



# 신생아에 있어 TcB(transcutaneous bilirubinometry)를 이용한 고빌리루빈혈증의 사정

안영미<sup>1)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 이상미<sup>2)</sup> · 전용훈<sup>3)</sup>

## 서 론

### 연구의 필요성

신생아는 자궁내에서 자궁외 환경으로 급격한 변화를 겪고 있는 존재로, 그 중 조혈기능의 변화로 인해 신생아는 태아성 적혈구 대신 성인성 적혈구를 만들어내기 시작한다. 적혈구가 파괴될 때 그 부산물로 빌리루빈이 생산되며 이는 간효소의 도움으로 체외로 배설되어야 한다. 신생아의 경우 태아성 적혈구의 상대적으로 빠른 파괴, 미성숙한 간기능 등의 요인으로 빌리루빈이 혈중에 과잉 축적되는데, 이를 고빌리루빈혈증(hyperbilirubinemia)이라 하며 피부는 노란 색조변화인 황달을 보인다(Cloherty & Stark, 1998), 1998). 축적된 빌리루빈은 대부분 간접빌리루빈의 형태로, 이는 혈액-뇌-관문(blood-brain barrier)을 통과하여, 뇌신경장애를 초래할 수 있다. 신경장애를 초래할 수 있는 빌리루빈의 혈중 농도는 정확히 알려진 것은 없으나, 다만, 미숙, 감염, 호흡곤란, 탈수, 체온변화, 태변착색 등의 고위험요인이 고빌리루빈혈증의 출현과 진행을 더욱 악화시킨다고 알려져 있다(Merenstein & Gardner, 1998). 일반적으로 신생아의 50% 이상이 생후 2-10일 정도에 생리적 인 고빌리루빈혈증을 경험한다. 따라서 황달은 그 원인이 생리적 변화인지 혹은 병리적 현상인지와 관계없이 그 발현 자체가 신생아에게 고위험건강요인이 되고 또 일단 발현하면 매우 급격한 진행을 보일 수 있다. 따라서 24시간 신생아를 전적으로 책임지며 돌보는 간호사는 하루에도 여러 번 황달의 출현·진행여부를 관찰하고, 사정해야 한다.

일반적으로 황달은 이마, 얼굴에서 먼저 관찰되어 몸통에서 다리로 내려오는데, 신생아의 심혈관순환의 적응도와 피부 상태에 따라 그 진행이 신체 각 부위 별로 다를 수 있고 간호사의 시각적 판단도 다양할 수 있다. 정확한 황달사정은 모세혈관에서의 혈액채취를 요하는데, 이는 침입적 방법으로 신생아에게 감염의 위험과 불편감 등을 가중하고 또 일정한 기술적 시간과 비용을 요한다. 이에 1980년에 일본의 Yamanouchi, Yamauchi, Igarashi에 의해 채혈을 하지 않고 경피적으로 피부의 황색정도를 측정할 수 있는 transcutaneous bilirubinometer(TcB)가 개발되었다.

TcB는 신생아의 피부에 센서가 달린 기기표면을 직접 접촉함으로써 즉시에 황달 정도를 측정하는데, 한 손으로 사용 가능한 편리한 기기이다. 신생아에 있어 거의 50%에 이르는 고빌리루빈혈증의 높은 출현도와 가능한 합병증, 또 TcB의 임상적 유용성을 고려할 때, 정상 혹은 고위험신생아에게 TcB를 이용하여 황달의 정도를 사정하는 아주 흔하고도 중요한 간호사정의 일부이다. 그러나, TcB는 피부의 황색정도를 측정하는 기계로, 혈중빌리루빈 농도를 직접적으로 반영하지 않고, 대상자의 특성에 따라, 혹은 측정 부위마다 다른 측정값을 제시할 수 있다. 현재 세계 유일의 TcB인 Minolta Jaundice Meter(JM-102 model)의 지침서에서도, TcB 측정치와 혈중빌리루빈은 상관관계가 높다고만 기술되어 있을 뿐, 두 측정치 간의 기본 차이값인 상대적 상수값(intercept; 가중치)이나, 대상 특성 별 상관관계의 크기는 제시하고 있지 않다. 이렇듯, TcB와 혈중빌리루빈과의 상관관계의 민감성에 대한 연구의 부족으로 인해, 국내 신생아실이나, 신생아중환자실에서 TcB

**주요어 :** 고빌리루빈혈증, 황달, 경피적황달측정기, 신생아

1) 인하대학교 의과대학 간호학과 교수, 2) 인하대학병원 신생아중환자실 간호사, 3) 인하대학교 의과대학 소아과 교수  
투고일: 2002년 5월 16일 심사완료일: 2003년 1월 28일

를 사용하는 정도는 각 기관마다 다양한 정도를 보인다. 무분별하게 TcB를 사용하는 경우, 그 간접측정과 측정방법에 따른 오차로 인해 정확하고도 신속한 황달사정을 위한 의미 있는 자료를 제시하지 못한다. 반면, 모든 신생아에게 TcB를 사용하지 않고 매번 채혈을 통해 고빌리루빈혈증의 출현과, 진행과정 및 치료효과를 사정한다는 것 역시, 신생아에게 침습적 방법으로 인한 감염가능성 및 통증유발, 비효율적 비용발생, 절차의 복잡성 등과 같은 문제를 야기한다. 따라서 간호사는 신생아의 특성과 측정 부위에 따른 TcB 측정치와 혈중 빌리루빈 측정치간에 관계를 규명하여, 이를 근거로 TcB 측정치를 해석할 필요가 있다. 두 측정치간에 표준화된 상관관계를 근거로 하며 TcB를 사용하는 경우, 간호사는 비침습적인 방법으로 언제든지, 혈중빌리루빈 정도를 추론케하여 신생아 고빌리루빈혈증의 출현 및 진행에 대해, 매우 빠르고도 편리한 사정을 할 수 있을 것이다.

**연구목적**

본 연구는 일개 신생아실과 신생아중환자실에 입원한 신생아를 대상으로 신체 각 부위(이마, 흉골부위, 복부, 둔부, 손등, 발등) 별, TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정치 간에 관계를 파악하기 위해 실시되었다. 본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다. 신생아에 있어;

- 신체 각 부위 별(이마, 흉골부위, 복부, 둔부, 손등, 발등) TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정치 값의 상관관계를 비교한다.
- 신체 각 부위 별(이마, 흉골부위, 복부, 둔부, 손등, 발등) TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정치 값의 회귀직선방정식을 구하여 두 측정치 간의 기본차이값인 가중치를 확인한다.
- 신체 각 부위 별(이마, 흉골부위, 복부, 둔부, 손등, 발등) TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정치 값의 관계에 영향을 미치는 변인을 조사한다.

**연구 방법**

본 연구는 신생아를 대상으로 신체 각 부위 별 TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정치와의 상관관계와 두 측정치 간의 가중치를 조사하고, 그 관계에 영향을 미치는 변수들을 조사하기 위한 서술적 상관조사연구이다.

**연구대상**

본 연구의 표적모집단은 수도권에 위치한 3차 병원의 신생아실에 입원한 정상 혹은 고위험신생아 중 신생아간호사의

판단으로 황달의 가능성이 의심되는 신생아이다. 연구대상자는 2001년 7월부터 2002년 1월까지 연구참여선택기준에 부합한 비확률적 목적적 표출법에 의해 추출된 102명이었다. TcB와 혈중빌리루빈 측정치간의 상관계수로 가장 적게 보고된,  $r = 0.32$ 를 근거(Dai, Parry & Krahn, 1997)로, one-tailed  $\alpha = .025$ , power = 0.8을 적용하여 power analysis를 한 결과 연구대상자수가 80명으로 산출되었는데, 발생 가능한 오차를 고려하여, 약 20%의 대상자수를 증가시킴을 고려할 때, 102명은 적절한 대상자크기로 여겨진다. 연구에 참여하기 위한 선택조건은 1) 정상신생아, 2) 고위험신생아, 3) 피부질환이 없음, 4) 황달사정 요구 있음 이었다. TcB를 이용한 황달의 측정은 기기의 피부적 접촉만이 필요한 절차로, 해당 기관에서는 대상자의 건강사정의 일부로 하루에도 수 차례 수행되는 간호업무이다. 또한 황달이 의심되는 신생아는 발뒤꿈치의 모체혈관에서 채혈을 하여 혈중빌리루빈 농도를 측정하였는데, 이 역시, 필수 의료중재의 하나로 간주된다. 이에 본 연구의 주요 변수인 TcB 측정치나, 혈중빌리루빈 측정치로 인해 대상자에게 부가적인 자극이나 처치를 가하지 않았고, 두 가지 방법이 모두 해당 치료수집지의 일상적 중재의 일부이므로 신생아 보호자의 연구참여동의를 필요치 않았다. 본 연구대상자에 관한 모든 자료는 일정부호로 코딩이 되어, 무기명으로 처리되었다.

**연구도구**

- 혈중빌리루빈 측정 : 혈중빌리루빈 농도는 직접빌리루빈과 간접빌리루빈을 모두 합한 총 빌리루빈 농도를 의미하며, 대부분 간접빌리루빈으로 인한 농도이다. 모체혈관에서 취한 혈액에서 Wako bilirubin tester(Capillary SE-1010 II)를 이용하여 측정하였는데 측정단위는 mg/dl이다.
- TcB 측정 : 현재, 유일한 경피적황달측정기인 JM-102는 신생아를 대상으로, 비침습적 피부접촉을 통해, 광학전자적 기술(optoelectronic technology)을 사용하여 피하조직의 황색정도를 측정하는 도구이다. 그 원리는 푸른 광파장과 녹색 광파장 영역의 광밀도 차이를 측정하는 것인데, 푸른 광파장은 주로 간접빌리루빈의 황색침착을 반영하고, 녹색 광파장은 헤모글로빈의 붉은 색을 반영하므로, 두 파장에서 녹색 광파장에 의한 흡수를 제거함으로써, 간접빌리루빈에 의한 피부 황색 정도를 측정한다. 검사자가 한 손으로 기기의 센서부위를 측정하고자 하는 피부 표면에 살짝 눌러 밀착시키면, 센서부위에서 빛을 발함으로써 측시에 피부의 황색정도를 측정하는데, 눈을 제외한 신체 어느 부위에든 사용 가능하다. 이 기기는 한번의 충전으로 약 500회 정도 측정가능한데, 사용하지 않을 시에는

항상 전원에 연결하여 충전상태를 유지하도록 하였으며, 모든 측정은 하나의 도구를 사용하였다.

**자료수집**

대상자의 일반적 특성과 모든 건강정보 및 TcB 측정값과 혈중빌리루빈 값을 수집하기 위해 구조화된 자료수집지를 이용하였다. 모든 자료수집은 신생아간호사인 연구자 2인에 의해 수행되었다. 일반적 자료는 인구학적 정보 뿐 아니라, 입원하게 된 주원인, 신생아고위험요인 등의 모든 건강문제를 포함하며, 외부에서 입원한 신생아의 경우, 아프가점수에 대한 정보가 없었으며, 대상자의 건강상태에 따라 CBC, ABO type, 광선치료관련 자료는 다양했다. 또한, 복부와 발등 부위의 TcB측정은 52명의 대상자에게 시도되었는데, 이는 황달이 두미방향으로 진행되므로 일반적으로 신체 말단부위에서 TcB 측정은 하지는 않으나, 본 연구를 위해, 말단부위가 노출된 신생아에게 한하여 자료를 수집하였기 때문이다. 구체적인 자료수집과정은 아래와 같다.

- 혈중빌리루빈 측정값의 수집 : 황달이 의심되는 신생아는 발뒤꿈치의 가장자리부위에서 피침(lancet)을 이용하여 모세혈관에서 혈액을 채취하였다. 광선치료를 받고 있는 경우는 광선치료를 중단한 상태에서 채혈되었으며, 채혈 직후 곧바로 옆 기기실에 위치한 원심분리기와 Wako tester 를 이용하여, 혈중빌리루빈농도를 측정하였다.
- TcB 측정값의 수집 : 혈중빌리루빈 측정을 위한 채혈과 동시에 연구자는 신생아의 이마, 흉골부위, 배, 둔부, 손등, 발등의 6부위의 중앙에 TcB를 수직으로 밀착시켜 피부의

황달정도를 측정하였다. 측정값은 소수점 한 자리로 측정 되었는데, 각 부위 별 3회씩 측정하여, 그 평균값을 해당 부위의 대표 측정값으로 취하였다.

**자료분석**

연구변수들은 그 속성상 정량적 특성을 가지고, 통계적으로 정규분포를 이루는 것으로 나타나, SPSS/Win 10.0의 data entry에 이중 입력되어, 아래와 같은 모수검정통계법을 적용하였다. 이때, 통계적 유의수준은 one-tailed  $\alpha = .025$ 를 적용하였는데, 이는 선행연구에서 혈중빌리루빈 측정값과, TcB 측정값에는 긍정적 상관관계가 있는 것으로 보고되었기 때문이다.

- 대상자의 일반적 특성을 비롯한, 연구변수들의 특성은 서술적 통계를 이용하여, 분석되었다.
- 혈중빌리루빈 측정값과, 신체 부위 별 TcB 측정값과의 관계, 대상자의 특성에 따른 두 측정 값 간의 관계는 Pearson coefficients, ANOVA, 단순회귀분석를 이용하여 분석하였다.

**연구 결과**

**대상자의 특성**

연구대상자의 일반적 특성과 연구변수관련 서술적 특성은 <Table 1>과 <Table 2>에 각각 제시되었다. 총 102명의 신생아 중, 여아 42명(41.2%), 남아60명 (58.8%)으로 평균 체태기간은 37.5주, 평균 출생체중은 2,903g이었다. 출생 시 아프가

<Table 1> Characteristics of subjects

(N = 102)

Characteristics	frequency(%)	N	range	mean(SD)
Sex	Female	42(41.2)		
	Male	60(58.8)		
Birth type	Vaginal delivery	53(52%)		
	C/S delivery	49(48%)		
Main feeding type	Breast feeding	29(28.4%)		
	Bottle feeding	66(65.7%)		
	NPO	6(5.9%)		
ABO type	Compatible	52(51.0%)		
	Incompatible	35(34.3%)		
	B/AB-A	5(4.9%)		
	A/AB-B	7(6.9%)		
	A/B-O	23(22.5%)		
Gestational age(week)		102	28.3-41.42	37.53(2.94)
Postnatal age(day)		102	2-34	7.91(4.52)
Birth weight(gram)		102	1217-4300	2902.98(648.80)
Current weight(gram)		102	1028-4237	2819.28(633.56)
Apgar score at 1 min.		44	1-9	7.16(1.63)
Apgar score at 5 min.		44	5-10	8.70(1.07)

<Table 2> Medical conditions of subjects

Characteristics	frequency(%)	Characteristics	N	range	mean(SD)
Low birth weight	Yes 23(22.5%) No 79(77.5%)	Hemoglobin(g/dl)	97	10.7-20.7	15.65(2.25)
Prematurity	Yes 27(26.5%) No 75(73.5%)	Hematocrit(%)	97	31.2-63.0	46.13(6.71)
PROM	Yes 7(6.9%) No 95(93.1%)	TSB*	102	4.5-21.9	11.73(3.12)
Congenital anomaly	Yes 6(5.9%) No 96(94.1%)	TcBf*	102	15.4-27.0	20.55(2.50)
Diarrhea	Yes 5(4.9%) No 97(95.1%)	TcBf*	102	9.8-24.5	17.23(3.57)
Sepsis	Yes 5(4.9%) No 97(95.1%)	TcBa*	52	11.0-23.5	16.19(3.19)
Cephal hematoma	Yes 4(3.9%) No 98(96.1%)	TcBb*	102	13.0-27.0	18.22(2.29)
Meconium stain	Yes 3(2.9%) No 99(97.1%)	TcBh*	102	10.3-21.9	15.83(2.27)
RDS	Yes 2(2.0%) No 100(98.0%)	TcBdp*	52	11.5-19.8	15.49(1.75)
IUGR	Yes 2(2.0%) No 100(98.0%)	phototherapy(day)	46	1-7	2.87(1.78)
Vomiting	Yes 2(2.0%) No 100(98.0%)	# of stool pass(day)	96	1-9	3.99(2.04)
Hypothyroidism	Yes 1(1%) No 101(99%)	# of problems	64	1-4	1.7(.89)
Thrombocytopenia	Yes 1(1%) No 101(99%)				

\* note: TSB = total serum bilirubin (g/dl)(n = 102, or n = 52)  
 TcBf = transcutaneous bilirubinometry value at forehead(n = 102)  
 TcBs = transcutaneous bilirubinometry value at sternum(n = 102)  
 TcBa = transcutaneous bilirubinometry value at abdomen(n = 52)  
 TcBb = transcutaneous bilirubinometry value at buttock(n = 102)  
 TcBh = transcutaneous bilirubinometry value at hand(n = 102)  
 TcBdp = transcutaneous bilirubinometry value at dorsalis-pedia(n = 52)

점수 사정이 가능한 경우는 모두 44명으로 1분에 평균 7.16 점, 5분에 8.70점이었다. 출생 후, 평균 7.91일 째에 자료수집을 수행하였는데 그때 체중은 2,819.3g로 약 84g 정도의 체중 감소를 보였다. 대상자의 28.4%는 주로 모유수유에 의존하고 있었으며, 하루에 평균 4회 정도의 배변을 하였다. 전체 대상자의 63%인 64명이 고위험요인을 가지고 있는 것으로 나타났는데, ABO부적합증이 35명(34.3%)으로 가장 많았고, 이어 미숙아가 27명(26.5%), 저출생체중아가 23명(22.5%), 조기과수 7명, 선천성기형 1명, 설사 5명, 패혈증 5명, 두혈중 4명, 태변 흡입 3명, 호흡곤란증(RDS) 2명 등의 순이었는데, 이는 고위험신생아의 경우 평균 1.8개 정도의 건강문제를 가지고 있는 것에 해당한다. 평균 대상자의 헤모글로빈과 헤마토크리트는 각각 평균 15.65g/dl과 46.13%를 보였다. 황달로 인해, 광선치료를 받고 있는 경우는 연구대상자의 45.1%에 해당하는 46명으로, 광선치료를 받은 후 평균 3일째에 자료가 수집되었다.

전체 대상자의 혈중빌리루빈(total serum bilirubin: TSB)은

4.5-1.9mg/dl의 범위에서, 평균 11.73mg/dl(SD=3.12)로 나타났다. 신체 각 부위별 TcB 측정의 평균값은 이마에서 20.55(SD=2.50)에서 가장 높게 나타났고, 이어 둔부 18.22(SD=2.29), 흉골부위 17.23(SD=3.57), 복부 16.19(SD=3.19), 손등 15.83(SD=2.27), 발등 15.49(SD=1.75) 순으로 나타났다.

### 혈중빌리루빈 측정값과 TcB 측정값과의 관계

혈중빌리루빈과 TcB 측정값과의 관계는 <Table 3>에 제시되어있다. 혈중빌리루빈 값과 신체 6부위에서의 TcB 측정값을 비교한 결과, 이마에서 r=0.668로 가장 높은 상관관계를 보였고, 이어 차례로 복부측정값과 r=0.613, 둔부측정값과 r=0.601, 발등측정값과 r=0.584, 흉골부위측정값과 r=0.519, 손등측정값과 r=0.406 순으로 나타났다. r<sup>2</sup>로 산출되는 두 측정값 간 관계의 크기는 16.4%-44.6% 사이로 나타났다. 혈중빌리루빈 값과 신체 6부위에서의 TcB 측정값은 각각 통계적으

<Table 3> The Relationship between TSB and TcB values at various sites

measures	mean(SD)	r(p*)	r <sup>2</sup>	F(p*)	equations
TSB	11.732(3.119)	.668(.000)	.446	80.476(.000)	TSB = 0.832 × TcBf - 5.360
TcBf	20.552(2.504)				
TSB	11.732(3.119)	.519(.000)	.269	36.876(.000)	TSB = 0.453 × TcBs + 3.929
TcBs	17.228(3.574)				
TSB	11.829(2.864)	.613(.000)	.375	30.022(.000)	TSB = 0.550 × TcBa + 2.925
TcBa	16.188(3.190)				
TSB	11.732(3.119)	.601(.000)	.361	56.532(.000)	TSB = 0.819 × TcBb - 3.198
TcBb	18.218(2.287)				
TSB	11.732(3.119)	.406(.000)	.164	19.681(.000)	TSB = 0.557 × TcBh + 2.921
TcBh	15.827(2.272)				
TSB	11.829(2.864)	.584(.000)	.341	25.919(.000)	TSB = 0.955 × TcBdp - 2.959
TcBdp	15.490(1.753)				

note: \* Significant at  $\alpha = .025$

\*\* TSB = total serum bilirubin (g/dl)(n = 102, or n = 52)  
 TcBf = transcutaneous bilirubinometry value at forehead(n = 102)  
 TcBs = transcutaneous bilirubinometry value at sternum(n = 102)  
 TcBa = transcutaneous bilirubinometry value at abdomen(n = 52)  
 TcBb = transcutaneous bilirubinometry value at buttock(n = 102)  
 TcBh = transcutaneous bilirubinometry value at hand(n = 102)  
 TcBdp = transcutaneous bilirubinometry value at dorsalis-pedia(n = 52)

로 유의한 차이를 보였다.

이어, 혈중빌리루빈 값과 TcB 측정값간에 긍정적 직선관계가 있음을 근거로, 단순회귀분석한 결과 혈중빌리루빈과 신체 6부위의 TcB 측정값간에 통계적으로 유의한 정량적 관계(일차방정식)가 있는 것으로 나타났다(p < .000). 혈중빌리루빈 값을 Y로 하고, 신체 6부위에서의 TcB 측정값을 X로 놓았을 때, 그 관계는 <Figure 1>에서 <Figure 6>과 같이 나타났다.

**대상자의 특성이 혈중빌리루빈과 TcB 측정값에 미치는 영향**

대상자의 특성 중, 저출생증아, ABO부적합증, 헤모글로빈 정도에 따른 혈중빌리루빈과 TcB 측정값과의 상관관계를 살펴 보았다(Table 4. 참조). 저출생증아 23명과 정상출생증아 79명의 TcB 측정값과 혈중빌리루빈 값과의 유의한 상관관계를 비교한 결과, 정상출생증아에서 더 높은 상관관계를 보였다 (.725 < r < .371). 한편, 정상출생증아는 모든 신체부위의 TcB 측정값이 혈중빌리루빈농도와 유의한 상관관계를 보이는 반면, 저출생증아의 흉골부위, 복부, 발등에서 측정된 TcB 값은 혈중빌리루빈과 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 못했다.

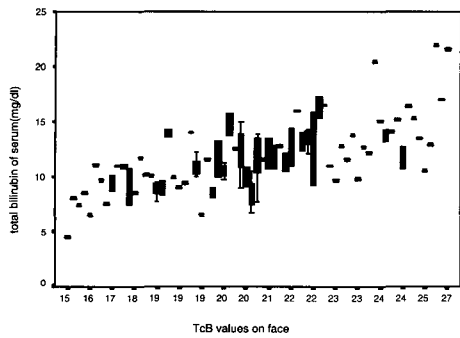
또한, ABO부적합증이 있는 대상자의 이마에서 측정된 TcB

<Table 4> The effects of subjects' characteristics on the relationship between TSB and TcB values

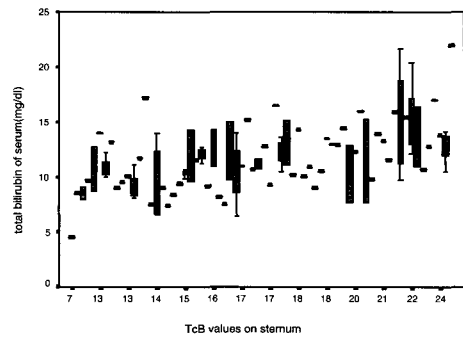
r(p)	Total serum bilirubin					
	low birth weight		ABO incompatibility		hemoglobin	
	yes(n = 23)	no(n = 79)	yes(n = 35)	no(n = 52)	> 16(n = 41)	< 16(n = 56)
TcBf	0.578(.004*)	0.725(.000*)	0.790(.000*)	0.632(.000*)	0.717(.000*)	0.666(.000*)
TcBs	0.461(.027)	0.506(.000*)	0.554(.001*)	0.577(.000*)	0.597(.000*)	0.468(.000*)
TcBa	0.431(.141)	0.617(.000*)	0.622(.008*)	0.642(.000*)	0.712(.001*)	0.552(.001*)
TcBb	0.566(.005*)	0.629(.000*)	0.485(.003*)	0.680(.000*)	0.696(.000*)	0.547(.000*)
TcBh	0.627(.001*)	0.371(.001*)	0.363(.033)	0.503(.000*)	0.478(.002*)	0.331(.013*)
TcBdp	0.618(0.24)	0.633(.000*)	0.740(.001*)	0.565(.002*)	0.615(.005*)	0.581(.000*)

note: \* Significant at  $\alpha = .025$

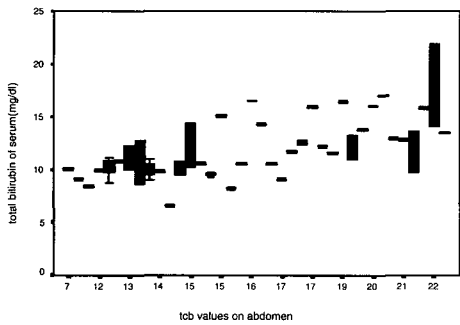
\*\* TSB = total serum bilirubin(mg/dl)  
 TcBf = transcutaneous bilirubinometry value at forehead  
 TcBs = transcutaneous bilirubinometry value at sternum  
 TcBa = transcutaneous bilirubinometry value at abdomen  
 TcBb = transcutaneous bilirubinometry value at buttock  
 TcBh = transcutaneous bilirubinometry value at hand  
 TcBdp = transcutaneous bilirubinometry value at dorsalis-pedia



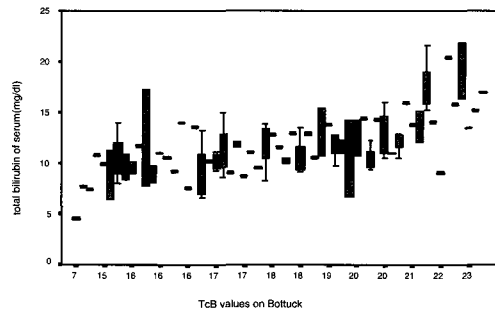
<Figure 1> The Relationship between TBS and TcB on face( $r^2 = .446$ , TSB =  $0.832 \times TcBf - 5.360$ )



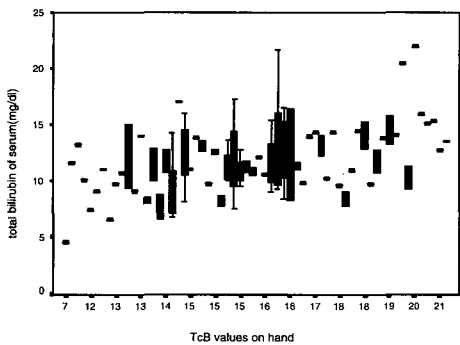
<Figure 2> The Relationship between TBS and TcB on sternum( $r^2 = .269$ , TSB =  $0.453 \times TcBs + 3.929$ )



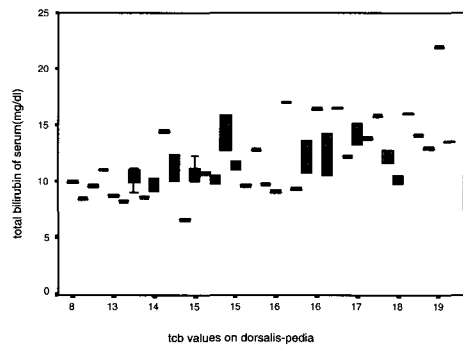
<Figure 3> The Relationship between TBS and TcB on abdomen( $r^2 = .375$ , TSB =  $0.550 \times TcBa + 2.925$ )



<Figure 4> The Relationship between total and TcB on buttock( $r^2 = .361$ , TSB =  $0.819 \times TcBb - 3.198$ )



<Figure 5> The Relationship between TBS and TcB on hand( $r^2 = .164$ , TSB =  $0.557 \times TcBh + 2.921$ )



<Figure 6> The Relationship between TBS and TcB on dorsalis-pedia ( $r^2 = .341$ , TSB =  $0.955 \times TcBdp - 2.959$ )

측정값과 혈중빌리루빈이 가장 높은 상관관계를 나타냈다( $r = .790$ ,  $p = .000$ ). 대상자가 평균 출생 3일째에 자료를 수집했음을 고려하여, 그 시기의 평균 헤모글로빈 값인 16을 기준으로 그 미만과 그 이상으로 대상자를 분류하여 혈중빌리루빈과 TcB 측정값과의 상관관계를 살펴본 결과, 헤모글로빈이 16이상인 경우에서 모두 더 높은 상관관계를 나타냈다( $.717 < r < .478$ ,  $p < .005$ ). 기타, 고위험요인의 개수, 광선요법의 유무, 성

별 등이 혈중빌리루빈 값과 TcB 측정값과의 상관관계에 미치는 의미 있는 영향은 발견되지 않았다.

## 논 의

신생아에 있어 고빌리루빈혈증의 출현은, 신생아의 혈액학적 특성 및 미성숙한 간기능, 모유수유과 같은 발달적 요인부

터 용혈성 질환, 빌리루빈의 생산, 전환, 운반 및 배설 장애, 감염, 대사장애, 미숙아, 모체의 생활로 적응 등과 같은 다양한 고위험요인과 관계가 있다. 빌리루빈의 혈중 농도는 정상 값이 2mg/dl 임에 비해, 5mg/dl 정도에서 황달로 관찰되고, 24 시간 내에 10mg/dl 이상 증가할 수 있다. 이에 간호사는 신생아가 가정으로 퇴원하기 이전에 황달로 관찰되는 고빌리루빈혈증의 출현 및 정도를 사정하고, 추후관리하여야 한다. 광학전자적 파장을 이용하여 피부의 황색정도를 측정하는 TcB는 비침습적인 방법으로 빠르고 반복적으로 고빌리루빈혈증의 출현과 진행정도에 대해 의미 있는 정보를 제공한다(Tan, Chia & Koh, 1996). 그러나, 황달이 두미방향으로 진행되고 중심부와 말단부간에 혈액순환 능력의 차이에 따라, 즉 신생아의 특성과 측정부위에 따라, TcB 측정값과 혈중빌리루빈간의 관계는 달라질 수 있다. 이에 TcB를 사용하는 각 임상현장에서 자신의 부서에 입원하는 신생아의 특성에 맞는 관계를 규명하는 것이 필요하다.

TcB 측정값과 혈중빌리루빈 측정값(TSB)과의 관계는 Yamanouchi, Yamauchi와 Igarashi (1980)에 의해 일본의 정상 신생아를 대상으로  $r = .93$ 으로,  $TSB(\mu\text{mol/L}) = 0.065TcB + 8.0$ 으로 처음 보고되었다. 이어 TSB를 반영하는 TcB의 정확도와, 대상자의 임상적 특성에 따른 TcB의 적용성에 대한 다양한 연구가 시작됨에 따라 두 값간에 0.32-0.93 정도의 다양한 상관관계가 보고되었다(Dai, Parry & Krahn, 1997; Goldman, Penalver & Penaranda, 1982; Yamanouchi, Yamauchi & Igarashi, 1980). Hyun, Han, Lee, Bae와 Jung(1995)은 일개 3차 병원에서 신생아 824명을 대상으로 이마에서 측정된 TcB와 TSB간의 상관관계크기로 만삭아의 경우는  $r^2 = 0.40$ , 미숙아 혹은 저체중아인 경우는  $0.26 < r^2 < 0.31$ 로 보고하였다. 본 연구 결과, 역시 만삭아인 경우는  $r^2 = 0.526$ , 저출생체중아인 경우는  $r^2 = 0.334$ 로 나타났는데, 이는 저출생체중아의 경우, 혈중빌리루빈을 반영할 수 있는 경피의 혈액순환의 질이 만삭아에 비해 떨어지기 때문으로 사려된다. 실제로 Lee, Choi, Do, Kim과 Kim(1999)는 TcB와 TSB 간에 높은 상관관계가 있으나, 혈중농도 중, 모세혈관보다는 정맥혈의 혈중 농도가 더 높은 상관관계를 보인 것으로 보고하였다.

또한 이마에서 측정된 TcB와 TSB간의 상관관계를 조사한 결과, 백인의 경우 0.32-0.91, 아프리카-아메리칸 혹은 아랍계의 경우 0.52-0.91로 나타났다(Dai, Parry & Krahn, 1997). 동양계는 미숙아를 대상으로 0.63-0.78의 상관관계(Tan, 1985; Tan & Mylvaganam, 1988)가 보고되었고 만삭아의 경우 0.81-0.99(Yamauchi, 1989; 1991)가 보고되었다. 본 연구에서 나타난 두 측정값간의 상관관계는  $r = .668(p < .000)$ 로 이는 타 인종에 대한 연구 결과에 비해 비교적 낮은 값이다. 이에 대한 설명은 본 연구대상자의 다양성 특성을 고려해 볼 수 있다. 즉 본 연

구 대상자는 미숙아(26%), ABO부적합증(34.3%), 저해모글로빈증(15.6%) 등 어떤 건강문제라도 가지고 있는 대상자가 총 64명으로 전체의 63%를 차지하는데, 이러한 건강문제는 신생아의 혈액의 질과, 순환에 영향을 미치는 요인이므로, TcB 측정치와 TSB 간의 상관관계에 영향을 미칠 수 있다.

이어 이마에서 측정된 TcB값과 TSB간의 회귀직선방정식을 살펴본 결과, 만삭아인 경우 백인계(Goldman et al., 1982; Schumacher, 1985)는 7.8-9.3, 피부색이 짙은 아프로-아메리칸계(Hannemann, Schreiner, Dewitt, Norris & Glick, 1982)와 아랍계(Karrar, Habib, Basit, Ashong & Osundwa, 1989)는 13.2-13.5, 피부색이 옅은 일본(Yamauchi & Yamanouchi, 1988; 1989; 1991) 혹은 중국계(Lin, Ju & Lin, 1993)에서는 4.5-6.7의 가중치가 보고되었다. 이에 비해 미숙아의 경우, 백인계(Goldman et al., 1982)는 10.2-12.5, 아프로-아메리칸계(Goldman et al., 1982)는 14.0-14.9, 중국계(Tan, 1985; Tan & Mylvaganam, 1988)는 9.9-12.3의 가중치가 보고되었다.

본 연구의 경우, <Table 3>에 제시된 회귀방정식의 X, Y를 전환시킴으로 얻은 TcB가중치(이마측정)는 14.261로 나타났다. 이를 대상자가 건강문제 유무에 따라 추가 분석한 결과, 건강문제가 있는 경우(64명)는 14.767, 건강문제가 없는 경우(38명)는 12.850, 미숙아는 14.831, 만삭아는 13.613의 가중치로 나타나, 타 연구에 비해선 비교적 좁은 범위의 가중치를 보였다. 이는 아마도 동일 인종의 경우에 비교적 일정한 TcB가중치를 적용할 수 있는 가능성을 암시한다.

한편, 피부두께에 따른 두 측정값의 관계를 살펴보면, Yamauchi와 Yamanouchi(1991)의 연구에서는 관계가 없는 것으로, Kim, Park, Kim과 Jang(1994)의 연구에서는 피부두께가 두꺼운 경우에는 두 측정치의 상관계수가 떨어짐을 보고하였다. 본 연구결과 역시, 피부두께가 얇은 이마에서 가장 높은 TcB측정값( $M = 20.225$ )으로 가장 큰 상관관계를 보였다( $r = .668, p < .000$ ). 그러나, 다른 신체부위에서는 TcB 측정값이 감소함에 비해, 피부두께와 근육층이 비교적 두껍고 신체의 하부에 속하는 둔부에서의 TcB 측정값이 다시 증가하고( $M = 18.218$ ) 상관관계도 높게 나타난 것은( $r = .601, p < .000$ ), 매우 특이한 사항이다. 이에 대한 가능한 설명은 기저귀의 착용이다. 즉 황달증상으로 인해 광선치료를 요하는 신생아가 기저귀를 차고 있는 경우, 또 체위변경을 자주 하지 않는 경우, 해당부위의 황달은 감소되지 않고 혈중빌리루빈 농도와외의 관계도 저하됨을 시사한다. 이 연구결과와는 황달로 인해 광선치료를 받고있는 신생아에게 눈을 제외한 신체 전 부위를 노출시키고, 일정한 주기로 체위변경을 해야 함을 강조한다.

한편, 본 연구대상자의 87명(85.1%)는 ABO혈액형검사를 받았는데, 이중 부적합증을 가진 신생아는 35명으로 전체의 34%를 차지하는 것은 매우 흥미로운 자료이다. 일반적으로

ABO부적합증은 모든 임신의 약 10-20%를 차지하며, 이로 인해 신생아가 Coombs test에서 양성 반응을 보이는 경우는 약 3-4%에 해당한다(Wong & Hockenberry-Eaton, 2001). ABO부적합증을 가진 신생아는, RBC의 과도한 용혈로 황달증상을 보인다. 본 연구에서 ABO부적합증이 있는 신생아의 혈중빌리루빈농도는 평균 11.895mg/dl 이었다. 이는 이미 피부에서 황달증상이 관찰되고도 충분한 농도이며, 용혈이 계속될 경우 하루에 20mg/dl 이상도 증가할 수 있다. 이에 신생아 포괄수가제의 기본검진항목으로 혈액형 검사를 포함시켜, ABO부적합증을 가지고 있는 신생아의 황달 출현, 치료, 진행과정에 대해 좀더 적극적으로 개입하는 것이 바람직하다고 사려된다.

신생아 황달은 그 높은 발현율이나, 신속한 진행, 또 고위험신생아에게 더욱 가중되는 특성을 가지고 있어 신생아간호사는 매일 하루에도 수차례씩 신생아의 피부착색정도를 사정한다. TcB는 그 조작의 간편성과 반복성, 비용효율성, 비침습적 특성으로 인해, 신생아황달사정에 일차적으로 널리 쓰여지는 도구이다. 그러나 TcB 측정치의 올바른 해석을 위해서는 TcB와 TSB 측정값 간의 정량적 관계를 규명해야 한다. 이에 본 연구는 신생아들을 대상으로, 회귀분석을 이용하여 신체 각 부위 별 TcB와 TSB 측정치 간에 상관관계와 일차방정식의 절대값을 이용한 가중치를 제시하였다. 특히 기존 연구들에 산출된 일차회귀방정식은 TcB값을 Y로, TSB값을 X로 설정함으로써, Y값을 가지고 X 값을 계산해야 하는 불편이 있다. 이에 비해, 본 연구에서는 X와 Y를 전환시켜, TcB 측정값(X)을 이용하여 혈중빌리루빈 농도(Y)를 쉽게 산출할 수 있도록 제시함으로써 TcB의 임상적 활용을 재강조한다.

### 결론 및 제언

본 연구는 3차 병원의 내원한 정상 혹은 고위험신생아를 대상으로 혈중빌리루빈 측정값과 신체 6 부위(이마, 흉골부위, 복부, 둔부, 손등, 발등) 별 TcB 측정 값 간에 정량적 관계를 조사하기 위해 실시되었다. 이에 연구결과는 다음과 같다.

- 신체 각 부위에서 측정한 6개의 TcB 값과, 혈중빌리루빈 측정값은 통계적으로 유의한 순상관관계를 나타낸다(0.406 < r < 0.668, p < .000)
- 신체 6부위 중 이마에서 측정한 TcB 값이 혈중빌리루빈 측정값과 가장 높은 순상관관계를 보였다(r=0.668, p < .000).
- 신체 각 부위 별 TcB 측정값(X)과 혈중빌리루빈 측정값(TSB) (Y)간에 회귀분석을 이용한 정량적 관계는 다음과 같다:

$$TSB = 0.832 \times TcB(\text{이마}) - 5.360$$

$$TSB = 0.453 \times TcB(\text{흉골}) + 3.929$$

$$TSB = 0.550 \times TcB(\text{복부}) + 2.925$$

$$TSB = 0.819 \times TcB(\text{둔부}) - 3.198$$

$$TSB = 0.557 \times TcB(\text{손등}) + 2.921$$

$$TSB = 0.955 \times TcB(\text{발등}) - 2.959$$

- 이마에서 측정한 TcB값과 혈중빌리루빈값의 관계크기는 저출생체중아에 비해 만삭아가 더 큰 것으로 나타났다( $r^2 = 0.334$  versus  $r^2 = 0.526$ ,  $p < .000$ )
- 혈액의 질과, 순환에 영향을 미치는 건강문제는 TcB 측정치와 혈중빌리루빈 측정값간의 상관관계에 영향을 미칠 수 있다.
- 광선치료를 받는 경우, 신체 전 부위의 동일한 광선노출과 일정간 체위변경은 그 치료적 당위성에서 뿐 아니라 TcB 측정값과, 혈중빌리루빈 측정값의 정량적 관계 규명에 필수적 전제조건이다.

위와 같은 TcB 측정값과 혈중빌리루빈농도 간의 정량적 관계를 이용하여, 간호사는 신생아황달의 출현 및 진행과정, 치료효과 등을 정확하고도 편리하게 사정할 수 있다. 이상의 결론을 바탕으로 다음 두 가지 사항을 제언한다. 첫째, 본 연구는 수도권에 위치한 3차 병원의 정상 혹은 고위험신생아를 그 표적모집단으로 한다. 이에 각 기관 별 내원한 신생아의 일반적 특성이 본 연구대상자와 유사한 특성을 보이는 경우, 본 연구결과를 일반화하는데, 무리가 없으리라 사려된다. 그러나, 피부상태에 중요한 영향을 미치거나, 빌리루빈의 생성 및 배설장애와 관련이 있는 건강문제를 가진 대상자(극저출생체중, 패혈증, ABO부적합증 등)들을 각각 표적모집단으로 하는 종적 연구를 통해, 해당 특정 건강문제를 좀더 예민하게 반영하는 TcB값과 혈중빌리루빈값간에 정량적 관계연구가 계속되길 제언한다. 둘째, 신생아의료의 포괄수가제의 기본항목으로 혈액형검사를 포함시킬 필요가 있다.

### References

Cloherty, J. P., & Stark, A. R. (Eds.) (1998). *Manual of Neonatal Care*. Philadelphia: Lippincott-Raven.

Dai, J., Parry, D. M., & Krahn, J. (1997). Transcutaneous bilirubinometry: Its role in the assessment of neonatal jaundice. *Clin Biochem*, 30(1), 1-9.

Goldman, S. L., Penalver, A., & Penaranda, R. (1982). Jaundice meter: evaluation of new guidelines. *J Pediatr*, 101(2), 253-256.

Hyun, T. J., Han, M. Y., Lee, Y. H., Bae, H. W., & Jung, S. J. (1995). Study on the application of TcB in neonatal jaundice. *J Korean So Neonatol*, 2(2), 209-215.

Hannemann, R. E., Schreiner, R. L., Dewitt, D. P., Norris, S. A., & Glick, M. R. (1982). Evaluation of the Minolta bilirubin meter as a screening device in white and black infants. *Pediatr*, 69(1), 107-109.



- Irstructor's manual of Jaundice meter (JM-102), Minolta.
- Karrar, Z., Habib, S. A., Basit, O, B, A., Ashong, F., & Osundwa, V. (1989). Transcutaneous bilirubin measurements in Saudi infants: the use of the jaundice meter to identify significant jaundice. *Ann Trop Pediatr*, 9(1), 59-61.
- Kim, W. H., Park, H. W., Kim, H. J., & Jang, Y. P. (1994). The effect of skinfold thickness on transcutaneous bilirubinometry. *J Korean So Neonatol*, 1(2), 158-163.
- Lee, J. I., Choi, J. W., Do, J. H., Kim, M. H., & Kim, S. T. (1999) Comparison of capillary and venous bilirubin values in neonatal jaundice. *J Korean So Neonatol*, 6(1), 85-89.
- Lin, Y. J., Ju, S. H., & Lin, C. H. (1993). The clinical application of transcutaneous bilirubinometry in full-term Chinese infants, *Zhonghua Min Guo Xiao Er Ke Yi Xue Hui Za Zhi*. 34(2), 69-76.
- Merenstein, G. B., & Gardner, S. L. (4th eds.) (1998). Handbook of neonatal intensive care. Mosby.
- Schumacher, R. E., Thornbery, J. M., & Gutcher, G. R. (1985). Transcutaneous bilirubinometry: comparison of old and new methods. *Pediatrics*, 76(1), 10-14.
- Tan, K. L., & Mylvaganam, A. (1988). Transcutaneous bilirubinometry in preterm very low birth weight infant, *Acta Paediatr Scand*, 77(6), 796-801.
- Tan, K. L. (1985). Transcutaneous bilirubinometry in Chinese and Malay neonates. *Ann Acad Med Singapore*. 14(4), 591-594.
- Tan, K. L., Chia, H. P., & Koh, B. C. (1996). Transcutaneous bilirubinometry in Chinese, Malay and Indian infant. *Acta Paediatr*, 85(8), 986 -990.
- Wong, D. L. & Hockenberry-Eaton, M. (6th eds.), (2001). *Essentials of pediatric nursing*. Mosby.
- Yamauchi, Y., & Yamanouchi, I. (1988). Transcutaneous bilirubinometry in normal Japanese infants. *Acta Paediatr Scan*, 77(6), 791-795.
- Yamauchi, Y., & Yamanouchi, I. (1989). Transcutaneous bilirubinometry: serum bilirubin measurement using Transcutaneous bilirubinometry(TcB). *Biol Neonate*, 56(5), 257-262.
- Yamauchi, Y., & Yamanouchi, I. (1991). Transcutaneous bilirubinometry: effects of postnatal age. *Acta Paediatr Jpn*, 33(5), 663-667.
- Yamauchi, Y., Yamanouchi, I., & Igarashi, I. (1980). Transcutaneous bilirubinometry: preliminary studies of noninvasive transcutaneous bilirubinometer in the Okayama National Hospital. *Pediatr*, 65(2), 195-202.

## Assessment of Neonatal Hyperbilirubinemia Using a Transcutaneous Bilirubinometry

Ahn, Young-Mee<sup>1)</sup> · Kim, Mi-Ran<sup>2)</sup> · Lee, Sang-Mi<sup>2)</sup> · Jun, Yong-Hoon<sup>3)</sup>

1) Assistant Professor, Department of Nursing, College of Medicine, Inha University

2) Staff Nurse at NICU of Inha University Medical Center

3) Associate Professor, Department of Pediatrics, College of Medicine, Inha University

**Purpose:** The purpose of the study is to investigate the relationship between total serum bilirubin(TSB) and transcutaneous bilirubinometry(TcB) in neonates with jaundice. **Method:** TcB from various sites(forehead, sternum, abdomen, buttock, hand, dorsalis-pedia) was measured using a JM-102 in a total of 102 neonate, 42 female and 60 male, with the mean 37.5 gestational week and the mean 2,903 gram of birth weight, as well as TSB from capillary punctures. **Result:** The mean bilirubin was 11.73 in serum, 20.55 on the forehead, 17.23 on the sternum, 16.19 on the abdomen, 18.22 on the buttock, 15.83 on the hand and 15.49 on the dorsalis-pedia. The relationship between TSB and TcBs were formulated by simple regression with  $0.406 < r < 0.668(p < .000)$ . A higher relationship was revealed between TSB and TCB at the forehead in infants of full-term, ABO incompatibility, and Hb greater than 16 mg/dl( $r = 0.725, 0.790, \text{ and } 0.717$ , retrospectively). Phototherapy altered the measurement of TcB per site. **Conclusion:** TcB on the forehead is a reliable, noninvasive and convenient measurement of TSB in normal infants(Institutions need to establish quantitative equations representing the specific relationship between TSB and TCB according to the hemodynamic problems of infants such as ABO incompatibility, or low Hb).

**Key words :** Hyperbilirubinemia, Jaundice, TcB, Neonate

• Address reprint requests to : Ahn, Young-Mee

Department of Nursing, College of Medicine, Inha University

254, Yonghyundong, Namku, Incheon 402-751, Korea

Tel: +82-32-860-8207 Fax: +82-32-874-5880 E-mail: aym@inha.ac.kr