

# Anestezi Sırasında Kardiyak Arrestlerin İnsidansı, Nedenleri ve Önlenmesi

## Incidence, Causes and Prevention of Cardiac Arrests Under Anesthesia: Review

Dr. Namık ÖZCAN,<sup>a</sup>  
Dr. Bülent BALTACI,<sup>a</sup>  
Dr. Hülya BAŞAR<sup>a</sup>

<sup>a</sup>1. Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 17.07.2009  
Kabul Tarihi/Accepted: 04.11.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:

Dr. Namık ÖZCAN  
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
1. Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
namikozcan@gmail.com

**ÖZET** Anestezi altındaki ölümlerin değerlendirilmesi anestezi tarihi kadar eskidir. John Snow, 1841 yılında kloroform anestezi sırasında ölümlerle sonuçlanan 50 olgulu bir seri bildirmiştir. Yıllar boyunca, anestezi altındaki ölümlerin azaltılması amacıyla, anestezinin; teknik, farmakolojik yönlerine ağırlık verilip, kullanılan alet ve monitörler geliştirilmiştir. Anesteziye bağlı ölümleri değerlendirmek; peroperatif dönemde ölüme yol açan hangi faktörlerin anesteziye kaynaklandığının, hangilerinin de cerrahi işlemden veya hastanın fizik şartlarından kaynaklandığının tanımlanmasındaki güçlükler nedeniyle içinden çıkılmaz bir soruna dönüşmektedir. Ayrıca çalışmalarda elde edilen verilerin derlenmesi ve değerlendirilmesi aşamasındaki farklılıklar da soruna katkıda bulunmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, 1980-1990 yılları arasında non-kardiyak cerrahi altında, anesteziye bağlı kardiyak arrestlerin sıklığı yetişkinler için; 1,3-6/10000 iken, bu oran 1995-2005 yılları arasında 0,2-1,1/10000 değerlerine inmiştir. Perioperatif ölümlerde en sık nedenler, sıklık sırası ile perioperatif komplikasyonlar, cerrahiye bağlı nedenler, intraoperatif patolojiler ve anestezi idamesi ile ilgili sorunlar olarak bildirilmektedir. Anesteziye bağlı ölümlerde nedenler, havayolu ve ventilasyon problemleri ile ilişkilili bulunmuştur. Günümüzde ise hasta izlemindeki gelişmelere bağlı olarak havayolu ve ventilasyon problemlerine bağlı kardiyak arrestler azalma eğilimindedir. İntraoperatif kardiyak arrestlerin önlenmesinde, güncel monitorizasyon tekniklerinin kullanılması, ulusal ve kurumsal bazda hizmet ve güvenlik standartlarının belirlenerek, bunlara uyulması yararlı olacaktır. Ayrıca hastaların preoperatif değerlendirilmesinin önemi bilinmeli ve eğitim faaliyetlerinde bu konu üzerine vurgu yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Anestezi; kalp durması; cerrahi

**ABSTRACT** Assessing the deaths under anesthesia is as old as anesthesia history. In 1841, John Snow reported a serial of 50 cases resulted in death while chloroform anesthesia. For years, aiming to decrease the deaths under anesthesia, importance is given to technical and pharmacological aspects of anesthesia, tools and monitors are developed. Assessing the deaths turns to be an unsolvable problem because of the difficulties in defining the factors that cause perioperative deaths arise from anesthesia, which arise from surgical procedure and which from physical status of the patient. In addition, variability in composing and the assessing of the data, derived from studies reinforce the problem. The incidence of anesthesia related cardiac arrests for adults undergoing noncardiac surgery, in developed countries, declined from 1.3-6 per ten thousand to 0.2-1.1 per ten thousand between years 1980-1990, and 1995-2005, respectively. Most frequent causes of perioperative deaths are reported to be; perioperative complications, causes related to surgery, intraoperative pathologies and causes related to anesthesia maintenance in decreasing order. Causes of anesthesia related deaths are found to be associated with airway and ventilation problems. In present day, cardiac arrests related to airway and ventilation problems show a decreasing tendency due to developments in patient follow up. To prevent intraoperative cardiac arrests; following the recent monitoring facilities, establishment of national and institutional patient safety precautions, and obeying these rules shall be useful. Importance of preoperative examination of the patients should not be forgotten and the importance of this issue should be underlined during education.

**Key Words:** Anesthesia; heart arrest; surgery

**A**nesteziye bağlı ölümlerin değerlendirilmesi amaçlandığında peroperatif dönemde ölüme yol açan faktörlerin hangilerinin ne oranda anesteziye bağlı olduğunun tanımlanmasındaki güçlükler, cerrahi işlemlerdeki ve hastaların fiziksel koşullarındaki farklılıklar sorunu içinden çıkılmaz hale getirmektedir. Ayrıca yapılan araştırmalarda verilerin derlenmesi ve değerlendirilmesi aşamasındaki farklılıklar da soruna katkıda bulunmaktadır.<sup>1</sup>

Anestezi uygulamaları tek başına ölüme nadi-ren yol açmakta, anestezi altında cerrahi sürerken ölüm olgularına ise nispeten daha sık rastlanmaktadır. İntraoperatif dönem, anestezinin yanı sıra cerrahiye de kapsamına rağmen anestezi altındaki ölümler içinde değerlendirilmektedir.

Anestezi altındaki ölümlerin değerlendirilmeye başlanması eter ve kloroformun yaygın olarak kullanılmasını takiben olmuştur. John Snow, 1841 yılında genç ve sağlıklı hastalarda kloroform anestezi sırasında ölümlerle sonuçlanan 50 olgulu bir seri bildirmiştir.<sup>2</sup> Yıllar boyunca, anestezi altındaki ölümlerin azaltılması amacıyla, anestezinin; teknik, farmakolojik yönlerine ağırlık verilip, kullanılan alet ve monitörler geliştirilerek çeşitlendirilmiştir. Günümüzde, solunum komplikasyonlarına bağlı anestezi altındaki ölümlerin yerini, yanlış ilaç ve doz uygulamalarına bağlı ölümler almakta, anestezi altındaki ölümlerde tecrübe ve dikkat azlığı gibi insani faktörlerin etkileri üzerinde durulmaktadır.<sup>3</sup>

Ameliyathane dışında; monitorizasyon, ekipman ve personel imkanları kısıtlı alanlarda, tanısal ve girişimsel işlemler için anestezi ihtiyacının giderek artması yeni anestezi risklerini de beraberinde getirmektedir.<sup>4,5</sup>

## ANESTEZİYE BAĞLI KARDİYAK ARREST SIKLIĞI

Yetişkinlerde, non-kardiyak cerrahi altında, anesteziye bağlı kardiyak arrest sıklığı 1980-1990 yılları arasında 1,3-6/10000 iken, 1995-2005 yılları arasında 0,2 ile 1,1/10000 olarak bildirilmiştir.<sup>6-10</sup>

Flick ve ark.nın 1988-2005 yılları arasında anestezi uygulanan, 18 yaş altı 92281 olguda kardi-

yak arrest ve ölüm sıklığını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirdiği araştırma, gerek hasta sayısı, metodolojisi ve gerekse sonuçları ile bu karmaşık soruna en parlak ışığı tutmaktadır. Bu çalışmada hastalar yaşlarına ve kardiyak ve nonkardiyak cerrahiye göre gruplara ayrılmış, kardiyak arrest ve mortalite oranları ayrı ayrı verilmiş, mortaliteye katkıda bulunan faktörlerin göreceli riskleri ortaya konulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde; kardiyak arrest sıklığı nonkardiyak cerrahide 2,9/10000, kardiyak cerrahide 127,3/10000 iken, ölüm, nonkardiyak cerrahide 1,6/10000, kardiyak cerrahide 115,5/10000 olarak bildirilmiştir.<sup>11</sup>

Ülkemizde, anesteziye bağlı kardiyak arrest sıklığı, konu ile ilgili çalışmaların ve yayınların kısıtlı olması nedeniyle saptanamamıştır. Elde edilen verilerin çoğu, ölümlerle sonuçlanan vakaların adli tip kayıtlarıyla sınırlanmıştır.<sup>12</sup>

## RİSK FAKTÖRLERİ

Perioperatif kardiyak arrest birçok faktöre bağlıdır. Ana başlıkları ile bakıldığında; mevcut riskin iyi değerlendirilmemesi, yeterli preoperatif değerlendirmenin yapılmaması hatalı anestezi uygulamaları başlıca nedenlerdir.

Perioperatif kardiyak arrest açısından hasta yaşının tek başına risk faktörü olmadığını<sup>9</sup> bildiren yayınlar olmakla birlikte, bazı çalışmalarda, yenidoğan, bebek ve 80 yaş üzeri hastalarda, perioperatif kardiyak arrest sıklığının arttığı bildirilmektedir.<sup>6,13-16</sup>

Cerrahi alt gruplara bakıldığında, anestezi ile ilgili kardiyak arrestlerin frekansı en yüksek kardiyak cerrahi hastalarındadır.<sup>11,17</sup>

American Society of Anesthesiology (ASA) tarafından yayınlanan fiziksel durum sınıflaması, eşlik eden hastalıkların varlığı ve riski artıran hasta faktörlerini değerlendirilerek ortaya bir risk sınıflaması koyar. Artmış kardiyak arrest riski ile ASA sınıflaması arasında pozitif bir korelasyon vardır. ASA I grubu olgularla karşılaştırıldığında, ASA IV olgular 25,5 kat daha fazla risk altındadırlar.<sup>13</sup> Vaka raporları değerlendirilirken kardiyak arrestlerin önlenememesinin önündeki önemli nedenlerin yetersiz perioperatif muayene yapılması ve elektif cer-

rahi tedavilerin ertelenmemesi olduğu düşünül-  
mektedir.<sup>16</sup> Anestezi ile ilişkili kardiyak arrestlerin  
% 44-75'i ASA III ve üzeri sınıflarda görülür.<sup>9,13</sup> Pe-  
diatrik yaş grubunda da benzer bir korelasyon mev-  
cuttur.<sup>11,18,19</sup>

Genel anestezi ile karşılaştırıldığında, nöroak-  
sial bloklar sırasında kardiyak arrest görülme sıklı-  
ğı çok daha azdır (0,04-1,8/10000).<sup>18,20-22</sup> Tüm  
anestezi popülasyonu ile karşılaştırıldığında rejyo-  
nel anestezi, genel anesteziye oranla daha güvenli  
görünmektedir. Ancak, rejyonel anestezi uygula-  
nan bazı serilerde yüksek mortalite izlenmiş ve se-  
bebi de volüm replasmanı uygulanmayan hipov-  
olemik veya genel durumu bozuk hastalara spi-  
nal/epidural anestezi uygulanması olarak gösteril-  
miştir.<sup>16</sup> Bir diğer araştırmada da genel anestezinin  
nöroaksiyel anesteziden 8,3 kat daha riskli olduğu,  
bunun kalp, göğüs ve sinir cerrahisi gibi büyük  
operasyonların genel anestezi ile yapılmasından  
kaynaklandığı bildirilmiştir.<sup>23</sup> Brezilya'da bir eği-  
tim hastanesinde 9 yıllık bir araştırma sonucunda  
nöroaksiyel anestezi sırasında kardiyak arrest oranı  
2,7/10000 olarak verilmiştir.<sup>13</sup>

## ANESTEZİ ALTINDA KARDİYAK ARRESTİN NEDENLERİ

Anestezi altında kardiyak arrest, bir nedenden çok  
bir sonuçtur. Birçok epidemiyolojik çalışmada,  
anesteziye bağlı ölümlerin nedenleri incelense de,  
neden olan faktörleri tam olarak tanımlamak müm-  
kün olmamıştır.<sup>16,23,24</sup> İstenmeyen olayların neden-  
leri incelendiğinde; birden fazla faktörün sonuçta  
etkili olduğu görülmüştür.<sup>8,10,25</sup>

Japanese Society of Anesthesiologist (JSA)'ın  
1999-2002 yılları arasında, üyelerine gönderdiği  
anketlerle derlediği 3855384 anestezi olgusunun  
değerlendirilmesi sonucu; Japonya'da ölümle so-  
nuçlanan perioperatif olayların nedenleri dört ana  
başlık altında toplanmıştır; perioperatif komplikas-  
yonlara bağlı nedenler (%65), cerrahi işlemler  
(%24), intraoperatif patolojiler (%9) ve anestezi  
idamesi ile ilgili nedenler (%2). Ciddi cerrahi ka-  
nama, cerrahi işleme bağlı nedenlerin %70'ini oluş-  
turur. Myokardiyal iskemi, pulmoner emboli ve  
ciddi aritmiler, intraoperatif patolojilerin en önem-  
li nedenleridir. Havayolu ve solunum problemleri,

anestezi idamesi ile ilgili nedenlerin yarısını kap-  
sar. Bu problemleri, ilaç uygulamaları ve transfü-  
zyon ile ilgili nedenler izler.<sup>26</sup>

Amerika'da 1990-2000 yılları arasında üçüncü  
basamak bir tedavi merkezinde derlenmiş 518294  
olguluk bir seride ise kardiyak arrestlerin %44'ü  
kardiyak nedenlere bağlıdır. Bunu %35 ile ciddi ka-  
nama ve diğer nedenler izler.<sup>9</sup>

Geçtiğimiz birkaç on yılda anesteziye bağlı  
ölümlerde en sık nedenler havayolu ve ventilasyon  
problemleriyle ilişkili bulunmuştur, bu durum gü-  
nümüz için de geçerlidir.<sup>9,13,16,24,27</sup> Pulsoksimetre,  
kapnografi, gaz analizatörleri gibi monitörlerin  
yaygınlaşması, anestezi cihazlarında düşük basınç  
ve ayrılma alarmlarının kullanılmaya başlanması,  
yeni havayolu alet ve tekniklerinin gelişmesi ve en  
önemlisi, problemle ilgili hassasiyet, farkındalık ve  
bilginin artmasıyla, havayolu problemlerine bağlı  
kardiyak arrestler azalma eğilimindedir.<sup>28,29</sup>

Anestezi altındaki ölümler alt gruplara ayrıla-  
rak incelendiğinde; 1985-1992 yılları arasında  
anestezi altında görülen ölüm ve beyin hasarları-  
nın %67'si indüksiyon sırasında gelişmiş iken,  
1993-1999 yılları arasında bu oran %35'e gerile-  
miştir.<sup>30</sup> İlginç olarak aynı periyotta anestezi ida-  
mesi, uyanma ve derlenme evrelerindeki oranlarda  
önemli değişiklik olmaması, indüksiyon sırasında-  
ki gelişmelere işaret etmektedir. Örneğin, indüksi-  
yon sırasında sevofluran ve laringeal maske  
kullanımı, spontan ventilasyonun korunması bu  
gelişmelere iyi örneklerdir.<sup>1,18</sup>

Pediyatrik anestezide sonuçlanmış hekim ha-  
tası iddiaları incelendiğinde, anestezi altındaki kar-  
diyak arrestlerin, %26 oranında kardiyovasküler  
nedenlere bağlı olduğu göze çarpmaktadır. Kar-  
diyovasküler nedenlerin %40'ı tam olarak aydınlatı-  
lamamıştır. Kardiyovasküler kaynaklı kardiyak  
arrestlerin %23'nün ise yetersiz veya uygunsuz sı-  
vı tedavisine bağlı olduğu bildirilmiştir. Yüzde 23  
oranında gözlenen solunum problemlerinin en baş-  
ta gelen nedeni laringospazma bağlı havayolu obs-  
truksiyonudur. Aynı çalışmada kardiyak arreste  
neden olan solunum problemlerinin, 1970'lerde  
%51 iken, 1980'lerde %41, 1990-2000 yılları ara-  
sında ise %23'lere gerilediği bildirilmiştir.<sup>19</sup>

Obstetrik anestezi grubunda; anne ölümlerinin nedeni göz önünde tutulduğunda, 1960'larda anesteziye bağlı ölümler 3. sırada iken, 1990'larda obstetrik ölümlerde anestezi sık görülen bir neden değildir. Modern anestezi tekniklerinin, eğitiminin ve en önemlisi rejyonel anestezi kullanımının bu gelişimde katkısı büyüktür.<sup>31</sup>

Lagasse,<sup>10</sup> anesteziye değişik hata modelleri tanımlamıştır: Sistem hataları (teknik hatalar, ekipman hataları ve yetersizlikleri, iletişim yetersizlikleri, tanı ve tedavi standartlarının olmaması, kaynakların ve rehberliğin yetersiz olması) ve insan hataları (yanlış teknik uygulaması, aletlerin yanlış kullanılması, yetersiz tıbbi bilgi ve tecrübe, uygun bilgiye ulaşmada başarısızlık). Yanlış teknik kullanımı ve uygulaması başlığı altında, yetişkin ve çocuklarda, santral venöz kateter uygulaması ile ilgili komplikasyonlar en sık nedenler arasında yer almaktadır.<sup>32</sup> İnsan faktörleri başlığı altında; yüksek doz ilaç uygulaması ve enjektör karışması ölümcül komplikasyonlar arasında en önemli nedenlerdendir.<sup>18,19,33-40</sup> Sistem ve insan hatalarının tam olarak ayrılamayacağını belirtmek gerekir. Ekipman hataları çoğu zaman insan hataları ile birliktir.<sup>28</sup>

Her ne kadar önceki çalışmalar, acil işlemlerdeki ölüm oranını elektif anesteziye oranla yüksek bildirmişlerse de,<sup>24,41,42</sup> yeni çalışmalar anesteziye bağlı kardiyak arrestlerde böyle bir ilişkiyi desteklememektedirler.<sup>8,9,11,21</sup>

Hasta güvenliği için uygun anestezi ortamının değerlendirildiği bir çalışmada yardım gerekli olduğunda, ikinci bir anesteziye direkt olarak ulaşılabilmesi, yarı zamanlı yerine tam zamanlı anestezi elemanlarının çalıştırılması, anesteziye uyanma sırasında hasta başında anestezi ekibinden iki kişinin bulunması gibi basit tedbirlerle perioperatif mortalitenin belirgin olarak azaldığı bildirilmiştir.<sup>3</sup>

## İNTRAOPERATİF ÖLÜMLERİN ÖNLENMESİ

Anestezi ile ilgili kardiyak arrestlerin önemli yüzdesi insan hatalarından kaynaklanır. İnsan hataları da organizasyon, yapısal, eğitim ve çalışma ortamındaki eksikliklere bağlıdır. Japonya, Dani-

marka ve Fransa'dan bildirilen yayınlarda, insan hatasından kaynaklanan, anestezi ilişkili kardiyak arrest oranı sırasıyla %53, %83 ve %100 olarak bildirilmiştir.<sup>6,7,43</sup> Oysa ki, insana bağlı nedenler, bilgi ve becerinin eğitimlerle artırılması ve klinik performansın aralıklı testlerle ölçülmesi ile önlenbilir.<sup>44</sup> Eğitim konularında, ulusal ve kurumsal standartların konmasında idari sorumlulara görev da düşmektedir.

Güncel monitorizasyon yöntemlerinin uygulanması, hasta güvenliği için ulusal ve kurumsal bazda önlemlerin alınması, hizmet ve güvenlik standartlarının konulması, öneri cetvelleri ve rehberlerin hazırlanması yararlı olacaktır.<sup>45</sup>

Preoperatif hasta değerlendirilmesine gerekli özen gösterilmelidir.<sup>6</sup> Eğitimlerde bu konunun önemine özellikle vurgu yapılmalıdır. ASA veya diğer entübasyon kılavuzları kullanılarak zor entübasyonun önceden belirlenmesi ve uygun havayolu yönetimi seçeneklerinin değerlendirilmesi önemlidir.<sup>46</sup>

İlaçlarla ilgili hataların önlenmesi için öneriler, Birleşik Krallık Ulusal Sağlık Bölümü listesinden, anestezi pratiğine uygun olarak uyarlanmıştır. Bu önerilere göre; anestezi uzmanları ilaç uygulamaları ile ilgili hatalarının risklerinin farkında olmalı ve kontrol mekanizmalarının sürekli olduğundan emin olmalıdırlar. Hataların telaş, dikkatsizlik ve yorgunluk durumlarında oluştuğu unutulmamalıdır. Ameliyat odasının aydınlatması ilaç uygulamalarındaki güvenlik için önemlidir, bu konuda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Ampüllerin üzeri enjektöre çekilmeden tekrar tekrar okunmalıdır. Çekili enjektördeki yanlış ilacın uygulamadan önce fark edilmesinin imkansız olduğu unutulmamalıdır. İdeal olarak ilaçlar, kullanılacak kişi tarafından, kullanılmadan hemen önce hazırlanmalıdır. Enjektör etiketlerine ilaç ismi ve konsantrasyonu yazılmalıdır. Acil kullanım için hazırlanmış enjektörler, diğer enjektörlerden farklı yerde bulundurulmalıdır. İlaçların ambalaj ve formülasyonları, üretici firma tarafından değiştirildiğinde, ilaçlar ameliyat salonlarına dağıtılmadan önce, anestezi uzmanları değişiklik hakkında uyarılmalıdır.<sup>38</sup>

ASA kategorisi 3-4 olan tüm hastalarda ilaçların indüksiyon dozları titre edilmelidir.<sup>6</sup> Bu hastalarda komplikasyon oranlarının yüksek olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

## ANESTEZİ SIRASINDAKİ KARDİYAK ARRESTLERİN YÖNETİMİ

Anestezi sırasındaki kardiyak arrestler, optimal kalitedeki resüsitasyon için en ideal şartlarda gelişir. Hastalar monitorizedir, arrest hemen fark edilir, damar yolu önceden sağlanmıştır, oksijen, acil ilaçlar ve defibrilatör hazırdır. Fakat anestezi altında kardiyak arrest sık olmadığından, arrestle, uygun tedavinin başlaması arasındaki zaman vaka başındaki kişilerin tecrübesine göre farklılık gösterebilir.

Kardiyak arrestin nedeni potensiyel olarak geri döndürülebilir bir neden olarak düşünülyorsa,

uzun ve agresif bir resüsitasyon planlanmalıdır. Seçilmiş vakalarda bu amaç için mekanik göğüs kompresyon cihazları ve ekstrakorporeal dolaşım desteğinin kullanılması düşünülebilir.<sup>47-49</sup> Perioperatif kardiyak arrestin nadir bir olay olması yanında, anestezi ile ilişkili kardiyak arrestler göz önüne alındığında sonucun genellikle olumlu olması sevindirici bir durumdur.<sup>9,17,18</sup>

## SONUÇ

Anestezi sırasındaki kardiyak arrestlerin belli nedenleri ve kendine özgü özellikleri vardır. Anestezistler, yıllar boyu uygulamaların üzücü sonuçlarını azaltmak için çabalamışlardır.<sup>26</sup> Anestezistler bu durumla baş edebilmek için farkındalık ve becerilerini geliştirmeli ve bu seviyeyi devam ettiremelidirler.

## KAYNAKLAR

- Davis PJ. When assessing what we know we dont know is not enough: another perspective on pediatric outcomes. *Anesth Analg* 2007; 105(2):301-3.
- Snow J. On asphyxia and on the resuscitation of stillborn children. *Lond Med Gaz* 1841;29: 222-7. *Sayı no yok?*
- Arbous MS, Meursing AE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, et al. Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. *Anesthesiology* 2005;102(2):257-68.
- Cravero JP, Blike GT, Beach M, Gallagher SM, Hertzog JH, Havidich JE, et al. Incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia for procedures outside the operating room: report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Pediatrics* 2006;118(3):1087-96.
- Melloni C. Morbidity and mortality related to anesthesia outside the operating room. *Minerva Anestesiol* 2005;71(6):325-34.
- Biboulet P, Aubas P, Dubourdiou J, Rubenovitch J, Capdevila X, dAthis F. Fatal and non fatal cardiac arrests related to anesthesia. *Can J Anaesth* 2001;48(4):326-32.
- Kawashima Y, Takahashi S, Suzuki M, Morita K, Irita K, Iwao Y, et al. Anesthesia related mortality and morbidity over a 5 year period in 2.363.038 patient in Japan. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47(7):809-17.
- Newland MC, Ellis SJ, Lydiatt CA, Peters KR, Tinker JH, Romberger DJ, et al. Anesthetic related cardiac arrest and its mortality: a report covering 72.959 anesthetics over 10 years from a US teaching hospital. *Anesthesiology* 2002; 97(1):108-15.
- Sprung J, Warner ME, Contreras MG, Schroeder DE, Beighley CM, Wilson GA, et al. Predictors of survival after cardiac arrest in patients undergoing noncardiac surgery: a study of 518.294 patients at a tertiary referral center. *Anesthesiology* 2003;99(2): 259-69.
- Lagasse RS. Anesthesia safety: model or myth? A review of the published literature and analysis of current original data. *Anesthesiology* 2002;97(6): 1609-17.
- Flick RP, Sprung J, Harrison TE, Gleich SJ, Schroeder DR, Hanson AC, et al. Perioperative cardiac arrest in children between 1988 and 2005 at a tertiary referral center: a study of 92.881 patients. *Anesthesiology* 2007;106 (2):226-37.
- Duman A, Ögün CÖ, Şahin M, Ökesli S. [Perioperative mortality]. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2001;21(4):311-8.
- Braz LG, Modolo NS, do Nascimento P Jr, Bruschi BA, Castiglia YM, Ganem EM, et al. Perioperative cardiac arrest: a study of 53.718 anaesthetics over 9 yr from a Brazilian teaching hospital. *Br J Anaesth* 2006;96(5):569-75.
- Murray JP, Geiduschek JM, Ramamoorthy C, Haberkern JM, Hackel A, Caplan RA, et al. Anesthesia related cardiac arrest in children: initial findings of the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) Registry. *Anesthesiology* 2000; 93(1):6-14.
- Bhananker SE, Posner KL, Cheney FW, Caplan RA, Lee LA, Domino KB. Injury and liability associated with monitored anesthesia care: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2006;104(2):228-34.
- Olsson GL, Hallen B. Cardiac arrest during anesthesia: a computer aided study in 250.543 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988;32(8):653-64.
- Odegard KC, DiNardo JA, Kussman BD, Shukla A, Harrington J, Casta A, et al. The frequency of anesthesia related cardiac arrests in patients with congenital heart disease undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg* 2007;105 (2):335-43.
- Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, et al. Anesthesia related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* 2007; 105(2):344-50.
- Jimenez N, Posner KL, Cheney FW, Caplan RA, Lee LA, Domino KB. An update on pediatric anesthesia liability: a closed claims analysis. *Anesth Analg* 2007;104(1):147-53.
- Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, et al. Major complications of regional anesthesia in France: the SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97(5):1274-80.

21. Kopp SL, Horlocker TT, Warner ME, Hebl JR, Vachon CA, Schroeder DR, et al. Cardiac arrest during neuroaxial anesthesia: frequency and predisposing factors associated with survival. *Anesth Analg* 2005;100(3):855-65.
22. Liu SS, Macdonald SB. Current issues in spinal anesthesia. *Anesthesiology* 2001;94(5): 888-906.
23. Tikkanen J, Hovi-Viander M. Death associated with anaesthesia and surgery in Finland in 1986 compared to 1975. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39(2):262-7.
24. Keenan RL, Boyan CP. Cardiac arrest due to anesthesia: a study of incidence and causes. *JAMA* 1985;253(16):2373-7.
25. Cooper JB, Gaba D. No myth: anesthesia is a model for addressing patient safety. *Anesthesiology* 2002;97(6):1335-7.
26. Irita K, Kawashima Y, Iwao Y, Seo N, Tsuzaki K, Morita K, et al. Annual mortality and morbidity in operating rooms during 2002 and summary of morbidity and mortality between 1999 and 2002 in Japan: a brief review. *Masui* 2004;53(3):320-35.
27. Nagaro T, Yorozuya T, Sotani M, Adachi N, Tabo E, Arai T, et al. Survey of patients whose lungs could not be ventilated and whose trachea could not be intubated in university hospitals in Japan. *J Anesth* 2003;17(4):232-40.
28. Mavroforou A, Stamatou G, Koutsias S, Michalodimitrakis E, Vretzakis G, Giannoukas AD. Malpractice issues in modern anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24(11):903-11.
29. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98(5):1269-77.
30. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103(1):33-9.
31. Cooper GM, McClure JH. Anaesthesia chapter from Saving Mothers Lives: reviewing maternal deaths to make pregnancy safer. *Br J Anaesth* 2008;100(1):17-22.
32. Domino KB, Bowdle TA, Posner KL, Spitellie PH, Lee LA, Cheney FW. Injuries and liability related to santral vascular catheters: a closed-claims analysis. *Anesthesiology* 2004;100(6): 1411-8.
33. Meyer R, Orser BA, Byrick R. Medication error: a leading cause of anesthesia related morbidity and mortality. *Anesthesiology* 2007; 107(6):1034.
34. Abeysekera A, Bergman U, Kluger MT, Short TG. Drug error in anaesthetic practice: a review of 896 reports from the Australian Incident Monitoring Study database. *Anaesthesia* 2005;60(3):220-7.
35. Currie M, Mackay P, Morgan C, Runciman WB, Russell WJ, Sellen A, et al. The Australian Incident Monitoring Study. The "wrong drug" problem in anaesthesia: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 1993;21(5):596-601.
36. Fasting S, Gisvold SE. Adverse drug errors in anaesthesia, and the impact of coloured syringe labels. *Can J Anaesth* 2000;47(11): 1060-7.
37. Haslam GM, Sims C, McIndoe AK, Saunders J, Lovell AT. High latent drug administration error rates associated with the introduction of the international colour coding syringe labelling system. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23(2): 165-8.
38. Orser BA, Byrick R. Anesthesia-related medication error: time to take action. *Can J Anaesth* 2004;51(8):756-60.
39. Webster CS, Merry AF, Larsson L, McGrath KA, Weller J. The frequency and nature of drug administration error during anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 2001;29(5):494-500.
40. Orser BA, Chen RJ, Yee DA. Medication errors in anesthetic practice: a survey of 687 practitioners. *Can J Anaesth* 2001;48(2):139-46.
41. Fowkes FG, Lunn JN, Farrow SC, Robertson IB, Samuel P. Epidemiology in anaesthesia. III: Mortality risk in patients with coexisting physical disease. *Br J Anaesth* 1982;54(8): 819-25.
42. Pottecher T, Tiret L, Desmonts JM, Hatton F, Bilaine J, Otteni JC. Cardiac arrest related to anaesthesia: a prospective survey in France (1978-1982). *Eur J Anaesthesiol* 1984;1(4): 305-18.
43. Hove LD, Steinmetz J, Christoffersen JK, Moller A, Nielsen J, Schmidt H. Analysis of deaths related to anesthesia in period 1996-2004 from closed claims registered by the Danish Patient Insurance Association. *Anesthesiology* 2007;106(4):675-80.
44. Murray DJ, Boulet JR, Kras JF, Woodhouse JA, Cox T, McAllister JD. Acute care skills in anesthesia practice: a simulation based resident performance assessment. *Anesthesiology* 2004;101(5):1084-95.
45. Gaba DM. Anaesthesiology as a model for patient safety in healthcare. *BMJ* 2000;320 (7237):785-8.
46. Burkle CM, Walsh MT, Harrison BA, Curry TB, Rose SH. Airway management after failure to intubate by direct laryngoscopy: outcomes in a large teaching hospital. *Can J Anaesth* 2005;52(6):634-40.
47. Azman KJ, Gorjup V, Noc M. Rescue percutaneous coronary intervention during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;61(2):231-6.
48. Grogard H, Wik L, Eriksen M, Brekke M, Sunde K. Continuous mechanical chest compressions during cardiac arrest to facilitate restoration of coronary circulation with percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol* 2007;50(11):1093-4.
49. Megarbane B, Leprince P, Deye N, Resiere D, Guerrier G, Rettab S, et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2007;33(5):758-64.