

Geriatrik yaş grubunda çimentolu kalça protezi uygulamasının santral sıcaklık ve hemodinamik değişikliklere etkisi

*Lütfi Yavuz, *Füsün Eroğlu, *Berit G. Ceylan, *Ayşegül Uçar, **Ethem F. Mumcu#

*Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Isparta

**Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji AD, Isparta

Özet

Femur boyun kırıklarının cerrahi tedavisinde protez uygulaması, çimentolu veya çimentosuz olarak yapılabilmektedir. Çimentonun hazırlanışı sırasında lokal olarak artan çimento ısısının sistemik bir sıcaklık artışına yol açıp açmadığı ve bu olası etkinin hemodinamik sistem üzerine olan etkileşimini araştırdık. Femur boyun kırığı nedeniyle çimento kullanılarak total kalça protezi uygulanacak geriatrik yaş grubuna giren 60 yaş üzeri 20 olgu çalışmaya alındı. Kardiyak noninvaziv monitörizasyon uygulandı. Sistolik, diastolik arter basıncı, kalp atım hızı ve periferik oksijen saturasyonu değerleri kaydedildi. Anestezi induksiyonu 0.2 mg kg⁻¹ propofol ve 0.1 mg kg⁻¹ cisatracurium ile gerçekleştirildi ve endotrakeal entübasyon yapıldı. 10 ml kg⁻¹ tidal volümle 12 dk-1 frekans altında volüm kontrollü mekanik ventilasyona başlandı. Anestezi idamesi için % 2-3 sevofluran % 50 O₂ + % 50 N₂O kullanıldı. Entübasyon sonrası özefagus ısı probu özefagusun 2/3 alt kısmına gelecek şekilde yerleştirilerek devamlı santral sıcaklık monitörize edildi, veriler 15 dk aralarla kaydedildi. Çimento (methylmethacrylate) kullanımı öncesi ve sonrasında 3 dk aralarla 9. dk kadar sıcaklık ve hemodinamik verileri kaydedildi. Veriler paired samples t-test ile değerlendirildi; p>0.05 anlamsız, p<0.05 anlamlı, p<0.0001 çok anlamlı olarak kabul edildi. Operasyon sırasında ve çimento uygulanan dönemde santral sıcaklık değişimleri istatistiksel olarak anlamsız düzeyde gerçekleşti. Hemodinamik sistemde ise istatistiksel olarak anlamlı fakat klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda değişiklikler saptandı. Çimento kullanılan kalça protezi operasyonlarında noninvaziv monitörizasyon ile hemodinamik sistemin stabil olarak izlendiği ve santral ısı değişikliklerinin olmadığı düşüncesindeyiz.

Anahtar kelimeler: kemik çimento, vücut sıcaklık değişimi, hemodinami.

Abstract

The Effects of Cemental Hip Prostheses on Core Temperature and hemodynamic changes in Geriatric Patients

Surgical treatment of collum femoris fractures can be managed by total hip prosthesis with or without cement. We investigated whether the local increase of cement temperature during preparation causes a systemic body temperature increase and the its hemodynamic system. effects. Twenty geriatric cases older than 60 years planned for total hip prosthesis by using bone cement were included in the study. Noninvasive cardiac monitorization was carried out. Systolic and diastolic arterial pressures, hearth rate and peripheral oxygen saturation were recorded. After anesthesia induction with propofol 0.2 mg kg⁻¹ cisatracurium 0.1 mg kg⁻¹ intubation was performed. Anesthesia was maintained with sevoflurane 2-3% in O₂ %50 and N₂O 50%. Volume-controlled mechanical ventilation was applied with a tidal volume of 10 ml kg⁻¹ and respiratory frequency of 12 min⁻¹. Following intubation, core body temperature was measured by a temperature probe placed through 2/3 distal tip of the esophagus. Datas were recorded within 15 minutes intervals before and after cement (methylmethacrylate) application, temperature and hemodynamic datas were recorded at every 3 minutes during a period of 9 minutes. Datas were evaluated by paired samples t-test and p>0.05 was accepted as insignificant, p<0.05 as significant and p<0.0001 as highly significant. Core temperature changes were not statistically significant during the operation and bone cement application period. The hemodynamic changes were found to be statistically significant but clinically between acceptable ranges. We concluded that in bone cement used total hip prosthesis operations stable hemodynamic conditions and no change in core temperature are observed by using noninvasive monitorization

Keywords: bone cements, body temperature changes, hemodynamia

Giriş

Femur boyun kırıklarının cerrahi tedavisinde protez uygulaması, çimentolu veya çimentosuz olarak

Yazışma Adresi:

Lütfi Yavuz

Hızırbey Mh., 1556 Sk, Yunusevler Sitesi, B-Blok, No:2/6, ISPARTA

Tel: 0 533 632 56 15 - Faks: 0 246 237 02 40

E-mail: luyavuz@hotmail.com

yapılabilmektedir. En yaygın kullanılan çimento methylmethacrylate'tır. Çimento kullanımının organizmada oluşturduğu hemodinamik değişiklikler çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır (1-3). Çimento kullanımı ile organizmadaki T lenfositlerden interlökin-2, interferon-gamma (IFN- α), granülosit/makrofaj-koloni stimulan faktör (GM-CSF) ve tümör nekrosis faktör-alfa (TNF- α) sitokinleri salınmaktadır. Bu

sitokinler dissemine intravasküler koagülopati, politravma ve sepsis dahil bir çok ciddi durumda da salınmaktadır.

Literatürde total kalça protezi uygulanan ameliyatlarda santral ısı değişimi üzerine yeterli çalışmaya rastlamadık. Çimentonun hazırlanışı sırasında lokal olarak artan çimento ısısının sistemik bir sıcaklık artışına yol açıp açmadığı ve bu olası etkinin hemodinamik sistem üzerine olan etkileşimini araştırdık.

Materyal ve Metod

Femur boyun kırığı nedeniyle total kalça protezi uygulanacak geriatrik yaş grubuna giren 60 yaş üzeri 20 olgu etik kurul onayı alınarak çalışmaya alındı. Olgulara ameliyathaneye alınmadan 30-45 dk önce 0.15 mg kg-1 diazepam (diazem Deva) im uygulanarak premedikasyonları yapıldı. Olası sıcaklık değişikliklerini önlemek amacıyla premedikasyonda atropin kullanılmadı. Ameliyathane sıcaklığı merkezi sistemden 20°C dereceye ayarlandı. Ameliyat masasına alınan olgulara damar yolu açıldı ve % 0.9 NaCl 1000 mL ile infüzyona başlandı. Kontron Instruments Minimon 7138B-1092 (England, Watford) monitörle kardiyak noninvaziv monitörizasyon uygulandı. Sistolik arter basıncı (SAB), diastolik arter basıncı (DAB), kalp atım hızı (KAH) ve periferik oksijen saturasyonu (SaO₂) değerleri kontrol değeri olarak kaydedildi. Anestezi indüksiyonu 0.2 mg kg-1 propofol ve 0.1 mg kg-1 cisatracurium ile gerçekleştirildi ve endotrakeal entübasyon yapıldı. 10 ml kg-1 tidal volümle 12 dk-1 frekans altında volüm kontrollü mekanik ventilasyona başlandı. Anestezi idamesi için % 2-3 sevofluran % 50 O₂ + % 50 N₂O kullanıldı. Entübasyon sonrası özofagus ısı probu özofagusun 2/3 alt kısmına gelecek şekilde yerleştirilerek devamlı santral sıcaklık monitörize edildi, veriler 15 dakikalık aralarla kaydedildi. Çimento kullanımı öncesi ve sonrasında 3 dakikalık aralarla 9. dakikaya kadar sıcaklık ve hemodinamik veriler kaydedildi. Veriler paired samples t-test ile değerlendirildi; p>0.05 anlamsız, p<0.05 anlamlı, p<0.0001 çok anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Olguların yaş ortalaması 68,60±6,73 yıl SS (Standart Sapma), E/K oranı 7/13 idi. Operasyon süreleri ise 146,75±19,00 dk SS, çimento uygulamaya başlama süresi 75,00±20,64 dk SS olarak gerçekleşti (Tablo 1). Çimento uygulanmasından önceki ve sonraki dönemde santral sıcaklık ve SAB, DAB değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmadı (p>0.05). Kalp atım hızında 6. ve 9. dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) fakat klinik olarak

Tablo 1 : Olguların yaş, cinsiyet, operasyon süresi, çimento uygulamaya başlama süresi dağılımları ile en yüksek ve en düşük değerleri.

Yaş (yıl ± SS)	68,60 ± 6,73 (60-81)
Erkek / Kadın	7/13
Operasyon süresi (dk ± SS)	146,75 ± 19,00 (120-180)
Çimento uygulamaya başlama süresi (dk ± SS)	75,00 ± 20,64 (45-120)

SS: Standart Sapma

normal sınırlarda bir artış gözlemlendi (Çimento öncesi, 85.25±11.96; 6. dk, 87.30±12.79; 9. dk, 88.00±12.57 vuru/dk±SS). SaO₂ değerlerinde ise yalnızca 6. dakikada istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) bir artış gerçekleşti, ancak bu değer de normal klinik sınırlar içerisinde bulunuyordu (Çimento öncesi, 98.35±1.18; 6. dk, 98,85±1.22 %±SS), (Tablo 2). Anestezi indüksiyonu sonrası yapılan hemodinamik ölçümlerin ve SaO₂ değerlerinin kontrol değeri ile karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı ve çok anlamlı değişiklikler oluştu (Tablo 2). 15 ile 60. dakikalar arasında SAB değerlerinde kontrol değerine oranla anlamlı (p<0.05) bulunan düşüşler saptandı (Kontrol, 157.70±11.81; 15. dk, 147.65±19.59; 30. dk, 150.55±15.06; 45. dk; 149.50±13.53; 60. dk; 148.95±14.46 mmHg±SS). 5. dk. da bulunan SAB değeri sayısal olarak anlamlı bulunan değerler kadar kontrol değerine göre düşük olmasına rağmen, standart sapma değerinin yüksek olması nedeniyle kontrol değerine göre istatistiksel olarak anlamsız bulundu (p>0.05). DAB değerlerinin kontrol değeriyle istatistiksel karşılaştırılmasında entübasyon döneminde anlamlı (p<0.05) yükselme (Kontrol, 85.35±7.68; entübasyon, 92.60±10.40 mmHg±SS), 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda ise anlamlı (p<0.05) düşme saptandı (15. dk, 76.60±10.40; 30. dk, 78.30±7.62; 45. dk, 80.85±8.00; 60. dk, 80.30±7.58 mmHg±SS). KAH değerlerinin kontrol değeriyle istatistiksel karşılaştırılmasında da entübasyonda ve 5. dk da anlamlı (p<0.05) yükselme bulundu (Kontrol, 87.10±16.47; entübasyon, 96.65±17.15; 5. dk, 93.55±16.68 vuru dk-1±SS). SaO₂ değerlerinin kontrol değeri ile karşılaştırılmasında ise 165. ve 180. dk'lar dışında anlamlı ve çok anlamlı yükseklikler saptandı (Tablo 2, Grafik 1). Olguların hemodinamik ve sıcaklık değişimlerinin dağılımı ile kontrol değerine oranla istatistiksel karşılaştırılması Grafik 1'de, çimento döneminde gerçekleşen değişimler ve çimento uygulamasının hemen öncesine göre istatistiksel değerlendirmesi de Grafik 2'de ve Tablo 2'de gösterildi. Hiçbir olguda hemodinamik sistemi destekleyecek vazodilatör ilaç tedavisine gereksinim olmadı, kardiyak ve non kardiyak komplikasyon gerçekleşmedi.

Tablo II : Olguların hemodinamik ve santral sıcaklık verilerinin dağılımı ile kontrol değerine oranla istatistiksel karşılaştırılması.

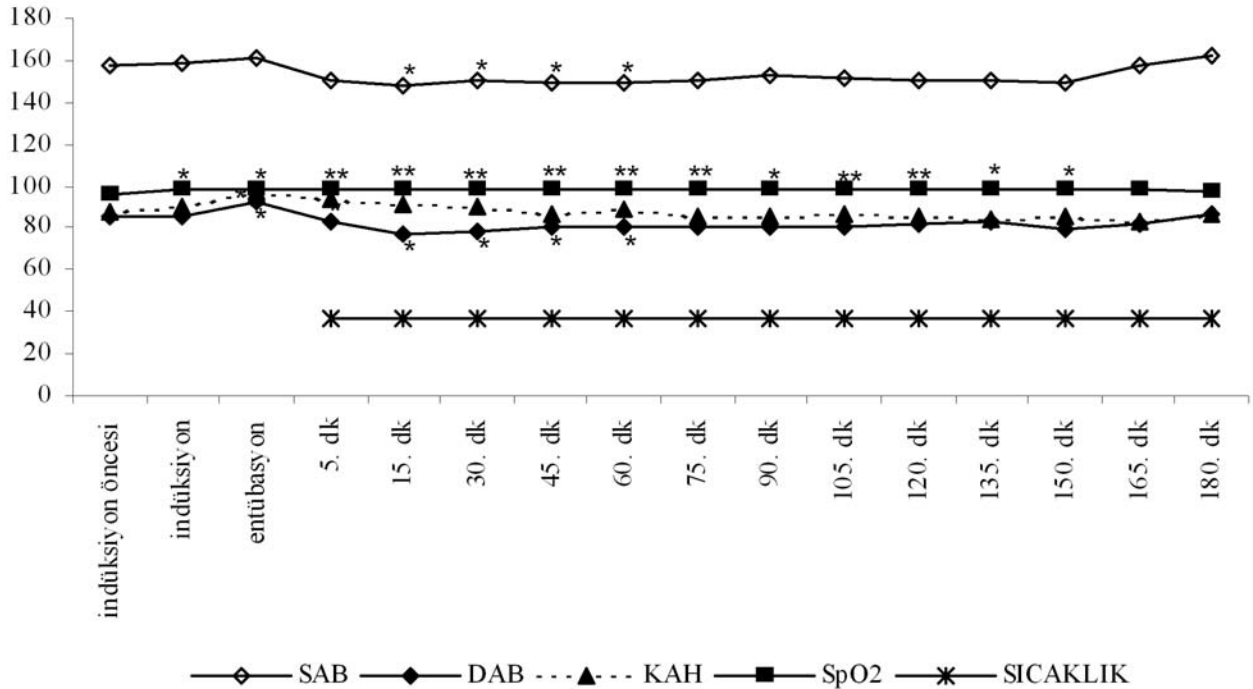
	SAB	DAB	KAH	SpO ₂	Sıcaklık
İndüksiyon öncesi (Kontrol)	157,70	85,35	87,10	96,50	
İndüksiyon	159,10	85,65	89,70	97,75*	
Entübasyon	160,60	92,60*	96,65*	98,10*	
5. dk	149,95	83,40	93,55*	98,20**	36,50
15. dk	147,65*	76,60*	91,75	98,45**	36,53
30. dk	150,55*	78,30*	89,55	98,55**	36,50
45. dk	149,50*	80,85*	86,90	98,70**	36,52
60. dk	148,95*	80,30	88,65	98,60**	36,52
75. dk	150,20	81,00	85,85	98,65**	36,49
90. dk	152,21	80,63	85,73	98,47*	36,48
105. dk	151,26	80,47	86,36	98,73**	36,47
120. dk	150,47	82,00	85,57	98,78**	36,50
13550. dk	150,64	82,92	84,00	98,57*	36,40
150. dk	149,20	79,90	85,30	98,50*	36,37
165. dk	158,00	81,50	82,50	98,00	36,25
180. dk	162,00	87,00	87,00	97,00	36,25
Çimento Öncesi	148,65	82,00	85,25	98,35	36,50
Çimento Başlangıcı	150,15	81,95	85,20	98,35	36,50
Çimento Sonrası 1. dk	147,80	80,60	86,15	98,55	36,49
Çimento Sonrası 3. dk	150,10	80,50	86,85	98,30	36,50
Çimento Sonrası 6. dk	151,15	81,40	87,30*	98,85*	36,50
Çimento Sonrası 9. dk	150,10	81,55	88,00*	98,55	36,50

* p<0.05 ** p<0.0001

Tartışma

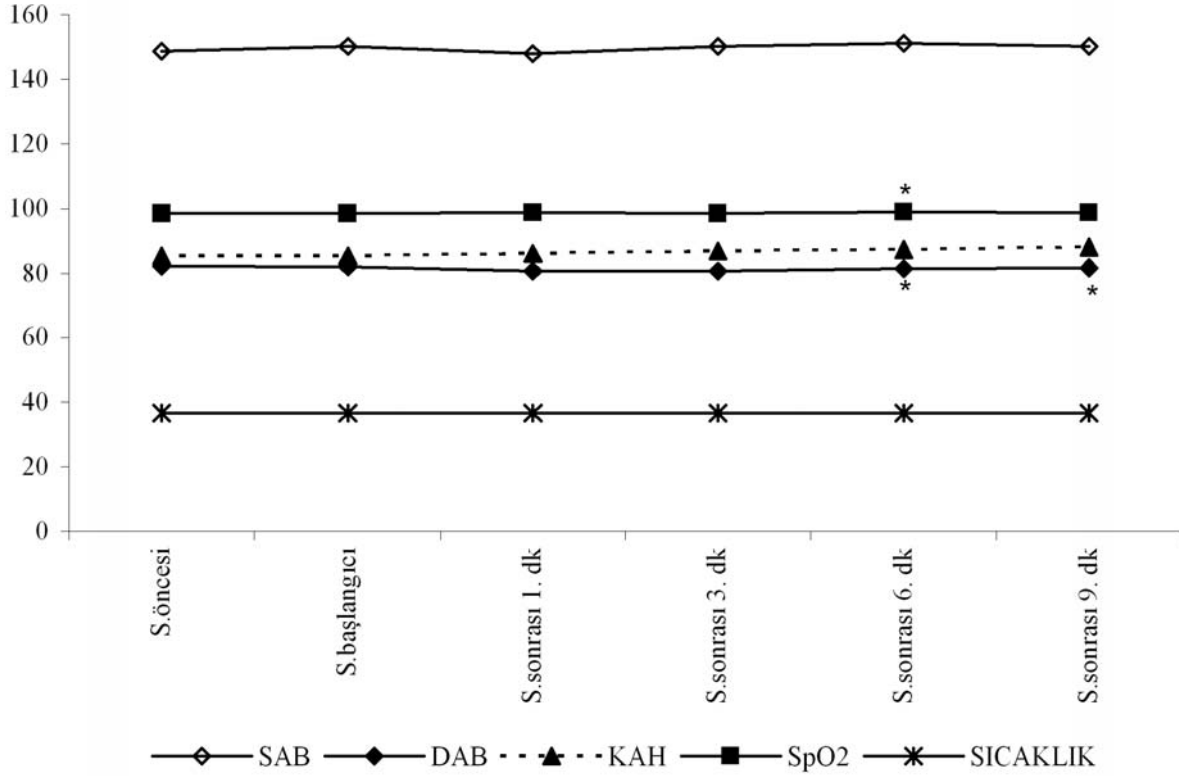
Total kalça protezi uygulanan olguların % 0,6-1'inde çimento kullanımı "kemik çimento yerleştirilmesi sendromu"na neden olmaktadır. Bu sendromun akut hipotansiyon, hipoksemi, kardiyak arrest ve ani ölümler

sonuçlanabilen komplikasyonlara yol açtığı bildirilmiştir (4). Buna intramedüller alanda artan basınç nedeniyle yağ ve kemik iliğinin çok sayıda intravazasyonunun neden olduğu öne sürülmektedir. Ayrıca implantasyon sırasında kemik debrisin de yağ ve kemik iliği ile birlikte metafiz venlerinden emboli



* p<0.05 ** p<0.0001

Grafik 1: Olguların hemodinamik ve santral sıcaklık verilerinin dağılımı ile kontrol değerine oranla istatistiksel karşılaştırılması.



* p<0.05

Grafik 2: Olguların hemodinamik ve santral sıcaklık verilerinin çimento öncesi ve çimento sonrası dönemdeki dağılımı.

yaptığı gösterilmiştir (5, 6).

Femur boyun kırıklarının cerrahi tedavisinde protez uygulanması adale spazmı gelişmeden olabildiğince erken dönemde yapılmalıdır. Total kalça protezi uygulanan vakalarda TNF- α ve diğer sitokinlerin osteoklast aktivasyonu ile osteolizise neden oldukları, çimento ile kemik arasındaki temas yüzeyinde ve sinoviyal membranda sitokin miktarının arttığı bildirilmiştir (7). Clark ve ark. methylmethacrylate uygulanan olguların kardiak outputunda % 33, strok volümünde ise % 44 oranında kısa süreli azalma bulmuşlardır (8). Ancak hemodinamik sistemin nonin-vaziv monitörizasyonunda değişiklik saptanamadığını belirtmişlerdir. López-Durán ve ark. çimento uygulanan dönemde intrameduller basıncın arttığını, saniyeler içerisinde başlayıp birkaç dakika süren sistemik ve pulmoner arter basınçta artma; arteriyel oksijen basıncında ise düşme sonucunda dokuların oksijen tüketiminde artma olduğunu bildirmişlerdir (9). Ayrıca methylmethacrylate'in monomerlerinin venöz kanda artışı da bulguları arasındadır.

Kalça protezi ameliyatları çoğunlukla yaşlı, hipertansiyon, diabetes gibi eşlik eden hastalığı olan hasta grubunda yapılmaktadır. Bu hastalarda aynı zamanda kardiyovasküler problemler de normal populasyona göre daha sık rastlanmaktadır. İşte bu hasta grubunda ameliyat öncesi yeteri sıvı replaşmanı da yapılamamışsa orta düzeyde histamin salınımı bile ciddi kardiyovasküler komplikasyonlara yol açabilir.

Çimentolu olgularda histamin salınımı ile ilgili çelişkili bulgular vardır. Tryba ve ark. çimento kullanımı sırasında ölümcül kardiyovasküler komplikasyonlara yol açabilecek düzeyde (1 ng ml⁻¹ den fazla) histamin salınımının olduğunu bildirmişlerdir (10). Ayrıca araştırmacılar, çimento uygulamasında kardiyovasküler sisteme ait böylesine ciddi komplikasyonlara; hipovolemi, miyokardial yetersizlik, aritmi ve embolinin, histamin salınımı ile birlikte multifaktöriyel etkileşimli olarak yol açtığını belirtmektedirler. Mitsuhata ve ark. ise çimento kullanılan ve kullanılmayan olgularda histamin salınımı açısından iki grup arasında bir fark bulamadıklarını bildirmişlerdir (11).

Olgularımız geriatrik yaş grubunda olması ve genellikle yaşları ile uyumlu tansiyon yükseklikleri bulunmasına karşın antihipertansif tedavi almamış veya düzensiz almışlardır. Ancak cerrahi anestezi evresi yerleştikten sonra SAB, DAB ve KAH değerleri normal klinik sınırlara geriledi, bu da istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) bulundu. SaO₂ değer dağılımları açısından olgularımızın induksiyon öncesi SaO₂ değerleri normal klinik sınırlarda bulunuyordu. İndüksiyon sonrası ve operasyon süresince % 50 O₂ ile solutuldukları için SaO₂ değerleri 165. ve 180. dakikalar hariç kontrol değerine göre anlamlı (p<0.05) ve çok anlamlı (p<0.0001) düzeyde yüksek gerçekleşti. 165. ve 180. dakikalarda da yeterli veri

olmadığı için (n:4, n:2) istatistiksel olarak anlamsız sonuç bulundu.

Santral ısı değişimlerinin monitörizasyonu timpanik membran ve özefagus problemleri ile yapılabilmektedir. Biz çalışmamızda santral ısı değişiminin monitorizasyonunu özafagusa yerleştirdiğimiz ısı probuyla gerçekleştirdik. Patel ve ark. timpanik membran, özefagus ve alın cildinden yapılan ölçümlerde intraoperatif dönemde sıcaklık farkı saptamamıştır (12). Kurz ve ark. gönüllülerde yaptıkları çalışmalarında; anestezi altında olgularda ciltten, intramusküler alandan, özofagustan sıcaklık ölçümü yapmışlar; santral ısının korunduğu, bunun da periferik vazokonstriksiyon ve metabolik ısı üretiminin desteğiyle olduğunu belirtmektedirler (13). Çalışmamızdaki santral sıcaklık ölçümlerimizde gerek genel operasyon süresince gerekse çimento uygulanan dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe rastlamadık ($p>0.05$). Çalışmamızda çimento öncesi ve sonrası hemodinamik dengede meydana gelen değişiklikleri de araştırdık. Çimento uygulananın özellikle arteriyel kan basıncında düşmeye neden olabileceği genel bilgilerimiz dahilindedir. Bizim çalışmamızda SAB, DAB değerleri çimento uygulanmasından sonra anlamlı değişiklik göstermedi. Bunu hastanın preoperatif yeter sıvı replasmanı ile damar yatağının kafi derecede doldurulması ile çimentoya bağlı muhtemel histamin deşarjının yan etkilerinin önlenmesiyle açıklayabiliriz. Kalp atım hızı ise 6. ve 9. dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bir artış gözlemlendi; ancak gerçekleşen değerler normal klinik sınırlarda idi. SO_2 değerlerinin bu dönemdeki incelenmesinde ise yalnızca 6. dakikada istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bir artış gerçekleşti. Ancak bu değer de normal klinik sınırlar içerisinde bulunuyordu.

Çimento kullanımında hemodinamik sistemde olası değişiklikler çok kısa süreli olmakta, noninvaziv monitörizasyonla bu değişiklikler saptanamamaktadır. Bu hastalarda daha sağlıklı ölçümler yapmak açısından özellikle arteriyel kan basıncının invaziv monitorizasyonla incelenmesi uygun olacaktır. Bu hastalarda nadiren de olsa gözlenebilen ve mortal seyreden 'Kemik çimento yerleştirilmesi sendromu' denilen, akut hipotansiyon, hipoksemi, kardiyak arrest ile seyreden komplikasyona çalışmamızda rastlamadık.

Toplumun daha çok 60 yaş üzerini ilgilendiren kalça protezi ameliyatları eğer çimento da kullanılıyorsa ayrıca önem kazanır. Sebebi ise çimento uygulamasına bağlı gelişebilecek hemodinamik değişikliklerin bu yaşlı hasta grubunda zaman zaman tolere edilebilecek düzeyi aşabilir. Genelde toplumumuzda yaşlı hasta grubunun önemli bir kısmının da eşlik eden hastalıklar dolayısıyla düşük olması; özellikle kardiyovasküler sistem hastalıklarının bu grupta rastlanma sıklığının artmasından dolayı sıkı hemodinamik takip şarttır. Ancak bu etki geçici ve kısa sürelidir. Bu yüzden geriatrik olgularda bile invaziv monitorizasyon yerine noninvaziv monitörizasyonla sıkı bir hemodinamik takibin yeterli olabileceği kanaatindeyiz.

Kaynaklar

1. Barth RJ, Mule JJ, Spiess PJ, Rosenberg SA. Interferon gamma and tumor necrosis factor have a role in tumor regressions mediated by murine CD8+ tumor-infiltrating lymphocytes. *J Exp Med* 1991; 173: 647-58.
2. Itoh K, Platsoucas DC, Balch CM. Autologous tumor-specific cytotoxic T lymphocytes in the infiltrate of human metastatic melanomas: activation by interleukin 2 and autologous tumor cells and involvement of the T cell receptor. *J Exp Med* 1988; 168: 1419-1441.
3. Topalian SL, Solomon D, Rosenberg SA. Tumor-specific cytolysis by lymphocytes infiltrating human melanomas. *J Immunol* 1989; 142: 3714-3725.
4. 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; 114:335-339.
5. Pitto RP, Blunk J, Kössler 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: 53-58.
6. 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; 81: 831-843.
7. Xu JW, Kontinen YT, Lassus J, et al. Tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha) in loosening of total hip replacement (THR). *Clin Exp Rheumatol* 1996; 14: 643-648.
8. Clark DI, Ahmed AB, Baxendale BR, Moran CG. Cardiac output during hemiarthroplasty of the hip. A prospective, controlled trial of cemented and uncemented prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 414-418.
9. Lopez-Duran L, Garcia-Lopez A, Duran L, Hurtado J, Ruiz C, Rodrigo JL. Cardiopulmonary and haemodynamic changes during total hip arthroplasty. *Int Orthop* 1997; 21: 253-258.
10. Tryba M, Linde I, Voshage G, Zenz M. Histamine release and cardiovascular reactions to implantation of bone cement during total hip replacement. *Anaesthesist* 1991; 40: 25-32.
11. Mitsuhata H, Saitoh J, Saitoh K, et al. Methylmethacrylate bone cement does not release histamine in patients undergoing prosthetic replacement of the femoral head. *Br J Anaesth* 1994; 73: 779-781.
12. Patel N, Smith CE, Pinchak AC, Hagen JF. Comparison of esophageal, tympanic, and forehead skin temperatures in adult patients. *J Clin Anesth* 1996; 8: 462-468.
13. Kurz A, Sessler DI, Christensen R, Dechert M. Heat balance and distribution during the core-temperature plateau in anesthetized humans. *Anesthesiology* 1995; 83: 491-499.