

## 소아중환자실 대상으로 한 PIM II의 타당도 평가

김 정 순<sup>1)</sup> · 부 선 주<sup>2)</sup>

### 서 론

중환자 관리의학이 발전하면서 중환자실 활용도는 높아지고 있으나 이는 과다한 국민의료비 지출의 증가로 이어지고 있다(Jang, 2001). 특히, 소아중환자실은 성인에 비해 중환자실 재실기간이 짧고 사망률이 낮음에도 불구하고 의료비용은 비슷함을 보여(Seferian, Carson, Pohlman, & Hall, 2001) 효율성이 떨어지는 것으로 보여지며, 더욱이 최근에는 선천성 기형의 빈도가 늘어나면서 소아중환자실에서 부담하는 의료비용은 병원경영을 위협하는 요소로 꼽히고 있다(Tan, Tan, Goh, & Yap, 1998).

이에 따라 소아중환자 치료의 비용에 대한 관심이 증대되면서 효율적인 중환자실 관리를 위한 방안의 하나로 중환자실에 입실하는 환자의 위중도를 정확히 평가하는 것이 제시되고 있다(Pollack, 1992). 환자의 위중도를 평가함으로써 첫째, 집중치료로 좋아질 수 있는 환자를 좀 더 적절히 선택하여 의료의 불필요한 낭비를 최소화하고 제한된 자원을 효율적으로 활용할 수 있으며(Jeong, Kim, & Kim, 2003; Pollack, 1992; Shann, Pearson, Slater, & Wilkinson, 1997), 둘째, 의료의 질관리 측면에서 환자의 위중도 차이를 보정하여 병원내 또는 병원간 중환자 치료 및 간호의 적절성을 객관적으로 비교할 수 있다(Jeong 등, 2003; Shann 등 1997; Tan 등 1998). 이러한 필요성에 따라 소아중환자의 위중도를 평가하기 위한 도구로 Pediatric Risk of Mortality(PRISM)(Pollack, Ruttimann, & Getson, 1988)와 Pediatric Index of Mortality(PIM)(Shann 등, 1997) 등이 개발되어 사용되고 있다.

PRISM은 1988년 Pollack 등에 의해 개발되어 PRISM III(Pollack, Patel, & Ruttimann, 1996)로 개정된 도구로 소아중환자의 사망을 예측하고 위중도를 평가하는 도구로 널리 활용되어 왔다. 그러나 PRISM은 다음의 몇 가지 제한점을 가지고 있는데, 첫째, PRISM의 평가시간은 중환자실 입실 후 24시간인데 소아중환자들은 24시간 내에 사망하는 경우가 많아 사망을 예측하기보다는 사망 직전의 상태를 반영한다고 할 수 있어(Gemke, & van Vught, 2002; Shann et al., 1997) 평가시간을 앞당겨야 할 필요가 있고, 둘째, 24시간 내의 가장 좋지 않은 검사치를 기록하기 때문에 의료의 질이 좋지 않은 경우 12시간에서 24시간 내에 상태가 악화되어 이로 인한 사망률이 증가할 수 있어 의료의 질이나 의료기간별 차이가 클 수 있으며(Gemke et al., 2002; Shann et al., 1997), 셋째, PRISM III로 개정되면서 변수의 수가 더 늘어나고 복잡해져서(Shann 등, 1997) 채혈이 어려운 소아에게 자료수집이 어려워 누락되는 수치가 많고, 넷째로 PRISM III의 예측사망률을 구하기 위한 모형을 사용하기 위해서는 사용료를 지불해야 한다는 점이다(Shann et al., 1997).

PIM은 1997년 Shann 등에 의해 개발되어 2003년 Slater, Shann과 Pearson에 의해 PIM II로 개정되었으며 어떤 상태에서 중환자 치료가 시작되고 그 결과가 어떠한지를 보는 것을 목적으로 소아중환자실에 입실하는 모든 환자들을 대상으로 정기적으로 적용할 수 있도록 유용성과 편이성에 중점을 둔 도구이다(Slater et al., 2003). 그러나 이 도구들은 대부분 사용하고자 하는 국가에서 개발된 것이 아니기 때문에 의료문화적 차이로 인한 도구의 타당성 문제가 제기될 수 있으며

주요어 : 소아중환자, PIM II, 타당도

1) 부산대학교 의과대학 간호학과 교수, 2) 부산대학교병원 중환자실 간호사  
투고일: 2004년 7월 31일 심사완료일: 2004년 12월 25일

(Pearson, Stickley, & Shann, 2001), 동일 국가라 하더라도 지역의 중환자실 간 특성 차이로 인해 적절성이 떨어질 수도 있다(Beck, Taylor, Millar, & Smith, 1997). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 도구를 사용하고자 하는 해당 지역의 중환자실에서 사용하기 전에 도구의 타당성을 검토해 보는 작업이 선행되어야 한다(Pearson et al., 2001). 여기에서 말하는 타당도란 준거타당도(criterion validity)를 의미하는 것으로 관찰되는 현상과 측정지표 사이의 관련성을 기술하는 것이다(Schulte & Perera, 1993). 일반적으로 타당도는 상관계수, 표준화사망비, 타당도지수(민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도)와 옳은분류율, ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선하면적 등을 이용하여 평가할 수 있다(Jeong et al., 2003; Pollack et al., 1988; Shann et al., 1997).

국내에서는 오랜 중환자 관리의 경험에도 불구하고 위중도 평가 도구의 타당성에 관한 연구는 미흡한 상태이며 또한, PIM II는 2003년에 개정되었기 때문에 국내외적으로 이의 타당도에 대한 평가가 이루어지지 않았는데, 시간의 흐름에 따라 치료법이나 환자 특성이 변화되고 있으므로 위중도 도구를 사용하고자 할 때는 최신의 것을 사용하는 것이 바람직하다(Pollack et al., 1996; Slater et al., 2003). 이에 본 연구자는 중환자실에 입실한 소아환자를 대상으로 비교적 사용이 간편하고 모든 환자에게 적용 가능하다고 알려진 PIM II가 중환자 분류도구로 타당한지를 평가하여 이의 임상적 활용가능성을 제시하고자 본 연구를 시도하게 되었으며 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 연구대상자의 일반적 특성과 사망실태를 파악한다.
- 실제사망률과 PIM II의 예측사망률간 상관계수와 표준화 사망비를 구한다.
- PIM II의 타당도지수(민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도), 옳은분류율과 ROC 곡선하면적을 구한다.
- 일반적 특성에 따른 PIM II의 ROC 곡선하면적과 표준화 사망비를 구한다.

## 연구 방법

### 연구 설계

본 연구는 중환자실에 입실한 소아환자를 대상으로 위중도 평가도구인 PIM II의 타당성을 평가하기 위한 후향적 조사 연구이다.

### 연구 대상 및 기간

본 연구는 2002년 1월 1일부터 2003년 12월 31일까지 2년

간 B시 P 대학교병원 내 3곳의 중환자실(내과계, 외과계, 신경외과)과 D 대학교병원 심장중환자실에 입실한 16세 이하의 소아환자 중 중환자실 체류기간이 적어도 1시간 이상인 환자를 대상으로 하였다. 이 기간 중 조건을 만족하는 대상자는 총 526명이었으며 이 중 자료수집이 용이하지 않은 환자 21명을 제외한 505명에 대한 자료수집이 이루어졌다. 이때 동일한 환자가 해당 중환자실에 2회 이상 재입실하는 경우 각각의 입실에 따라 사망확률이 달라질 수 있으므로 서로 다른 사례로 간주하였으며, 총 548사례를 최종 연구대상으로 하였다.

### 자료수집 절차 및 연구도구

자료수집기간은 2004년 1월 15일부터 2004년 3월 15일까지 2개월간으로 연구자가 직접 후향적으로 자료수집을 하였다. 먼저 중환자실 수간호사로부터 2002년 1월 1일부터 2003년 12월 31일까지의 입실환자명단을 받아 연구대상기준에 적합한 지를 확인하고, 이들에 대한 의무기록지를 신청하였다. 대출된 의무기록지를 검토하여 중환자실 입실 1시간 이내의 값을 이용해 PIM II 예측사망률을 구하고 퇴원 당시의 환자상태를 사망 또는 생존으로 구분하였다. 이때, 가망이 없어 퇴원한 경우는 퇴원 후 24시간 내에 사망하여 사망진단서가 발급된 경우에 한해 사망으로 분류하였다. 자료수집방법은 PIM II개발 당시 제시한 방법 및 절차에 준하였으며(Appendix 1), PIM II(www.sfar.org)모형은 <Table 1>에 제시하였다. PIM II는 10개의 변수로 구성된 로지스틱 회귀모형으로 예측사망률을 계산하는데 그 범위는 최저 0.1%에서 최고 100%까지이며, 예측사망률이 높을수록 환자의 상태가 위중하며 사망의 위험이 높음을 의미한다.

### 자료분석방법

수집된 자료는 SPSSWIN 10.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며 구체적인 분석방법은 다음과 같았다. 한편, 통계적 검정을 하는 경우 유의수준  $\alpha = .05$ 에서 양측 검정을 하였다.

- 중환자실 입실환자의 일반적 특성은 빈도와 백분율을 구하고, 전체 환자사례수 중 퇴실 시 사망으로 확인된 환자 사례수를 이용하여 사망률을 구하였다.
- 사망자와 생존자간 일반적 특성의 차이는  $\chi^2$ -검정을 이용하여 분석하였다.
- PIM II의 타당도를 파악하기 위해 첫째, 실제사망률과 PIM II의 예측사망률간의 상관계수와 실제사망자수를 예측사망자수로 나눈 표준화사망비를 구하였다. 둘째, 실제사망자수(생존자수)와 도구에 의해 예측되는 사망자수(생존자수)로 이루어지는 2x2표를 구하고 타당도지수(민감도,

<Table 1> PIM(Pediatric Index of Mortality) II

Variables	Values (1 if Yes, 0 otherwise)	Beta
Elective admission	Yes / No	-0.92820
Recovery post procedure	Yes / No	-1.02440
Cardiac bypass	Yes / No	0.75070
High risk diagnosis <sup>1)</sup>	Yes / No	1.68290
Low risk diagnosis <sup>2)</sup>	Yes / No	-1.57700
No response of pupils to bright light (> 3 mm and both fixed)	Yes / No / Unknown	3.07901
Mechanical ventilation (at any time during first hour in ICU)	Yes / No	1.33520
Systolic Blood Pressure (mmHg)		0.01395
Base Excess (mmol/L)(arterial or capillary blood)		0.10400
FiO <sub>2</sub> ×100/ PaO <sub>2</sub> (mmHg)		0.28880

•  $Logit = (-4.8841) + (values \times Beta) + [0.01395 \times \{absolute (SBP-120)\}] + \{0.1040 \times (absolute \text{ base excess})\} + \{0.2888 \times (100 \times FiO_2 / PaO_2)\}$

•  $Predicted \text{ death rate}(\%) = e^{Logit} / (1 + e^{Logit})$

<p>1) High risk diagnosis.</p> <p>① Cardiac arrest preceding ICU admission</p> <p>② Severe combined immune deficiency</p> <p>③ Leukaemia or lymphoma after first induction</p> <p>④ Spontaneous cerebral haemorrhage</p> <p>⑤ Cardiomyopathy or myocarditis</p> <p>⑥ Hypoplastic left heart syndrome</p> <p>⑦ HIV infection</p> <p>⑧ Liver failure is the main reason for ICU admission</p> <p>⑨ Neuro-degenerative disorder</p>	<p>2) Low risk diagnosis</p> <p>① Asthma is the main reason for ICU admission</p> <p>② Bronchiolitis is the main reason for ICU admission</p> <p>③ Croup is the main reason for ICU admission</p> <p>④ Obstructive sleep apnoea is the main reason for ICU admission</p> <p>⑤ Diabetic keto-acidosis is the main reason for ICU admission</p>
--	---

특이도, 양성예측도, 음성예측도)와 옳은분류율을 구하였다. 이때 예측사망률 10%, 15%, 20%, 50%, 80%, 그리고 PIM II 예측사망률 전체 평균(9.5%) 및 사망자의 평균(52.4%)을 경계점으로 하여 각각의 타당도지수와 옳은분류율을 계산하였다. 셋째, ROC 곡선하면적을 구하였다.

- 일반적 특성에 따라 ROC 곡선하면적과 표준화사망비를 구하였다.

## 연구 결과

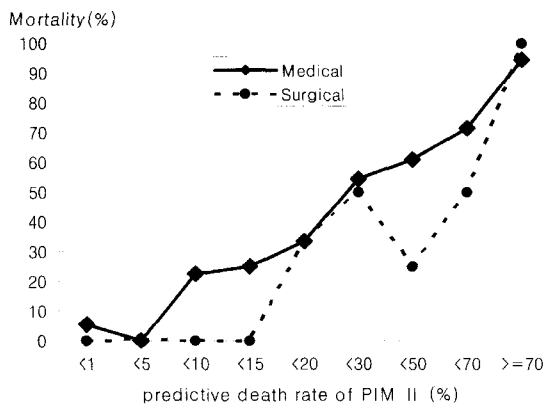
### 일반적 특성에 따른 사망실태

총 548사례 중 60사례가 사망하여 사망률은 10.9%였다 <Table 2>. 사망률을 성별로 보았을 때 남자가 10.7%, 여자가 11.3%로 여자가 약간 높으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 연령은 0~191개월의 범위로 평균연령은 31.7개월이었고, 이를 소집단으로 구분하였을 때 사망률은 120~191개월에서 30.4%로 가장 높았으며 연령에 따른 사망률에는 유의한 차이가 있었다( $x^2=24.23, p < .0001$ ). D 대학교병원의 흉부외과팀의 일부가 P 대학교병원으로 근무지를 이전하여 P 대학교병원과 D 대학교병원의 흉부외과 수술팀의 결과 및 치료환경이 유사하다고 판단되었고 따라서, 연구 대상인 4곳의 중환자실 간의

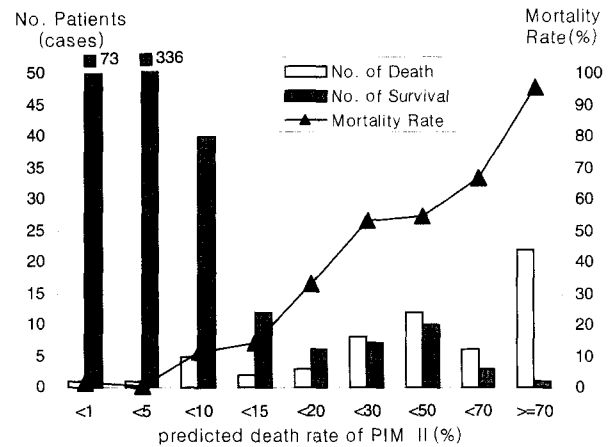
차이는 크게 진료과별(외과계/내과계)과 수술여부로 특징지을 수 있으므로 이에 따라 구분하여 살펴보았다. 먼저 진료과별로는 외과계(2.7%)에 비해 내과계(35.3%)에서 유의하게 높은 사망률을 보였다( $x^2=112.82, p < .0001$ ). 진료과별 사망률의 분포를 보면 <Figure 1> 외과계 환자의 경우에는 PIM II의 예측사망률이 15%이하에서는 1%미만의 사망률을 보이지만 그 이상이 되면 급격한 사망률의 증가를 보여 예측사망률이 70%이상에서는 100%의 사망률을 보인 반면, 내과계 환자의 경우에는 예측사망률이 증가함에 따라 비교적 일정하게 증가하는 양상을 보였다. 수술여부별로 비교하였을 때도 주로 외과계에서 수술을 하기 때문에 이와 비슷한 경향으로 수술하지 않은 경우 사망률 33.8%로 수술 한 경우 1.8%보다 유의하게 높았다( $x^2=117.41, p < .0001$ ). 입실경로에 따른 사망률도 유의한 차이를 보였는데( $x^2=119.99, p < .0001$ ), 병동에서 전실 온 경우가 38.7%로 가장 높고, 응급실을 통한 경우가 30.5%, 수술실을 통한 경우가 1.8% 순 이었다. 재실기간의 범위는 1일부터 122일이었고 평균재실기간은 6.9일이었다. 재실기간은 1일 이내와 2~5일 사이에 입실하는 환자의 특성이 상이하여 구분하였는데 1일 이내에서 44.7%로 가장 높은 사망률을 보였고, 그 이상의 경우 재실일수가 증가하면서 점차적으로 사망률이 증가하는 경향을 보여 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $x^2=102.56, p < .0001$ ).

<Table 2> Mortality rate by demographic characteristics

Sex					
Male	291( 53.1)	260(89.3)	31(10.7)	10.7	0.06
Female	257( 46.9)	228(88.7)	29(11.3)	11.3	(.813)
age(mon)					
< 1	65( 11.9)	61(93.8)	4( 6.2)	6.2	24.23
1~11	212( 38.7)	197(92.9)	15( 7.1)	7.1	(<.0001)
12~59	169( 30.8)	151(89.3)	18(10.7)	10.7	
60~119	56( 10.2)	47(83.9)	9(16.1)	16.1	
120~191	46( 8.4)	32(69.6)	14(30.4)	30.4	
Medical department					
Surgical	409( 74.6)	398(97.3)	11( 2.7)	2.7	112.82
Medical	139( 25.4)	90(64.7)	49(35.3)	35.3	(<.0001)
Operative status					
Postoperation	391( 71.4)	384(98.2)	7( 1.8)	1.8	117.41
Non-operation	157( 28.6)	104(66.2)	53(33.8)	33.8	(<.0001)
Location before ICU admission					
Operating Room	391( 71.4)	384(98.2)	7( 1.8)	1.8	119.99
Emergency Room	95( 17.3)	66(69.5)	29(30.5)	30.5	(<.0001)
Ward	62( 11.3)	38(61.3)	24(38.7)	38.7	
Length of Stay(day)					
< 1	47( 8.6)	26(55.3)	21(44.7)	44.7	102.56
2~5	302( 55.1)	290(96.0)	12( 4.0)	4.0	(<.0001)
6~10	136( 24.8)	129(94.9)	7( 5.1)	5.1	
≥ 11	63( 11.5)	43(68.3)	20(31.7)	31.7	
All	548(100.0)	488(89.1)	60(10.9)	10.9	



<Figure 1> Relation between predictive death rate of PIM II and mortality by department



<Figure 2> Relation between predictive death rate of PIM II and mortality rate

PIM II의 타당도

- 실제사망률과 예측사망률간 상관계수와 표준화사망비

<Figure 2>와 같이 실제사망률은 PIM II 예측사망률이 증가함에 따라 증가하여 실제사망률과 예측사망률간의 상관계수  $r=0.929(p<0.01)$ 였고, 표준화사망비는 1.15로 PIM II모형이 실제 사망자수를 약간 과소 추정하는 것으로 나타났다<Table 3>.

<Table 3> Correlation coefficient and standardized mortality ratio(SMR) between predictive death rate and mortality rate

correlation coefficient	standardized mortality ratio(O/E)
$r=0.929$ ( $p<0.01$ )	1.15

O; observed death E; expected death

<Table 4> validity index and correct classification

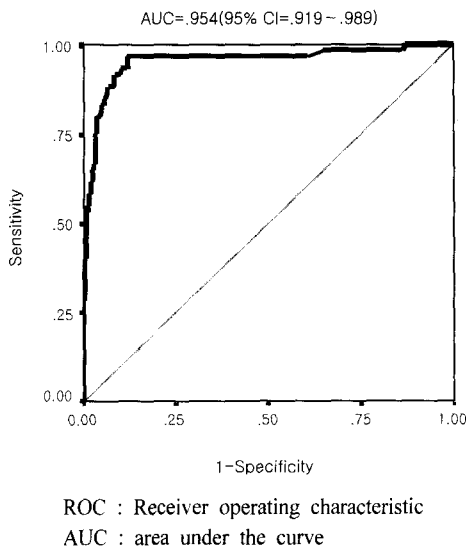
Expected death (%)	Sensitivity	Specificity	(+)Predictability	(-)Predictability	Correct Classification Rate(%)
9.5%	.88	.91	.56	.98	91.4%
10.0%	.89	.92	.58	.99	91.6%
15.0%	.85	.95	.66	.98	93.4%
20.0%	.80	.96	.70	.98	94.0%
50.0%	.47	1.00	.88	.94	93.4%
52.4%	.45	.99	.87	.93	93.2%
80.0%	.30	1.00	.95	.92	92.2%

● 타당도지수와 옳은분류율

<Table 4>는 전체 대상자의 PIM II 예측사망률 평균인 9.5%와 사망자의 예측사망률 평균인 52.4% 및 예측사망률 10%, 15%, 20%, 50%, 80%에서의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도와 옳은분류율을 제시한 것이다. 이때, 예측사망률 20%에서 양성예측도가 .70으로 다소 낮기는 하지만 민감도와 특이도, 음성예측도가 .80이상이며 옳은분류율 94.0%로 가장 높았다.

● ROC 곡선하면적

PIM II의 전반적 타당도를 평가하기 위해 ROC 곡선하면적을 조사한 결과 .954(95% CI=.919-.989)였다<Figure 3>.



<Figure 3> ROC curve and AUC for PIM II

● 일반적 특성에 따른 ROC 곡선하면적과 표준화사망비

연구대상자의 일반적 특성에 따라 ROC 곡선하면적과 표준화사망비를 봄으로써 모든 하부집단에 타당한지를 본 것이 <Table 5>이다. 대상자의 연령군별로 ROC 곡선하면적은 .87~1.00이었으며, 표준화사망비는 1개월 미만과 1~11개월에서 .80과 .95로 1보다 작아 과대추정하였고, 12~59개월, 60~119

개월, 120~191개월에서 1.20, 1.10, 1.72로 1보다 커서 과소추정하였다. 진료과별로 보았을 때 ROC 곡선하면적은 외과계에서 .94, 내과계에서 .90이었으며, 표준화사망비는 외과계 .63, 내과계 1.42였다. 수술여부별로 보았을 때 수술을 한 경우 곡선하면적은 .91이고 수술하지 않은 경우 .92로 큰 차이를 보이지 않았고, 표준화사망비는 수술한 경우 .50, 수술하지 않은 경우 1.39였다. 중환자실 입실경로별 곡선하면적은 .89~.94였으며 표준화사망비는 수술실을 통한 경우 .50, 응급실을 통한 경우 1.12, 병동에서 전실 온 경우 1.97이었다. 재실기간별로 보았을 때 ROC 곡선하면적은 11일 이상인 경우 .80으로 가장 낮았고 재실기간이 1일 이내인 경우 곡선하면적이 1.00으

<Table 5> AUCs of ROC curve and mortality ratio by demographic characteristics

characteristics	AUC of ROC curve(95% CI)	O/E
<b>Sex</b>		
Male	.93 (.86~1.00)	1.18
Female	.99 (.97~1.00)	1.12
<b>Age(mon)</b>		
<1	.98 (.89~1.01)	.80
1~11	.87 (.74~1.00)	.95
12~59	.98 (.96~1.00)	1.20
60~119	1.00 (1.00~1.00)	1.10
120~191	.95 (.89~1.01)	1.72
<b>Medical department</b>		
Surgical	.94 (.84~1.04)	.63
Medical	.90 (.84~.95)	1.42
<b>Operative status</b>		
Postoperation	.91 (.75~1.06)	.50
Non-operation	.92 (.87~.96)	1.39
<b>Location before ICU admission</b>		
Operating Room	.91 (.75~1.06)	.50
Emergency	.94 (.90~.99)	1.12
Ward	.89 (.80~.98)	1.97
<b>Length of Stay(day)</b>		
<1	1.00 (1.00~1.00)	1.50
2~5	.99 (.99~1.00)	.92
6~10	.98 (.95~1.01)	.64
≥11	.80 (.66~.92)	1.42

O; observed death E; expected death

로 가장 높았다. 표준화사망비는 1일 이내인 경우 1.50, 재실기간이 2~5일인 경우 .92, 6~10일인 경우 .64, 11일 이상인 경우 1.42였다.

## 논 의

본 연구에서는 총 548사례 중 60사례가 사망하여 10.9%의 사망률을 보였다. 이는 영국의 5개 병원 소아중환자실을 대상으로 한 Pearson 등(2001)의 연구(5.0~8.5%)와 미국의 32개 병원 소아중환자실 환자를 대상으로 한 Pollack 등(1996)의 연구(2.2~16.4%)에 비해 다소 높게 나타났다. 그러나 Pearson 등(2001)의 연구에 비해 본 연구에서는 가망없이 퇴원하여 24시간 내에 사망이 확인된 경우를 사망으로 분류하였던 점과, Pollack 등(1996)의 연구에서는 입실시 심폐소생술중인 환자와 중환자실 입실기간이 2시간 이하인 환자를 대상에서 제외하였으나 본 연구에서는 입실시 심폐소생술중인 환자를 포함하여 재실기간이 1시간 이상인 경우를 그 대상으로 하였기 때문에 사망률에 영향을 준 것으로 보여지며, 또한 이들 나라와의 의학적 기술 수준의 차이를 고려해 볼 수 있겠다.

소아에서 연령은 사망률에 영향을 주는 요인으로 Oh, Kim과 Yun(1989)의 연구에서 나이가 어릴수록 사망률이 높아짐을 보였고 Tan 등(1998)의 연구에서는 1개월 미만인 경우 사망률이 높기는 하나 통계적으로 유의하지는 않았다. 그러나 본 연구에서는 연령이 증가함에 따라 사망률이 증가함을 보였는데, 이는 본 연구에서 신생아중환자실을 제외한 중환자실에 입실한 소아를 그 대상으로 하여 미숙아나 출산과 관련된 문제를 지닌 1개월 미만의 신생아는 대상자에서 제외하고 단순히 선천성 심장기형으로 수술을 위해 입실한 경우만이 포함되었기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 PIM II의 타당도를 실제사망률과 예측사망률간의 상관계수, 표준화사망비, 타당도지수와 옳은분류율 및 ROC 곡선하변적으로 평가하였다. 먼저, PIM II의 예측사망률과 실제사망률간에는 유의한 상관성이 있어 예측사망률이 증가할수록 대체적으로 사망률이 증가하여 PIM II가 실제사망률 예측하는데 활용될 수 있음을 보였다. 한편, PIM II의 예측사망률이 20%이하일 때 실제사망률은 33.3%였으나 20~30%일 때 53.0%의 사망률을 보여 본 연구대상병원의 경우 입실시의 예측사망률이 20~30%일 경우에는 보다 철저하고 신속히 집중치료를 행하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

둘째, 관찰사망자수를 실제사망자수로 나눈 표준화사망비는 1.15로 PIM II가 실제사망자를 약간 과소추정함을 보였다. 최근에는 동일한 중환자실이라 하더라도 환자의 특성에 따라 타당도가 달라질 수 있으므로 각 특성에 따라 하부집단별로 모형의 타당도 분석이 추가로 요구되고 있어(Jeong et al., 2003),

일반적 특성에 따라 구분하여 표준화사망비를 살펴보았다. 그 결과, 내과계 환자들이 대부분을 차지하였던 60~191개월의 연령과 수술을 하지 않은 경우, 병동과 응급실을 통한 경우, 그리고 재실기간이 1일 이내와 11일 이상인 경우의 사망비는 1보다 커서 과소추정함을 보인 반면, 외과계 환자들이 대부분을 차지하였던 1년 미만의 연령과, 수술을 한 경우, 입실경로는 수술실이며 재실기간이 6~10일인 경우에는 표준화사망비가 1보다 작아서 PIM II가 과대추정함을 보였다.

본 연구에서는 대상자수의 제한으로 진단명별로 구분하여 분석하지는 못했지만, Slater와 Shann(2004)의 호흡기계 및 여러 복합질환을 동반한 환자에서 표준화사망비가 1보다 커서 PIM II가 과소추정하는 반면 심장계 및 심장의 수술환자에서 1보다 작아서 과대추정한다는 결과와 부분적으로 일치한다. 이러한 결과는 수술환자가 가지는 특성과 관련이 있는데 수술 후 일정기간동안은 다양한 침습적 시술 및 기구 삽입 등으로 환자의 위중도가 높게 추정되었다가 일정기간 후에는 환자상태가 안정되어 위중도가 떨어진다. 이에 비해 PIM II는 중환자실 입실 1시간 이내의 값으로 측정되어지므로 환자가 가장 위중할 때 측정되어 사망을 과대추정하게 된다. 따라서 PIM II를 적용함에 있어 환자의 특성을 신중히 고려하여야 하며, 중환자실 입실 후 1시간 내에는 물론 시간이 경과함에 따라 PIM II를 반복 측정함으로써 판단의 정확성을 높일 수 있을 것이다.

다음으로, 타당도지수와 옳은분류율을 살펴보았는데 민감도와 특이도는 이상적으로 둘 다 높은 값을 지닐수록 좋으나 현실적으로는 민감도가 높으면 특이도가 줄어들게 된다(Larson, 1986). 따라서 연구자는 연구 목적에 따라 4개의 타당도 지표 중 특히 어떤 지표에 중점을 두게 되는데(Lee, Jeong, & Jun, 2003), 병원측의 최대 지원이 가능하여 사망의 위험도가 높은 환자에게 최대의 중환자 간호가 이루어질 수 있다면 민감도와 음성예측도가 중요하다. 그러나 사망의 위험이 낮은 환자들에게 중환자 간호가 행해짐에 따라 간호시간이 증가하고 효율성이 떨어질 수 있다면 특이도와 양성예측도를 높이는 것을 고려해 볼 수 있다. PIM II 개발 당시 도구개발자가 경계점수를 제시하지는 않았지만 본 연구대상병원에서 적절히 활용가능한 경계점수를 정하기로 하였는데, 사망이라는 것은 환자는 물론 병원측에서도 중요한 사건이므로 사망의 가능성이 있는 환자를 모두 선택하여 집중치료를 일찍 시작하면 좋으나, 대상병원의 경우 소아중환자실이 따로 구분되어 있지 않고 침상수가 한정되어 있어 민감도와 특이도가 .80이상인 값들 중에서 적절한 지점을 선택하기로 하였다. 그 결과 예측사망률 20%에서 옳은분류율이 94.0%로 가장 높았고, 민감도 .80, 특이도 .96, 양성예측도 .70, 음성예측도 .98로 만족할 만 하였다. 따라서, 입실시 PIM II 예측사망률

이 20%이상인 경우에는 좀 더 신속하고 세밀한 간호가 요구된다고 할 수 있겠다.

마지막으로 ROC 곡선은 관찰된 모든 범위의 값들을 이용하여 Y축은 민감도, X축은 1-특이도로 이루어진 좌표 위에 점을 찍고 그 점들을 연결하는 방법으로 그려지게 되는데, 여기서 곡선하면적은 전반적 타당도를 평가하는 정량적 단일 지표로 사용된다. 곡선하면적이 .80이라는 말은 이 검사법을 이용하면 환자의 80%를 양성으로 판정할 수 있다는 의미가 아니라 환자군과 정상인군에서 무작위로 한 명씩 추출하여 측정값을 비교하였을 때, 환자가 더 높은 값을 가지는 경우라면 환자가 정상인보다 높은 측정값을 나타낼 확률이 80%라는 의미이다. 보통 곡선하면적이 .80이상일 경우 비교적 판별력이 높다고 분석하며 이 값이 클수록 타당도가 높다(Kim, 1999). 본 연구에서 ROC 곡선하면적은 .954(95% CI=.919~.989)였고 도구 개발 당시 Slater 등(2003)의 .90과 타당도를 재검증한 Slater와 Shann(2004)의 .90보다 높게 나왔으며 비교적 높은 수준의 타당도를 보였다. 하부집단별로 살펴보면 연령군별로 ROC 곡선하면적이 .87~1.00이었는데 1~11개월에서는 심장 수술, 폐렴, 경련, 설사, 백혈병 등으로 이 구간에 속하는 대상자의 건강문제가 다양하기 때문에 다른 연령군에 비해 다소 곡선하면적이 떨어지는 것으로 생각된다. 진료과별로는 외과계가 내과계에 비해 ROC 곡선하면적이 조금 높았는데, 이는 외과계 환자의 경우 일정 점수를 기준으로 사망률이 급격하게 달라지면서 사망자와 생존자의 구분이 좀 더 분명해질 수 있기 때문으로 보인다. 입실경로별로는 위치별 큰 차이 없이 타당하였고, 수술여부별로도 수술을 하지 않은 경우 .92와 수술을 한 경우 .91로 비교적 높은 수준의 타당도를 유지하였다. 재실기간별로는 11일 이상인 경우 .80으로 곡선하면적이 가장 낮았는데, 이는 입실시 예측사망률이 낮다하더라도 대부분의 경우 장기 치료로 인한 합병증인 폐렴, 폐혈증, 심부전, 다장기 부전으로 사망하여 곡선하면적이 다소 떨어지는 것으로 생각되며, 모든 하부그룹에 있어 곡선하면적은 .80이상을 유지하였다.

이상의 결과에서 PIM II는 소아중환자의 위중도를 평가하고 사망의 위험을 예측함에 있어 타당하다고 평가할 수 있다. 따라서, 본 연구대상병원에 입실하는 모든 소아중환자를 대상으로 정기적으로 사용하여 소아중환자실 입실과 퇴실 기준설정, 치료의 범위 설정, 의료진 간 객관적 정보체계 및 사정도구로 활용가능하며 소아중환자간호의 질적향상 및 간호의 효율성을 높일 수 있을 것으로 보여진다. 본 연구에서는 대상자수의 제한으로 진단명이나 입실원인의 차이, 병원이나 인력의 차이, 퇴실기준의 차이에 대한 분석과 심장수술 환자들을 대상으로 수술시간이나 기형의 종류, 복합기형의 유무, 인공심폐기 사용시간, 인공호흡기 사용기간에 따른 분석을 시행하지

못하였는데 이에 대한 추후 연구가 요구된다.

아울러, 이를 바탕으로 소아중환자 분류, 의료의 질평가 등에 활용할 수 있는 노력이 필요하리라 생각되며, 더 많은 대상자를 대상으로 PIM II에 대한 반복적인 타당도 평가가 필요하다고 본다.

## 결론 및 제언

본 연구는 위중도 지표인 PIM II의 타당도를 평가하여 그 유용성을 살피기 위한 후향적 조사 연구로, 2002년 1월 1일부터 2003년 12월 31일까지 B시에 소재하는 P 대학교병원 내 중환자실(내과계, 외과계, 신경외과)과 D 대학교병원 내 심장중환자실에 입실한 16세 이하의 소아중환자 548사례를 대상으로 하였다. 중환자실 입실시 자료를 이용해 PIM II의 예측사망률을 구하고 퇴원 당시의 환자상태를 사망 또는 생존으로 구분하여 실제사망률을 구하였으며 PIM II의 타당도를 평가하기 위해 실제사망률과 예측사망률간의 상관관계수, 표준화사망비, 타당도지수와 옳은분류율, ROC 곡선하면적을 구하였다.

- 실제사망률 10.9%, 예측사망률 9.5%였으며 실제사망률과 예측사망률간 상관관계수는 .929, 표준화 사망비는 1.15였다.
- 예측사망률 20%를 경계점수로 할 때 민감도 .80, 특이도 .96, 양성예측도 .70, 음성예측도 .98, 옳은분류율 94.0%이었으며, ROC의 곡선하면적은 .954(95% CI=.919-.989)였다.
- 대상자의 일반적 특성에 따라 구분하였을 때 외과계에서는 PIM II가 과대추정하였고 내과계에서는 과소추정하였으며, ROC 곡선하면적은 모든 구간에서 .80이상 유지하였다.

이상의 결과에 따라 본 연구대상 소아중환자에게 입실시에 정기적으로 PIM II를 적용하여 위중도를 평가하고 예후를 예측하는 것이 타당하며, 이를 임상적으로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 더 많은 대상자를 이용한 반복적인 타당도 평가 연구 및 소아중환자의 위중도 평가를 위해 PIM II를 일상적으로 사용할 것을 제언한다.

## References

- Oh, Y. S., Kim, S. D., & Yoon, H. O. (1989). An Evaluation of Fatality Rates in Pediatric Intensive Care Patients. *Korean J Anesthesiol*, 22(4), 525-529.
- Kim, J. Y. (1999). *Development of Questionnaire on the Job-related Musculoskeletal Disease Using ROC Analysis Method. Unpublished master's dissertation*. Seoul National university, Seoul.
- Lee, Y. H., Jeong, I. S., & Jun, S., S. (2003). A comparative study on the Predictive Validity among Pressure Ulcer Risk Assessment Scales. *J Korean Acad Nurs*. 33(2),

- 162-169.
- Jang, Y. S. (2001). Development of Admission and Discharge Criteria in Intensive Care Units. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*, 13(2), 291-304.
- Beck, D. H., Taylor, B. L., Millar, B., & Smith, G. (1997). Prediction of outcome from intensive care ; A prospective cohort study comparing Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II and III prognostic system in a United Kingdom intensive care unit. *Crit Care Med*, 25(1), 9-15.
- Gemke, R. J., & van Vught, J. (2002). Scoring systems in pediatric intensive care: PRISM III versus PIM. *Intensive care Med*, 28(2), 204-207.
- Jeong, I. S., Kim, M. H., & Kim, J. S. (2003). Predictive accuracy of severity scoring system ; a prospective cohort study using APACHE III in Korean intensive care unit. *Int J Nurs Stud*, 40(3), 219-226.
- Larson, E. (1986). Evaluating validity of screening tests. *Nurs Res*, 35, 186-191.
- Pearson, G. A., Stickley, J., & Shann, F. (2001). Calibration of the Pediatric Index of Mortality in UK pediatric intensive care units. *Arch Dis Child*, 84(2), 125-128.
- Pollack, M. M., Ruttimann, U. E., & Getson, P. R. (1988). Pediatric risk of mortality(PRISM) score. *Crit Care Med*, 16(11), 1110-1116.
- Pollack, M. M. (1992). Clinical scoring systems in pediatric intensive care. in Fuhrman, B. P., & Zimmerman, J. J.(Eds), *Pediatric Critical Care*(pp.153-162). St. Louis, Mosby Year Book.
- Pollack, M. M., Patel, K. M., & Ruttimann, U. E. (1996). PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med*, 24(5), 743-752.
- Schulte, P. A., & Perera, F. P. (1993). Validation in molecular epidemiology : *principles and practices*. NY: Academic Press.
- Seferian, E. G., Carson, S. S., Pohlman, A., & Hall, J. (2001). Comparison of utilization and outcome between pediatric and adult intensive care unit patients. *Pediatr Crit Care Med*, 2(1), 2-8.
- Shann, F., Pearson, G., Slater, A. J., & Wilkinson, K. (1997). Paediatric index of mortality (PIM) : a mortality prediction model for children in intensive care. *Intensive Care Med*, 23, 201-207.
- Slater, A. J., Shann, F., & Pearson, G. (2003). PIM2 : a revised version of Paediatric Index of Mortality. *Intensive care Med*, 29(2), 278-285.
- Slater, A. J., Shann, F. (2004). 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*, 5(5), 447-454.
- Tan, G. H., Tan, T. H., Goh, D. Y., & Yap, H. K. (1998). Risk factors for predicting mortality in a paediatric intensive care unit. *Ann Acad Med Singapore*, 27(6), 813-818.
- [www.sfar.org/scores2/pim22.html](http://www.sfar.org/scores2/pim22.html)

## Evaluating the Validity of the Pediatric Index of Mortality II in the Intensive Care Units

Kim, Jung-Soon<sup>1)</sup> · Boo, Sun-Joo<sup>2)</sup>

1) Department of Nursing, College of Medical, Pusan National University  
2) Intensive Care Unit, Pusan National University Hospital

**Purpose:** This study was to evaluate the validity of the Pediatric Index of Mortality II(PIM II). **Method:** The first values on PIM II variables following ICU admission were collected from the patient's charts of 548 admissions retrospectively in three ICUs(medical, surgical, and neurosurgical) at P University Hospital and a cardiac ICU at D University Hospital in Busan from January 1, 2002 to December 31, 2003. Data was analyzed with the SPSSWIN 10.0 program for the descriptive statistics, correlation coefficient, standardized mortality ratio(SMR), validity index(sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value), and AUC of ROC curve. **Result:** The mortality rate was 10.9%(60 cases) and the predicted death rate was 9.5%. The correlation coefficient(r) between observed and expected death rates was .929(p<.01) and SMR was 1.15. Se, Sp, pPv, nPv, and the correct classification rate were .80, .96, .70, .98, and 94.0% respectively. In addition, areas under the curve(AUC) of the receiver operating characteristic(ROC) was 0.954(95% CI=0.919~0.989). According to demographic characteristics, mortality was underestimated in the medical group and overestimated in the surgical group. In addition, the AUCs of ROC curve were generally high in all subgroups. **Conclusion:** The PIM II showed a good, so it can be utilized for the subject hospital.



**Key words** : Validity (Epidemiology), Intensive care units, Pediatric, Severity of illness index, Mortality

- Address reprint requests to : Boo, Sun-Joo  
*Intensive Care Unit, Pusan National University Hospital*  
*1-10, Ami-Dong, Seo-Gu, Busan 602-739, Korea*  
*Tel: +82-51-240-7508 Fax: +82-51-242-6097 E-mail: boosj77@yahoo.co.kr*

<Appendix 1> Coding rules. These rules must be followed carefully for PIM II to perform reliably:

1. Record SBP as 0 if the patient is in cardiac arrest, record 30 if the patient is shocked and the blood pressure is so low that it cannot be measured.
2. Pupillary reactions to bright light are used as an index of brain function. Do not record an abnormal finding if this is due to drugs, toxins or local eye injury.
3. Mechanical ventilation includes mask or nasal CPAP or BiPAP or negative pressure ventilation.
4. Elective admission. Include admission after elective surgery or admission for an elective procedure (e.g. insertion of a central line), or elective monitoring, or review of home ventilation. An ICU admission or an operation is considered elective if it could be postponed for more than 6 h without adverse effect.
5. Recovery from surgery or procedure includes a radiology procedure or cardiac catheter. Do not include patients admitted from the operating theatre where recovery from surgery is not the main reason for ICU admission (e.g. a patient with a head injury who is admitted from theatre after insertion of an ICP monitor; in this patient the main reason for ICU admission is the head injury).
6. Cardiac bypass. These patients must also be coded as recovery from surgery.
7. Cardiac arrest preceding ICU admission includes both in-hospital and out-of-hospital arrests. Requires either documented absent pulse or the requirement for external cardiac compression. Do not include past history of cardiac arrest.
8. Cerebral haemorrhage must be spontaneous (e.g. from aneurysm or AV malformation). Do not include traumatic cerebral haemorrhage or intracranial haemorrhage that is not intracerebral (e.g. subdural haemorrhage).
9. Hypoplastic left heart syndrome. Any age, but include only cases where a Norwood procedure or equivalent is or was required in the neonatal period to sustain life.
10. Liver failure acute or chronic must be the main reason for ICU admission. Include patients admitted for recovery following liver transplantation for acute or chronic liver failure.
11. Neuro-degenerative disorder. Requires a history of progressive loss of milestones or a diagnosis where this will inevitably occur.
12. Bronchiolitis. Include children who present either with respiratory distress or central apnoea where the clinical diagnosis is bronchiolitis.
13. Obstructive sleep apnoea. Include patients admitted following adenoidectomy and/or tonsillectomy in whom obstructive sleep apnoea is the main reason for ICU admission (and code as recovery from surgery).