸部まで低信号をきたした 6 股および T1 強調像で壊死領域が不鮮明であった 1 股の計 7 股 (19%) は脂肪抑制 T1 強調像を用いたが、残りの 29 股 (81%) は、T1 強調像で壊死範囲を評価した。

骨頭壊死面積比は、37.1% (12.0~78.3) であった。コンポーネント内壊死面積比は、27.4% (7.3~61.0) であった。コンポーネント内壊死体積比は、26.8% (7.9~77.2) であった。術後 10 ヶ月で弛みを来した例は、コンポーネント内壊死体積比は 38.9% で、術後 9 年で弛みを来した例は 11.4% であり、臨床不良例と壊死体積比に明らかな関連性はなかった (図 1)。

骨頭壊死面積比 (R=0.69, P<0.01) およびコンポーネント内壊死面積比 (R=0.87, P<0.01) は、コンポーネ

ント内壊死体積比と相関し、コンポーネント内壊死面積比の方が相関係数は大きい値 ($R=0.87$ vs $R=0.69$) であった(図 2)。

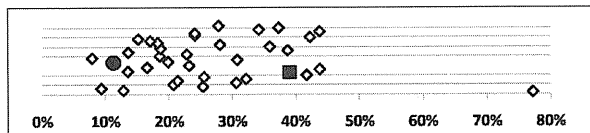


図 1. コンポーネント内壊死体積比の散布図。■は術後 10 ヶ月の弛み例でコンポーネント壊死体積比は 38.9%であった。●は術後 9 年の弛み例で、コンポーネント壊死体積比は 11.4%であった。

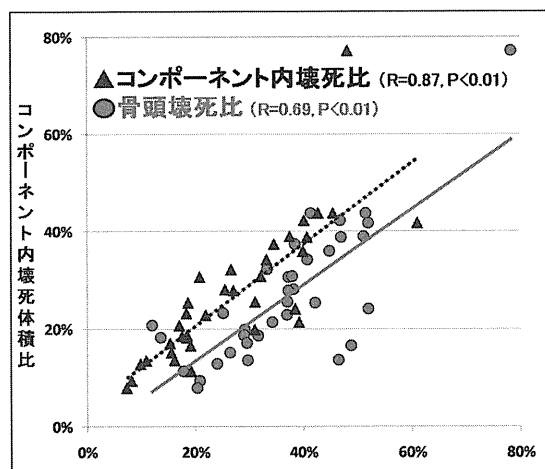


図 2. 骨頭壊死面積比とコンポーネント内壊死面積比とコンポーネント内体積比の相関関係。いずれもコンポーネント内壊死体積比と相関したが、コンポーネント内壊死面積比の方が体積比と強く相関した。

4. 考察

ON に対する RHA における骨頭壊死の許容範囲については、米国の FDA が骨頭の 50%以上は禁忌であると報告⁴⁾しているが、そのエビデンスは不明である。有限要素解析を用いた壊死範囲と RHA の関連性の報告では、坂越らは⁵⁾、壊死範囲が大きくなるほど骨/セメント境界の応力が増加したことから、壊死範囲が大きい場合には適応を慎重にすべきと述べ、その壊死の許容範囲は骨頭の 25%から 75%までの間にあると述べた。壊死範囲に対する臨床報告では、Revellら⁶⁾は、術中所見で骨頭 35%までの壊死範囲に RHA を行い、平均観察期間 6.1 年で生存率 93.2%と良好な経過を報告した。また、Amstutzら⁷⁾ はリーミング後の残存壊死組織を搔爬してできる骨欠損を、欠

損なし、1cm 未満、1~2cm、2~3cm の 4 つに分類し、骨欠損の程度と臨床成績との関連性はなかったことから巨大骨欠損を有する ON に対しても RHA は有用であることを報告した。しかしながら、我々が渉猟し得た限りでは、術前に壊死範囲を評価したものはなく、壊死の許容範囲については報告したものはなかった。

本研究では、術前壊死範囲を骨頭壊死面積比およびリーミング後の壊死面積比としてコンポーネント内壊死面積比を評価し、さらにリーミング後の残存壊死体積比としてコンポーネント内壊死体積比を評価した。本研究における平均コンポーネント壊死体積比は、約 30%であったが、臨床不良例は術後 10 ヶ月に大腿コンポーネントの弛み例が 37.5%で、術後 4 年にステム周辺の骨透亮像、9 年で弛みを認めた例が 11.4%であり、その他に臨床不良例や X 線学的破綻を認めず、本研究内における壊死範囲では臨床成績や X 線学的結果との明らかな関連性はなかった。しかし、長期成績への影響や壊死領域だけでなく壊死の局在との関連性などについても今後は検討する必要があると思われた。

本研究で用いた定量的な評価方法において、コンポーネント内壊死面積比は体積比と相関を強く認めたことから、煩雑な計測手法が必要とするコンポーネント内壊死体積比は、3D-MRI によるコンポーネント内壊死面積比を用いることで評価できると考えられ、今後は RHA における骨頭壊死範囲を評価する方法の一つであると考えた。また、コンポーネント内壊死面積比の方が骨頭壊死面積比よりも相関係数が大きかったことから、ON に対する RHA においては、術前テンプレートングによる壊死範囲評価の重要性が確認できた。

5. 結論

本研究における壊死範囲では、大腿コンポーネントの弛みによる臨床不良例を 2 例に認めたが、壊死範囲との明らかな関連性はなかった。コンポーネント内壊死面積比は、コンポーネント内壊死体積比と強く相関し、術前壊死範囲評価に有用と思われた。

6. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表

- 1) 仲宗根 哲、高尾 正樹、西井 孝、坂井 孝司、吉川 秀樹、菅野 伸彦:大腿骨頭壊死症に対する表面置換型人工股関節全置換術の壊死範囲の検討、第 40 回日本人工関節学会.沖繩、2010.2.26
- 7) Amstutz HC et al. Metal on metal hybrid surface arthroplasty: two to six year follow up study. J Bone Joint Surg Am 2004; 86: 28-39.

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) Cambell P, Beaulé PE, Ebrahmdadeh E. et al: A study of implant failure in metal on metal surface arthroplasties. Clin Orthop Relat Res 2006; 453: 35-46.
- 2) Zustin J, et al: Association of Osteonecrosis and Failure of Hip Resurfacing Arthroplasty. Clin Orthop 2009; publish online.
- 3) Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, et al: The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. J Orthop Sci, 2002; 7: 601- 5.
- 4) FDA. FDA Approval Letter: Summary of Safety and Effectiveness for Birmingham Hip Resurfacing System. Available at: http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf4/P040033b.pdf. Accessed February 24, 2010.
- 5) Sakagoshi D, Kabata T. et al.: A mechanical analysis of femoral resurfacing implantation for osteonecrosis of the femoral head. J Arthroplasty 2009; Article in press.
- 6) Revell M, McBryde C, Bhatnagar S, Pynsent P, Treacy R. Metal-on-metal hip resurfacing in osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Am 2006; 88(Suppl 3): 98-103.

大腿骨頭壊死症に対する Thrust plate hip prosthesis の中期成績

山崎琢磨、山崎啓一郎、森 亮、濱西道雄、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)

大腿骨頭壊死症(ON)に対して Thrust Plate Hip Prosthesis (TPP)を用いた人工股関節置換術の中期成績を調査した。対象は 79 例 92 関節であり、手術時平均年齢は 47 才、平均経過観察期間は 8 年 8 ヶ月であった。臨床評価では術前平均 9.1 点が最終観察時には平均 16.6 点に改善していた。術後脱臼を 2 関節に認めた。術後転子下骨折を 4 関節に認め、cementless stem を用いて再置換術を行った。感染を 1 関節に認め、prosthesis を抜去した。X 線学的評価では、TPP 挿入角度は平均 133° であり、mechanical loosening を 1 関節に認めた。骨質低下が見込まれる症例では TPP の選択を慎重に検討する必要がある。

1. 研究目的

当科では 1997 年より大腿骨頭壊死症(ON)例を主体に、若年で関節温存手術の適応のない症例に対して Thrust plate hip prosthesis (TPP)を用いた人工股関節置換術 (THA)を行ってきた。TPP は従来の髓内システムと比べて1軸性で回旋ストレスが加わらず生理的な荷重伝達が行われることを特長とする骨温存型セメントレス人工股関節である¹⁾。今回、ON に対して TPP を用いた THA 施行後 5 年以上経過した例の成績について報告する。

2. 研究方法

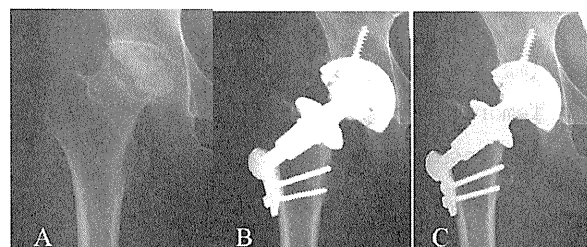
1997 年 4 月から 2006 年 6 月までに TPP を施行後 5 年以上経過した 79 例 92 関節を対象とした²⁾。性別は男性 47 例 56 関節、女性 32 例 36 関節であり、手術時平均年齢は 47 才(22~72 才)、平均経過観察期間は 8 年 8 ヶ月(5 年 2 ヶ月~14 年 3 ヶ月)であった。

臨床的評価として Merle d' Aubigne and Postel scoring system と術中・術後合併症の有無について調査した。X 線学的評価として TPP 挿入角度、loosening、radiolucent line、stress shielding、mechanical loosening の有無について検討した。

3. 研究結果

臨床評価では術前平均 9.1 点が最終観察時には

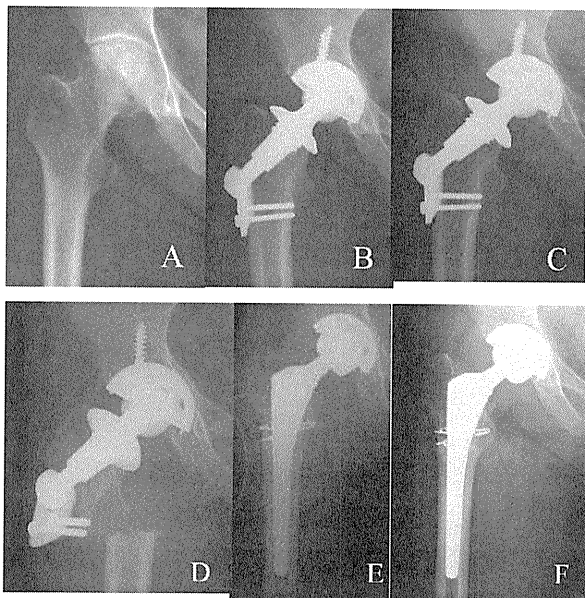
16.6 点に改善していた。術中骨折の1関節は頸部の亀裂骨折であり、追加処置を要さなかった。後方脱臼を 2 関節に認めた。術後骨折は術後 9~12 年で lateral plate 遠位で骨折を生じ従来のセメントレスシステムを用いて再置換術を行った。感染の生じた1関節ではインプラントを抜去した。Lateral plate 部で明らかな疼痛を 2 関節に認め、症候性肺塞栓は認めなかった。TPP の挿入角度は平均 133° (125~140°) であり、概ね目標とする 130° の挿入角を獲得していた。Radiolucent line は Thrust plate の中樞、あるいは末梢に 5 関節に認め、stress shielding とし grade 1 を 4 関節に認めた。術後早期の mechanical loosening を 1 関節に認めたが、threaded bolt の再締結を行い良好な固定性を再獲得できた。再置換術を end point をした術後 13 年における生存率は 90.3%であった。



【図 1】22 歳女性、ステロイド誘因

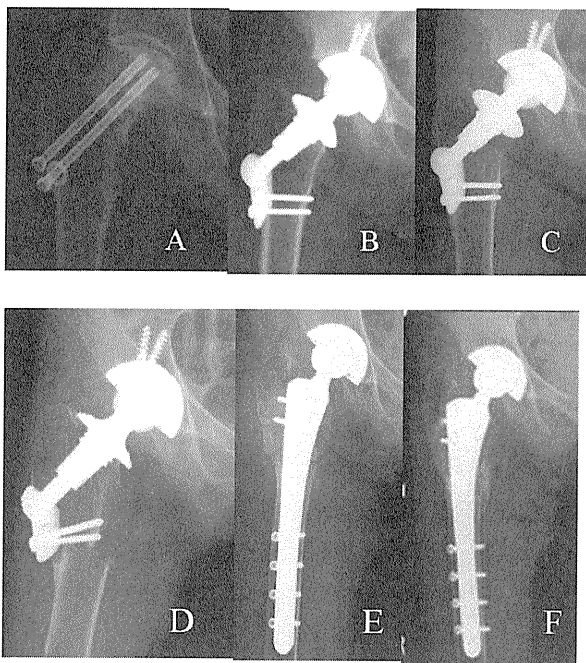
術前 Stage 4, Type C-2,

A) 術前 B) 術後 1 ヶ月 C) 術後 14 年



【図2】41歳女性、ステロイド誘因
術前 Stage 3B, Type C-2

A) 術前 B)術後1ヵ月 C)術後9年 D)術後9年
1ヵ月にて骨折 E)conventional stem で再置換
F)再置換術後7ヵ月にて骨癒合



【図3】62歳女性、大腿骨頸部骨折後
術前 Stage 3B, Type C-2

A) TPP 術前 B)TPP 後1ヵ月 C)TPP 後9年 D)
TPP 後9年9ヵ月時に骨折 E)delta-lock stem
を用いて再置換 F)再置換術後6ヵ月で骨癒合

4. 考察

TPP の短期および中期成績の報告では、再置換を end point とした survival rate が 89.7%~98%と述べられている³⁻⁵⁾。自験例においても ON 症例で 90.3%、OA 症例も含めると 92.2%と同様の成績が得られていたが、4 関節に術後 9~12 年で骨折を来したために生存率の低下に至った。Fink らは本症例と類似した TPP 術後の大腿骨転子下骨折を報告しており、骨質の低下、生理学的骨脆弱性が本骨折の原因と推察している⁶⁾。また、骨脆弱性骨折に関わる因子として、bisphosphonate 製剤長期内服後 severely suppressed bone turnover(以下 SSBT)による大腿骨転子下・骨幹部骨折例が報告されている⁷⁾。当科の骨折例において、ステロイドの長期内服歴や慢性腎不全に対する血液透析の既往など、4 例とも骨質の低下した症例であり、alendronate の長期内服歴も有している。既往症の長期加療に伴い骨質の低下が危惧される症例に対しては大腿骨近位固定型 prosthesis の使用は慎重に検討する必要があると考えられた。

5. 結論

ON に対して使用した TPP の中期成績を報告した。骨温存の観点から、若年で関節温存が困難な症例においては有用な選択肢であり、術前に大腿骨形態・骨質が保たれている症例が良い適応であるが、中長期的に骨質低下が予測される症例に対しては適応を慎重に検討すべきである。

6. 研究発表

1. 論文発表

Yasunaga Y, Yamasaki T, Matsuo T, Yoshida S, Oshima S, Hori J, Yamasaki K, Ochi M. Clinical and radiographical results of 179 thrust plate hip prostheses: 5-14 years follow-up study. Arch Orthop Trauma Surg 2011, Epub ahead of print

2. 学会発表

山崎琢磨, 安永裕司, 山崎啓一郎, 越智光夫: Thrust plate hip prosthesis の中期成績. 第 10 回 中部日本整形外科災害外科学会, 2011.

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) Goto T, Yasunaga Y, Takahashi K, Ochi M. Biomechanical analysis and quantitative analysis of bone scintigraphy on thrust plate hip prosthesis. Arch Orthop Trauma Surg 2004; 124: 357-362.
- 2) Yasunaga Y, Yamasaki T, Matsuo T, Yoshida S, Oshima S, Hori J, Yamasaki K, Ochi M. Clinical and radiographical results of 179 thrust plate hip prostheses: 5-14 years follow-up study. Arch Orthop Trauma Surg 2011, Epub ahead of print
- 3) Zelle BA, Gerich TG, Bastian L, Shuler FD, Pape HC, Krettek C. Total hip arthroplasty in young patients using the thrust plate prosthesis: clinical and radiological results. Arch Orthop Trauma Surg 2004; 124:310-316.
- 4) Buergi ML, Stoffel KK, Jacob HA, Bereiter HH. Radiological findings and clinical results of 102 thrust-plate femoral hip prostheses: a follow-up of 2 to 8 years. J Arthroplasty 2005; 20: 108-117.
- 5) Fink B, Wessel S, Deuretzbacher G, Protzen M, Ruther W. Midterm results of "thrust plate" prosthesis. J Arthroplasty 2007; 22: 703-710.
- 6) Fink B, Siegmuller c, Schneider T, Conrad S, Schmielau G, Ruther W. Short- and medium-term results of the thrust plate prosthesis in patients with polyarthritis. Arch Orthop Trauma Surg 2000; 120: 294-298.
- 7) Sayed-Noor AS, Sjoden GO. Case reports: two femoral insufficiency fractures after long-term alendronate therapy. Clin Orthop Relat Res 2009; 467: 1921-1926.

大腿骨頭壊死症患者に対する表面置換型人工股関節全置換術における テーラーメイドサージカルガイド(大腿骨側ならびに臼蓋側)の使用経験

花之内健仁、山本健吾、安藤渉、大園健二、
(関西労災病院 整形外科)

大腿骨頭壊死症(以下 ON) 患者に対する手術治療としては、対象が若年であってもその病型、病期によっては人工関節手術、中でも骨温存、耐摩耗性の観点から表面置換型人工股関節全置換術(以下 RHA)が選択されうる。今回、ON 患者 1 例(34 歳)に対して、骨形状に適合し位置や角度をガイドするテーラーメイドサージカルガイドを大腿骨・臼蓋コンポーネント両側とも計画・製造し、臨床応用した。大腿骨側ガイドに関しては最適デザインの検討が今後も必要であるが、2つのガイドは共に使用可能であり、良好な設置が可能であった。

1. 研究目的

大腿骨頭壊死症患者に対する手術治療としては、対象が若年であってもその病型、病期[1]によっては人工関節手術が選択される場合がある。またその中でも骨温存、耐摩耗性の観点から表面置換型人工股関節全置換術(以下 RHA)も選択肢の一つに挙げられる。

今回、大腿骨頭壊死症患者に対して、骨形状に適合し位置や角度をガイドするテーラーメイドサージカルガイド[2]をRHAの大腿骨・臼蓋コンポーネント両側とも計画・製造し、臨床応用したのでその使用経験と文献的考察を加えて報告する。

2. 症例報告

症例は 34 歳男性。33 歳で潰瘍性大腸炎の診断にてステロイド治療歴(ステロイド 60mg/day, 2 週後 20mg ずつ漸減)があった。その治療開始 5 か月後より右股関節に違和感とともに疼痛を認めるようになり近医受診。大腿骨頭壊死症の疑いにて当院紹介受診された。当院にて大腿骨頭壊死症と診断し手術加療目的で入院となった。

単純X線像両股関節正面にて右股関節に帯状硬化像および 3mm未滿の圧潰を認めた。Satage3A, TypeC 2と診断した。しかし、軸写、MRIから後方にも壊死範囲が広がり、回転骨切り術の適応はないと考え、RHAを施行することにした。

テーラーメイドサージカルガイドは、“大腿骨コンポーネント設置のためのガイドワイヤー刺入”と臼蓋コンポーネントの角度決定”のための2つの作成を検討して、術前CT画像を基に作成した。目標角度を、大腿骨側は、内外反方向は;元の頸体角 138 度から 2 度外反の 140 度、前捻方向は元の前捻に一致、臼蓋側は外転40 度、前捻 15 度(Radipgraphic 定義)とした。ガイドおよび実物大臓器立体骨モデルを 3 次元画像処理ソフトにてデザインした。製造は外部の造型専門の会社 (Materialise) に依頼した。

手術は後方アプローチで行った。RHAの通常展開に従い、大腿骨を脱臼させ、大腿骨側のガイドを後方転子間部および後方頸部に適合させ、ガイドのなかの小孔に沿って K-wire を刺入した。大腿骨のシリンドリカルリーミングまで施行した後、残存大腿骨頭を臼蓋、前上方にレトラクトし、臼蓋処理に入った。臼蓋辺縁に臼蓋側のガイドを設置し、ガイドの小孔に K-wire を刺入し、K-wire の方向を参照しながらカップの設置を行った。

3. 研究結果(画像評価)

術後単純 X 線(図 1)を撮影、CTを撮像しアライメントの評価を行った。臼蓋コンポーネントは外転 39 度で 1 度減少、前捻 12 度で 3 度減捻していた。大腿骨コンポーネントは冠状面で 4 度外反に、矢状面では 2 度後捻、3mm内側に変位していた。

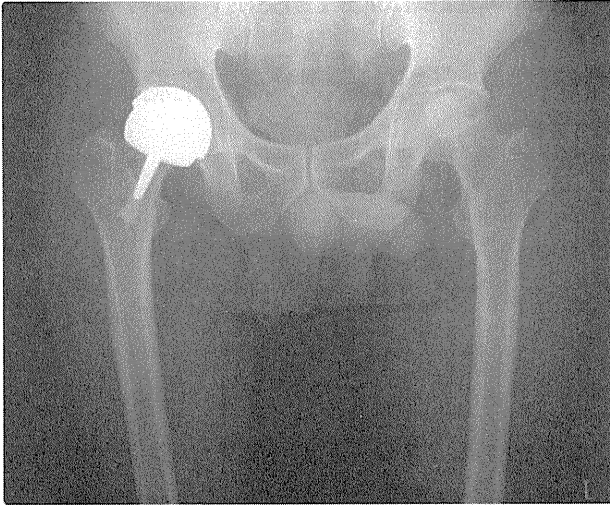


図1: 本症例の表面置換型人工股関節全置換術後の単純X線像

4. 考察・結論

テーラーメイドサージカルガイドとは、術野の骨表面に嵌合するベース部と、手術操作を支援するガイド部をもつ、3次元積層技術によって製造されるガイドのことで、約20年前に”Individual template”という名でTripleOsteotomy等の骨切りガイドのために開発された[2]。今回は、大腿骨コンポーネント設置のために使用されるガイドワイヤー刺入と臼蓋コンポーネントの角度決定のために使用した。

RHAでは、大腿骨コンポーネントの設置が課題であり、コンピュータ支援分野では、こちらが多く取り上げられるようになってはいるが[3,4]、脱臼抵抗性のためだけでなく、金属イオン濃度上昇の防止の観点から、カップ設置角度も大事な要素の一つであると報告されるようになってはいる[5,6]。臼蓋コンポーネント角度決定のためのガイドは、すでに研究開発、臨床応用されており、精度評価の報告までである[7]。このガイドは臼蓋上方でK-wireを刺入するデザインのガイドしか報告なく、大腿骨頭を一部残存するRHAにおいて使用可能かどうかは過去に報告がなかった。今回の症例にて使用可能であることが確認できた。

大腿骨側のガイドについては、いくつか報告が出ている状況で、精度についても1度から4度程度の精度で設置しうる[8-10]。この精度に関わる因子について、手術アプローチが影響するといわれている。後方アプローチでは外反しやすく後捻しやすい一方で前外側では増捻しやすいという傾向がある[9]。他にはベース部のデ

ザインが影響していると考えられた。頸部にどれだけ適合させるかをみると、少ないもので90度程度、多い場合では180度を超える程度となっており、頸部の軟部組織を考慮していないデザインが採用されている。我々は過去にRHAにおいて、内側大腿回旋動脈からの血行がなくてもある程度血管網は維持される報告をしたが[11]、広範囲の頸部軟部組織を不必要に切除することは、外側大腿回旋動脈の枝すら途絶することとなり、残存骨頭の血流維持に影響があるかもしれないという懸念がある。今後は、適合させる範囲と軟部組織の温存範囲の境界決定が大事になってくると考える。

大腿骨頭壊死症患者に対して、テーラーメイドサージカルガイドを用いてRHAを施行した。大腿骨側ならびに臼蓋側ともに使用可能で良好な設置が可能であった。

テーラーメイドサージカルガイドおよび実物立体骨モデルの製造協力して頂きました、Materialiseに深謝いたします。

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) Sugano N, Kubo T, Takaoka K, Ohzono K, Hotokebuchi T, Matsumoto T, Igarashi H, Ninomiya S.: Diagnostic criteria for non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. A multicentre study. J Bone and Joint Surg. 81-B: 590-595, 1999
- 2) Radermacher K, Portheine F, Anton M, Zimolong A, Kaspers G, Rau G, Staudte HW. Computer assisted orthopaedic surgery with image based individual

- templates. *Clin Orthop Relat Res.* 1998; 354:28–38.
- 3) Hodgson A, Inkpen K, Shekham M, Anglin C, Tonetti J, Masri B, Duncan C, Garbuz D, Greidanus N. Computer-assisted femoral head resurfacing. *Comput Aided Surg* 2005; 10 (5–6): 337–343.
 - 4) Davis E, Gallie P, Macgroarty K, Waddell J, Schemitsch E. The accuracy of image-free computer navigation in the placement of the femoral component of Birmingham hip resurfacing: a cadaver study. *J Bone Joint Surg* 2007; 89(4): 557–560.
 - 5) Desy NM, Bergeron SG, Petit A, Huk OL, Antoniou J. Surgical variables influence metal ion levels after hip resurfacing. *Clin Orthop Relat Res.* 2011 Jun;469(6):1635–41.
 - 6) Hart AJ, Skinner JA, Henckel J, Sampson B, Gordon F. Insufficient acetabular version increases blood metal ion levels after metal-on-metal hip resurfacing. *Clin Orthop Relat Res.* 2011 Sep;469(9):2590–7.
 - 7) Hananouchi T, Saito M, Koyama T, Hagio K, Murase T, Sugano N, Yoshikawa H. Tailor-made surgical guide based on rapid prototyping technique for cup insertion in total hip arthroplasty. *Int J Med Robot.* 2009;5:164–169.
 - 8) Kunz M, Rudan JF, Xenoyannis GL, Ellis RE. Computer-Assisted Hip Resurfacing Using Individualized Drill Templates. *J Arthroplasty.* 2010; 25(4): 600–606.
 - 9) Kunz M, Rudan JF, Wood GC, Ellis RE. Registration Stability of Physical Templates in Hip Surgery. *Stud Health Technol Inform.* 2011; 163 283–289.
 - 10) Raaijmakers M, Gelaude F, Smedt KD, Clijmans T, Dille J, Mulier M. A custom-made guide-wire positioning device for Hip Surface Replacement Arthroplasty: description and first results. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010, 11:161–7
 - 11) Hananouchi T, Nishii T, Lee SB, Ohzono K, Yoshikawa H, Sugano N. The vascular network in the femoral head and neck after hip resurfacing. *J Arthroplasty.* 2010 Jan;25(1):146–51.

表面置換型 THA における PST (patient-specific template) を用いた

術中支援システムの開発と臨床応用

岩城 啓好、吉田 拓、池淵 充彦、箕田 行秀、中村 博亮

(大阪市立大学大学院医学研究科 整形外科)

人工股関節置換術において正確なインプラント設置は、長期成績、脱臼の観点から重要である。Navigation Systemの有用性は広く知られるところであるが、導入コストの問題点等から広く普及しないのが現状である。また、骨温存、脱臼抵抗性という観点から、近年表面置換型 THAが注目されつつあるが、中間位からやや外反位でかつ頸部にnotch形成しないように大腿骨コンポーネントを設置することが重要である。そこで、我々は3次元 Planningのうえ、Rapid Prototypingにて凹型のガイドを使用した、低コストで汎用性のある術支援システムの開発を試み、臨床応用し短期成績が出たので報告する。

2009年6月より8例において臨床現場で前述のCustom jigを使用した。術前CTよりVolumetric Dataを作成。CADソフト(Mimics)を用い3次元的に大腿骨軸・大腿骨頸部軸を決定。正面像では頸体角より10度外反、側面像では頸部中心軸を目標とし大腿骨コンポーネントの設置位置・角度を決定したうえで、notchの形成しないように適宜外反角度を調整した。このデータをもとにガイドピンを刺入する為のCustom jigをSelective laser sintering法を用いて凹型ガイドを作成し、完成したCustom jigを用いて、大腿骨コンポーネントのガイドワイヤー挿入した。術後CTからJMM社製3Dテンプレートで3次元的に計測した大腿骨コンポーネントの設置角度を計測。術前計画で設定した正面像、側面像2方向にて本システムの精度を確認した。

術前計画と術後測定値の差は、正面平均 $3.7 \pm 2.5^\circ$ 、側面平均 $0.9 \pm 1.2^\circ$ であった。

3Dテンプレートにより全周性にNotch形成の有無、正確な頸体角の計測、大腿骨軸の決定、骨欠損の位置・程度の把握が可能であった。CTを用い作成したjigは全例において頸部にしっかりと安定して設置可能であり、従来のJig、Navigation Systemと比して簡便であった。また、凹型ガイドの制作費用は2万円程度と安価であり従来のNavigation systemと比してコスト面で有利であると考えられた。本術中支援システムは表面置換型THAを行う際、正確な大腿骨コンポーネント設置に非常に有用であると思われた。

1. 研究目的

resurfacingTHA(以下 RTHA)は骨温存、脱臼抵抗性において通常の THA に比べ有利であり、我々は特に若年で活動性の高い男性を中心に適応があれば積極的に選択することになっている。しかし、一方で neck fracture、ALVAL、pseudotumor 等の合併症の報告があり¹⁾²⁾、いかにしてこれらの合併症を回避するかが重要である。neck fracture は、大腿骨 component の内反位設置、notch 形成が原因とされ³⁾、ALVAL、pseudotumor は血中金属イオンの上昇の関与が示唆され、臼蓋コンポーネントのサイズ、外方開角に注意が必要である⁴⁾⁵⁾。Shields らは RTHA を technically challenging procedure と述べ⁶⁾、Ganapathi、Seyler らは、特に大腿骨コンポーネント設置の難易度が高いことが early failure につながっているとしている⁷⁾⁸⁾。

そこで我々は大腿骨コンポーネントを正確に設置するために従来のレントゲン上の templating の代わりに、CT データを用い3次元的に templating を行い、従来の jig の代わりに、patient-specific template(以下 PST)を設計作成し(図1)、臨床応用を行った。