

Derleme

Perkütan Kardiyak Girişimlerde Risk Skorlaması Nasıl Yapılmalıdır?

Elvin KESİMCİ*, Fevzi TORAMAN**

ÖZET

Sözlük anlamı tehlike, tehdit; şansısızlığa veya tehlikeye maruz kalma olan risk, gerçekleşmesini istemediğimiz bir olayın şiddeti ve onun meydana gelme olasılığının bileşkesidir. Risk değerlendirmesi, başarılı anestezi uygulaması yapmanın yanı sıra standart işlem rehberleri ve/veya protokollerinin geliştirilmesi için de yaşamsal önem taşımaktadır. Risk tahmininde bulunarak hastalarımızı doğru bilgilendirerek, hasta onamlarının kalitesini arttırıp; onaylanmış risk modelleri ile hastaneler ve cerrahi işlemler arasında standardizasyonu sağlayabiliriz. Fonksiyonel ve kesin risk modeli iyi bir plan ve kaynakların doğru kullanımı demektir. Sonuçta, risk skorları hastanın durumunu ve postoperatif mortaliteyi belirlemede objektif veri sunar.

Konvansiyonel cerrahi aort kapak replasmanı, semp-tomatik aort darlığı için standart tedavi olmakla birlikte, son yıllarda biyoloji, matematik ve teknolojinin el ele vermesiyle ileri yaş ve çok sayıda komorbiditesi olan hastalar için perkütan transkateter aort kapak implantasyonu yeni bir tedavi seçeneği gibi gözük-mektedir. Bu konuda en önemli sorun; biyolojik riskin matematiksel hesaplamaya dönüştürülerek her hasta için bireysel riskin belirlenmesidir. Bu derlemede; konvansiyonel kalp kapak cerrahisi için çok yüksek riskli hastaların, perkütan kardiyak girişimler için değerlendirilme sürecinde dikkat edilmesi gereken noktalar ve risk algoritmaları literatür, kanıtlar ve tavsiyeler doğ-rultusunda irdelendi.

Anahtar kelimeler: perkütan girişim, kardiyak cerrahi, risk belirleme, mortalite

SUMMARY

How to Make Risk Scoring in Percutaneous Cardiac Procedures?

Risk, which means hazard, danger, exposure to misc-hance or peril is a measure of probability by statisti-cal chance of usually undesirable future occurrences. Risk stratification is of vital importance not only in carrying out day to day successful anesthetic practice; but it is also essential for the development of standard procedure guidelines and/or protocols. By risk scor-ing, the patients are well informed and thus patient consent forms are well qualified. Validated risk models provide standardization between hospitals and surgi-cal procedures. A functional and accurate risk model means a successful plan and beneficial usage of reso-urces. In this context, the use of risk scores give us objective data to predict postoperative mortality and the patient's situation.

In this review, specific points taken into consideration in the evaluation period of patients who are assumed as high risk patients for conventional cardiac valve surgery and are thus candidates for percutaneous car-diac procedures, and risk algorithms are reviewed in the light of the literature, evidences and suggestions.

Key words: percutaneous procedures, cardiac surgery, risk stratification, mortality

GİRİŞ

İleri yaş ve beraberindeki kardiovasküler komorbidi-

Alındığı tarih: 12.06.2014

Kabul tarihi: 18.08.2014

* Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

** Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reani-masyon Anabilim Dalı

Yazışma adresi: Doç. Dr. Elvin Kesimci, Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Bilkent 06800 Ankara

e-mail: elvinku@yahoo.com

teler açık cerrahi girişim seçeneklerini zorlaştırmak-tadır. Kapak cerrahisinde 75 yaş üstü her yaş; lojistik EuroSCORE (European System for Cardiac Operati-ve Risk Evaluation) riskini % 1 daha arttırmakta ve aort darlığı (AD) hastalarının 1/3'ünün cerrahi giri-şimi yüksek mortalite ve morbidite riski nedeniyle ertelenmektedir [1-3]. İlerleyen teknoloji ile birlikte giderek yaygınlaşan perkütan yöntemler; bu konuda yeni umutlar sağlasa da; doğru hasta seçimi ve risk faktörlerinin belirlenerek risk skorlamasının yapılması

hasta ya da hasta ailesi ile doktor arasındaki başarılı ya da kötü sonuçların görüşülmesi sırasındaki iletişimi desteklemektedir. Casalino ve ark.^[4], kalp kapak hastalığı olan hastaların risk değerlendirmesinde RESOLVA protokolü olarak bir yaklaşımı öne sürmüşlerdir. Buna göre risk belirlemede dört basamak kullanılmaktadır. Birinci basamak; literatür, kanıtlar, ve tavsiyelerin ışığında işlemin yararının tartışılmasıdır. İkinci basamak; yararlı olduğuna karar verilen işlemin güvenliğinin sorgulanmasıdır. Klinisyen bu basamakta; genel morbidite verilerini (örneğin, başka faktörlerden bağımsız olarak, semptomatik aort darlığının yıllık ani ölüm riskinin % 1'in üstünde olması) bilmelidir. Sonrasında hastada bulunan komorbiditeler; bireysel olarak değerlendirmeye alınmalıdır (örneğin, semptomatik aort darlığı olan hastanın ayrıca kronik böbrek yetmezliği ve anemisi de olabilir). Bu aşamada her ne kadar semptomatik aort darlığı için karar veriliyor olsa da; hastanın bireyselliği önemlidir. Güvenlik başlığının altında, karar vermek için aynı zamanda, lokal demografik veriler de değerlendirilmeye alınmalıdır. Amerika'da semptomatik aort darlığının mortalitesinin % 1.2-5 arasında olması spesifik cerrah, anestezi, materyal, yoğun bakım ünitesi ve postoperatif bakım ekibi ile lokal bir deneyimdir. Klinisyenler kendi lokal verilerini ve istatistiklerini bilerek işlemin güvenliğini tartışabilmelidir. Bu basamaktan sonra da risk skorlamaları mortalite ve diğer komplikasyon risklerini tahmin eder. Şöyle ki, EuroSCORE:12; bir merkezde hastanın yüksek riski nedeniyle opere olamaması anlamına gelirken, bir başka merkezde yüksek mortalite anlamına gelmemektedir. Üçüncü basamak; otonomidir ki; merkezin ekonomik durumu, ekibin deneyimleri ve bunların ışığında hastanın son kararı vermesinden oluşur. Dördüncü basamakta ise; tartışılan konu etikdir. Semptomsuz, ciddi aort darlığı olan, düşük riskli hastanın takip edilmesi malpraktis midir; yoksa çok yüksek riskli hastada cerrahi yapmak önlemsizlik midir? Tüm bu basamaklarda klinisyene yol gösteren en önemli yardımcı risk algoritmalarıdır.

İleri yaşı ve çoklu komorbiditeleri olan hastalarda; aortik ringin ciddi kalsifikasyonu ve uzamış klemp süreleri nedeni ile açık cerrahi tekniklerin kompleksliği artmaktadır^[5]. Ancak, perkütan girişimler; kateter bazlı aletler ile cerrahi girişimleri taklit eder ve daha az invazif yapılarından dolayı -işleme ait riskleri- daha düşüktür^[6]. Ayrıca, sternotomi, aortik kros

ve kardiyopulmoner baypasın olmaması cerrahi için yüksek risk taşıyan yaşlı hastalarda mortalite ve yaşam kalitesi üzerine avantajlar sağlamaktadır^[7].

Yaş tek başına perkütan girişimler için endikasyon ya da kontrendikasyon değildir^[8]. Ama yaşlı hastalar postoperatif komplikasyonlar için yüksek risk altındadırlar^[9]. Çünkü; yaşlı hastaların sağlık durumu (komorbidite nedeniyle) heterojendir. Yaşlı hastalarda ameliyat risk tahmininde yararlanılan araçlar az ve yetersizdir. Postoperatif komplikasyonların belirleyicisi olan sıkça kullandığımız skorlamalar hem subjektiftir hem de çok sayıda sınırlamaya sahiptir. Bu skorlamaların hiçbiri hastanın fizyolojik rezervlerini dikkate almaz^[10]. Yaşlı cerrahi hastada postoperatif mortalite için risk faktörleri ASA fiziksel durum (III-IV), cerrahi işlem (major ve/veya acil cerrahi), komorbiditeler (kardiyak, pulmoner hastalık, DM, karaciğer ve böbrek yetmezliği gibi), fonksiyonel durum (< 1-4 MET), beslenme durumu (zayıf, anemi varlığı), dışarıdan alınan yardım (yalnız yaşama) ve mobilizasyon durumu (yatağa bağımlı olma) gibi faktörlere bağlıdır. Ama hastanın fonksiyonel durumu, hastanın bağımsız yaşamasını ya da bir başkasına bağımlı hâlde yaşamasını belirleyen en önemli faktördür^[11]. Bu konuda gerek son Aort kapak ve Assendan Aorta Rehber'inde^[12], gerekse de "Kalp Kapak Hastalıklarının Tedavi Rehber"inde^[13] hastaya girişimin ne zaman ve ne şekilde yapılacağına karar verilmesinde -bireysel risk/yarar- analizinin, işlemin risk ve orta dönem mortalitesinin hastalığın doğal seyrini değiştirecek yarar oranının ve girişimin uzun dönem sonuçlarının araştırılması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu işlemler; onarım işlemi için uygun anatomiye sahip, uygun yaşam beklentisi olan ancak, komorbidite nedeni ile cerrahi riski yüksek, semptomatik hastalar için önerilmektedir^[13]. EuroSCORE, erişkin hastada kardiyak cerrahiye bağlı operatif mortalite riskini tahmin eder. Hasta demografik verilerine ve çok sayıda preoperatif klinik değişkene dayanan bu analiz ve 1995 yılı sonuna kadar, kardiyak cerrahi geçiren hasta verilerinin 1999 yılında Avrupa databazında toplanmasıyla oluşturulmuştur^[14-16]. Orijinal aditif modelin düşük risklilerde mortalite riskini fazla tahmin etmesi, yüksek risklilerde ise tahmin gücünün zayıf olması üzerine daha kompleks, daha yeni bir lojistik model geliştirilmiştir^[15]. EuroSCORE'un mortalite riskini olduğundan fazla tahmin etmesinin sakıncası, hasta cerrahi için uygun olsa bile ekibin

perkütan girişime onay vermesi veya perkütan girişimden yarar görecek hastaların medikal tedaviye yönlendirilmesi şeklinde uygun olmayan tedavi seçeneklerinin uygulanması olabilir [17]. Hatta Lojistik EuroSCORE (LES) da mortalite oranlarını gereğinden çok yükselttiği için özellikle yüksek riskli hastalarda EuroSCORE II geliştirilmiştir [18-20]. EuroSCORE II 2011 yılında geliştirilmiş ve lojistik EuroSCORE'dan farklı olarak, zayıf mobilite, NYHA fonksiyonel sınıf, DM, renal bozukluğun farklı kategorileri, pulmoner hipertansiyon, nörolojik disfonksiyon veya kas-iskelet disfonksiyonuna bağlı hareketsizlik de eklenmiştir.

ABD'de 67292 hastada 24 değişken ile 2007 yılında yayınlanan STS-PROM (Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality) skoru [21] veri olarak girilen datanın daha detaylı olduğu, retrospektif olarak hesaplanan ve çalışma amaçlı kullanılan bir başka skorlama sistemidir [22].

Lojistik EuroSCORE ve STS-PROM cerrahi aort kapak replasmanı (AVR) için yüksek riskli ya da cerrahiye uygun olmayan hastaların belirlenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Transkatater aort kapak implantasyonu (TAVI) için uygun hastaların tanımlanmasında önerilen değerler; Lojistik EuroSCORE için tahmin edilen mortalite oranı $> \% 20$ ve STS-PROM için $> \% 10$ olan değerlerdir [23]. EuroSCORE II performansının TAVI hastalarında 30 günlük mortalite tahmininde STS ve lojistik EuroSCORE ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, EuroSCORE II'nin her 2 skora göre daha iyi kalibre olduğu, ancak her 3'ünün de ortalama düzeyde ayırt edici olduğu bildirilmiştir [24].

Lojistik EuroSCORE, STS skoru açık kalp cerrahisi için uygulanan mortalite risk tahmin skorlarıdır [25]. Perkütan girişimlerdeki uygulamalar ile ilgili açıklığa kavuşması gereken pek çok soru bulunmaktadır [23]. Bu skorların mortalite için geçerlilikleri değerlendirilmemiştir [26,27].

Bu risk skorlamalarında istenmeyen cerrahi sonuçlar ile ilgili komorbid hastalıklar (kronik akciğer hastalığı, karaciğer sirozu (Child Class A veya B), pulmoner hipertansiyon (PASB > 60 mmHg), önceki kardiyak cerrahi, porselen aorta, yineleyen pulmoner emboli, sağ ventrikül yetmezliği, geleneksel açık göğüs cerrahisi için kontraendikasyon (radyoterapi), kaşeksi

(vücut kitle indeksi $< 18 \text{ kg.m}^{-2}$) yer almaz [28]. Bu işlemlerde ameliyat risk tahmininde, EuroSCORE, STS-PROM'un yanı sıra Ambler Skoru veya ACEF skoru da kullanılmaktadır. Ambler Skoru İngiltere'de 2005'ten beri kullanılan, nörolojik disfonksiyon ve serebrovasküler olayları değerlendirmeye almayan bir skordur. ACEF skoru ise oldukça basit, hasta yaşı, EF, serum kreatinini olmak üzere 3 farklı parametreyi kullanan bir skordur [29,30].

Dokuz yüz altmış 2 hastada, Lojistik EuroSCORE, STS ve ACEF skorları 30 günlük mortaliteyi belirlemede kesinlik açısından karşılaştırıldığında, en yakın korelasyon STS-EuroSCORE arasında izlenmiştir. Hastane içi komplikasyonları belirlemede STS skorun anlamlı ($p=0.005$) olduğu gözlenmiştir. Otuz günlük mortalitede ACEF, EuroSCORE, STS'nin kesinlik ve doğruluk açısından düşük seviye gösterdiği anlaşılmıştır. Bu 3 testin korelasyon ve doğruluğunun da düşük olarak değerlendirildiği bildirilmiştir [31].

Bu risk skorları: hastaların fizyolojik rezervini dikkate almaz [32]. Onun yerine belirli organ ve sistemlerdeki eksiklikleri göz önünde tutar (Tablo 1). Bu risk skorlama sistemlerine kognitif fonksiyonlar, fonksiyonel kapasite, güçsüzlük/maluliyet (disability), zayıflık/narinlik (frailty) ve iş yapabilme gibi (futility) gibi başka parametreler de eklenmelidir [28,33]. En önemli kriter de hastalarda ≥ 1 yıllık yaşam beklentisi ve kalitesidir [28,33,34].

Frailite (kırılganlık) bozulmuş fizyolojik kapasite, kilo kaybı ve malnütrisyon, yavaşlık, inaktivite ile karakterize, bağımsız bir mortalite ve komplikasyon belirleyicisi olup, stres faktörlerine esneklikte bozulma anlamına gelen geriyatrik bir sendromdur [35,36]. Zayıflık/narinlik (frailty) risk algoritmalarında yer almaz [37]. Frailiteyi cerrahi risk oranlamasında postoperatif sonuçları tahmin etmek için kullanan çalışmalar son zamanlarda yapılmaya başlanmıştır [38,39]. Perkütan girişimler öncesi frail (kırılgan) olan hastalar, işlemlerden sonra bağımlı hâle gelme konusunda oldukça yüksek riske sahiptirler [40]. Günümüzde kullanılan risk indekslerinin tahmin gücünün, frailitenin de eklenmesi ile arttığı görülmektedir [38].

SONUÇ

Perkütan girişimlerde kullanmakta olduğumuz risk

Tablo 1. Risk algoritmalarındaki değişkenler.

Risk skor değişkenleri	STS	ES-add/loj	ES II	Ambler	ACEF
Hasta Özellikleri					
Yaş	+	+	+	+	+
Cinsiyet	+	+	+	+	
Boy	+				
Kilo	+				
Vücut kitle indeksi				+	
Etnik köken	+				
Ko-morbiditeler					
Diyabet	+		+ (insülin bağımlı)		
Hipertansiyon	+			+	
Kronik akciğer/pulmoner hastalık	+	+	+		
Ekstrakardiyak arteriyopati	+	+	+		
Periferik vasküler hastalık	+				
Nörolojik disfonksiyon	+	+			
Serebrovasküler olay	+				
Serum kreatinin	+	+	+	+	+
Diyalize bağımlı böbrek yetmezliği	+			+	
İmmünesupresif tedavi	+				
Zayıf mobilizasyon			+		
Kardiyak öykü					
NYHA klasifikasyonu	+		+		
Anstabil anjina	+	+			
CCS klas 4 anjina			+		
Geçirilmiş myokard infarktüsü	+	+	+		
Aritmi	+			+	
Geçirilmiş kardiyak cerrahi		+	+	+	
Geçirilmiş KABG	+				
Geçirilmiş kapak cerrahisi	+				
Geçirilmiş PCI	+				
Aktif endokardit	+	+	+		
Tıkanmış koroner arter sayısı	+				
Kapak hastalığının tipi ve ciddiyeti (darlık, yetmezlik/aortik, mitral)		+			
Hemodinamik durum					
Pulmoner hipertansiyon		+	+		
Ejeksiyon fraksiyonu	+	+	+	+	+
Kritik preoperatif durum		+	+		
Kardiyojenik şok	+				
Resusitasyon	+				
İnotropik ajan	+				
İntraaortik balon pompası	+				
İşlem					
Acil	+	+	+		
Torasik aorta cerrahisi	+	+	+		
Aortik kapak cerrahisi	+				
Mitral kapak cerrahisi	+			+	
Aortik ve mitral kapak cerrahisi	+			+	
Triküspid cerrahisi	+				
Konjenital kalp cerrahisi	+				
Romatolojik cerrahi	+				
Eşzamanlı KABG	+			+	
Eşzamanlı triküspid kapak cerrahisi	+			+	
İnfarktüs sonrası septal yırtık		+			

skorları açık kalp cerrahisi için uygulanan mortalite risk tahmin skorlarıdır. Bu skorların, perkütan girişimlerde uygulanmaları ile ilgili açıklığa kavuşacak pek çok soru bulunmaktadır. Yüksek riskli hastaları tanımlamada farklı, çeşitli risk faktörlerinden oluşan çoklu risk algoritmalarını kullanmak oldukça avantajlıdır. Major komorbidite olmadığında, skorların negatif oranlama güçleri doyurucudur, ancak pozitif tahmin güçleri düşüktür.

Bu nedenle perkütan girişimler için aday olan hastalarda multidisipliner kalp takımının (kardiyolog, kardiyak anesteziist, kalp cerrahisi) yaptığı klinik değerlendirmenin; bu skorlamalarda kapsanmayan önemli bireysel değişkenleri de dahil ederek, son kararın verilmesinde en önemli rolü üstlendiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. **Stewart BF, Siscovick D, Lind BK, et al.** Clinical factors associated with calcific aortic valve disease: Cardiovascular Health Study. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:630-4.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(96\)00563-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(96)00563-3)
2. **Jamieson WR, Edwards FH, Schwartz M, et al.** Risk stratification for cardiac valve replacement. National Cardiac Surgery Database. Database Committee of The Society of Thoracic Surgeons. *Ann Thorac Surg* 1999;67:943-51.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(99\)00175-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(99)00175-7)
3. **Billings FT, Kodali SK, Shanewise JS.** Transcatheter Aortic Valve Implantation: Anesthetic Considerations. *Anaesthesia-Analgnesia* 2009;108:1453-62.
<http://dx.doi.org/10.1213/ane.0b013e31819b07ce>
4. **Casalino R, Grinberg M.** Inclusion of the risk score in decision making of valvular heart disease. *Arq Bras Cardiol* 2012;98:e102-4.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2012000600018>
5. **Shah J, Fitz-Henry J.** Peri-operative care series. *Ann R Coll Surg Engl* 2011;93:265-7.
<http://dx.doi.org/10.1308/147870811X571127>
6. **Feldman T, Young A.** Percutaneous Approaches to Valve Repair for Mitral Regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2057-68.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2014.01.039>
7. **Hemmann K, Sirotina M, De Rosa S, et al.** The STS score is the strongest predictor of long-term survival following transcatheter aortic valve implantation, whereas access route (transapical versus transfemoral) has no predictive value beyond the periprocedural phase. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013;17:359-64.
<http://dx.doi.org/10.1093/icvts/ivt132>
8. **Michel P, Roques F, Nashef SA.** EuroSCORE Project Group. Logistic or additive EuroSCORE for high-risk patients? *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:684-7.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940\(03\)00074-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940(03)00074-5)
9. **Hamel MB, Henderson WG, Khuri SF, Daley J.** Surgical outcomes for patients aged 80 and older: morbidity and mortality from major noncardiac surgery. *J Am Geriatr Soc* 2005;53:424-9.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53159.x>
10. **Keogh BE.** Cardiac surgical mortality: the tip of the quality assurance iceberg. *Heart* 2000;84:7-8.
<http://dx.doi.org/10.1136/heart.84.1.7>
11. **Jin F, Chung F.** Minimizing perioperative adverse events in the elderly. *Br J Anaesth* 2001;87:608-24.
<http://dx.doi.org/10.1093/bja/87.4.608>
12. **Svensson LG, Adams DH, Bonow RO, et al.** Aortic valve and ascending aorta guidelines for management and quality measures. *Ann Thorac Surg* 2013;95:S1-66.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.01.083>
13. **Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al.** 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014 Mar 3. pii:S0735-1097(14)01280-7.
14. **Jokinen JJ.** Why do we have to predict mortality rates? *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;55:255-6.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-6576.2011.02394.x>
15. **Nashef SA, Roques F, Michel P, et al.** European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:9-13.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940\(99\)00134-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940(99)00134-7)
16. **Roques F, Nashef SA, Michel P, et al.** Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15:816-22.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940\(99\)00106-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940(99)00106-2)
17. **Stähli BE, Tasnady H, Lüscher TF, et al.** Early and late mortality in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: comparison of the novel EuroScore II with established risk scores. *Cardiology* 2013;126:15-23.
<http://dx.doi.org/10.1159/000351438>
18. **Leontyev S, Walther T, Borger MA, et al.** Aortic valve replacement in octogenarians: utility of risk stratification with EuroSCORE. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1440-5.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.01.057>
19. **Barili F, Pacini D, Capo A, et al.** Does EuroSCORE II perform better than its original versions? A multicentre validation study. *Eur Heart J* 2013;34:22-9.
<http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehs342>
20. **Biancari F, Vasques F, Mikkola R, et al.** Validation of EuroSCORE II in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1930-5.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.02.064>
21. **The Society of Thoracic Surgeons.** Executive Summary: Society of Thoracic Surgeons Spring 2007 Report. Chicago, IL: The Society of Thoracic Surgeons; 2007.
22. **Piazza N, Wenaweser P, van Gameren M, et al.** Relationship between the logistic EuroSCORE and the Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality score in patients implanted with the CoreValve ReValving system--a Bern-Rotterdam Study. *Am Heart J* 2010;159:323-9.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2009.11.026>
23. **Dewey TM, Brown D, Ryan WH, et al.** Reliability of risk algorithms in predicting early and late operative outcomes in high-risk patients undergoing aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:180-7.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2007.09.011>
24. **Durand E, Borz B, Godin M, et al.** Performance analysis of EuroSCORE II compared to the original logistic EuroSCORE and STS scores for predicting 30-day mortality after transcatheter aortic valve replacement. *Am J Cardiol* 2013;111:891-7.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.11.056>
25. **Thomas M, Schymik G, Walther T, et al.** One-year outcomes of cohort 1 in the Edwards SAPIEN Aortic Bioprosthesis European Outcome (SOURCE) registry: the European registry of transcatheter aortic valve implantation using the Edwards SAPIEN valve. *Circulation* 2011;124:425-33.
<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.001545>
26. **Wendt D, Osswald B, Thielmann M, et al.** The EuroSCORE - still helpful in patients undergoing isolated aortic valve replacement? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;10:239-44.
<http://dx.doi.org/10.1510/icvts.2009.218149>
27. **Parolari A, Pesce LL, Trezzi M, et al.** EuroSCORE performance in valve surgery: a meta-analysis. *Ann*

- Thorac Surg* 2010;89:787-93.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.11.032>
28. **Mylotte D, Martucci G, Piazza N.** Patient selection for transcatheter aortic valve implantation: An interventional cardiology perspective. *Ann Cardiothorac Surg* 2012;1:206-15.
 29. **Vahanian A, Alfieri OR, Al-Attar N, et al.** Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: a position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;134:1-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.04.039>
 30. **Ranucci M, Castelvechio S, Menicanti L, Frigiola A, Pelissero G.** Risk of assessing mortality risk in elective cardiac operations: age, creatinine, ejection fraction, and the law of parsimony. *Circulation* 2009;119:3053-61.
<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.842393>
 31. **D'Ascenzo F, Ballocca F, Moretti C.** Inaccuracy of available surgical risk scores to predict outcomes after transcatheter aortic valve replacement. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2013;14:894-8.
<http://dx.doi.org/10.2459/JCM.0b013e3283638e26>
 32. **Davenport DL, Bowe EA, Henderson WG, Khuri SF, Mentzer RM Jr.** National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) risk factors can be used to validate American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification (ASA PS) levels. *Ann Surg* 2006;243:636-41; discussion 641-4.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.sla.0000216508.95556.cc>
 33. **Rosenhek R, Iung B, Tornos P, et al.** ESC Working Group on Valvular Heart Disease Position Paper: assessing the risk of interventions in patients with valvular heart disease. *Eur Heart J* 2012;33:822-8.
<http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehr061>
 34. **Mack MJ.** Risk scores for predicting outcomes in valvular heart disease: how useful? *Curr Cardiol Rep* 2011;13:107-12.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11886-010-0167-9>
 35. **Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al.** Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M146-56.
<http://dx.doi.org/10.1093/gerona/56.3.M146>
 36. **Afilalo J, Karunanathan S, Eisenberg MJ, Alexander KP, Bergman H.** Role of frailty in patients with cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 2009;103:1616-21.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.01.375>
 37. **Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K.** Frailty in elderly people. *Lancet* 2013;381:752-62.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62167-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62167-9)
 38. **Makary MA, Segev DL, Pronovost PJ, et al.** Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *J Am Coll Surg* 2010;210:901-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.028>
 39. **Lee DH, Buth KJ, Martin BJ, Yip AM, Hirsch GM.** Frail patients are at increased risk for mortality and prolonged institutional care after cardiac surgery. *Circulation* 2010;121:973-8.
<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.841437>
 40. **Schoenenberger AW, Stortecky S, Neumann S, et al.** Predictors of functional decline in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *Eur Heart J* 2013;34:684-92.
<http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehs304>