

Türkiye’de Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesi’nde Pediatric Index of Mortality 2 (PIM2) ve Pediatric Risk of Mortality (PRISM) Skorlarının Uygunluğunun Değerlendirilmesi

The Suitability of Pediatric Index of Mortality 2 (PIM2) and Pediatric Risk of Mortality (PRISM) for Pediatric Intensive Care in Turkey

Yeşim OYMAK, Benan BAYRAKÇI

¹Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Hematoloji ve Onkoloji Kliniği, İzmir, Türkiye
²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Yoğun Bakım Bilim Dalı, Ankara, Türkiye



ÖZ

Amaç: Çocuk yoğun bakım ünitelerinde (ÇYBÜ) son derece teknolojik kurulumlara ihtiyaç bulunmaktadır. Gelişmiş teknolojiye ek olarak bu birimlerdeki hizmeti standart hale getirmek üzere mortalite skorlama sistemlerine ihtiyaç olmaktadır. Pediatric Index of Mortality (PIM) ve Pediatric Risk of Mortality (PRISM) skorlamaları en iyi mortalite tahmin skorlarıdır.

Çalışmanın amacı, ileri merkezlerde geliştirilmiş olan skorlamaların etkinliklerini kıyaslayarak aralarından ünitemiz için en uygun olanını seçmek ve bu skorlama sistemini yoğun bakım ünitemize yerleştirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bir yıl içinde ÇYBÜ’ye yapılan 389 yatış çalışmaya dahil edildi. PIM2, PRISM skorlamaları prospektif olarak hesaplandı. Bu skorlamaların ayırt ettirici özellikleri istatistiksel olarak ROC (Receiver Operating Characteristics) eğrisi altında kalan alan hesaplanarak değerlendirildi. Skorlamaların ünitemize uygunluğu Hosmer ve Lemeshow tarafından geliştirilen Goodness-of-fit testi ile değerlendirildi. Her üç skorlama için de p değeri 0.05 alındı. Standardize edilmiş mortalite oranı (SMR) hesaplandı.

Bulgular: PIM2, PRISM-12 ve 24 için sırayla 0.84, 0.86 ve 0.89 bulundu. ROC eğrisi altında kalan alanın 0.80’in üzerinde olması nedeniyle her üç skorlama sisteminin de iyi ayırt ettirici özellikte olduğu görüldü. Her üç skorlama için SMR 1’in altında bulundu.

Sonuç: Bu sonuçlar merkezimizde gözlenen mortalitenin beklenen mortaliteden daha düşük olduğunu gösterdi. Sonuç olarak bu skorlamaların ünitemiz için mortaliteyi öngörmeye ayırt ettirici olduğu ancak kalibrasyonlarının yeterli olmadığı görüldü.

Anahtar Sözcükler: Çocuk yoğun bakım ünitesi, Hastane mortalitesi

ABSTRACT

Objective: There is a need for a highly technological setting in pediatric intensive care units. In addition to advanced technology, mortality scoring systems are necessary to standardize the care given in these units. Pediatric Risk of Mortality (PRISM) and Pediatric Index of Mortality (PIM) are the best known mortality prediction scores.

The aim of this study was to determine and validate the scoring systems’ effectiveness in order to choose the most suitable one and put it in regular practice in our unit. We included the three hundred eighty nine admissions to the PICU within one year in the study.

Material and Methods: Mortality scores for PIM2 and PRISM were calculated prospectively. Discriminatory performance was assessed with the Receiver Operating Curve (ROC). Statistical analysis for calibration of the scoring systems was carried out using the Hosmer and Lemeshow goodness-of-fit test. P values were < 0.05 for all scoring systems. Standardized mortality rates (SMR) were also calculated.

Results: All three scoring systems exhibited good discrimination with area under the curve values of 0.84, 0.86 and 0.89 for PIM2, PRISM12 and PRISM24 respectively. SMRs were less than 1.0 for all scoring systems.

Conclusion: This result showed that mortality was lower than that expected for our unit indicating that these scoring systems have good discriminatory performance, but their calibrations were poor for our unit.

Key Words: Pediatric intensive care unit, Hospital mortality

GİRİŞ

Çocuk yoğun bakım ünitelerinde (ÇYBÜ) mortalitenin azaltılması en önemli amaçtır. Bu da yüksek riskli hastanın yakın monitörizasyonu ve kritik hastanın en uygun şekilde tedavi edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Mortalitenin öngörülebilmesi için hastanın bir araya getirilen fizyolojik değişkenlerinin normalden sapmalarına göre skorlama yapılan modeller geliştirilmiştir (1).

Skorlamalar ilk geliştirildikleri haliyle kalmayıp zamanla geliştirildikleri merkezde mortaliteyi daha iyi ön gören son şekilleri oluşturulmuştur. Mortalite skorlamalarının kullanılması hastanın bireysel olarak değerlendirilmesinin yanısıra yoğun bakım ünitesinin performansını da ölçmektedir.

En yaygın kullanılan ÇYBU mortalite skorlamaları Pediatric Risk of Mortality (PRISM) (2) ve Pediatric Index of Mortality (PIM) (3)'dir. Her iki skorlama da ilk geliştirildikleri haliyle kalmayıp yeni versiyonları yayınlanmıştır (4). Bu skorlama sistemleri ayırt etme ve kalibrasyon özellikleri geliştirildikleri merkezlerde gösterilmiştir. Her merkez için kullanılabilirliğinin ve geçerliliğinin gösterilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, PRISM ve PIM skorlama sistemlerinin Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi ÇYBÜ'de performansının ve ünitemizdeki sonuçlarla uyumunun (ölen/sağ kalan) değerlendirilmesi amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Hastanesi ÇYBÜ'e Kasım 2005–Ekim 2006 tarihleri arasında 12 aylık sürede yapılan 389 yatış prospektif olarak değerlendirmeye alındı. Hastalara yatışlarının ilk 12. ve 24. saatlerinde PRISM skorlaması ve ilk birinci saatinde PIM2 skorlaması uygulandı. Hastaların eksik olan parametreleri olduğu durumlarda, bu parametreler boş bırakılarak skorlamalar hesaplandı. Her iki skorlamanın hesaplanmasında uluslararası yazılım programı kullanıldı.

Hastaların yaşları, cinsiyetleri ve ÇYBÜ'e yatışı sırasındaki tanıları kaydedildi. Ayrıca hastalar 0-2 (süt çocuğu), 2-6 (oyun çocuğu), 6-12 (okul dönemi) ve >12 (adölesan) yaş olmak üzere dört yaş grubuna ayrıldı. Hastanın 18 yaşın üstünde olması, ÇYBÜ'e yatışının ilk 2 saatinde kaybedilmesi halinde çalışma dışı bırakıldı. PRISM skorlamasındaki değişkenler yatışının 12. ve 24. saatlerinde uygulandı (Şekil 1).

İstatistik

Yaş gruplarının her üç skorlamaya göre hesaplanan mortalite riski yüzdeleri arasında fark olup olmadığı Kruskal-Wallis ve Mann Whitney U testleri ile değerlendirildi.

Mann Whitney U testi için Bonferroni düzeltilmiş p (p<0.0083 olması anlamlı kabul edildi) değeri kullanıldı. Diğer testler için p<0.05 olması anlamlı kabul edildi.

Skorlamaların ayırt ettiriciliklerini (diskriminasyon) değerlendirmek üzere ROC eğrisi altında kalan alan hesaplandı. Skorlamaların ROC eğrileri altında kalan alan 0.70-0.79 olması kabul edilebilir, 0.80-0.89 olması iyi ve ≥0.90 olması mükemmel diskriminasyonu göstermekteydi (5).

Skorlamaların uygunluğunu (kalibrasyon) değerlendirmek üzere Hosmer-Lemeshow Goodness-of-fit testi uygulandı. Test sonuçlarında p<0.05 olması halinde grupların beklenen ve gözlenen mortalite açısından farklı olduğu yani kalibrasyonlarının iyi olmadığı kabul edildi. Olguların skorlamalara göre standardize edilmiş mortalite oranları (SMR=gözlenen/beklenen mortalite) hesaplandı.

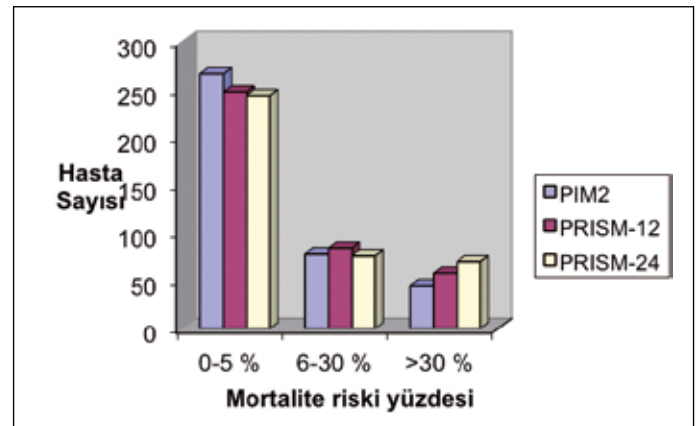
BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri Tablo 1'de görülmektedir.

Skorlamalarla hesaplanan mortalite oranlarına göre olguların çoğunun hafif risk grubunda (%0-5) bulunduğu görüldü (p<0.05) (Şekil 1).

Tablo 1: Hastaların demografik özellikleri.

Özellikler	
Yaş ortalaması±Standart deviasyon (yıl)	6.2±5.6
	n (%)
Yaşlara göre hasta sayısı	
0-2 yaş (süt çocuğu)	148 (38)
2-6 yaş (oyun çağı)	82 (21)
6-12 yaş (okul çağı)	78 (20)
>12 yaş (adölesan)	80 (20)
Cinsiyet (E/K)	218/171 (56/44)
Mortalite toplam	63 (16)
Cinsiyete göre mortalite (E/K)	38/25 (18 /15)
Kronik hastalığı olan/olmayan	292/97 (75.7/24.3)



Şekil 1. Mortalite riski yüzdelere göre olguların dağılımı.

Her üç skorlamaya göre hafif risk grubunda kaybedilen hasta oranının ağır gruba göre daha az olduğu görüldü ($p<0.05$). Tablo II'de mortalite risk yüzdelere göre sağ kalan ve kaybedilen hasta sayıları görülmektedir.

Hastaların yaşlara göre skorlama puanları Tablo III'de görülmektedir. Yaş grupları mortalite skorlamaları açısından farklı bulundu ($p<0.05$). Süt çocuğu ve oyun çocuğu yaş grupları arasında mortalite skorlamaları açısından fark saptanmadı (bütün skorlar için $p>0.05$). Okul çağı ve adolesan yaş grubu arasında da mortalite skorlamaları açısından fark bulunmadı (bütün skorlar için $p>0.05$). Altı yaşın altındaki hastaların mortalite skorları altı yaş üstü hastalara göre daha yüksek bulundu (bütün skorlamalar için Bonferroni düzeltmesine göre $p<0.0083$).

Kronik hastalığı olan hastaların mortalite skorlamaları kronik hastalığı olmayanlara göre daha yüksek bulundu (bütün skorlamalar için $p<0.05$) (Tablo IV).

Skorlamaların ROC eğrileri altında kalan alanlar hesaplandı (Şekil 2). ROC eğrisi altında kalan alan PIM2, PRISM-12 ve PRISM-24 için sırası ile 0.84, 0.86, 0.89 bulundu.

Skorlamaların goodness-of-fit testi ile kalibrasyonları değerlendirildi. Her bir skorlama için gözlenen ve beklenen mortalite arasında fark anlamlı bulundu ($p<0.05$). Her üç skorlama için $SMR<1$ hesaplandı (Tablo V).

TARTIŞMA

Pediatric Index of Mortality ve PRISM gibi mortalite skorlamaları geliştirildikleri merkezlerde uzun bir süredir etkin olarak kullanılmaktadır (2,3). Bu skorlamaların esas kullanım amacı mortalitenin tahmin edilmesini sağlayarak ÇYBÜ'lerinde kalitenin değerlendirilmesini ve kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlamaktır (6). Bu çalışmada da merkezimizde PIM2 ve PRISM skorlamaları uygulanarak mortaliteyi ayırt ettirme özellikleri ve sonuçların gerçeğe yakınlıkları değerlendirildi.

Bir yıl içinde yapılan yatışlara göre merkezimizin mortalite oranı %16'dı. Gelişmiş merkezlerde bu oran %5.2-10 iken gelişmemiş ülkelerde %67'ye çıkabilmektedir (7,8).

Tablo II: Mortalite riski yüzdelere göre sağ kalan ve kaybedilenlerin dağılımı.

	Mortalite riski yüzdesi	0-5 (Hafif risk)	6-30 (Orta risk)	>30 (Ağır risk)
PIM2	Sağ kalanlar (%)	249 (93.3)	55 (70.5)	23 (51.1)
	Kaybedilen hastalar (%)	18 (6.7)	23 (29.5)	22 (48.9)
PRISM-12	Sağ kalanlar (%)	235 (94.7)	66 (78.6)	26 (44.8)
	Kaybedilen hastalar (%)	13 (5.3)	18 (21.4)	32 (55.2)
PRISM-24	Sağ kalanlar (%)	234 (95.9)	64 (84.2)	29 (41.4)
	Kaybedilen hastalar (%)	10 (4.1)	12 (15.8)	41 (58.6)

PRISM-12 ve PRISM-24: Çocuk yoğun bakım ünitesine hasta yatışının ilk 12 ve 24 saatinde uygulanan Pediatric Risk of Mortality, **PIM:** Pediatric Index of mortality.

Tablo III: Hastaların yaş gruplarına göre skorlamaların ortalama ve standart hata değerleri.

Yaş grupları (yıl)	PIM2 (%)	PRISM-12 (%)	PRISM-24 (%)
0-2	16.0±27.5	17.8±26.4	21.4±29.5
2-6	14.8±28.3	16.4±28.5	19.3±30.6
6-12	10.3±23.6	12.7±26.6	13.7±28.5
>12	5.4±14.4	7.4±16.0	9.8±20.3
Toplam	12.4±25.0	14.3±25.4	17.0±28.2

PRISM-12 ve PRISM-24: Çocuk yoğun bakım ünitesine hasta yatışının ilk 12 ve 24 saatinde uygulanan Pediatric Risk of Mortality, **PIM:** Pediatric Index of mortality.

Tablo IV: Kronik hastalık durumuna göre skorlamalarla hesaplanan mortalite yüzdelere ortalama ve standart hata değerleri.

Kronik Hastalık	PIM2 % (ortalama±SD)	PRISM-12 % (ortalama±SD)	PRISM-24 % (ortalama ±SD)
Olmayan	5.9±18.3	4.9±13.8	6.1±17.9
Olan	14.5±26.4	17.6±27.7	20.7±30.1

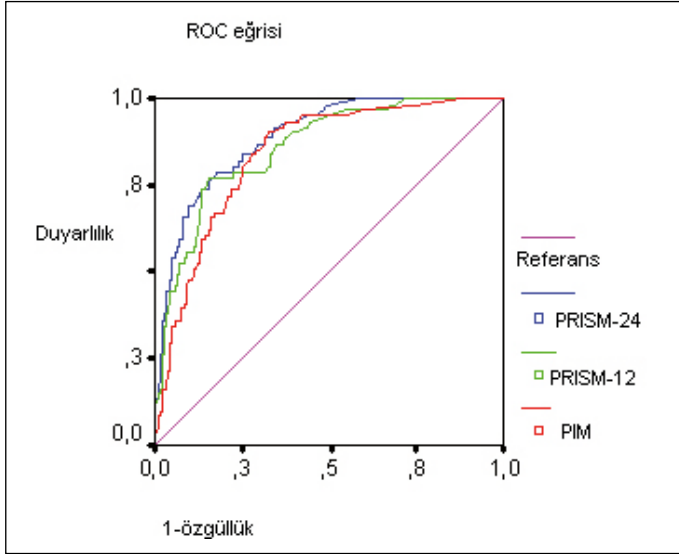
PRISM-12 ve PRISM-24: Çocuk yoğun bakım ünitesine hasta yatışının ilk 12 ve 24 saatinde uygulanan Pediatric Risk of Mortality, **PIM:** Pediatric Index of mortality.

Tablo V: Skorlamalara göre standardize edilmiş mortalite oranları, ROC eğrisi altında kalan alanlar, en yüksek ve en düşük ROC değerleri.

	Gözlenen mortalite* n (%)	Beklenen Mortalite* n (%)	SMR	ROC
PIM2	63 (16.1)	162 (41.6)	0.4	0.84
PRISM-12	63 (16.1)	102 (26.2)	0.6	0.86
PRISM-24	63 (16.1)	98 (25.2)	0.6	0.89

SMR: Standardize edilmiş mortalite oranı **ROC:** Eğri altında kalan alan.

*Skorlamalar için gözlenen ve beklenen mortaliteler arasındaki fark anlamlıydı ($p < 0.05$).



Şekil 2: PIM2, PRISM-12 ve PRISM-24 skorlamaları için hesaplanan ROC (Eğri altında kalan alanlar her üç skor için >0.80) PRISM-12 ve PRISM-24: Çocuk yoğun bakım ünitesine hasta yatışının ilk 12 ve 24 saatinde uygulanan Pediatric Risk of Mortality, PIM: Pediatric Index of mortality.

Çalışmada hastaların önemli bir kısmı (%38) süt çocuğu yaş grubundaydı. Ayrıca altı yaş öncesi ve sonrası olarak değerlendirildiğinde küçük yaş grubundaki hastaların mortalite skorlarının daha yüksek olduğu görüldü. Hindistan'da yapılan bir çalışmada mortalite oranı %24.3 bulunan hasta grubunun median yaş ortalaması altı yaş altındaydı (6).

ROC eğrisi altında kalan alan ilk 12 ve 24 saat içinde uygulanan PRISM skorlaması için sırasıyla 0.86 ve 0.89 iken PIM2 skorlaması için 0.84 bulunması >0.80 olması nedeniyle diskriminasyonlarının iyi olduğunu gösterdi. Eğri altında kalan alan 1.0'e ne kadar yakınsa kullanılan skorlama sisteminin diskriminasyonunun o kadar iyi olduğu ve tahmin edicilik özelliği iyi olan bir model olduğu bilinmektedir (9).

PIM ve PRISM genel mortalite skorlamaları olup spesifik bir tanı grubu için geliştirilmemiştir (10). Bizim çalışmamızda, hastaların %75.7'sinin kronik hastalığı olanlar oluştururken travma hastası ve postoperatif hasta bulunmamaktaydı. Kronik hastalığı olanların mortalite oranı ve mortalite skorlama puanlarının hepsi kronik hastalığı olmayanlara göre daha yüksek bulundu. Son

yıllarda Almanya'dan yapılan median yaşın 6 civarında olduğu ve travma hastalarının da alındığı bir çalışmada mortalite oranı %5.2 bulunmuştur. Merkezimizdeki mortaliteye göre düşük olmasının nedeninin gelişmiş bir merkez olmasının yanısıra çalışmaya alınan hastaların daha büyük yaş grubundan oluşması ve hastaların tanınal dağılımındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünüldü (7).

Bu çalışmada uygulanan PIM2 ve ilk 12 ve 24. saatteki PRISM skorlamalarına göre hastaların mortalite riski yüzdelere göre dağılımına bakıldığında; ilk 24 saate uygulanan PRISM skoruna göre yatan hastaların %62'si düşük (%0-5), %20'si orta (%6-30), %18'i yüksek mortalite riski grubunda (>30) bulunmaktaydı. Pollack ve ark. (2) yaptığı çok merkezli çalışmaya göre aynı skorlama ile olguların %61-91'i düşük, %6-22'si orta ve %2-9'u yüksek mortalite riski gruplarında bulunmaktadır. Hastaların mortalite riski gruplarına göre dağılımları düşük ve orta mortalite riski grubunda benzerdir. Ancak bizim çalışmamızda Pollack ve ark. (2) çalışmasına katılan merkezlere göre yüksek risk grubunda daha fazla hasta bulunmaktadır.

Bu çalışmada PIM2 skorlamasına göre 162 olgunun kaybedilmesi beklenirken sadece 63'ü kaybedildi. SMR 0.4 bulundu. İlk 12 ve 24 saatte uygulanan PRISM skorları için beklenen mortalite sırası ile 102 ve 98'di. SMR değerleri ise her ikisi için de 0.6 bulundu. Skorlamaların geliştirildiği merkezlerde SMR değeri 1'e yakın bulunur. SMR'nin 1 olması skorlama sisteminin tam olarak mortaliteleri öngörebildiğini gösterir. SMR'nin 1'den düşük olması beklenenden az, 1'den büyük olması beklenenden çok mortalite olduğunu gösterir. Ünitimizde SMR'nin <1 olması beklenenden daha az mortalite gözlemlendiği, her 3 skorlamanın öngördüğünden daha az mortalite olması şeklinde yorumlanabilir. Hindistan'da yapılan bir çalışmada PIM, PIM2 ve PRISM skorlarının diskriminasyonlarının iyi olduğu belirtilmiş olmasına karşın SMR değerlerinin sırası ile 1.2, 1.5 ve 1.5 olması mortalitenin beklenenden daha yüksek olduğunu göstermektedir (8).

Bizim çalışmamızda gözlenen ve beklenen mortalite arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması merkezimiz için bu skorlamaların kalibrasyonunun uygun olmadığını düşündürmektedir. Benzer şekilde PIM2, PRISM skorlamalarının uygulandığı, 26.966 hastanın katıldığı Avustralya ve Yeni Zelanda merkezli çalışmada ROC eğrisi altında kalan alanlar her skorlama için de 0.90 bulunmasına karşın skorlamaların kalibrasyonlarının iyi

olmadığı gösterilmiştir. Bu çok merkezli çalışmada, skorlamaların uygulandığı topluma göre yorumlanmasının uygun olacağı ve kalibrasyon uygunsuzluğunun tek başına mortalite tahmin modelinin geçersiz olduğu anlamına gelmediği belirtilmektedir (11). Buna karşın skorlamaların geliştirildiği ileri merkezlerle uyumlu olarak mortalite oranının düşük seyrettiği Hong Kong ve Hollanda'da yapılan çalışmalarda skorlamaların kalibrasyonları uygun bulunmuştur (12,13).

Fransa'dan yapılan bir çalışmada PRISM skorunun ilk 4 saatte uygulanması halinde PIM ve PRISM ile mukayese edilmiştir. Sonuç olarak hepsinin diskriminasyonunun iyi olduğu ancak sadece PIM'in kalibrasyonunun iyi olduğu ($p=0.44$) görülmüştür (14). Gelişmiş merkezlerin bulunduğu Fransa'dan yapılan bu çalışmada PRISM skorlamasının kalibrasyonu uygun bulunmamıştır.

İngiltere'den yapılan bir çalışmada 18 merkezden 10385 hastaya PRISM ve PIM2 skorları uygulanmıştır. Sonuç olarak tüm skorların diskriminasyonlarının iyi olduğu ancak sadece PIM2'nin kalibrasyonunun iyi olduğu ve İngiltere'deki yoğun bakımlar için uygun olduğu belirtilmiştir (15). Bu çalışmada, skorlamaların en son gelişmiş halinin uygulanması önerilmesine karşın bunun her merkez için uygun olmadığı da belirtilmektedir. Merkezlere göre hasta özellikleri açısından belirleyici faktörlerin de mortalitelere etkisi değerlendirilmelidir. Gelişmiş merkezlerde ortaya konmuş olan bu skorlamaların hasta özellikleri birbirine benzediği için diğer gelişmiş merkezlerde uygulandığında kalibrasyonlarının uygun olması beklenen bir sonuçtur (12). Bizim çalışmamızda da skorlamaların diskriminasyonları iyi olup kalibrasyonları uygun değildir ($p=0.001$). Hasta özellikleri farklı olan gelişmemiş ülkelerde de kalibrasyonlar uygun bulunmamıştır (8).

Sonuç olarak ROC eğrisi altında kalan alanların 0.80'in üzerinde olması her üç skorun da ayırt ettiriciliğinin iyi olduğunu göstermiştir. SMR değerlerinin 1'den küçük bulunması beklenenden daha az mortalite gözlemlendiğini göstermektedir. Skorlamaların kalibrasyonunun merkezimiz için uygun olmaması nedeniyle skorlamalara hastaların özelliklerini belirleyen yeni parametrelerin eklenmesi gerekliliğini düşündürmektedir. Bu nedenle ülkemizde seçilecek daha çok parametrenin bir arada mortaliteye etkisinin değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yeni çalışmalarla kalibrasyonu ünitemize uygun hale getirilebilecek yeni parametreler skorlama sistemine eklenebilir. Ancak yoğun bakım ünitelerinin gelişmiş ülkelerdeki merkezlerle kıyaslanabilmesi ve yıllar içerisinde kalitenin monitörize tutulabilmesi için mevcut olan skorlama sisteminin kullanılmasına devam edilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Teres D, Lemeshow S. Using severity measures to describe high performance intensive care units. *Crit Care Clin* 1993;9:543-54.
2. Pollack MM, Ruttiman UE, Getson PR. Pediatric Risk of Mortality (PRISM) score. *Crit Care Med* 1988; 16:1110-6.
3. Shann F, Pearson G, Slater A. Pediatric Index of Mortality (PIM): A mortality prediction model for children in intensive care. *Intensive Care Med* 1997; 23:201-7.
4. Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE. The Pediatric Risk of Mortality III-Acute Physiology Score (PRISM III-APS): A method of assessing physiologic instability for pediatric intensive care unit patients. *J Pediatr* 1997;131:575-81.
5. Hosmer D, Lemeshow S. Applied logistic regression. 2nd ed. New York: Wiley, 2000.
6. Taori RN, Lahiri KR, Tullu MS. Performance of PRISM (Pediatric Risk of Mortality) score and PIM (Pediatric Index of Mortality) score in a tertiary care pediatric ICU. *Indian J Pediatr* 2010;77:267-71.
7. Gonçalves JP, Severo M, Rocha C, Jardim J, Mota T, Ribeiro A. Performance of PRISM III and PELOD-2 scores in a pediatric intensive care unit. *Eur J Pediatr* 2015;174:1305-10.
8. Thukral A, Lodha R, Irshad M, Arora NK. Performance of Pediatric Risk of Mortality (PRISM), Pediatric Index of Mortality (PIM), and PIM2 in a pediatric intensive care unit in a developing country. *Pediatr Crit Care Med* 2006;7:356-61.
9. Te CT. Introductory Biostatistics, New Jersey: Wiley-Interscience, 2003.
10. Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE. PRISM III: An updated pediatric risk of mortality score. *Crit Care Med* 1996;24:743-52.
11. Slater A, Shann F. The suitability of the Pediatric Index of Mortality (PIM), PIM2, the Pediatric Risk of Mortality (PRISM), and PRISM III for monitoring the quality of pediatric intensive care in Australia and New Zealand. *Pediatr Crit Care Med* 2004; 5:447-54.
12. KMS C, DKK N, Wong SF. Assessment of the Pediatric Index of Mortality (PIM) and the Pediatric Risk of Mortality (PRISM) III score for prediction of mortality in a paediatric intensive care unit in Hong Kong. *Hong Kong Med J* 2005;11:97-103.
13. Gemke RJ, Bonsel GJ, Van Vught AJ. Effectiveness and efficiency of a Dutch pediatric intensive care unit: Validity and application of the Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med* 1994;22:1477-84.
14. Leteurtre S, Leclerc F, Wirth J. Can generic paediatric mortality scores calculated 4 hours after admission be used as inclusion criteria for clinical trials? *Crit Care* 2004;8:185-93.
15. Brady AR, Harrison D, Black S. Assessment and optimization of mortality prediction tools for admissions to pediatric intensive care in the United Kingdom. *Pediatrics* 2006;117:733-42.