

측정부위별 신생아의 체온 비교 : 고막기준 직장체온, 직장체온, 액와체온, 복부체온

김 화 순* · 안 영 미*

I. 서 론

신체상태를 반영하는 주요 지표인 체온은 세균성 감염과 같은 몇 가지 질환들의 진단과 대상자의 임상상태 평가에 매우 중요하다. 이상적인 체온측정 방법이 갖추어야 할 요건으로는 측정이 빠르고 간편하며 부작용이 없어야 하고 무엇보다도 중심체온을 정확히 반영하여야 한다. 특히, 신생아에서는 빠르고 신속하며 정확한 체온 측정이 요구된다. 왜냐하면 신생아는 성인에 비해 체표면적 대 체중의 비가 크고, 피부 피하지방층 및 근육층의 절연체 역할을 하는 피부층이 얇아서 쉽게 열을 소실할 수 있는 반면 떨림으로 인한 효율적인 열의 생산이나 체온조절중추의 예민도가 떨어져서 환경온도의 변화에 적절히 적응해 나갈 수 있는 능력이 제한되어 있다(최명애, 황애란, 및 김희승, 1991; Hunter, 1991). 이에 급격한 환경온도의 변화는 영아들에게 고체온증이나 저산소증을 유발할 수 있는데 특히 지속적인 냉자극에 대해 cold stress 반응을 보여 산소소비, 포도당 이용 및 산성물질 생산 등이 쉽게 증가한다(Beachy & Deacon, 1993). 신생아는 중심체온이 정상일지라도 cold stress를 경험할 수 있으며 이러한 생리적인 변화는 중환자실에 입원한 고위험 신생아들에게 더욱 심각한 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 신속하고 정확하게 신생아의 체온을 측정하여 비정상체온을 조기감지하고 조기치치 하는

것이 무엇보다도 중요한 간호목표이다.

일반적으로 신생아의 체온 측정을 위한 신체부위는 액와, 구강, 직장 등이며 이외에도 고위험 신생아의 폐동맥, 방광, 식도 등에 침투적인 기구를 삽입하여 체온을 측정하기도 한다. 액와체온의 경우 측정이 용이하며 침투적 시술이 요구되지 않는다는 장점이 있으나 발열을 탐지하는데 있어서 민감도가 낮고(황진순, 송경애, 1997) 직장체온과 같은 타 체온측정법에 비해 정확도가 떨어진다는 단점이 있다(Erickson & Woo, 1994). 뿐만 아니라, 모든 대상자가 최대온도에 도달하기에는 최대 11분 정도가 소요되므로(Erickson & Woo, 1994) 측정시간이 타 체온측정법에 비해 상대적으로 길다. 반면에 직장체온의 경우 일반적으로 체표면의 액와체온에 비해 심부의 체온을 제공하므로 체온과 관련한 임상적 판단을 위한 표준으로 사용되고 있으나 역시 모든 대상자들이 최고온도에 도달하는데 최대 5분이 걸린다(Erickson & Woo, 1994).

이에 반해 최근에 개발된 고막체온 측정법은 이상적인 체온측정 방법이 갖추어야할 요건인, 빠르고 사용이 간편하며 환자에서 순응도가 높아야 한다는 조건들을 모두 갖추고 있다. 뿐만 아니라, 고막은 체온조절 중추가 있는 시상하부와 동일한 동맥으로부터 혈액공급을 받고 있기 때문에 이론적으로는 고막체온은 타 심부체온보다 시상하부의 온도를 더 잘 반영하는 것으로 보고

* 인하대학교 간호학과

있다. 그러나 이러한 장점들에도 불구하고 선행연구들은 고막체온이 심부체온을 정확하게 반영하는가에 대한 질문에 일관된 답을 제시하지 못하고 있다. 이는 연구에 사용한 고막체온계의 종류가 다양하고, 연구대상자들의 연령이 광범위하며, 고막체온계의 정확도 평가를 위해 사용한 표준으로서 준거부위가 다양하여 고막체온계의 정확성과 일상적인 임상활용 가능성에 대한 결론의 도출을 어렵게 하고 있기 때문이다(Erickson & Woo, 1994).

선행연구에서는 다양한 연령층의 아동들로부터 수집된 자료를 혼합 분석함으로써 연령집단에 따른 고막체온의 차이에 대한 가능성의 확인을 어렵게 할뿐만 아니라, 이러한 차이가 고막체온계의 정확성 검증에 미치는 영향에 대한 확인을 모호하게 하고 있다. 예를 들면 신생아들의 평균직장체온은 37~37.07℃로(Bliss-Holtz, 1989; Kunnel, O'Brien, Munro, & Medoff-Cooper, 1988; Schiffman, 1982) 나이 든 아동이나 성인들의 평균직장체온보다는 낮다. 그러므로 성인이나 좀 더 연령이 많은 아동들의 고막체온과 신생아들의 고막체온에는 차이가 있을 수 있어 광범위한 연령의 아동을 대상으로 하는 연구는 고막체온계의 전체적인 정확성에 대한 확인과 연령에 따른 고막체온계의 정확성에 대한 확인을 모호하게 하고 있다. 뿐만 아니라 선행연구들은 고막체온계의 정확도를 평가하기 위해 상관관계의 확인에 주로 초점을 두고 있어 준거체온과 고막체온이 얼마나 일치하는지에 대한 결과는 제시하고 있지 않다(정인숙과 유은정, 1997; 송경애, 강성실, 황진숙, 및 김희승, 1998). 높은 상관관계의 확인이 고막체온계의 정확도를 평가하는데 필요한 요건이기는 하나 동일한 대상자의 준거부위에서 측정된 체온과 고막체온 간의 차의 크기와 개개 환자에서 그 차의 변이(variability) 정도 역시 고막체온계의 정확도의 검증과 일상적인 임상활용 가능성의 확인에서 반드시 평가해보아야 할 중요한 부분이다.

연령 집단별 정상 고막체온이 표준화되어 있지 않고 실무자들이 고막체온의 해석에 익숙하지 않는 등의 이유로 일부 고막체온계는 측정된 고막체온을 그대로 체온계에 나타내기보다는 측정자가 사전에 측정부위를 선택하고(예를 들면 직장모드) 고막으로 체온을 측정하면 선택된 부위로 전환된 체온을 제시한다. 고막체온을 사전에 선택한 신체부위의 추정치로 전환하기 위하여 임상연구결과에 기초하여 산출한 일정한 조정값(site offset)을 더하거나 빼다. 이때 연령에 관계없이 일률적인

조정값이 적용되고 있어 실제 대상자들의 체온반영에 오류가 있을 수 있다. Romano et al.(1993)의 연구에서는 고막체온계에 설정된 심부체온으로의 전환을 위한 조정값이 실제보다 높게 설정되어 있어 소아중환자실에 입원한 아동들의 심부체온을 다소 과대추정하였다고 보고하였다(Romano et al., 1993). 그러므로 빠르고 신속하며 간편한 고막체온 측정법의 정확도와 신뢰도를 확보하여 고막체온계의 임상활용 가능성을 높이기 위해서는 연구대상 집단의 연령을 제한하여 각 연령집단별 고막체온계의 정확도를 확인해볼 필요가 있다.

이에 따라 본 연구의 목적은 신생아들의 체온을 신속하고 안전하게 측정하기 위해 상대적으로 최근에 개발된 고막체온계의 정확도와 신뢰도를 검증하고 임상에서 일반적으로 사용하고 있는 다른 방법들로 측정된 체온들과 비교하는 것이다. 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 고막체온의 신뢰도 확인을 위해 측정자내 신뢰도를 분석한다. 둘째, 고막체온계의 직장모드에서 측정된 고막기준 직장체온이 유리수은계를 이용하여 직장에서 측정된 직장체온을 정확하게 반영하는지를 검증하기 위해 두 체온 측정치의 일치도를 비교한다. 셋째, 전통적 체온측정법인 직장체온과 액와체온의 일치도를 비교한다. 넷째, 표면온도 측정법으로서 액와체온과 복부체온의 일치도를 비교한다.

II. 문헌 고찰

1. 액와, 직장체온, 및 복부체온

체온측정의 궁극적인 목표는 체온조절 중추인 시상하부 체온을 가장 근접하게 추정하는 것이다(Terndrup, 1992). 일상적으로 시상하부의 체온을 정확하게 측정하는 것은 어려우므로 비교적 정확한 근사치를 제공할 수 있는 신체내부 깊은 곳의 심부체온을 측정한다. 고위험 신생아들의 정확한 체온측정을 위해 폐동맥체온, 방광체온, 식도체온 등의 다양한 심부체온 측정법이 사용될 수 있다. 그러나 이러한 심부체온 측정법은 침투적인 기술이 필요한 방법이므로 신생아실이나 소아병동에서는 액와체온과 직장체온 측정법이 주로 사용되며 의사소통이 가능한 나이의 아동들에게는 구강체온 측정법도 사용되고 있다.

액와체온은 측정이 용이하며 침투적 기술이 요구되지 않으므로 일반적으로 성인뿐만 아니라, 신생아와 아동의 체온측정을 위해서도 널리 이용되고 있다. 그러나

Erickson & Woo(1994)는 1개월에서 45개월 사이의 아동을 대상으로 한 연구에서, 액와체온은 발열을 탐지하는데 있어서 민감도가 낮고 다른 측정방법들에 비해 정확도가 다소 떨어진다고 보고하였다. 또한 측정시간에 있어서도 모든 대상자들이 최고온도에 도달하기까지는 대체로 11분 정도가 걸리므로(Erickson & Woo, 1994) 효율성이 떨어진다고 평가하였다. 반면에 선행연구들에서 신생아의 경우에는 체구가 작고 액와부가 체간부위에 가깝게 위치하며 혈관이 피부 가까이 위치하여 액와체온이 중심체온인 직장체온과 비교적 근사한 측정치를 나타내는 것으로 보고하였다(김공식, 1998; 서예원, 1992; Mayfield, Bhatia, & Nakamura, 1984).

직장체온은 체표면의 액와체온 보다는 심부의 체온을 제공하므로 체온과 관련한 임상적 판단을 위한 표준으로 사용되고 있다. 그러나 모든 대상자들이 최고온도에 도달하는 데는 5분 정도가 소요되므로 측정시간이 2-3초가 소요되는 고막체온에 비해 상대적으로 불편하다. 또한 고체온이나 저체온 상태에 있는 대상자에게 급속한 체온의 변화가 발생할 경우 상승 혹은 하강에 대한 감지가 타 심부체온의 측정법과 비교하여 느리게 나타나는 지체시간을 보이는 것으로 보고되었다(Beach & McCormick, 1991; Molnar & Read, 1994). 그 외에도 일상적 직장체온측정은 '최소한의 침투적 방법'이라는 원칙에 위배되고 신생아 직장의 해부학적인 구조상의 특징으로 인한 직장천공의 위험을 경고하고 있다.

최근에는 체온조절능력이 미숙한 고위험 신생아들을 위하여 복부체온을 지속적으로 관찰한다. 신생아의 경우 넓은 체표면적, 갈색지방세포의 부족, 떨림능력부족, 피부, 근육층 등 구조 및 기능적 미성숙으로 인해 체온 유지는 매우 중요한 문제이다. 모체내에서 모체외로의 급격한 적응과정에 있는 신생아의 경우, 체온 1°C의 변화는 기초대사량을 약 10% 가량 변화시킨다(Wong, 1997). 기초대사량의 변화는 곧 산소요구량이 증가하는 것으로, 이에 건강위험요인을 가지고 있는 고위험 신생아에 있어 산소소모를 최소화하는 적절한 수준의 체온을 유지하는 것은 아주 중요하다. 신생아에 있어 체내 산소소모량이 최소한으로 유지되는 체온은 neutral thermal environment(NTE)로 표현되며, 일반적으로 복부체온 36.5°C 정도를 의미한다. 그러므로 어떤 고위험 요인을 가지고 있는 경우 불안정한 체온은 NTE 확립을 방해하여 신생아의 안연상태를 더욱 위험하게 되므로 보육기나 방사보온기(radiant warmer)에 있는 고위험 신생아의 경우 탐침(probe)을 이용하여 지속적인 복

부체온을 측정한다. 그러나 현재 NTE 개념이 도입된 신생아의 복부체온에 관한 연구는 보고되고 있지 않은 실정이다

2. 고막체온측정

Benzinger(1969)의 연구에서 고막과의 직접적 접촉을 통하여 측정된 고막체온이 직장체온보다 심부체온을 더 잘 추정하는 것으로 나타났다. 그러나 접촉을 통한 고막체온의 측정은 현실적으로 용이하지 않아 실무에서 일상적으로 사용하기는 어려워 접촉을 하지 않고 고막에서 방사되는 적외선을 감지하여 체온을 추정하는 방법이 개발되게 되었다(Romano et al., 1993). 적외선 체온계(고막체온계)는 측정이 용이하고 측정시간이 짧으며 측정을 위해서 옷을 벗지 않아도 되므로 의사소통이 어려운 영·유아들에게 점차 사용이 확대되고 있다. 뿐만 아니라 의료인들이나 아동의 부모들도 측정이 용이하고 측정시간이 짧으며 측정을 위해 침투적 기술이 필요하지 않아 체온측정을 위한 방법으로 고막체온을 선호하고 있다(Alexander, D. & Kunnel, et al., 1991; Barber, N. & Kilmon, C. A., 1989). 고막과 이도(ear canal)는 총경동맥의 분지인 외경동맥으로부터 혈액공급을 받고 시상하부는 총경동맥의 분지인 내경동맥에 의해 혈액공급을 받으므로 이론적으로는 고막체온은 체온조절중추인 시상하부의 온도를 다른 심부측정 부위보다 더 잘 반영한다고 볼 수 있다.

타 신체부위처럼 이도와 고막은 온도에 비례하여 electromagnetic waves(전자파)의 형태로 적외선을 방사하는데 적외선 체온(고막체온)계는 고막으로부터 방사되는 이러한 적외선을 감지한다.

고막에서 방사되는 적외선 에너지를 측정하는 기술은 고막체온계의 종류에 따라 다른데, 고막에서 방사되는 절대열(absolute heat)을 측정하는 thermophile detector와 열흐름(heat flow)을 측정하는 pyroelectric detector가 있다. 적외선을 감지하는 탐침부는 상대적으로 넓은 측정각도(angle of view)를 갖기 때문에 온도가 낮은 외이의 피부로부터 방사되는 적외선과 가장 높은 고막에서 방사되는 적외선을 동시에 감지한다. 그러므로 탐침부의 삽입각도와 방향은 체온 측정값에 영향을 미칠 수 있는데, 탐침부가 향하는 방향이 이도벽 보다는 온도가 가장 높은 고막 특히, 전·하방 1/3 지점으로 향할 때 고막체온은 가장 정확하게(높게) 측정된다. 신생아나 영아들의 경우 외이도가 좁으므로 얼마간

피부온도가 포함될 수 있다. 고막체온계는 제품에 따라 일회 혹은 여러 차례(Genius 3000의 경우 32회) 이도벽과 고막에서 방사되어 나온 적외선을 감지하여 평균값 또는 최대값을 계산하여 체온으로 제시한다. 그러므로 고막체온계를 이용하여 측정된 고막체온은 실제의 고막체온보다는 낮다(Erickson et al., 1994).

고막체온의 경우 연령별 정상치에 대한 연구가 아직은 충분치 못하고 실무자들이 익숙하지 않으므로 몇몇 적외선 체온계는 고막체온을 그대로 나타내주기 보다는 다른 부위(예를 들면, 구강, 폐동맥, 직장)에서 측정된 값의 추정치로 전환하여 제시하고 있다. 예를 들면 현재 많이 사용하고 있는 적외선체온계 First Temp Genius 3000의 경우 직장, 구강, 중심의 세 모드가 있어 세 부위 중 한 측정부위를 사전에 선택하고 고막체온을 측정하는 경우 선택된 체온측정부위 값으로 전환된 체온이 체온계에 표시된다. Thermoscan의 경우에는 고막에서 측정된 체온을 그대로 나타내거나 심부체온으로 전환하여 체온계에 나타낼 수 있다. 그러므로 일부 고막체온계에서는 용어의 사용에 있어서 고막체온보다는 고막기준체온이 더 정확한 표현이 될 수 있다.

타부위에서 측정된 값으로의 전환을 위해서는 고막체온 측정치에 일정한 수치의 조정값(site offset)을 더하는데 조정값은 임상연구들에 기초하여 산출한 고막체온과 선택된 체온측정부위의 체온의 차를 평균한 값이다. 그러므로 적외선 체온계의 종류에 따라 프로그램되어 있는 조정값은 다른데 이는 적외선 체온계의 종류에 따라 각각 다른 임상연구와 연령집단으로부터 도출한 연구자료의 결과에 근거하여 조정값을 산출하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 모든 환자에게 일률적으로 이 조정값을 더하거나 빼게 되므로 환자에 따라서는 프로그램되어 있는 조정값이 선택된 체온측정부위에서 그 환자의 실제체온을 정확하게 반영할 수도 있고 그렇지 못할 수도 있다. 그러므로 선택된 체온측정부위의 측정치로 전환한 값을 제시하는 이러한 고막체온측정 방법의 임상적 유용성은 결국 선택된 조정값의 적절성과 조정값을 적용하여 산출한 체온과 기준의 전통적인 방법으로 측정된 체온이 실제로 얼마나 일치하는가? 즉, 두 값의 차들의 variability의 정도에 의해서 좌우될 것이다. 이외에도, 기초 고막체온 측정치는 머리카락이나 얼굴의 냉각과 가온에 영향을 줄 수 있는 환경온도와 탐침부의 디자인 특히, 측정각도(angle of view)에 따라서 다를 수 있기 때문에 동일환자에서 각각 다른 적외선 체온계로 측정된 두 값 사이에는 차이가 있을 수 있다.

3. 고막체온 측정의 정확도에 관한 연구

지금까지 고막체온계와 관련한 연구는 두 방향에서 진행되어 왔는데, 첫째는 고막체온이 환자들의 실제 체온을 정확하게 반영하는가? 즉, 고막체온계 자체의 타당도를 검증하는 연구들이었고, 둘째는 각 전환모드에서 측정된 체온이 선택된 부위의 실제체온과 얼마나 일치하는가? 즉, 임상에서 전환모드를 이용하여 체온을 측정하는 방법과 실제로 그 부위에서 체온을 측정하는 방법의 상호교환 사용의 가능성을 검증하는 연구들이었다.

Erickson & Woo(1994)는 1개월에서 45개월 사이의 아동에서 방광체온, 직장체온, 액와체온과 고막기준체온 측정치들을 비교하였다. 환자들의 방광체온을 중심체온으로 보고 타 부위 측정치들과 비교하였다. 고막체온 측정에 세 종류의 적외선 체온계, CORE, CHECK, FirstTemp Genius, Thermoscan Pro-1 등이 사용되었다. 세 고막기준체온들과 방광체온 사이의 상관관계는 $r=0.80 \sim 0.87$ 로 높은 편이었으나, 환자들에서 세 고막기준체온(심부모드)은 방광체온에 비해 평균 $-0.3 \sim -0.7^{\circ}\text{C}$ 정도 낮았다($SD=0.4 - 0.5^{\circ}\text{C}$). 아동의 귀를 당겨 해부학적인 구조가 S자 모양인 이도의 꼭부가 곧게 펴져 고막과 이도에서 방사되는 적외선이 탐침부에 도달할 수 있도록 한 경우와 그대로 고막체온계의 측정부를 삽입하여 측정된 값 사이에 유의한 차이는 없었다. 직장체온은 방광체온과 높은 상관관계를 가졌으며 평균 0.2°C ($SD=0.2^{\circ}\text{C}$) 정도 높았다. 그러나 액와체온은 고막기준 직장체온에 비해 방광체온과의 상관성이 다소 떨어졌고($r=0.59-0.64$), 아동에서 방광체온과 액와체온의 차의 변이가 가장 컸다(mean offset = $-0.9 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$). 고막기준체온들은 중심체온(방광체온)보다 낮아 이 연구에서 사용한 고막체온계에 설정된 조정값이 실제 대상자들의 심부체온보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 발열감별 타당도에 있어서는 방광체온과 비교하여 직장체온이 상대적으로 높은 민감도, 특이도 및 예측도를 나타냈다.

Talo, Mackin, & Medendorp(1991)는 137명의 아동들의 고막체온, 직장체온과 구강체온을 비교하였다. 연령은 8개월에서 18세까지 다양하였다. Thermoscan을 이용하여 모든 아동들의 고막체온이 측정되었고 아동들의 협조정도에 따라 구강 또는 직장체온 중 하나가 측정되었다. 주로 나이가 어린 아동들에서 직장체온이 협조가 잘 되는 큰 아동들에서는 구강체온이 측정되었

다. 평균 고막체온은 36.6°C ($\text{SD}=0.73^{\circ}\text{C}$), 평균직장체온은 37.7°C ($\text{SD}=0.54^{\circ}\text{C}$), 평균구강체온 36.8°C ($\text{SD}=0.76^{\circ}\text{C}$) 였다. 고막체온과 직장체온 사이의 상관계수는 $r=0.77$ 로 고막체온과 구강체온 간의 상관계수 $r=0.68$ 보다 다소 높았다. 여러 가지 귀질환은 아동들의 고막체온과 구강체온 사이의 상관관계에 영향을 미쳤으나 고막체온과 직장체온 사이의 상관관계에는 영향을 미치지 않았다. 이와 같이 귀질환을 가진 환아들에서 고막체온과 구강체온 사이에 유의한 상관관계의 부족은 각각의 귀질환을 가진 환아들의 질환범주별 숫자의 범위가 6~16으로 적었기 때문일 수도 있다(Talo et al., 1991). 이 연구에서 아동에 있어 고막체온은 직장체온보다는 평균 -1.1°C ($\text{SD}=0.51^{\circ}\text{C}$) 구강체온보다 평균 -0.2°C 가 낮은 것으로 나타났다. 반면에 Johnson(1991)의 연구에서는 신생아들의 고막체온은 직장체온보다 평균 -0.25°C 가 낮은 것으로 나타났다.

Romano 등(1993)은 소아중환자실에서 폐동맥 체온을 측정하고 있는 아동 20명을 대상으로 직장예 유체온측정기를 삽입하여 측정한 직장체온, 전자식 체온계를 이용하여 측정한 액와체온 및 두 종류의 다른 고막체온계를 이용하여 심부모드에서 측정한 고막체온을 비교하였다. 이 연구에서 사용된 고막체온계는 FirstTemp Genius와 Thermoscan Pro-1이었다. 아동의 연령은 6개월에서 15세까지였으며 평균 3세 7개월이었다. 전통적으로 심부체온의 기준으로 평가되고 있는 폐동맥체온과 비교할 때 이 연구결과는 직장체온이 정확하게 심부체온을 예측하는 것으로 나타났으며, 폐동맥체온과 직장체온들의 차의 평균은 0.07°C ($\text{SD}=0.32^{\circ}\text{C}$)였다. 반면에 폐동맥체온과 액와체온과의 차의 평균은 0.69°C 로 액와체온은 심부체온을 유의하게 과소추정하였으며 변이(variability)에 있어서도 차의 표준편차가 0.6°C 로 직장체온에 비해 두배 정도 컸다. Thermoscan의 경우에는 폐동맥 체온과 심부모드에서 측정된 고막체온과 차의 평균은 -0.13°C 로 적었고 차의 표준편차도 0.39°C 로 직장체온과 유사하여 통계적으로 유의하지 않았다. 반면에 FirstTemp의 경우에는 폐동맥체온과 고막체온과의 차의 평균은 -0.06°C 로 통계적으로 유의하지 않았으나 차의 표준편차는 0.58°C 로 유의하게 커서 임상 적용에서 의문점을 제기한다.

Chamberlain et al.(1991)의 연구에서는 소아 응급실에서 고막체온계(Thermoscan)의 정확성을 결정하기 위하여 고막체온과 직장 또는 고막체온과 구강체온을 비교하였다. 구강체온과 고막체온의 상관성 및 직장체

온과 고막체온의 상관성은 3개월 미만의 영아들의 경우를 제외하고는 만족할 만한 정도였다.

소아응급실을 내원한 303명의 아동을 대상으로 두 종류의 고막체온계, First Temp와 Thermoscan를 이용하여 측정된 고막체온과 직장체온이 비교되었다(Terndrup & Milewski, 1991). 아동들의 평균연령은 1.6 ± 0.9 세였으며 평균 직장체온은 38°C 로, First Temp를 이용하여 측정된 고막체온(직장모드)인 37.6°C 보다는 유의하게 높았고, Thermoscan을 이용하여 측정된 고막체온(직장모드)인 38°C 와는 유의한 차이를 보이지 않았다. Thermoscan 고막체온계가 First Temp 고막체온계 보다는 발열의 예측에서 좀더 나았고 사용에서도 유의하게 용이한 것으로 나타났다. 5개월 미만의 아동에서 직장체온은 고막체온에 비해 평균 1.1°C 높게 측정되었다. 아동들의 나이는 직장체온과 고막체온 사이의 상관관계에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데, 이는 3세 미만의 아동의 경우 3세 이상에 비해 구강과 고막체온, 직장과 고막체온의 상관성이 떨어진다는 Chamberlain et al.(1991)의 연구와는 반대되는 결과이다.

암환아들에서 두 고막체온계의 정확성을 검증한 Shenep et al.(1991)의 연구에서는 귀를 잡아당기고 측정된 결과가 귀를 당기지 않고 측정된 체온보다 평균 0.2°C 높았다. 이는 두가지 방법에 차이가 없다고 한 Erickson & Woo(1994) 연구와는 반대되는 결과이다.

이원화와 정승필(1995)은 외래 내원 아동 중 방문당시 발열이 있거나 현 질환의 경과 중에 발열의 병력이 있는 3개월 이상 10세 미만의 아동 101명을 대상으로 발열 환자 감별을 위한 적외선 고막체온계의 타당도를 조사하였다. 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온을 기준으로 적외선고막체온계의 발열감별의 타당도인 민감도, 특이도, 양성예측도 및 음성예측도를 조사하였다. 3세 미만에서는 민감도 85.7%, 특이도 86.8%, 양성예측도 82.8%, 음성예측도 89.2%였으며, 3세 이상에서는 민감도 100%, 특이도 74.1%, 양성예측도 53.3%, 음성예측도 100%였다.

요약해보면, 고막체온계의 임상적용을 위한 타당도 조사 연구에서 다양한 부위의 체온측정치들이 비교를 위한 기준으로 사용되었으며 대상자들의 연령은 1개월에서 18세 까지 다양하였다. 또한 여러 종류의 고막체온계가 연구에 사용되어 연구 결과의 해석을 어렵게 하고 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 신생아 중환자실과 신생아실에 입원한 신생아들의 고막기준 직장체온, 직장체온, 액와체온 및 복부체온을 조사하여 비교한 서술적 연구이다.

2. 연구대상

유의표집을 통하여 34명의 신생아를 선정하였다. 선정기준은 1) 신생아 중환자실과 신생아실에 입원한 신생아, 2) 직장체온의 측정이 급기가 아닌 신생아, 3) 중이염 등 귀병변이 없는 신생아로 하였다.

3. 연구도구

대상자들의 직장체온을 측정하기 위하여 수은체온계가 사용되었고 고막체온을 측정하기 위하여 고막체온계(First Temp Genius)가 사용되었다. 수은체온계는 Lab pH meter(Model PHM92)를 이용하여 사전에 각각 36℃와 40℃에서 calibration하여 오차범위가 0.1℃ 이내에 있는 체온계만을 선정하였다. 고막체온계는 제작회사의 calibrator (Electronic Calibrator Model 3000A-CL)를 이용하여 사전 calibration을 거친 후 사용하였다. 복부체온은 인큐베이터에 부착되어 있는 자동온도 조절장치(Servo control)의 체온측정 탐침을 복부에 놓고 foam plastic pad를 그 위에 덮어 지속적으로 측정하였다.

4. 연구절차

1998년 11월 9일부터 12월 4일 까지 I 대학병원의 신생아 중환자실과 신생아실에 입원한 신생아를 대상으로 자료수집을 하였다. 측정기술에서 불일치를 줄이기 위하여 연구자 1인에 의하여 대상자들의 모든 체온이 측정되었고 정확한 측정기술의 습득을 위하여 본 자료수집에 들어가기 전에 충분한 사전 훈련을 하였다. 고막체온, 직장체온, 및 액와체온은 현 자료수집지의 신생아 중환자실과 신생아실에서 체온측정을 위해 사용하고 있는 방법들이다. 체온측정으로 인한 신생아의 피부노출을 최소화하고 시간에 의한 체온차이를 최소화하기 위

해 고막체온, 직장체온, 액와체온과 복부체온을 거의 동시에 측정하였다. 고막체온은 구강모드에서 대상자의 귀를 후하방으로 당기고 귀입구에 측정부를 완전히 밀착시켜 2회 측정하였으며 체온측정부(probe)의 온도가 고막체온보다 낮음으로 인한 반복 측정시 온도저하 현상을 줄이기 위하여 1회 측정과 2회 측정의 시간 간격은 2분으로 유지하였다. 직장체온의 측정은 심스체위 또는 측위에서 체온계를 직장에 5분간 삽입하였고 액와체온의 측정은 수은체온계를 신생아의 액와중앙에 삽입하고 10분간 둔 다음 체온계를 빼서 결과를 기록하였다. 복부체온은 신생아 중환자실(NICU)에 입원한 신생아들 중 NTE 제공을 위해 복부체온 측정 탐침을 부착하고 있는 신생아들에서 고막체온 측정후 바로 모니터 상에 나타난 복부체온의 숫치를 그대로 기록하였다.

5. 자료분석

수집된 자료는 SPSS 프로그램을 이용하여 통계처리하였다. 심부체온간의 비교를 위해 고막체온계로 측정된 고막기준 직장체온과 수은체온계로 측정된 직장체온의 일치 정도와 상관관계를 분석하였다. 고막체온계의 구강모드에서 대상자들로부터 측정된 값들은 직장모드에서 측정된 고막기준 직장체온 값으로 전환하기 위하여 고막체온계 First Temp에 설정되어 있는 조정값(site offset) 0.45℃를 일률적으로 더하여 분석에 사용하였다. 두 직장체온의 상관관계는 상관분석(pearson's correlation)을 이용하여 검증하였다. 측정자내 신뢰도를 분석하기 위하여 측정치들 사이의 일치도를 구하였다. 직장체온과 액와체온의 일치도와 상관관계를 분석하였다. 마지막으로 피부표면체온 측정법으로서 액와체온과 복부체온의 일치도와 상관관계를 분석하였다.

6. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 체온의 측정에 사용된 수은체온계를 항온수조를 이용하여 calibration하지 못하여 측정도구로 인한 오류의 개입 가능성을 완전히 배제할 수 없고 고막체온계의 calibration을 위해서도 항온수조를 이용하지 못하고 제작회사의 전자식 calibrator를 이용하여 정확도가 떨어질 가능성을 완전히 배제할 수는 없는데 있다.

IV. 연구 결과

1. 대상자들의 일반적 특성

대상자들의 일반적 특성을 살펴보면 연령은 생후 1일에서 27일 사이의 신생아들이었으며, 평균 연령은 4.9일 (SD=6.96일)이었다. 신생아실에 입원한 정상신생아는 17명이었으며, 신생아 중환자실에 입원한 환아 17명 중 12명은 미숙아였고 나머지 5명은 각각 패혈증(3), 황달(1), osteomyelitis(1)로 입원하였다. 성별은 남자가 21명 여자가 13명이었다. 직장내 대변의 존재는 직장체온 측정치가 실제보다 높게 측정되도록 할 수 있는데, 모든 신생아들이 적어도 24시간 전에는 배변을 하였으므로 직장내 대변의 존재로 인한 측정상의 오류를 배제할 수 있다. 중이염과 같은 귀의 병변도 고막체온에 영향을 줄 수 있는데 모든 대상자들에서 고막체온에 영향을 줄 수 있는 귀병변은 없었다. 대상자들의 분만방법은 16명이 정상분만으로 태어났으며, 18명은 제왕절개로 태어났다. 대상자들의 체태기간은 평균 36.4주 (SD=4.2)였으며 37주 이하의 미숙아는 전체 대상자중 12명이었다. 대상자들의 출생시 몸무게는 평균 2653g (SD=924)이었다. 분만 5분후 대상자들의 Apgar 점수는 평균 8.15점 (SD=1.99)이었다. 대상자들 중 29%는 보육기내에 있었다. 실내온도는 24 ~ 28.8℃ 범위였으며, 고막체온계 제작회사의 manual에 의하면 이정도 범위 내에서 환경온도 변화는 고막체온의 수행능력에 영향을 미치지 않는다. 모든 대상자 34명에서 직장, 액와, 고막체온을 측정하였으나, NTE를 위한 복부체온은 보육기나 보온기에 있는 고위험 신생아에서만 지속적으로 측정되므로 13명에서만 복부체온을 얻을 수 있었다.

2. 고막체온 측정시 측정자내 신뢰도

측정자내 신뢰도(intrarater reliability)를 평가하기 위하여 연구자에 의해 2분 간격으로 2회 측정된 고막체온 측정치들 사이의 상관계수를 조사하였다. 1회 측정과 2회 측정 사이에 대단히 높은 정적 상관관계를 보였다($r=0.94$, $p=.000$). 실제 1회 측정치와 2회 측정치들 사이의 일치도는 대단히 높았다. 41%에서 1회 측정치와 2회 측정치가 서로 일치하였고 측정치의 97%는 1회와 2회 측정치의 차가 단지 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 이내에 있었다.

3. 부위별 체온

고막체온계의 직장모드에서 측정된 직장체온(고막기준 직장체온)의 범위는 36.95°C 에서 37.95°C 이었으며 평균은 37.58°C (SD=0.22)로 가장 높았다. 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온의 평균은 36.75°C (SD=0.29)였고 범위는 $36.20\sim 37.20^\circ\text{C}$ 이었으며, 복부체온의 평균은 36.58°C (SD=0.23)이고 액와체온의 평균은 36.55°C (SD=0.30)로 가장 낮게 측정되었다(표 1)

〈표 1〉 부위별 체온 측정치

| 측정부위 | 평균(표준편차) | 범위 | N |
|-----------|------------|-------------|----|
| 액와 | 36.55(.30) | 35.80-37.10 | 34 |
| 직장(수은체온계) | 36.75(.29) | 36.20-37.20 | 34 |
| 직장(고막체온계) | 37.58(.22) | 36.95-37.95 | 34 |
| 복부 | 36.58(.23) | 36.20-37.00 | 13 |

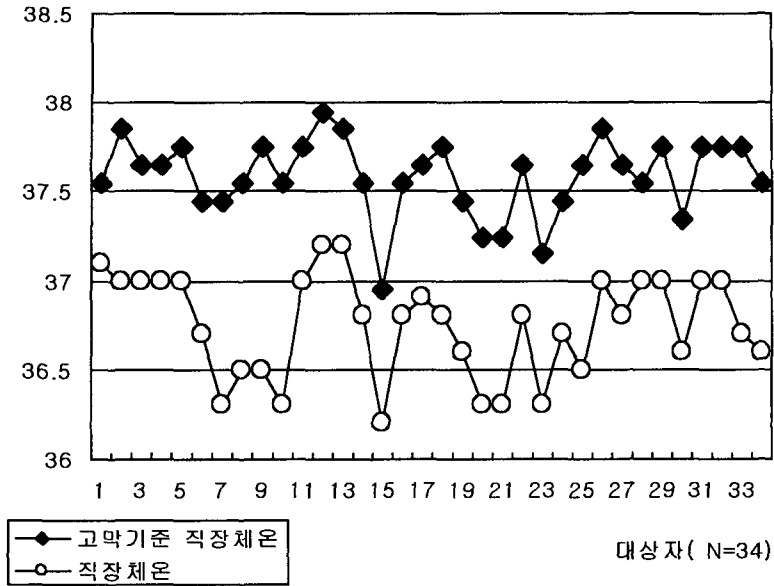
4. 고막기준 직장체온과 수은체온계로 측정된 직장체온의 일치도

고막기준 직장체온은 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온보다 평균 0.84°C 높았다. 두 측정치들의 차의 절대치들의 평균은 0.84°C (SD=.18)였다. 두 직장체온들의 차의 절대크기 비교가 두 측정치의 일치도를 확인하는데 더욱 의미가 있다. 왜냐하면, +차이와 -차이들을 합하여 평균을 산출하는 경우 상쇄(canceled out) 현상이 발생하여 실제 두 체온의 일치도를 왜곡할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 모든 대상자들에서 고막기준 직장체온이 모두 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온보다 높게 측정되어 두 체온의 차들의 평균과 두 체온의 차들의 절대치의 평균은 일치하였다. 대상자들의 고막기준 직장체온과 직장체온의 분포는 〈그림 1〉과 같다. 두 직장체온들의 차의 분포는 〈그림 2〉와 같고 차의 범위는 $0.45\sim 1.25^\circ\text{C}$ 이었다. 두 직장체온의 상관정도는 $r=0.77$ ($p=.000$)로 유의하게 높았다.

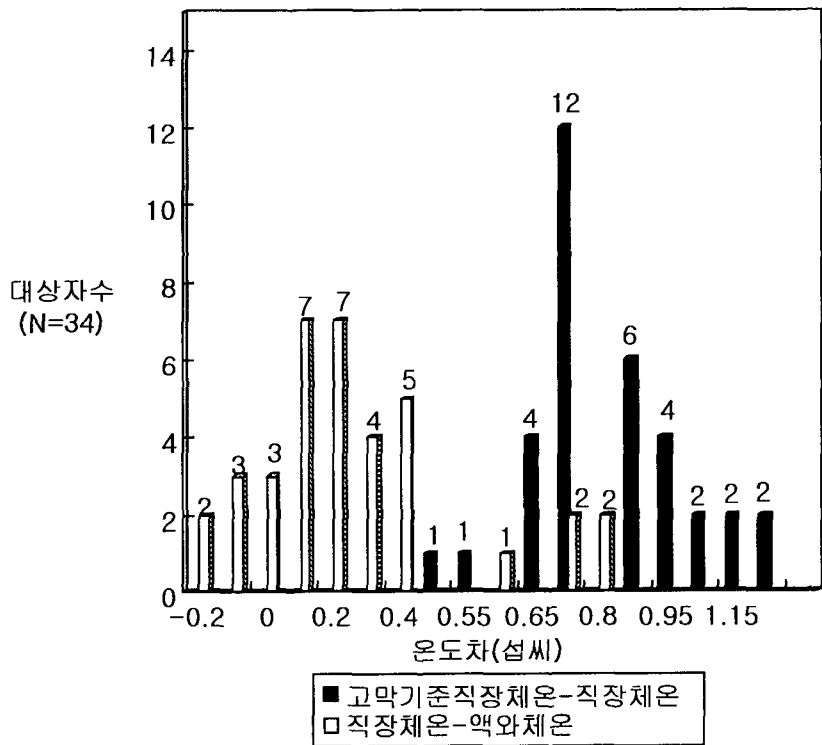
5. 수은체온계로 측정된 직장체온과 액와체온의 일치도

대상자들의 직장체온과 액와체온 사이에 유의한 정적 상관관계($r=0.69$, $p=.000$)를 보였으나, 상관정도는 고막기준 직장체온과 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온과의 상관성($r=0.77$) 보다 다소 낮았다. 그러나 직장체온과 액와체온은 큰 차이를 보이지 않았으며 두 체온의 평균 차이는 단지 0.20°C 에 불과하였다(표 1). 뿐만 아니라 일부 대상자에서는(26.5%) 액와체온이 직

체온(섭씨)



<그림 1> 고막기준 직장체온과 수은체온계로 측정된 직장체온의 분포

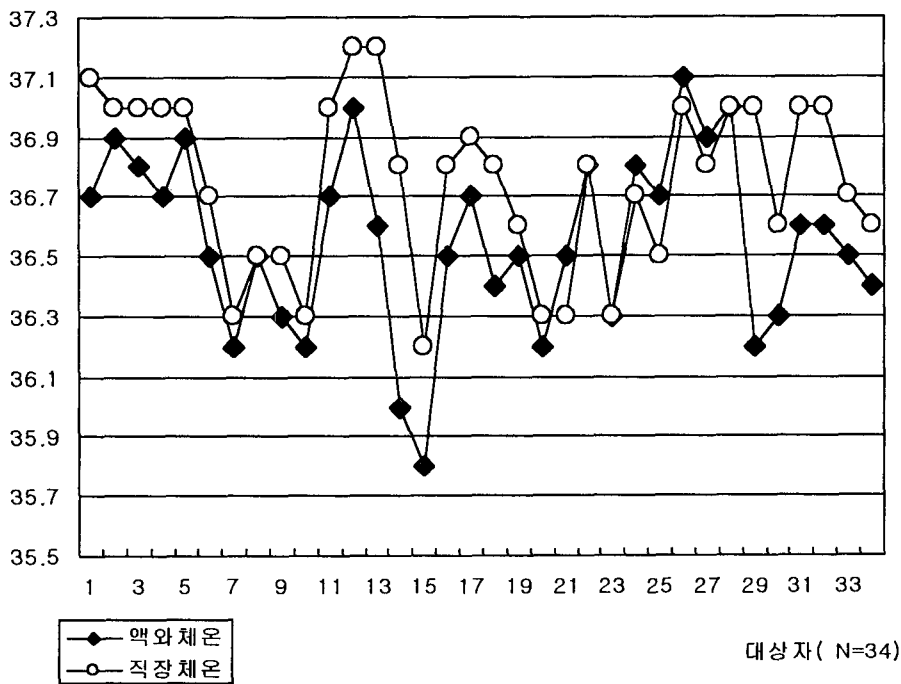


<그림 2> 고막기준 직장체온과 직장체온의 차의 분포 및 직장체온과 액와체온 간의 차이의 분포

장체온과 같거나 직장체온보다 오히려 높게 측정되었다 <그림 3>. 직장체온과 액와체온의 차의 분포는 <그림 2>와 같고 차의 범위는 $-0.2\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 이었으며 차들의 절대치의 평균은 0.23°C 이었다.

선행연구들(Klein et al., 1993; Lattavo Britt, & Dopal, 1995)에서 고막체온계의 측정오류로 인한 신뢰도에서 문제를 제기하였으며 신뢰도 개선을 위해서 측정기술에 대한 일정한 연습과 하악골에 대해서 고막체

체온(섭씨)



<그림 3> 직장체온과 액와체온 분포

6. 표면체온으로서의 액와체온과 복부체온의 일치도

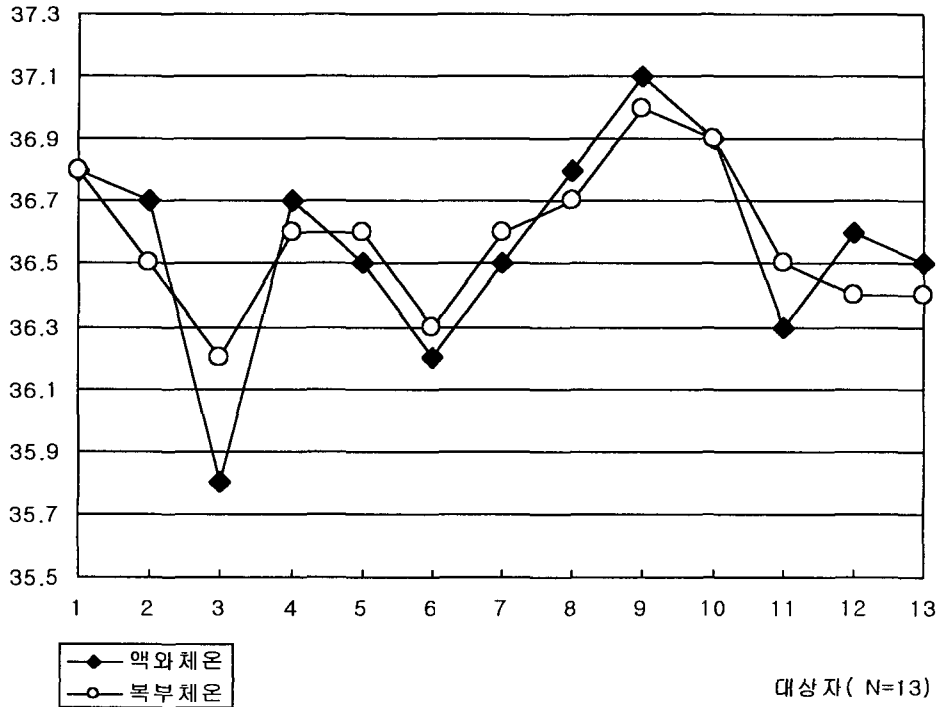
대상자들의 표면체온으로서 액와체온과 복부체온 사이에 상관계수는 $0.88(p=.000)$ 로 높은 정적상관관계를 보였다. 액와체온과 복부체온의 분포는 <그림 4>와 같으며 액와체온과 복부체온의 평균 차이는 단지 -0.03°C 였다. 일부 대상자에서는(39%) 복부체온이 액와체온보다 높았으며 복부체온과 액와체온의 차의 범위는 $-0.4\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 로 대단히 적었다.

V. 논 의

1. 측정자내 신뢰도

온계의 각도를 일정하게 유지하는 등의 지침 준수를 강조하였다. 김화순과 송미경(1998)의 연구결과에서 측정기술에 대한 약간의 훈련으로 측정자내 일치도(0.1°C 이내에서)가 98.6%로 대단히 높았던 것처럼 본 연구에서도 1회 측정과 2회 측정 사이에 대단히 높은 정적상관관계($r=0.94$)를 보였으며 측정자내 일치도(0.1°C 이내)는 97%로 대단히 높았다. 이러한 결과는 비록 신생아들의 경우 고막체온계의 측정부에 비해 외이도가 좁아 이도 깊숙히 삽입하여 밀착시키는 것은 어려우나 귀를 후하방으로 당기고 측정하며 반복측정시 적어도 2분 정도의 간격을 두어 온도저하 현상을 예방하며 측정부의 각도를 일정하게 하는 등의 지침을 지킬 경우 측정자내 신뢰도를 상당히 높일 수 있음을 말해준다.

체온(섭씨)



<그림 4> 액와체온과 복부체온 분포

2. 고막기준 직장체온과 직장체온의 일치도

본 연구결과는 직장천공이 우려되며 침투적 방법인 수은체온계를 이용한 직장체온 측정을 고막기준 직장체온의 측정으로 대체할 수 있겠는가에 대한 해답을 제공할 것이다. 본 연구에서 생후 27일 이하의 신생아들의 평균직장체온은 36.75(SD=.29)로 선행연구들에서(황진순과 송경애, 1997; Bliss-Holtz, 1989; Kunnel et al., 1988; Shiffman, 1982) 생후 4일 미만의 정상신생아들의 평균 직장체온(37~37.19°C)과 큰 차이를 보이지 않았으며, 송경애 등(1998)의 연구에서 생후 4주 미만의 보육기에 있었던 미숙아들의 평균직장체온 37.03°C와도 큰 차이를 보이지는 않았다. 관찰된 작은 차이 역시 본 연구의 대상자에 미숙아와 정상신생아 등이 포함되어 동질하지 않은 데에 기인하는 것으로 보인다. 정상신생아들의 평균직장체온은 성인들의 평균직장체온 37.5°C보다 낮다. 그러므로 직장체온을 준거로 고막체온의 정확도를 평가하기 위해서는 이러한 연령별 체온에서 차이를 고려하여 해석해야 할 것이다.

본 연구에서 고막기준 직장체온은 직장체온보다 평균 0.84°C (SD=0.18) 높았으며 차들의 범위는 0.45~1.25°C, 두 직장체온의 상관계수는 r=0.77이었다. 그러나 Terndrup & Milewski(1991)의 연구에서는 평균연령 1.6세(SD= 0.9)의 응급실을 내원한 아동들의 수은체온계로 측정한 직장체온(M=38°C)이 First Temp고막체온계를 이용하여 측정한 고막기준 직장체온(M=37.6°C)보다 오히려 0.4°C 높았으며 두 직장체온의 상관관계는 r=0.69로 낮았다. 결과적으로 본 연구에서는 고막기준 직장체온이 실제 대상자들의 직장체온을 상당히 과대추정하였고 Terndrup & Milewski(1991)의 연구에서는 오히려 고막기준 직장체온이 실제 대상자들의 직장체온을 다소 과소추정하였다. 본 연구에서 두 직장체온 사이에 이러한 큰 차이는 신생아들에서 고막기준 직장체온의 측정으로 직장체온을 대신하는 경우 상당한 임상판단에서 오류가 제기될 수 있음을 시사한다. 이렇게 두 직장체온 사이에 큰 차이가 나는 것은 부분적으로는 고막체온계의 직장모드 값으로의 전환시 적용되는 조정값(offset)이 실제 신생아들에서 차이보다 크게 설

정되어 있기 때문인 것으로 보이는 데 이는 조정값의 산출의 근거를 제공한 임상연구에서 연령에 따른 직장체온의 차이가 고려되지 못한 때문인 것으로 보인다. 특히 고위험 신생아의 경우 체내 산소량이 부족할 때, 신체의 주요 기관 즉 뇌, 심장, 폐, 간 등에 우선 혈액을 공급하므로 위장계에 일시적인 허혈상태가 있을 수 있어 (Wong, 1997), 실제 직장에서 수은체온계로 측정된 직장체온과 조정값을 이용하여 추정된 고막기준 직장체온과는 큰 차이가 있을 수 있다. 그러므로 앞으로의 추후 연구를 통하여 고막체온계의 직장모드에 설정되어 있는 조정값이 재조정되어야 할 필요가 있는 것으로 보이며 더욱 이상적인 해결 방안은 고막체온에 대한 연령별 정상치를 확립하여 고막체온을 임상평가의 기준으로 그대로 활용하는 것이 더욱 바람직 할 것이다.

3. 직장체온과 액와체온 비교

대상자들의 직장체온과 액와체온 사이에는 유의한 정적 상관관계($r=0.69$, $p=.000$)를 보였으며 송경애 등 (1998)의 연구결과에서 상관계수 0.67과는 같았고 황진순과 송경애(1997)의 연구결과에서 0.85보다는 낮았다. 두 체온은 평균 0.2℃의 차이를 보였으며 차이의 절대치들의 평균도 0.23℃로 유사하였다. 신생아들을 대상으로 하는 선행연구들(황진순과 송경애, 1997; Bliss-Holtz, 1989; Kunnel et al., 1988; Shiffman, 1982)에서도 직장체온과 액와체온의 차는 0.14~0.32℃로 본 연구의 결과와 유사하였다. 직장체온과 액와체온의 차들의 범위는 -0.2~0.8℃로 이정도 범위의 변이는 Erickson 과 Woo (1994)의 연구에서 심부체온으로서 방광체온과 액와체온의 차들의 범위(-2.5~0.2℃)와 비교하면 상당히 적음을 알 수 있다. 또한 91%의 측정치들에서 차이가 0.40℃ 이하였다. 이러한 결과는 신생아의 경우 액와부가 체간부위에 가깝게 위치하며 혈관이 피부 가까이에 위치해 있어 액와체온이 심부체온과 비교적 근사한 측정치를 나타내는 것으로 보고한 Mayfield 등(1984)의 연구결과와 유사하다. 그러나 다른 체온측정법에 비해 상관성이 낮고 변이도 커서 상대적으로 액와체온의 정확도에 대한 의문은 여전히 존재한다.

4. 액와체온과 복부체온 비교

표면체온으로서 액와체온과 복부체온의 평균 차는 -0.03℃였으며 차들의 93%는 ±0.20℃ 이내였다. 표면

체온 측정법으로서 두 체온은 상당히 근사한 측정치를 나타냄을 알 수 있다. 이러한 결과는 복부체온측정을 위한 장비를 부착하고 있는 고위험 신생아들에서 복부체온이 체간 부위에 가까운 액와체온을 대체할 수 있음을 암시하며 NTE 유지의 지표가 됨을 시작한다. 그러나 대상자의 숫자를 증가시킨 추후연구가 필요한 것으로 사료된다.

VI. 요약 및 결론

1998년 11월 9일부터 12월 4일까지 I 대학병원의 신생아실과 신생아 중환자실에 입원한 신생아 34명을 유의 표집하여 고막체온계의 직장모드에서 측정된 직장체온, 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온, 액와체온 및 복부체온을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 고막체온의 측정에서 1회 측정치와 2회 측정치가 0.1℃ 이내의 차이를 보인 측정치는 97%로 두 측정치들의 상관계수는 0.93으로 유의하게 높은 상관관계를 나타내었다.
2. 부위별 체온의 평균을 살펴보면 고막기준 직장체온이 37.58℃로 가장 높았으며, 수은체온계를 이용하여 측정된 직장체온이 36.75℃였고 표면체온으로서 복부체온은 36.58℃였으며 액와체온은 36.55℃로 가장 낮게 측정되었다.
3. 고막기준 직장체온이 직장체온에 비해 평균 0.84℃ (SD=0.18) 높게 측정되었으며 두 체온의 차들의 범위는 0.45℃ - 1.25℃다. 두 직장체온의 상관계수는 0.77로 유의하게 높았다.
4. 직장체온과 액와체온 사이에는 유의한 정적상관관계를 보였으며 두 체온측정치들의 평균차이는 0.2℃로 액와체온이 심부체온인 직장체온과 비교적 근사한 측정치를 나타냈다.
5. 표면체온으로서 복부체온과 액와체온은 높은 정적상관관계를 보였을 뿐만 아니라 평균 차이가 -0.03℃로 대단히 적었다.

결론적으로 신생아들에서 고막기준 직장체온으로 직장체온을 대신하는 것은 문제가 있는 것 같으며 고막체온계의 직장모드에 적용된 조정값이 연령별 체온의 차이를 반영하지 못하고 있어 좀 더 많은 추후연구를 통한 재조정이 필요하다. 이상적인 방향은 연령별 고막체온에 대한 정상치를 파악하여 고막체온을 그대로 임상처치의 결정에 적용하여 일률적으로 조정값을 적용함으로써 발생할 수 있는 개인별 variability의 증가를 줄이는

것이 바람직한 것으로 사료된다. 무엇보다도 환자에서 체온의 미미한 변화라도 신속하고 정확하게 확인하기 위해서는 동일한 환자에서는 같은 측정부위에서 지속적으로 측정하는 것이 더욱 중요할 것이다.

참 고 문 헌

- 김공식 (1988). 정상신생아에 있어서 출생후 첫 42시간 동안의 체온 변화에 관한 고찰. 조선대학교 대학원, 석사학위논문.
- 김명자, 김금순, 김종업, 김정순, 박형숙, 송경애, 최순희 (1997). 기본간호학. 서울: 현문사.
- 김화순, 송미경 (1998). 중환자들의 심부체온 측정에서 고막체온과 직장체온의 비교. 간호과학, 10(2), 22-30.
- 서예원 (1992). 신생아의 액와 및 직장의 적정체온과 적정 측정시간의 비교 연구. 연세대학교 대학원 간호학과, 석사학위논문.
- 송경애, 강성실, 황진순, 김명자 (1998). 체온측정방법의 정확도와 간호시간 및 발열감별 타당도 비교. 기본간호학회지, 5(1), 33-45.
- 이원화, 정승필 (1995). 소아의 발열환자 감별을 위한 적외선 고막체온계의 타당도. 가정의학회지, 16(8), 531-536.
- 정인숙, 유은정 (1997). 체온측정시간 및 고막체온계의 정확도와 신뢰도에 관한 연구. 기본간호학회지, 4(1), 19-30.
- 최명애, 황애란, 김희승 (1991). 간호임상생리학. 서울: 대한간호협회 출판부.
- 황진순, 송경애 (1997). 신생아의 직장체온과 고막 및 액와체온과의 비교. 기본간호학회지, 4(2), 351-358.
- Alexander, D., & Kelly, B. (1991). Responses of children, parents, and nurses to tympanic thermometry in the pediatric office. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 53-56.
- Barber, N & Kilmon, C. (1989). Reactions tympanic temperature measurement in an ambulatory setting. Pediatric Nursing, 15, 477-481.
- Beach, P., & McCormick, D. (1991). Editorial comment : Clinical applications of ear thermometry. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 3-4.
- Beachy, P., & Deacon, J. (1993). Core Curriculum for Neonatal Intensive Care Nursing. Mexico: W. B. Saunders Co.
- Benzinger, M. (1969). Tympanic thermometry in surgery and anesthesia. JAMA, 209, 1207-1211.
- Bliss-Holtz, J.(1989). Comparison of rectal, axillary, and inguinal temperatures in full-term newborn infants. Nursing Research, 38(2), 85-87.
- Chamberlain, J., Grander, J., Rubinoff, J., Klein, B., Waisman, Y., & Huey, M. (1991). Comparison of a tympanic thermometer to rectal and oral thermometers in a pediatric emergency department. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 24-29.
- Erickson, R., & Woo, T. (1994). Accuracy of infrared ear thermometry and traditional temperature methods in young children. Heart & Lung, 23(3), 181-195.
- Hunter, L. (1991). Measurement of axillary temperatures in neonates. Western Journal of Nursing Research, 13(30), 324-335.
- Johhson, K. J. (1991). Infrared thermometry of newborn infants. Pediatrics, 87, 34-38.
- Klein, D., Mitchell, C., Petrined, A., Monroe, M., Oblak, M., Ross, B., & Youngblut, J. (1993). A comparison of pulmonary artery, rectal, & tympanic membrane temperature measurement in the ICU. Heart & Lung, 22(5), 435-441.
- Kunnel, M., O'Brien, C., Munro, B., & Medoff-Cooper, B. (1988). Comparisons of rectal, femoral, axillary, and skin-to-mattress temperatures in stable neonates. Nursing Research, 37(3), 162-164.
- Lattavo, K., Britt, J., & Dobal, M. (1995). Agreement between measures of pulmonary artery and tympanic temperatures. Research in Nursing & Health, 18, 365-370.
- Mayfield, S., Bhatia, J., & Nakamura, K. (1984). Temperature measurement in term and preterm neonates. The Journal of Pediatrics, 104(2), 271-275.
- Molnar, G., & Read, R.(1974). Studies during

- open-heart surgery on the special characteristics of rectal temperature. Journal of Applied Physiology, 36, 333-336.
- Romano, M., Fortenberry, J., Autrey, E., Harris, S., Heyroth, T., Parmeter, P., & Stein, F. (1993). Infrared tympanic thermometry in the pediatric intensive care unit. Critical Care Medicine, 21(8), 1181-1185.
- Schiffman, R. (1982). Temperature monitoring in the neonate : A comparison of axillary and rectal temperatures. Nursing Research, 31(5), 274-277.
- Shenep, J., Adair, J., Hughes, W., Roberson, P., Flynn, P., Brodkey, T., Fullen, G., Kennedy, W., Oakes, L., & Marina, N. (1991). Infrared, thermistor, and glass-mercury thermometry for measurement of body temperature in children with cancer. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 36-41.
- Talo, H., Mackin, M., & Medendorp, S. (1991). Tympanic Membrane Temperatures compared to rectal and oral temperature. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 30-33.
- Terndrup, T. (1992). An appraisal of temperature assessment by infrared emission detection tympanic thermometry. Annals of Emergency Medicine, 21(12), 92-101.
- Terndrup, T., & Milewski, A. (1991). The performance of two tympanic thermometers in a pediatric emergency department. Clinical Pediatrics, 30(suppl), 18-23.
- Wong, D. L. (1997). Essentials of Pediatric Nursing (5th. ed.) Mosby.

- Abstract -

Key concept : Neonate, Ear-based, Rectal, Axilla, Abdominal Temperature

**Comparison by Measurement Sites
in Temperature of Neonates :
Ear-based rectal,
Rectal, Axilla,
Abdominal Temperature**

Kim, Hwa Soon · Ahn, Young Mee**

The purpose of this study was to compare the ear-based rectal temperature measured with a tympanic thermometer with the rectal temperature measured with a glass mercury thermometer in order to test the accuracy of tympanic thermometer and to determine relationship among rectal, axilla, and abdominal temperature in neonates. The samples consisted of thirty four neonates admitted to the neonatal intensive care unit and nursery at an university affiliated hospital. The mean age of the subjects was 4.9 days. The ear-based rectal temperatures were taken with a tympanic thermometer in rectal mode (First Temp Genius 3000). Rectal and axilla temperatures were taken with a glass mercury thermometer. Abdominal temperature was continuously monitored with the probe connected to the servo controller of incubator. The results of the study can be summarized as follows :

1. Intrarater comparison : Agreement between the first and the second ear-based rectal temperature was 97% within 0.1°C.
2. Comparison of ear-based rectal temperature and the rectal temperature from a glass mercury thermometer : ear-based rectal temperature ranged from 36.95°Cd to 37.95°C, with a mean of 37.58°C (SD=0.22°C). Rectal temperature from a glass mercury thermometer ranged from 36.20°C to 37.20°C, with a mean 36.75°C (SD=0.29). The mean

* Department of Nursing, Inha University

difference between both temperatures was 0.84 °C. The correlation coefficient between both temperatures was $r=0.77(p=0.00)$.

3. Comparison of rectal and axilla temperature : Axilla temperature ranged from 35.80°C to 37.10°C, with a mean of 36.55°C. The mean absolute difference between the rectal and axilla temperature was 0.23°C. The correlation coefficient between rectal and axilla was $r=0.67$.
4. Comparison of axilla and abdominal temperature : Abdominal temperature ranged from 36.20°C to 37.00°C, with a mean of 36.58°C. The mean absolute difference between axilla and abdominal temperature was only -0.03 °C.

Findings of this study suggest that ear-based rectal temperature overestimates the actual rectal temperatures in neonates. Therefore, the interchangeable use of both temperatures in clinics seems problematic. The site offset (adjustment value) programmed in rectal mode of the tympanic thermometer needs to be readjusted. Choosing one optimal site for temperature measurement for each patient, and using the specific site consistently would result in more consistent measurements of changes in body temperature, and thus can be more effective in diagnosing fever or hypothermia.