

# Bone Cement Implantation Syndrome (BIS)

術中の血圧低下や心停止など、骨セメント使用に伴う循環呼吸動態の変化は、BIS と呼ばれている。1958 年 Charnley が人工関節の固定に骨セメントを導入以来、文献 1 に見られるように 1970 年ころ、(Charnley の Low friction arthroplasty が確立したころ)から既に報告されてきている (重要文献 1)。

松田病院 東北股関節疾患センター 藤井玄二

このまとめは第 3 回骨セメントの夕べ(H15.7.26 国立仙台病院)で配布した資料を基に作成されました。

## A.発生頻度に関する報告

400~2012 例の報告で、心停止 0.6~10%、死亡 0.02~0.5% (Woo 1995 CORR)

23 / 38488 (0.06%)が術中に死亡。

突然死 : 23/14469 (0.16%)セメント人工股関節、0/15411 セメントレス人工股関節

突然死の 23 例中、21 例 (91%) で心血管疾患の既往あり。( Parvizi 1999)

## B.原因として考えられているもの

- (1) メチルメタクリレート・モノマーの心・肺への直接毒性
- (2) メチルメタクリレート・モノマーによる末梢血管拡張作用
- (3) 大腿骨髄内圧の上昇により生じた空気・脂肪・骨髄成分等による肺塞栓  
重要文献 2 および 3 を参照
- (4) 骨セメントによるアレルギー反応
- (5) 神経血管反射によるもの
- (6) 静脈内での血小板の凝集

## C.文献に挙げられた、手術に関わる具体的な危険因子

### (1)高齢者

Patterson による BIS 危険因子(JBJS 73-A,217-277,1991)

①高齢者、②骨粗鬆、③股関節の手術歴がない、④long stem の使用。

### (2)骨粗鬆症

骨梁強度が弱く、静脈内に空気、脂肪、骨髄成分などが入り込み易いと考えられる。

髄腔が広い→セメントが広範囲に広がる。セメントプラグの脱落が生じ易い

### (3)股関節手術歴がない

### (4)頸部骨折患者

骨折患者は一般に体液遺漏のため、循環血液量低下が背景にあり、また、手術時には麻酔を行うことから、血圧低下 (交感神経の緊張が低下した状態) する。従って、手術中の出血時には、血圧低下はより一層深刻なものとなる

### (5)注意すべき基礎疾患あるいは合併症

RA、悪性腫瘍、糖尿病、呼吸・循環疾患、ASA3 度以上。

全身状態不良患者、悪性腫瘍の大腿骨転移患者

副腎皮質ステロイド剤投与、循環血液量が減少した状態にある患者

低酸素状態にある患者、肥満のある患者

### (6)術中出血量

出血量との関係を示唆

### (7)全身麻酔と硬膜外麻酔

出血量は硬麻の方が少ない。GOF では、ハロセンの心筋抑制効果は加わる。

### (8)セメントの注入方法

セメントプラグ使用せず遠位までセメント注入

患者の体格が小さくセメントガンのノズルが髄腔にぴったり

### (9)インプラントなどの条件(ロングステム)

多量のセメント使用、髄腔の接触面積が広い。ステムの体積が大きく圧上昇が大きいと考えられる。)

## D. 文献に見られる対処方法

### 1. 術前の管理および準備

合併症の検索、術前の心肺機能の検査

### 2. 手術上の対処方法

(1)セメントの攪拌時間を長くする。

未重合のモノマーが血管内に吸収され心筋抑制等を起こすことを予防するため、骨セメントの混合時間を十分とり、ある程度重合するまで充填しない。

(2)セメントを髄腔内に圧を加えて入れすぎない。

とくに高齢者で骨粗鬆症のあるもので

(3)ドレーンを使用し髄腔内圧を下げる

骨セメント充填時の大腿骨髄内圧の上昇が呼吸器、循環器に影響するので、減圧のためのチューブを一時的に挿入するなど、骨髄内圧上昇を最小限にするよう注意

(4)セメントプラグの使用

セメントガンにより低粘性の骨セメントを大腿骨髄腔に充填する場合には、未重合のモノマー、髄腔内容物の循環器系への流入を可能な限り少なくするため、髄腔の遠位端を栓でふさぐこと

(5)髄腔内のパルス式洗浄（脂肪や骨髄組織を洗い流す）

長管骨髄腔（大腿骨等）に使用する場合、塞栓になる可能性のある骨髄の組織（骨髄、骨片、及び血液）を十分に除去する

(6)髄腔内の血液の吸引

セメント攪拌中も、持続的に吸引、ガーゼ交換

### 3. 麻酔管理上の対処方法

(1)循環血液量の適正な補正

出血量を頻回かつ正確に測定する

(2)硬膜外麻酔剤注入と骨セメント使用の時間の重複を避ける

(3)昇圧剤の予防投与

(4)セメント使用時には、5分間はO<sub>2</sub> 100%で換気する

(5)骨セメントの充填の際の呼吸・循環の変動の対処について

質疑応答：臨床麻酔 5(11),1369-70,1981.より、

<対策>

1)調節呼吸でPCO<sub>2</sub>を35mmHg台とややhyper ventilation、PO<sub>2</sub>は150mmHg台を保つ。肺水腫の報告もあるので、気道内に陰圧のかかるレスピレーターは良くない。

2)循環血液量を十分に保つ。体液バランスは+500ml以上を保つ。

3)骨セメント攪拌後時間をおいてから注入。髄腔内を十分洗浄（脂肪および空気塞栓の予防）。

4)もし血圧が下がったら、 $\alpha$ 、 $\beta$ 両方に作用する薬剤、エホチール®1~2mgを静注する。骨セメント注入後に代謝性アシドーシスが起こるので補正。

(秋田大学医学部麻酔学助教授 鈴樹正大)

<対策>

1)患者の術前の検索

2)全身麻酔より硬膜外麻酔（合併症、出血量ともに少ない）

3)ECG,CVP,動脈圧などのモニター

4)骨セメントの攪拌に時間をかける

5)大腿骨に孔を開け、減圧をはかる

6)骨セメント注入までに、十分な輸液、輸血を行う

7)低血圧が持続するならアトロピン、エフェドリン静注、100%酸素

(千葉大学医学部麻酔科助教授 飯島一彦)

## E.BIS に関する重要文献

### (1) 人工股関節手術の合併症-とくに骨セメントによる血圧降下について-。長井 淳ほか,臨床整形外科 8(3), 192-201, 1973.

| 報告者     | 年    | 術名   | 疑われる死因  |                |
|---------|------|------|---------|----------------|
|         |      |      | モノマーの作用 | 脂肪塞栓 静脈血栓子の肺塞栓 |
| Peeble  | 1972 | 人工骨頭 | 1       |                |
| Powell  | 1970 | 人工骨頭 | 1       |                |
| Thomas  | 1971 | 人工骨頭 | 1       |                |
| Burgess | 1970 | 人工骨頭 |         | 1              |
| Gordon  | 1970 | 人工骨頭 |         | 1              |
| Philips | 1971 | 人工骨頭 |         | 1              |
| Gresham | 1971 | 人工骨頭 |         | 7              |
| Ratliff | 1971 | 人工骨頭 |         | 1              |
| Harris  | 1970 | 人工膝  |         | 1              |
| Arden   | 1970 | 人工膝  |         | 1              |
| Hyland  | 1970 | THR  |         | 1              |

Kirwan WO. :Systemic phenomena and bone cement. Ir J Med Sci. 1973 Nov; 142(6): 342-5.

Nicholson MJ. :Cardiac arrest following acrylic-cement implants. Anesth Analg. 1973 Mar; 52(2):298-302.

Nice EJ. :Case report: cardiac arrest following use of acrylic bone cement. Anaesth Intensive Care. 1973 Feb;1(3): 244-5.

Kepes ER, Undersood PS, Becsey L.: Intraoperative death associated with acrylic bone cement. Report of two cases. JAMA. 1972 Oct 30;222(5):576-7.

Cohen CA, Smith TC.: The intraoperative hazard of acrylic bone cement: report of a case. Anesthesiology. 1971 Nov;35(5):547-9.

**Philips HC** et al: Cardiovascular Effects of Implanted Acrylic Bone Cement. Br. Med. J., 3, 460, 1971.

**Gresham G A** et al: Correspondence Cardiac Arrest and Bone Cement. Br. Med. J., 3, 465, 1970.

Michelinakis E, Morgan RH, Curtis PJ.: Circulatory arrest and bone cement. Br Med J. 1971 Sep 11;3(775):639.

**Thomas TA**, Sutherland IC, Waterhouse TD.: Cold curing acrylic bone cement. A clinical study of the cardiovascular side effects during hip joint replacement. Anaesthesia. 1971 Jul;26(3):298-303.

**Ratliff AH**, Clement JA.: Pulmonary embolism and bone cement. Br Med J. 1971 May 29;2(760):532.

**Hyland J**, Robins RH.: Cardiac arrest and bone cement. Br Med J. 1970 Oct 17;4(728):176-7.

Durbin FC, Jeffery CC, Jones GB, Ling RS, Scott PJ, Woodyard JE, Wrighton JD.: Cardiac arrest and bone cement. Br Med J. 1970 Oct 17;4(728):176.

Parsons DW.: Cardiac arrest and bone cement. Br Med J. 1970 Sep 19;3(724):710.

**Pebles D J** et al: Cardiovascular effects of methylmethacrylate cement. Br. Med. J., 1, 349, 1972.

**Burgess DM**.: Cardiac arrest and bone cement. Br Med J. 1970 Sep 5;3(722):588.

**Harris G A**: Cardiac arrest and bone cement. Br. Med. J., 3, 465, 1970.

Frost PM.: Cardiac arrest and bone cement. Br Med J. 1970 Aug 29;3(721):524.

**Powell JN**, McGrath PJ, Lahiri SK, Hill P.: Cardiac arrest associated with bone cement. Br Med J. 1970 Aug 8;3(718):326.

Charnley J: Acrylic Cement in Orthopaedic Surgery. E. & S. Livingstone, Edinburgh and London, 1970. P 31.

京都大学での骨セメント使用 60 回のうち 28 回 (47.8%) に 15mmHg 以上の血圧降下が見られた。全 60 例では平均 13.1mmHg の血圧降下が平均 7.7 分持続した。術中出血量と血圧降下とは関係なし。しかし、心虚血などの変化のある場合は出血量が多い方が血圧降下は遷延した。高齢者で心機能の異常のあるものは、出血量を十分補う必要がある。

### (2) J Bone Joint Surg Am 1999 Jun;81(6):831-843. Pitto R P 他

Pitto RP, Koessler M, Kuehle JW: Comparison of fixation of the femoral component without cement and fixation with use of a bone-vacuum cementing technique for the prevention of fat embolism during total hip arthroplasty. A prospective, randomized clinical trial. J Bone Joint Surg Am. 1999 Jun;81(6):831-43.

(対象と方法) Prospective randomized study、下記 3 group とも、性別、年齢、体重、ASA 評価など差なし。

1 : セメントなし

髓腔を吸引後、ブローチで成型。パルス洗浄なし。

2 : 従来のセメント法

髓腔を吸引後、ブローチで成型。遠位 bone plug あり、パルス洗浄あり。

Vacuum-mix による Palacos®使用。セメントガンで順行性注入。ステム挿入時には vent チューブ使用。

3 : bone-vacuum cementing technique

髓腔は特殊なダイヤモンド・バーのようなものでカット

近位部 (転子間陵、linea aspera の延長上、直径 4.5mm の孔を作成)

遠位部 (外側から経皮的に、ステム先より 2cm 遠位部に、直径 4.5mm の孔を作成)

それぞれに、PMMA 製のプラグを挿入し、-800mbar で持続吸引

Vacuum-mix による Palacos®使用。セメントガンで順行性注入。

## ASA 分類 (American Society of Anesthesiologists)

Class 1: indicated a healthy patient

Class 2: mild systemic disease

Class 3: severe systemic disease

Class 4: incapacitating systemic disease that was constant threat to life

(結果)

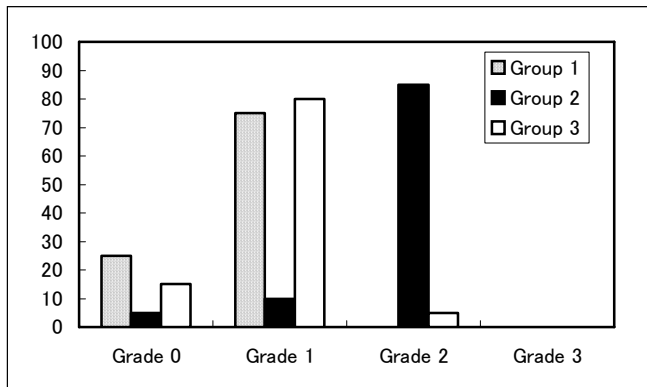
### 1. 心臓内エコーによる血栓散布

Grade 0: no emboli

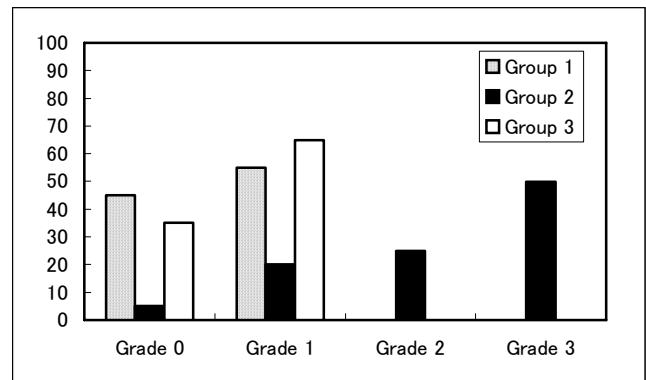
Grade 1: few fine emboli,

Grade 2: cascade of fine emboli or embolic mass (直径 5mm 以内)

Grade 3: fine emboli と embolic mass (5mm 以上)



Implantation of Stem



Relocation of hip joint

### 2. 術中血圧

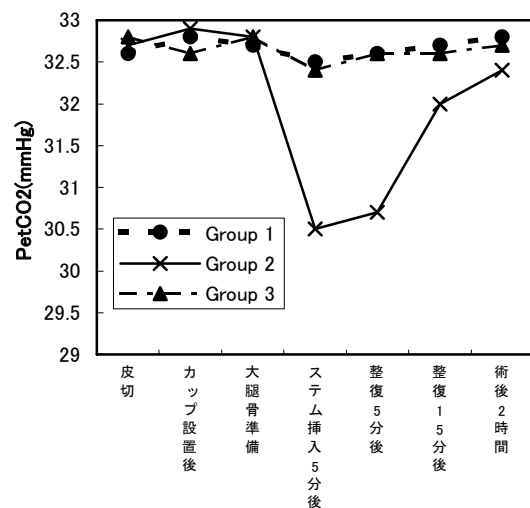
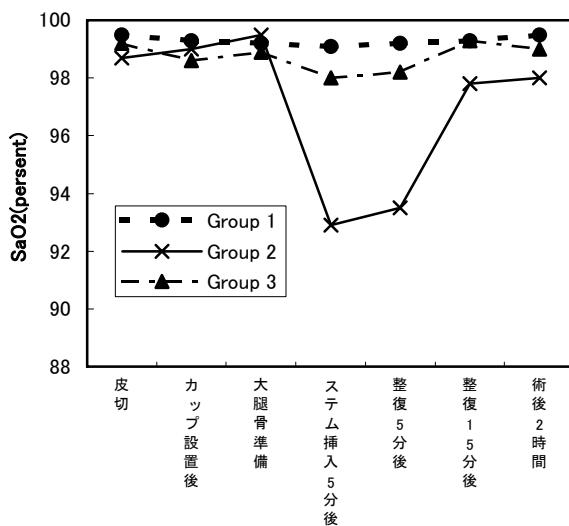
Group 2 で収縮期血圧が平均 20mmHg 以上低下。

### 3. 術中酸素分圧 (SaO<sub>2</sub>)

Group 2 でステム挿入時に、99.5%から 92.9%に有意に低下。正常レベルに戻ったのは手術終了時!

### 4. 終末呼気 CO<sub>2</sub> 分圧

Group 2 で 2.4mmHg 低下。肺機能障害を示す。



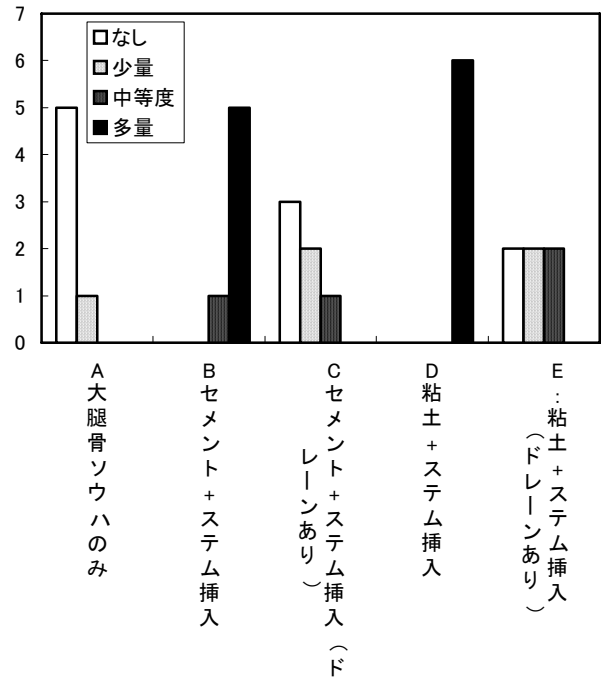
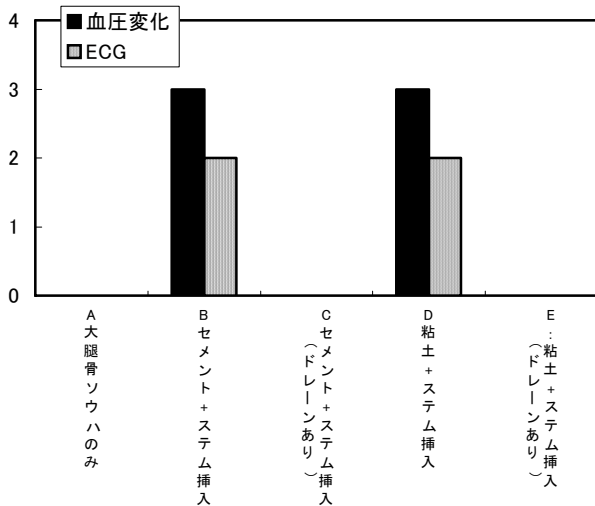
### 5. 肺シャント血流量

ステム挿入後から 24%増加、手術終了時によりやく正常化。心肺機能障害の指標。術前の ASA が class 3 ないし 4 の場合は 1,2 に比べてこの上昇は明らか。

高齢者では、骨粗鬆 (脆弱骨梁が骨髓成分や脂肪の静脈流入を防げない) で合併症が起きやすい。

### (3) Bone cement の肺、循環器に及ぼす影響についての実験的研究。今原敏博、臨床整形 11(5),411-415,1975.

ウサギの大腿骨にセメント、ステムの挿入実験をした。A:大腿骨ソウハ、B:セメント+ステム挿入、C:セメント+ステム挿入（ドレーンあり）、D: B でセメントの代わりに粘土挿入、E: C のセメントの代わりに粘土。  
 B で 2/6 で血圧低下、1/6 で死亡。5 例で肺に多量の、1 例で軽度の脂肪塞栓あり。減圧された C では、血圧の変化なし、1 例に中等度、2 例に軽度の脂肪塞栓。D 群でも 3 例に血圧低下、全例に多量の脂肪塞栓あり。E では血圧 ECG に変化なし、2 例に中程度、2 例に少量の脂肪塞栓。  
 ドレーンの効果がある。大腿骨髄内圧の上昇



血圧および ECG の変化

肺における脂肪塞栓の観察結果

## F. BIS に関するその他の文献

- 骨セメントの加圧注入後に生じた呼吸・循環不全と意識障害。矢野寛一ほか。整形外科 37(2)、185-、1986。  
 LVC 使用後、年齢 80 歳、女、変股症に人工骨頭、血圧低下～肺水腫。意識レベル低下。58 歳、女性、リウマチに人工関節。血圧低下、意識レベル低下。67 歳、女性、変股症に人工骨頭。抜管後に呼吸障害。術中の輸液・輸血、input output が適量。脂肪塞栓か。  
セメントプラグ使用せず遠位までセメント注入。患者の体格が小さくセメントガンのノズルが髓腔にびったりとはまった。
- 骨セメントにより予想以上に血圧低下をきたした 3 例。大岡卓司ほか。和医意誌 13,115-120,1995。  
 59 歳女性、子宮ガン骨転移。Hb7.1g/dl など全身状態不良。全身麻酔。人工骨頭で骨セメント注入により徐脈性低血圧。アトロピンや昇圧剤に反応せず死亡。肺塞栓疑い。  
 83 歳女性、頸部骨折の人工骨頭。HT,DM あり 2 週間寝たきり、全身状態不良。硬膜外麻酔、骨セメント注入で血圧低下。昇圧剤に反応、救命。血液ガス悪化。  
 49 歳男性、肺がん骨転移への人工骨頭。硬膜外麻酔。セメント注入により血圧低下。昇圧剤に反応。酸素分圧低下。肺塞栓：髓腔内の念入りに洗浄、ステム打ち込み時の圧抜き(vent tube)、悪性腫瘍など poor risk 患者
- 高齢者に骨セメントを使用するさいの注意点と麻酔管理上の問題点。丸野博敏他、整形外科 33(13),1703-1706,1984。  
 症例：81 歳、男、頸部骨折、喘息の既往、ECG で軽度の ST 低下。腰椎麻酔。骨セメント使用後 5 分で徐脈、血圧低下、10 分で心停止。カテコラミンなどに反応せず、1 時間で死亡。  
 (原因) 1)セメントモノマーの静脈内流入、2)モノマーが肺より呼吸に出て低酸素、3)脂肪塞栓、4)空気塞栓、5)骨セメント打ち込みによる刺激、6)血小板凝集による微細栓塞  
 (骨セメント使用時の注意点) 1)セメント攪拌時間を長くする、2)セメント注入時に圧を加えすぎない、3)ドレーンを使用して髓腔内圧を下げる、4)全身麻酔下に管理しセメント使用時一時的に O2 100%で換気する。
- 人工骨頭置換術後死亡例の検討。浅野茂利ほか。九州リウマチ 7、15-18,1987。  
 症例 1：49 歳、女性、RA 治療歴 30 年、ステロイド 7.5mg。頸部骨折、腰椎麻酔。骨セメント注入直後より血圧低下、昇圧剤にて一時昇圧も、45 分後より反応せず、5 時間後に死亡。眼底所見は脂肪塞栓を示唆。  
 症例 2：63 歳、女性、RA 治療 23 年、D-ペニシラミン、ステロイド。左頸部骨折に人工骨頭+白蓋骨移植では問題なし。2 ヶ月後、右人工骨頭置換術。骨セメント注入後一時的な低血圧。ECG 上 VPC。昇圧剤にやがて反応せず、ECG 上 ST 上昇、突然死。心筋梗塞を疑うも剖検できず。  
 (注意点) 1)硬膜外麻酔剤注入と骨セメント使用の時間の重複を避ける。昇圧剤の予防投与。O2 100%換気にする。2)打ち込み時の圧上昇を避ける工夫——>大腿遠位に骨孔を作成したが、血圧低下を予防できなかつた。3)骨セメント攪拌後時間をおいて注入。

- 5) 人工股関節置換術後に生じた肺塞栓症の1例。久米 守ほか、季刊関節外科、3(2),215-218,1984。  
 症例：69才、女性、硬膜外麻酔、大腿骨側骨セメント時に著明に血圧低下、麻酔覚醒後 PaO<sub>2</sub> が 50-60mmHg。術後3日目から傾眠傾向、体位変換後より血圧低下、ショック。肺血流シンチで左下肺野に欠損像。脂肪塞栓に静脈血栓による肺塞栓を合併したと考えられる。
- 6) 著明な肺水腫を来した股関節全置換術の2症例。野口隆之ほか、麻酔 35,17287-1731,1986。  
 症例1：58歳、女性、RA、硬膜外麻酔、大腿骨セメントガン使用注入後より血圧低下。PaO<sub>2</sub> 低下。術後も低血圧と PaO<sub>2</sub> 低下持続。胸部 X線像上肺水腫の陰影。Pul.A.Pre 上昇も、Pul.wedge Pressure 上昇なし。  
DOA 使用下に、容量負荷、血管拡張剤(トパリドール)で血圧安定。1wで肺水腫改善、意識障害回復に1ヶ月。  
 症例2：80歳、女性、OA、硬膜外麻酔、骨セメント注入後に血圧低下、PaO<sub>2</sub> 低下。胸部 X線像で肺水腫。頻脈、低血圧持続。容量負荷とトパリドールで安定。ステロイド大量投与も。  
 動物実験：犬にモノマーの注入。0.1mg/kg 群では著明な不整脈、心停止。0.05mg/kg 群は注入 15 分後より有意な血圧低下、120 分後には PaO<sub>2</sub> 低下。しかし、変化は一過性。0.025mg/kg 群では有意な変化なし。人間でこれほど多量のモノマーが流入するとは考えられない。脂肪塞栓による肺水腫と考える。
- 7) 骨セメントの循環動態に及ぼす影響についての検討。金山雅弘ほか、北海道整災誌 36(1),63-69,1992。  
 人工関節をセメント群と非セメント群に分けて観察。セメント群では、平均血圧の急激な低下、肺動脈圧↑、全肺血管抵抗↑、末梢血管抵抗↑、肺動脈楔入圧→、CVP→、PaO<sub>2</sub>↓。セメント非使用群では変化なし。  
 骨セメント使用時の循環動態の変化は、肺塞栓が主因。  
 (考察) Patterson(JBJS 73-A,217-277,1991)による BIS (bone cement implantation syndrome) 危険因子  
 ①高齢者、②骨粗鬆、③股関節の手術歴がない、④long stem の使用。
- 8) 骨セメント使用時の呼吸・循環動態の変動について。辻本三郎ほか、臨床麻酔 6(3),322-328,1982。  
 THR10 例の循環動態を解析。白蓋側で血圧低下、大腿側ではむしろ上昇？。
- 9) 大腿骨頸部骨折後の遅発性低酸素症。郷 律子ほか、麻酔 45,1323-1329,1996。  
 THR セメント、THR セメントなし、エンダーピン群で術後血液ガスを比較。THR では PaO<sub>2</sub> 低下、特にセメント群では著明で遷延。
- 10) 人工股関節置換術での骨セメント使用による呼吸循環動態の変動。麻生 誠ほか、臨床麻酔 9(3), 287-290, 1985。  
 THR セメント 10。平均動脈圧、PaO<sub>2</sub> で有意の低下あり。
- 11) 骨セメント使用時の血圧低下について。鳥巢岳彦。整形外科と災害外科 22(3),312-315,19??。  
 犬の大腿骨骨髄に(1)生食注入、(2)加熱、(3)空気注入の条件を与えた。(3)では呼吸停止や心停止。  
 モノマーの静注実験：血圧低下から死亡まで惹起。モノマーの血管拡張作用や心への直接作用か？
- 12) なぜ人工股関節置換術の骨セメント挿入時に血圧が低下するか。中原正雄、整形外科、35(9), 1167-1171, 1984。  
 骨セメントの円板を新鮮血漿から、プレカリクレイン (PK) を計測、血圧低下の原因を、生体内で揮発したセメントモノマーによる血漿 PK の活性化作用とした？
- 13) Acrylic cement による循環動態の変動について。豊田芳郎ほか、麻酔 23,623-628,1973。  
 モノマーを犬に静注し、循環動態の変化を計測。心筋抑制効果である。
- 14) 骨セメント注入による呼吸循環動態の変化。盛 直久ほか、臨床麻酔 5(2),133-138,1981。  
 8 例の骨セメント THR で循環動態の変化を計測。MAP の一過性低下、PAP 増加。PCWP,CVP は変化なし。CI は注入後低下、TPR,PAR の増加。PO<sub>2</sub> 低下、PCO<sub>2</sub> 増加。セメントの心筋抑制効果による血圧低下、PAP 上昇による肺水腫。
- 15) Monometric methylmethacrylate cement が術中、呼吸系に及ぼす危険性について。白井希明、麻酔 ,886-890,1975。京都大学セメント THR で呼吸循環動態の変化を解析。PO<sub>2</sub> 低下 (とくに大腿骨側)
- 16) 骨セメント monomer の循環系および血液ガスに及ぼす影響について。西岡克郎ほか、麻酔 24,787-792,1974。  
 犬に monomer を注入し、呼吸循環動態の変化を計測。血液ガス：pH↓、PO<sub>2</sub>↓、PCO<sub>2</sub>↑、BE↓。循環：平均動脈圧↓、肺動脈圧↑、CI↓、末梢血管抵抗↓。(結論) Monomer の末梢血管拡張と心機能抑制作用、アシドーシス。
- 17) 骨セメントにより急激な血圧低下をきたし心停止に至った1例。井上重洋ほか、関節外科 11(5), 147-150, 1992。症例：82歳女性、頸部骨折。CTR60%の心肥大(術前利尿剤投与)。ECG 異常なし。骨セメント注入 5 分後より血圧低下から心停止。蘇生できたが意識は回復せず、2年2ヶ月後に死亡。脂肪塞栓を示唆する所見が肺にない。モノマーの直接作用+心不全を基とする脈管系の不穏状態。
- 18) Urban MK, Sheppard R, Gordon MA, Urquhart BL: Right ventricular function during revision total hip arthroplasty. Anesth Analg. 1996 Jun;82(6):1225-9.
- 19) Enneking FK: Cardiac arrest during total knee replacement using a long-stem prosthesis. J Clin Anesth. 1995 May;7(3):253-63.
- 20) Lamade WR, Friedl W, Schmid B, Meeder PJ: Bone cement implantation syndrome. A prospective randomised trial for use of antihistamine blockade. Arch Orthop Trauma Surg. 1995;114(6):335-9.
- 21) Wenda K, Degreif J, Runkel M, Ritter G: Pathogenesis and prophylaxis of circulatory reactions during total hip replacement. Arch Orthop Trauma Surg. 1993;112(6):260-5.
- 22) Ereth MH, Weber JG, Abel MD, Lennon RL, Lewallen DG, Ilstrup DM, Rehder K: Cemented versus noncemented total hip arthroplasty--embolism, hemodynamics, and intrapulmonary shunting. Mayo Clin Proc. 1992 Nov;67(11):1066-74.
- 23) Patterson BM, Healey JH, Cornell CN, Sharrock NE: Cardiac arrest during hip arthroplasty with a cemented long-stem component. A report of seven cases. J Bone Joint Surg Am. 1991 Feb;73(2):271-7.
- 24) Covert CR, Fox GS: Anaesthesia for hip surgery in the elderly. Can J Anaesth. 1989 May;36(3 Pt 1):311-9. Review.
- 25) Kristiansen AB, Heyeraas KJ: Micropuncture measurements of interstitial fluid pressure in the rat periodontal ligament. Proc Finn Dent Soc. 1989;85(4-5):295-300.
- 26) Kourani R, Azzi A: Acrylic cement in hip arthroplasty. Middle East J Anesthesiol. 1986 Jun;8(5):425-35.