大腿骨ステムの骨セメント固定に関するX線学的検討

医療法人玄真堂川島整形外科病院

永 芳 郁 文・田 村 裕 昭
川 島 眞 人

A Radiological Study of Cemented Hip Prosthesis

Ikufumi Nagayoshi, Hiroaki Tamura, and Mahito Kawashima

Kawashima Orthopaedic Hospital, Oita, Japan

We conducted radiological examination on the femoral bone in 45 hips of 41 patients who received cemented hip prostheses. In 28 hips, the first generation technique was used. In 13 hips the Bateman stem (B-1 group) was used, in 15 hips, the Perfecta stem (P-1 group) was used. And in 17 hips second generation technique was used (Perfecta stem, P-2 group).

The average follow-up period of group B-1 was 7.6 years, that of group P-1 was 4.4 years, and that of group P-2 was 2.6 years.

The results were judged radiographically according to the cementing grade.

Use of the centralizer was effective for adequate cement mantle because it decreases the rate of stem-malposition. The results also suggest the importance of canal flare type and canal-stem filling.

Key words : cement technique (セメント手技), radiological examination (X線学的検討), Bateman stem (ベイトマンステム), Perfecta stem (パーフェクタステム)

はじめに

大腿骨ステムの骨セメント固定におけるセメント手技の重要性については論を待たないが、術後X線像にて必ずしも完全なセメントの充填が得られているとは限らず、気泡を認めたり、セメント層が不均一であることも少なからず経験する。今回われわれは、第1世代、第2世代手技で行われた骨セメント固定ステムに対し、ステムデザインの違いや髄腔形状がセメント充填度に与える影響や、経過観察するうえでの問題点についてX線学的検討を行った。

対 象

対象は、大腿骨ステム固定に骨セメントを使用した人工骨頭（以下 BHA）、及び人工股関節（以下 THA）68 関節中、2 年以上経過観察しえた 45 関節である。

男性 4 例、女性 41 例、原疾患は、変形性股関節症 31 関節、頸部骨折 12 関節、慢性関節リウマチ 2 関節であった。

セメント手技は、指による圧入を行った第1世代、及びボーンプラグを使用しセメントガンによる逆行性注入を行った第2世代であり、手術術式による内訳は、45 関節中、BHA が 31 関節（第1世代手技 28 関節、第2世代手技 3 関節）、THA が 14 関節（すべて第2世代手技）であった。

機種による内訳では、第1世代手技で行ったベイトマン（B-1 群）13 関節、第1世代手技によるパーフェクタ（P-1 群）15 関節、第2世代手技によるパーフェクタ（P-2 群）17 関節（BHA 3 関節、THA 14 関節）である。B-1 群、P-1 群、P-2 群における手術時平均年齢は 71.4 歳（60~86 歳）、74.7 歳（65~81 歳）、72.0 歳（64~78 歳）であり、平

均経過観察期間は、それぞれ、7.6 年 (3.2~14.5 年)、4.4 年 (2.0~5.5 年)、2.6 年 (2.0~3.2 年) であった (表-1)。

調査方法と検討項目

(1) セメント充填度とステム設置角度

大腿骨へのセメント充填度の評価は、Mulroy らの分類⁵⁾を用いた。すなわち、グレード A は、セメントと皮質の境界がわからない、white out とよばれるもの、グレード B は、部分的に境界の認められるもの、グレード C 1 は、皮質骨とセメント間に 50% 以上の境界を認めるもの、グレード C 2 は、1 mm 以上の薄いセメント層のものや、部分的欠損のあるもの、グレード D は、広範囲のセメントマントルの欠損のものとした。

また、ステム設置角度は、正面像での大腿骨長軸とステム軸のなす角度とし、内反位、外反位、中間位として調査した。

(2) 髓腔形状とステムの髓腔占拠率

大腿骨近位の形状調査として、術前 X 線像にて Noble の Canal Flare Index を計測し、Index が 3.0 以下をストーブパイプ型、3.0~4.7 を正常型、4.7 以上をシャンペンフルート型とした⁶⁾。また、術後 X 線像にて小転子下端での髓腔占拠率の計測を行い、髓腔形状との関連を検討した。

(3) ステム固定性と大腿骨側の骨変化

調査時 X 線像にて、弛みは、Harris らの分類²⁾で、沈下や全周性の骨透亮像を認めるものとし、オステオライシスの有無は、Gruen らの区画¹⁾について、Tanzer らの分類¹⁰⁾に準じ調査した。またセメントマントル内の気泡 (voids) の有無のほか、術後および調査時 X 線正面像にて、小転子より 10cm 下での、大腿骨径と髓腔径の比を計測し、大腿骨皮質骨の菲薄化の有無も検討した。

結 果

(1) セメント充填度とステム設置角度

セメント充填度は、B-1 群では、グレード A 5 関節、グレード B 7 関節、グレード C-1 1 関節、グレード C-2、D は 0 関節であった。また、P-1 群では、グレード A 5 関節、グレード B 5 関節、グレード C-1 4 関節、グレード C-2 1 関節、グレード D 0 関節であり、P-2 群では、グレード

表 1 セメント手技と機種による内訳

第一世代手技			
	症例数	手術時平均年齢	経過期間
Bateman (B-1 群) 13 関節		71.4 歳 (60~86 歳)	7.6 年 (3.2~14.5 年)
Perfecta (P-1 群) 15 関節		74.7 歳 (65~81 歳)	4.4 年 (2.0~5.5 年)
第二世代手技			
Perfecta (P-2 群) 17 関節		72.0 歳 (64~78 歳)	2.6 年 (2.0~3.2 年)

表 2 結果

(1) セメント充填度					
	grade A	grade B	grade C-1	grade C-2	grade D
B-1 群 (n=13)	5	7	1	0	0
P-1 群 (n=15)	5	5	4	1	0
P-2 群 (n=17)	10	5	2	0	0
(2) ステム設置角度					
	中間位	内反位	外反位		
B-1 群 (n=13)	12	1	0		
P-1 群 (n=15)	11	0	4		
P-2 群 (n=17)	17	0	0		

表 3 結果

(3) 髓腔形状と髓腔占拠率			
	髓腔形状の内訳		平均髓腔占拠率
B-1 群 (n=13)	normal 型	8 関節	0.791±0.027
	stove pipe 型	5 関節	0.702±0.059
			(P<0.01)
P-1, 2 群 (n=32)	normal 型	20 関節	0.715±0.066
	stove pipe 型	12 関節	0.666±0.083
			(n. s.)

A 10 関節、グレード B 5 関節、グレード C-1 が 2 関節であり、グレード C-2 と D は 0 関節であった。ステム設置角度は、B-1 群で 1 関節に 8 度の内反位設置が、P-1 群で 4 関節に平均 3.7 度の外反位設置が認められたが、P-2 群では、全例に中間位設置が得られていた (表-2)。

(2) 髓腔形状とステムの髓腔占拠率

機種別にみた髓腔形状と髓腔占拠率は、B 群 13 関節では、正常型 8 関節、ストーブパイプ型 5 関節であり、それぞれの平均髓腔占拠率は 79% と 70% であり、1% の危険率で有意差を認めた。また、P 群 32 関節では、正常型 20 関節、ストーブパイプ型 12 関節であ

り、それぞれの平均髓腔占拠率は72%と67%であり有意差は認めなかったが、ストーブパイプ型は正常型に比べ髓腔占拠率が低下する傾向にあった(表-3)。

(3) ステム固定性と大腿骨側の骨変化

弛みを生じたのはB-1群に1関節のみ術後9年で生じていたが、経過観察期間の短い他の群には認めなかった。

オステオライシスは、B-1群に4関節、P-1群に1関節のみ認めた。内訳はすべてグレード1であり、うちB-1群の1関節は、正面像で区画5.7に生じた多発性、残り4関節は区画7に生じた限局性のものであった。オステオライシスを認めたものはすべてBHAであり、経過観察の短いTHAには認めなかった。

セメントマントル内の気泡(voids)は、B-1群で3関節、P-1群で7関節、P-2群で2関節に認めた。サイズはいずれも3mm以下であり、出現個数は1~2個、出現部位は区画4でステムより遠位部であった。

大腿骨皮質骨の菲薄化はB-1群で8関節、P-1群3関節であり、経過の長い群ほど多く認められたが、弛みにつながる変化は未だ認められなかった。

考 察

1) ステム形態の影響について

骨セメントによるステムの固定性は、従来の第1世代手技に比べ第2世代手技では、より安定した成績が報告⁹⁾されている。適切なセメントの圧入が重要であるが、セメント層を確保し、セメント充填度を良好にすることも長期成績に影響を与えることが報告⁴⁾されている。

今回の第2世代手技施行例は経過観察期間が短く成績の比較は行えなかったが、第1世代手技のB-1群では、弛みをきたしたものは1関節のみであった。B-1群にはセメント充填度が良好であったものが多く、これにより比較的安定した結果が得られたと思われる。これに対し、P-1群では、グレードCが多く、同じ第1世代手技においても充填度が低下するものが多かつ

図1 ステム形態とセメント充填度の相違

B-1 群 grade A の症例。

P-1 群 grade C-2 の症例。ベイトマン型に比べ、細身のステムであり、内反位設置となっている。

P-2 群 grade A の症例。セントラライザー使用により、中間位設置が全例に可能となっていた。

図2 髓腔形態とセメント充填度の相違
正常型髓腔例

正常型では、髓腔占拠性、及び、セメント充填度は比較的良好であった。

た、ベイトマンステムに比べパーフェクタステムは、テーパーが強くやや細身であり、中間位設置が得られにくかった事がその原因と考えられた。第2世代手技のP-2群は、セントライザーの使用により全例にステム中間位設置が得られており、セメント充填度もより改善されていた。ステムの形態によってはセントライザーを使用し、中間位設置を心がける必要性が示唆された(図-1)。

2) 髓腔形状の影響について

中間位設置でもなお充填度が不良なものが存在したが、これは髓腔形状とステムとの適合性の問題が考えられた。ストーブパイプ型と正常型における平均髓腔占拠率でみると、正常型においてより良好な占拠性が得られる傾向にあり、幅広いストーブパイプ型はステムを十分に占拠させることが難しく、時として適切なセメントマントルが得られず、手技上注意を要すと思われた(図-2, 3)。髓腔占拠率の重要性について、Sutherland らは50%未満のものは弛みが増加することを報告⁸⁾している。

3) 経過観察時の問題点

オステオライシスは経過の長いB-1群では4関節に認めた。前回報告した当院での同時期施行であるセメントレスベイトマンのBHAでは10例中8例に出現しており⁷⁾、大腿骨側のオステオライシスに関してはセメント固定のほうが発生頻度が低かった。これは

図3 髓腔形態とセメント充填度の相違
stove pipe 型髓腔例

ストーブパイプ型では、髓腔占拠性が低下する傾向にあり、セメントマントル層が不均一となり、セメント充填度が低下しやすい傾向にあった。

骨セメントの錨着による摩耗粉のシールディング効果と考えられ、セメントの確実な圧入充填の重要性が再認識された。しかし、オステオライシスの発現は自験例においては区画7での発生が多く、中には同部の脆弱さを惹起し、区画1でのセメントステム間剥離につながったと考えられる例も存在したことから(図-4)、発現部位と弛みの関係は、今後さらなる調査が必要と思われる。

セメント内の気泡は、セメント破壊の原因ともされる。自験例では、16例に1~3個、いずれも4mm以下の気泡をみとめたが、ステム先端より遠位に存在していたものであり、未だセメントマントル層の破壊は生じていなかった。Hernigou らも5mm以下の気泡は、成績に関与していないことを報告³⁾している。現在、セメント攪拌時に吸引を加え、セメント内の気泡を減らす第3世代手技を行っているが、セメント層内の微小気泡の存在は長期観察を要す問題と思われる。

大腿骨皮質骨の非薄化は経過の長いB-1群13関節中8関節に認められた。症例数と経過観察期間が短いため、明確にはいえないが、骨粗鬆化に伴う皮質骨の非薄化は、長期成績に影響を与える可能性が考えら

術後6ヶ月

術後2年

術後9年

図4 B-1群の弛みを生じた例の経年的変化

術後6ヶ月 セメント充填度はgrade Bであった。

術後2年 近位部の骨萎縮は存在したが、経年的進行は認めなかった。

術後9年 zone 7 のオステオライシス、及び zone 1 での、ステム-セメント間の剥離を認めた。

れ、とくにストーブパイプ型は髓腔径がさらに拡大することになり、今後の検討課題と思われた。

ま と め

(1) セメント固定ステム45関節に対しX線学的検討を行った。

(2) セントライザーを用いた中間位設置と、適切なステム選択による髓腔占拠率の向上を考慮することで、より良好なセメント充填の可能性が示唆された。

(3) 近位部のオステオライシス、セメントマントル内の気泡、遠位皮質骨の菲薄化は固定性に与える影響が考えられるため、注意深い経過観察が必要と思われた。

参 考 文 献

- 1) Gruen, T. M. et al., : <Modes of failure> of cemented stemtype femoral components. Clin. Orthop., 141 : 17-27, 1979.
- 2) Harris, W. H., et al. : Femoral component loosening using contemporary techniques of femoral cement fixation J. Bone Joint Surg., 64A : 1063-1067, 1982.

- 3) Hernigou, P. H. et al., : Do voids in a femoral cement mantle affect the outcome? J. Arthrop., 14(8) : 1005-1010, 1999.
- 4) Kawata, K. et al. : Importance of a thin cement mantle. Clin. Orthop., 355 : 70-76, 1998.
- 5) Mulroy, W. F., et al. : Total hip arthroplasty with use of so-called second generation cementing techniques. J. Bone and Joint Surg., 77-A : 1845-1852, 1995.
- 6) Noble, P. C., et al. : The anatomic basis of femoral component design. Clin. Orthop., 235 : 148-165, 1988.
- 7) 永芳郁文ら : セメントレスステムのX線学的検討. 整形外科と災害外科, 48 : 220-224, 1999.
- 8) Sutherland, C. J., et al. : A ten-year follow up of one hundred consecutive Muller curved stem total hip replacement arthroplasties. J. Bone and Joint Surg., 64-A : 970-982, 1982.
- 9) Smith, S. W. et al., : Total hip arthroplasty with use of second generation cementing techniques. J. Bone and Joint Surg., 80-A : 1632-1640, 1998.
- 10) Tanzer, M. et al. : The progression of femoral cortical osteolysis in association with total hip arthroplasty without cement J. Bone and Joint Surg., 74-A : 404-411, 1992.