

KALÇA ARTROPLASTİSİNDE SEMENTLEME SIRASINDA GELİŞEN HEMODİNAMİK VE RESPIRATUVAR DEĞİŞİKLİKLER

Şebnem ATICI*, Volkan ÖZTUNA**, Nurcan DORUK*, Hasan SERİROL***
Fehmi KUYURTAR****, Uğur ORAL*****

ÖZET

Giriş: Bu çalışma ile kalça protezi ameliyatlarında sementasyon sırasında gelişebilen hemodinamik ve respiratuvar değişikliklerin olası nedenlerinin araştırılması planlandı.

Hastalar ve Yöntem: Kalça protezi ameliyatı planlanan 52-78 yaş arasında 15 hasta ASA I-II risk grubunda çalışmaya alındı. Anestezi induksiyonunda tiopental sodyum 5 mg/kg, vecuronyum bromid 0.1 mg/kg iv uygulandı. Anestezi idamesi sevofluran %2, %66 N₂O+ %33 O₂ karışımı ile sağlandı. İnvaziv kan basıncı ve kan gazı analizi için radyal arter kanulasyonu yapıldı. End tidal CO₂ (ETCO₂) basıncı monitorize edildi. Kan gazı, ETCO₂ basıncı, sistolik ve diyastolik arter basıncı sement uygulanmasından hemen önce ve sonra 1, 5, 10, 15 ve 30. dk'larda kaydedildi. Protrombin ve parsiyel tromboplastin zamanı, fibrinojen, C3-C4 düzeyleri sement öncesi ve sement sonrası 30. dakikada ölçüldü.

Bulgular: Sistolik ve diyastolik kan basıncında sement öncesi değerlere göre sement sonrası 10, 15 ve 30. dk'larda azalma saptandı (p<0.05). Sement öncesine göre PaCO₂'de 1, 5, 10, 15 ve 30. dk'larda, ETCO₂'de 30.dk yükselme, PaO₂'de 5, 10,15 ve 30.dk'da, pH değerinde 10, 15 ve 30. dk'larda azalma saptandı (p<0.05). C3 ve C4 düzeylerinde sement öncesine göre sement sonrası azalma bulundu (p<0.05). Protrombin, parsiyel tromboplastin zamanı ve fibrinojen düzeylerinde farklılık saptanmadı (p>0.05).

Tartışma: Sementin ve sementleme işleminin farklı yollarla kullanarak kan basıncındaki azalmaya ve kan gazı değişikliklerine neden olabileceği düşünüldü. Bu değişikliklerin kardiyovasküler ve respiratuvar açıdan riskli hastalarda anestezi ve cerrahi yöntem seçiminde önemli olacağı kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Hipoksi, Hipotansiyon, Kalça Protezi Replasmanı, Kompleman, Sement.

SUMMARY

HEMODYNAMIC AND RESPIRATORY CHANGES DURING CEMENTATION IN HIP ARTHROPLASTY

Introduction: In this study, the changes in haemodynamic and respiratory parameters during cementation in hip arthroplasty were documented and the possible causes were investigated.

Patients and Method: Fifteen patients (ASA I-II risk group) with a mean age of 65 years (52-78) were included. Thiopental sodium (5 mg/kg) and Vecuronium bromide (0.1 mg/kg) were used for induction and sevoflurane 2% and 66% N₂O +33% O₂ for maintenance of anaesthesia. Radial artery cannulation was performed. Blood gases, end tidal CO₂, systolic and diastolic blood pressure values were obtained before and at 1, 5, 10,15 and 30th minutes after cement implantation. Prothrombin time, partial thromboplastin time, fibrinogen, C3, C4 values were measured before and at 30th minutes after the cementation.

Results: Significant decreases in systolic and diastolic blood pressures were detected at 10, 15 and 30th minutes after cementation (p<0.05). pH found to be decreased at 10, 15, 30th minutes after cementation compared to baseline values (p<0.05). Significant increases were recorded in PaCO₂ at 1, 5, 10, 15 and 30th minutes and in ETCO₂ at 30th minutes after cementation compared to baseline values (p<0.05). PaO₂ was significantly decreasing at 5, 10, 15 and 30th minutes after cementation. C3 and C4 levels were found to be decreased after cementation (p<0.05). There was no significant difference in prothrombin time, partial thromboplastin time and fibrinogen.

* Yrd. Doç. Dr., Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı.

** Yrd. Doç. Dr., Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı.

*** Arş. Gör., Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı.

**** Prof. Dr., Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı.

***** Prof. Dr., Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı.

Discussion: Changes in blood pressure and blood gases during cementation may occur due to cement toxicity and/or the procedure. These changes should be taken into consideration when choosing the method of anaesthesia and type of surgical intervention in high-risk patients.

Key Words: *Cement, Compleman, Hypoxia, Hypotension, Hip Arthroplasty.*

GİRİŞ

“Bone cement implantation” sendromu kalça protezi replasmanı ameliyatları sırasında gelişen bir komplikasyondur¹⁻³. Tanımlanan bu sendrom kardiyak ritim bozuklukları, hipotansiyon ve hipoksi ile karakterizedir⁴.

Bu semptomları açığa çıkaran nedenler arasında akrilik monomerlerin absorpsiyonu, pulmoner yağ embolisi, pulmoner mikrotrombüsler ve nörojenik refleksler en çok araştırılan konulardır⁵⁻⁷. Günümüzde de hala bu değişikliklerin olası nedenleri tartışılmaya devam etmektedir.

Bu çalışma ile kalça protezi ameliyatlarında sementasyon sırasında gelişebilen hemodinamik ve respiratuvar değişikliklerin olası nedenlerinin araştırılması planlandı.

HASTALAR VE YÖNTEM

Kalça protezi ameliyatı planlanan ortalama yaşı 65 (52-78) olan American Society of Anesthesiologist'e göre (ASA)⁸ I-II risk grubunda 15 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 9'una dejeneratif artrit nedeni ile total kalça, 6'sına femur boyun kırığı nedeni ile parsiyel kalça protezi planlandı. Öyküsünde alerji ve atopisi, iskemik kalp hastalığı, konjestif kalp hastalığı, renal veya hepatik yetmezliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı bulunanlar çalışma dışı bırakıldı.

Hastalara premedikasyon için ameliyattan 20 dk önce midazolam 2 mg iv uygulandı. Ameliyat odasına alınan olguların kalp hızı, kan basıncı, oksijen saturasyonu monitorize edildi.

Anestezi indüksiyonu için tiopental sodyum 5 mg/kg, vecuronyum bromid 0.1 mg/kg iv uygulandı. Kas gevşekliği gerektiğinde vecuronyum bromid 2 mg dozunda tekrarlandı. Anestezi idamesi sevofluran %2, %66 N₂O+ %33 O₂ karışımı ile sağlandı. Entübasyon sonrası invaziv kan basıncı izlenmesi, kan örneklerinin alınması ve kan gazı analizi için radyal arter kanulasyonu yapıldı.

End tidal CO₂ (ETCO₂) basıncı monitorize edildi (Drager, Cicero EM). Solunum parametreleri tidal volüm 8-10 ml/kg, solunum sayısı 10/dk olacak şekilde ayarlandı.

Ameliyat için hastaya supin pozisyonunda, lateral cilt insizyonu ile anterior ekspojuz sağlandı. Total kalça replasmanlarında asetabular komponent sementsiz (vidalı), femoral komponent sementli olarak tespit edildi. Parsiyel protezlerin tamamı sement ile yerleştirildi (CMWIII, De Puy, Johnson & Johnson, England). Sementler üç ameliyatta sement tabancası ile 12 ameliyatta ise elle karıştırılarak hazırlandı ve tüm ameliyatlarda medüller kanal tıkaçı kullanıldı.

Kan gazı analizi (otoanalizör; AVL, Compact 2), ETCO₂ basıncı, invaziv sistolik ve diyastolik arter basıncı sement uygulanmasından hemen önce ve sonra 1, 5, 10, 15 ve 30. dk'larda kaydedildi.

Protrombin ve parsiyel tromboplastin zamanı, fibrinojen, C3-C4 düzeyleri sement öncesi ve sement sonrası 30. dakikada ölçüldü.

İstatistiksel analizler SPSS-X for Windows 9.0 programı kullanılarak yapıldı. Veriler ortalama+SD olarak sunuldu. Analizler için tekrarlayan ölçümlü varyans analiz tekniği (Repeated measurements design) ve ikili karşılaştırmalar için paired Student's t-test kullanıldı. p<0.05 değerleri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Kalp atım hızında sement öncesine göre sement sonrası ölçümlerde farklılık saptanmadı (p>0.05) Ancak sistolik ve diyastolik kan basıncında sement öncesi değerlere göre sement sonrası 10, 15 ve 30. dk'larda azalma saptandı (p<0.05) (Tablo I).

Tablo I
Hemodinamik Verilerin Sement Öncesi Değerlerinin Sement Sonrası Ölçümlerle Karşılaştırılması (Ort±SD)

	SÖ	Sement Uygulama Sonrası				
		1.dk	5.dk	10.dk	15.dk	30.dk
Kalp hızı (atım/dk)	72+11	74+12	75+12	74+12	74+12	73+12
Sistolik KB (mmHg)	116+17	118+18	121+19	108+17*	106+18*	107+15*
Diyastolik KB (mmHg)	71+17	71+16	66+16	61+14*	62+13*	60+12*

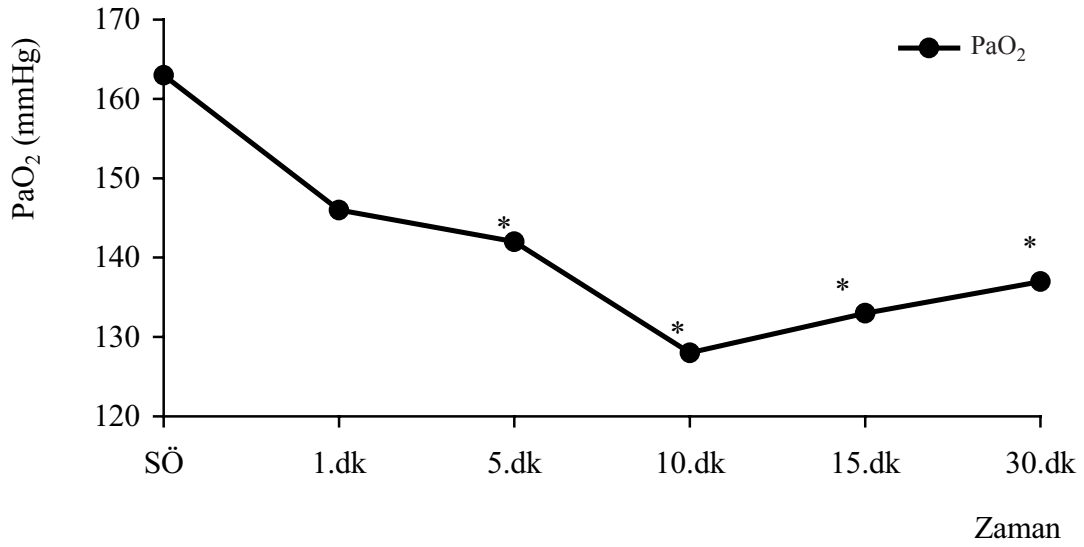
* p<0.05; Sement öncesi değerlerle karşılaştırıldığında. SÖ: Sement öncesi, KB: Kan basıncı.

Kan gazı analizinde; arteriyel O₂ basıncı (PaO₂) değerlerinde sement öncesi değerlere göre sement sonrası 5,10,15 ve 30.dk'larda azalma saptandı (p<0,05) (Şekil 1). Sement öncesine göre arteriyel CO₂ basıncında (PaCO₂) 1, 5, 10, 15 ve 30. dk'larda, ETCO₂'da ise yalnızca 30.dk'da yükselme bulundu (p<0.05) (Şekil 2) Diğer kan gazı parametrelerinden bikarbonat (HCO₃) değerlerinde 30.dk'da sement öncesine göre yükselme bulunurken, pH değerlerinde 10, 15 ve 30. dk'larda, arteriyel O₂ saturasyonunda

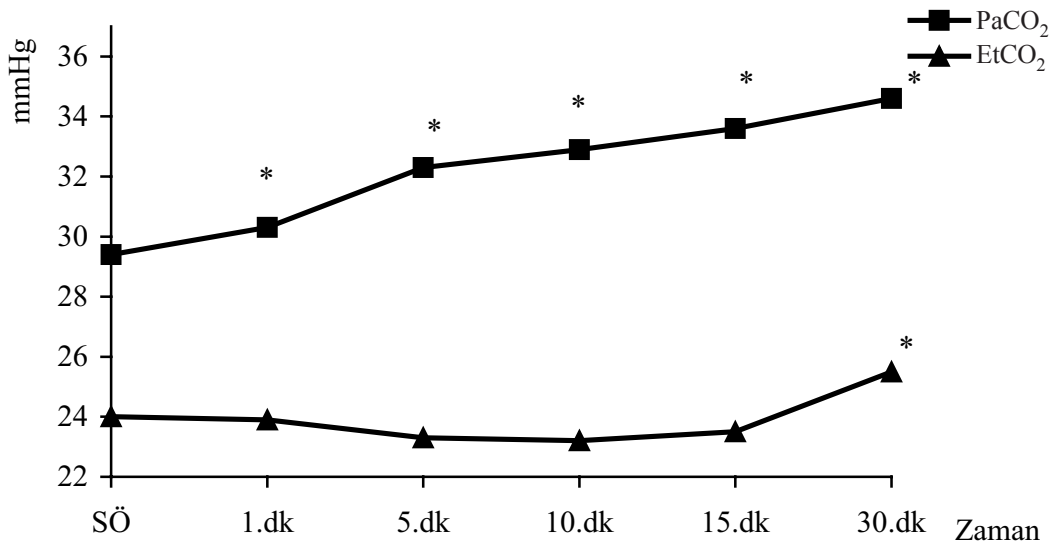
(SaO₂) 5, 10, 15 ve 30.dk'larda azalma saptandı (Tablo II). Baz açığı (BE) değerlerinde değişiklik saptanmadı (p>0.05) (Tablo II).

C3 ve C4'ün sement sonrası düzeylerinde, sement öncesine göre azalma bulundu (sırasıyla 0.86±0.35g/L, 0.80±0.33 g/L; 0.14±0.06 g/L, 0.12±0.04 g/L) (p<0.05).

Protrombin, parsiyel tromboplastin zamanı, ve fibrinojen düzeylerinde farklılık saptanmadı(p>0.05).



Şekil 1: Kan gazı ölçümlerinden PaO₂'da meydana gelen değişiklikler. Sementasyon öncesine göre sementasyon sonrası 5, 10, 15, 30.dk ölçümlerinde azalma saptandı (*p<0.05). SÖ: Sement öncesi.



Şekil 2: Kan gazı ölçümlerinden PaCO₂'da ve ETCO₂'de meydana gelen değişiklikler. PaCO₂'da sementasyon öncesine göre sementasyon sonrası 1, 5, 10, 15, 30.dk ölçümlerinde artma saptandı (*p<0.05). ETCO₂'de Sementasyon öncesine göre sementasyon sonrası 30.dk ölçümünde artma saptandı (*p<0.05). SÖ: Sement öncesi.

Tablo II
Kan Gazı Analizinde pH, HCO₃, BE ve SaO₂ Değerlerinde Saptanan Değişiklikler (Ort+SD)

	SÖ	Sement Uygulama Sonrası				
		1.dk	5.dk	10.dk	15.dk	30.dk
pH (mmHg)	7.47+4	7.46+4	7.45+3	7.44+4*	7.44+5*	7.43+5*
HCO ₃ (mmol/L)	21.7+1	22.0+1	22.1+1	22.1+1	22.1+2	23.0+2*
BE (mmol/L)	0.2+1	0.2+1	0.2+1	0.3+1	0.2+2	0.1+1
SaO ₂ (%)	98.9+0.7	98.8+0.8	97.9+2*	97.8+1*	97.8+2*	98.2+1*

*p<0.05; Sement öncesi değerlerle karşılaştırıldığında. SÖ: Sement öncesi.

TARTIŞMA

Kalça protezi replasmanları sırasında gelişen kardiyovasküler ve respiratuvar değişiklikler hastanın prognozunu ciddi şekilde etkilemektedir. Bu değişiklikler geçiçi hipoksiden, kardiyak ritm bozukluklarına ve hatta kardiyak arreste kadar uzanan geniş bir yelpaze çizmektedirler⁹⁻¹¹.

Bu güne kadar tanımlanan kardiyak problemler daha çok duvar hareketleri ve ritm bozuklukları üzerine olmuştur. Kalp hızı üzerinde belirgin değişiklik gözlenmemiştir^{12,13}. Biz de çalışmamızda kalp hızında bir farklılık saptamadık.

Sement implantasyon sendromunun parametrelerinden biri olan hipotansiyonun iki olası nedeni; metilmetakrilat toksikasyonu veya pulmoner yağ veya hava embolisinin neden olduğu hemodinamik bozulmalar ve buna yanıt veren refleks mekanizmalar olarak açıklanmaktadır^{14, 15}. Deneysel bir çalışmada metilmetakrilat monomerlerinin intrasellüler ve ekstrasellüler kalsiyum mobilizasyonunu etkilediği bunun da venöz ve arteriyal düz kaslarda direk relaksasyona neden olduğu saptanmıştır¹⁶. Plazma konsantrasyonunun değerlendirildiği bir klinik çalışmada da sement yerleştirilmesinden 30 saniye sonra metil metakrilat serum seviyesinin maksimum düzeye ulaştığı saptanmış ve bunun arteriyal kan basıncı düşüklüğüne neden olduğu düşünülmüştür¹⁷. Ancak son yıllarda transözefageal ekokardiografi kullanılarak yapılan çalışmalar ile pulmoner embolinin görüntülenmesi ve aynı zamanlı sağ ventrikül fonksiyonunda azalmayla birlikte pulmoner arteriyal basınçta artışın gözlenmesi, hipotansiyona embolinin de neden olabileceğini göstermektedir⁴. Çalışmamız sırasında sement uygulanmasından sonra saptadığımız sistolik ve diyastolik arteriyal basınçtaki azalmanın ilk dakikalarda gözlenmemesi 10.dk'dan sonra ortaya çıkması ve devam etmesi ikinci mekanizmanın daha etkili olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda saptadığımız arteriyal oksijen saturasyonunda ve basıncında azalma, karbondioksit basıncında yükselme bir ventilasyon-perfüzyon bozukluğunu göstermektedir. Kalça ve diz replasmanları sırasında ve sonrasında hipoksinin geliştiği değişik araştırmalarda saptanmıştır^{18,19}. Bunun nedeninin pulmoner emboliler veya sement toksisitesi sonucu gelişen pulmoner vazokonstriksiyon olabileceği düşünülmektedir²⁰⁻²⁵. Ancak literatürde transözefageal ekokardiografi ile saptanan embolilerin derecesi ile hipoksinin derinliği arasında tam bir korelasyon kurulamamıştır². Aynı şekilde, kanda tespit edilen sement monomer seviyelerinin de insanlarda toksisite ortaya çıkaracak kadar yüksek konsantrasyonlara ulaşmadığı gösterilmiştir²⁶. Bu durumda belirgin hipoksinin gelişmesine her iki mekanizmanın birlikte etken olabileceği düşünülebilir.

Çalışmamızda ETCO₂'in arteriyal CO₂ ile birlikte artmaması, ventile olan ancak perfüze olmayan alveollerin arttığını düşündürmektedir. Total kalça ameliyatlarında pulmoner shunt oranındaki değişikliğin araştırıldığı bir çalışmada sementleme sırasında oranın yükseldiği saptanmıştır²⁷. Ancak çalışmamız sırasında ETCO₂ basıncının 30. dakikada yükselme göstermesi olayın geçiçi olduğunu göstermektedir ki bunun nedeni özellikle sağlıklı bireylerde kompensatuar mekanizmaların devreye girmesi ve pulmoner vazodilatasyonun gelişmesi olarak açıklanabilir. Bu bulgu, neden bazı çalışmalarda hipoksinin derinliğinde farklı verilerin ortaya konulduğunu da açıklayabilir.

Kalça replasmanlarında kompleman aktivasyonunun hemodinamik ve respiratuvar değişikliklerden sorumlu olabileceğini gösteren çalışmalar yayınlanmıştır^{28,15}. Yüksek doz kortikosteroid kullanılarak yapılan bir çalışmada kompleman aktivasyonunun baskılandığı ve steroid kullanılan grupta respiratuvar ve hemodinamik değişikliklerin

gözenmediği vurgulanmıştır²⁹. Çalışmamız sırasında saptadığımız C3-C4 düşüklüğü kompleman sisteminin aktive olduğunu göstermektedir. Bu sistemin aktivasyonu inflamatuvar ve/veya immunolojik yolların uyarıldığını göstermektedir. Ancak bu yollarda metil metakrilat toksisitesinin mi yoksa sementleme sonrası oluşan emboli materyallerinin (yağ, hava, kemik partikülleri) mi akciğerde oluşturduğu yanıtın daha etkin olduğunu göstermek için daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak sement yerleştirilmesinden hemen sonraki dönemde sement ve sementleme işlemi farklı yollar kullanılarak hipoksi, hipotansiyon ve kompleman sistemi aktivasyonuna neden olmaktadır. Bu değişiklikler özellikle kardiyovasküler ve respiratuvar açıdan riskli hastaların kalça protezi operasyonlarında gerek cerrahi, gerekse anestezi yönetiminin önemli olduğunu göstermektedir. Hastalar invaziv monitorizasyon ile izlenmeli, gerektiğinde inotrop destek sağlayacak ajanların hazırlığı yapılmış olmalıdır. Operasyon tekniğinde sementsiz protez seçimi, uzun stemli protezlerden kaçınma, sementasyon sırasında bir kateter yardımıyla basıncı azaltmak ve sementin hamur kıvamına gelene kadar karıştırılması işlemleri göz önünde bulundurulmalıdır. Proflaktik yüksek doz kortikosteroid uygulamaları da bir seçenek olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Rinecker H. New clinico-pathophysiological studies on the bone cement implantation syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg* 1980; 97 (4): 263-274.
- Lafont N, Kalonji MK, Barre J, Guillaume C, Boogaerts J. Clinical features and echocardiography of embolism during cemented hip arthroplasty. *Can J Anaesth* 1997; 44 (2): 112-117.
- Byrick RJ. Cement implantation syndrome: a time limited embolic phenomenon. *Can J Anaesth* 1997; 44 (2): 107-111.
- Urban MK, Sheppard R, Gordon MA, Urquhart BL. Right Ventricular Function During Revision Total Hip Arthroplasty. *Anesth Analg* 1996; 82: 1225-1229.
- Alexander JP, Barron DW. Biochemical disturbances associated with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1979; 61 (1): 101-106.
- Parmet JL, Horrow JC, Pharo G, Collins L, Berman AT, Rosenberg H. The incidence of venous emboli during extramedullary guided total knee arthroplasty. *Anesth Analg*; 1995; 81: 757-762.
- Heine TA, Halambeck BL, Mark JB. Fatal pulmonary fat embolism in the early postoperative period. *Anesthesiology* 1998; 89: 1589-1591.
- Erickson JP, Roizen MF. Assessment of Anesthetic Risk. In Benumof JL, Saidman LJ editors. *Anesthesia & Perioperative Complications*. 2nd ed. USA, Mosby 1999. p. 747-748.
- Fallon KM., Fuller JG, Forster PM. Fat embolization and fatal cardiac arrest during hip arthroplasty with methylmethacrylate. *Can J Anesth* 2001; 48 (7): 626-629.
- Barwood SA, Wilson JL, Monar RR, Choong PF. The incidence of acute cardiorespiratory and vascular dysfunction following intramedullary nail fixation of femoral metastasis. *Acta Orthop Scand* 2000; 71 (2): 147-152.
- Duncan JA. Intra-operative collapse or death related to the use of acrylic cement in hip surgery. *Anaesthesia* 1989; 44 (2): 149-153.
- Propst JW, Siegel LC, Schnittger I, Foppiano L, Goodman SB, Brock-Utne JG. Segmental wall motion abnormalities in patients undergoing total hip replacement: correlations with intraoperative events. *Anesth Analg* 1993; 77 (4): 743-749.
- Vazeery AK, Skeie S, Anda O. Changes in cardiac output and systemic arterial pressure after insertion of acrylic cement during trimetaphan, sodium nitroprusside and glycerol trinitrate-induced hypotension. A comparison with changes during normotension. *Br J Anaesth* 1983; 55 (8): 783-790.
- Rinecker H. New clinico-pathophysiological studies on the bone cement implantation syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg* 1980; 97 (4): 263-274.
- Dahl EO. Cardiorespiratory and vascular dysfunction related to major reconstructive orthopedic surgery. *Arch Orthop Scand* 1997; 68 (6): 607-614.
- Karlsson J, Wendling W, Chen D, Zelinsky J, Jeevanandam V, Hellman S, Carlsson C. Methylmethacrylate monomer produces direct relaxation of vascular smooth muscle in vitro. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39 (5): 685-689.
- Svartling N, Pfaffli P, Tarkkanen L. Methylmethacrylate blood levels in patients with femoral neck fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 1985; 104 (4): 242-246.
- Lewis RN. Respiratory complications of bone cement insertion during total hip replacement under spinal anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 1997; 14 (1): 52-54.
- Nolan JP. Arterial oxygenation and mean arterial blood pressure in patients undergoing total hip replacement: cemented versus uncemented components. *Anaesthesia* 1994; 49 (4): 293-299.
- Taira M, Nakao H, Matsumoto T, Takahashi J. Cytotoxic effect of methyl methacrylate on 4 cultured fibroblasts. *Int J Prosthodont* 2000; 13 (4): 311-315.
- Bereznowski Z. Effect of methyl methacrylate on mitochondrial function and structure. *Int J Biochem* 1994; 26 (9): 1119-1127.
- Dahl OE, Garvik LJ, Lyberg T. Toxic effects of methylmethacrylate monomer on leukocytes and endothelial cells in vitro. *Acta Orthop Scand* 1994; 65 (2): 147-153.
- Sturup J, Nimb L, Kramhoft M, Jensen JS. Effects of polymerization heat and monomers from acrylic cement on canine bone. *Acta Orthop Scand* 1994; 65 (1): 20-23.
- Raje RR, Ahmad S, Weisbroth SH. Methylmethacrylate: tissue distribution and pulmonary damage in rats following acute inhalation. *Res Commun Chem Pathol Pharmacol*. 1985; 50 (1): 151-154.
- Orsini EC, Byrick RJ, MullenKay JC, Waddell JP. Cardiopulmonary function and pulmonary microemboli during arthroplasty using cemented or non-cemented components. *J Bone Joint Surg* 1987; 69-A: 822-832.

26. Ries MD, Lynch F, Rauscher LA, Richman J, Mick C, Gomez M. Pulmonary function during and after total hip replacement findings in patients who have insertion of a femoral component with and without cement. *J Bone Joint Surg* 1993; 4: 581-587.
27. Pitto RP, Blunk J, Kossler M. Transesophageal echocardiography and clinical features of fat embolism during cemented total hip arthroplasty. A randomized study in patients with a femoral neck fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120 (1-2): 53-58.
28. Bengtson A, Larsson M, Gammer W, Heideman M. Complement activation and anaphylatoxin release in hip surgery. *J Bone Joint Surg*.1987; 69A: 46.
29. Gammer W, Bengtson A, Heideman M. Inhibition of Complement Activation by High-dose Corticosteroids in Total Hip Arthroplasty. *Clin Orthop* 1988; 236: 205-209.