

이마 체온의 진단정확도

박유미¹⁾ · 정원제¹⁾ · 오 현¹⁾ · 김윤경²⁾ · 김은영²⁾ · 김미경³⁾ · 신희연⁴⁾

¹⁾삼성서울병원 간호사, ²⁾삼성서울병원 간호파트장, ³⁾삼성서울병원 간호팀장,
⁴⁾삼성서울병원 간호파트장·이화여자대학교 박사과정생

Diagnostic Accuracy of Temporal Artery Temperatures Measurements

Park, Yumi¹⁾ · Jung, Wonje¹⁾ · Oh, Hyun¹⁾ · Kim, Yoonkyoung²⁾ · Kim, Eunyoung²⁾ · Kim, Mikyung³⁾ · Shin, Heeyeon⁴⁾

¹⁾RN, Department of Nursing, Samsung Medical Center

²⁾Unit Manager, Department of Nursing, Samsung Medical Center

³⁾Director, Department of Nursing, Samsung Medical Center

⁴⁾Unit manager, Department of Nursing, Samsung Medical Center,
Doctoral Student, College of Nursing, Ewha Womans University

Purpose: This study compared the temporal artery temperature (TAT) measured by infrared temporal artery thermometers to the axillary temperature (AT) measured by standard mercury-in-glass thermometers, and evaluated accuracy of the TAT measurement for clinical practice. **Methods:** A total of 247 adult inpatients in general wards in a tertiary medical center located in Seoul participated in the study. The TAT was measured within one minute after the AT measurement. Data were analyzed using descriptive statistics, paired t-test, Pearson correlation coefficient, linear regression, and the Bland-Altman plot. **Results:** There was a significant difference in mean temperature between AT and TAT, 36.89 °C (SD=0.70) versus 37.35 °C (SD=0.72). The Bland-Altman plots demonstrated the difference between the AT and TAT as -1.29 to +0.33. The specificity and sensitivity of the TAT in detecting fever were high. The positive predictive values were 57.5% and 71.0% when the AT were higher than 38.0 °C and the TAT fever cutoff levels were 38.0 °C and 38.3 °C respectively. **Conclusion:** TAT and AT were highly correlated and agreeable, indicating that TAT is as accurate as AT. The findings suggested that TAT measurement can be used in clinical practice. For accurate communication between medical personnel, medical institutions need to provide guidelines for temperature measurement, especially for the use of thermometer and measurement sites.

Key words: Body Temperature, Temporal Arteries, Sensitivity and Specificity

I. 서론

1. 연구의 필요성

체온은 환자상태를 반영하는 민감하고 신뢰할 만한 지표이기에[1,2], 중심 체온을 가장 잘 반영하는 체온을 측정해야 한

다. 식도, 방광, 폐동맥을 통한 중심 체온 측정은 특수 장치나 전문적 측정기술이 요구되고 침습적이므로, 일반 병동에서는 직장, 구강 및 액와 등의 부위에서 비침습적으로 체온을 측정하는 방법이 주로 이용되었다[3]. 그러나 직장 체온과 구강 체온은 감염 및 안전의 위험이 있고 불편을 초래하기 때문에 임상에서 일반적으로 사용하기에는 어려움이 있다[2,4]. 액와 체

주요어: 체온, 측두동맥, 민감도와 특이도

Corresponding author: Shin, Heeyeon

Department of Nursing, Samsung Medical Center, 81 Ilwon-ro, Gangnam-gu, Seoul 06351, Korea.
Tel: 82-2-3410-2910, Fax: 82-2-3410-2920, E-mail: grovy.shin@samsung.com

* 본 연구는 2016년 삼성서울병원 간호본부에서 연구비를 지원받아 진행한 연구임.

* 삼성서울병원 간호학술대회 (2017. 5. 23) 구연발표

투고일: 2018년 10월 9일 / 심사외일: 2018년 6월 5일 / 게재확정일: 2018년 6월 18일

온은 안전하고 비침습적이어서 많이 사용하는 방법이지만, 측정이 완료될 때까지 체온계 위치가 올바른지를 확인해야 하고 대상자가 매우 마른 경우 정확한 체온 측정이 어려우며 중심 체온의 변화를 빠르게 반영하지 못하는 단점이 있다[5-9].

1990년대 이후 적외선 체온계가 개발되어 적외선 체온계를 임상에 적용하는 의료기관이 증가하고 있다[10-12]. 고막은 중심 체온을 측정하기 좋은 부위이나 외이도가 곧아야 하고, 귀지나 중이 질환들이 이도를 막지 않아야 하는 등 측정 방법론적 문제를 가지고 있다[2,5,13]. 또한 탐침을 통한 병원 감염의 위험성이 있기 때문에 일회용 탐침 커버를 교환해야 한다[12]. 그러나 이마 체온은 측두 동맥 체온을 측정하는 것으로, 측두 동맥은 경동맥과 연결되어 있으면서 피부표면 가까이 위치하고 있어[11] 고막 체온이나 액와 체온보다 더 정확하게 중심 체온을 반영하는 것으로 나타났다[6,9,14-16]. 또한 이마 좌, 우의 측정 값에 차이가 없고 대상자의 거부감이 적으며[9,13] 측정시간이 짧아[12] 편리함, 신속함 때문에 임상에서 이마 체온의 사용이 늘어나고 있는 추세이다[2,11,17].

지금까지 이마 체온 관련된 연구는 중심 체온이나 구강 체온, 직장 체온 또는 액와 체온을 참조 표준(Reference standard)으로 하여 일치도(정확도, 정밀도), 발열상태에 대한 진단정확도 등을 비교하는 연구들이 진행되었다[11-15,17-25]. 그 결과 이마 체온은 참조 표준 체온과 일치도가 높아 임상 활용에 유용한 것으로 나타났으며[12-15,25], 대단위 집단의 발열 확인을 위한 스크리닝 도구로 제안되기도 하였다[20,21]. 그러나 일부 연구에서는 연구대상자의 체온 분포가 고르지 않았으며[15,23], 검교정 시험을 하지 않은 체온계로 자료수집을 하였고, 측정 과정과 측정 환경을 통제하지 못하여 민감도가 낮거나[18,21,23], 거짓 음성률이 높게 나오기도 하였다[17,24].

따라서 체온 측정 시 편리하고, 안전하며, 빠른 결과를 나타내면서 교차감염을 일으키지 않고 비용효과적인 장점이 있는 이마 체온에 대하여 정확도 검증이 필요한 것으로 판단하였다. 이에 본 연구는 일반병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 적외선 이마 체온계로 측정된 이마 체온의 진단정확도를 확인하였다. 구강 체온이나 직장 체온은 측정 과정에서 환자의 안전의 문제와 대상자 모집과 협조의 어려움이 예상되어 액와 체온을 참조 표준으로 선택하였다. 또한 참조 표준 체온 측정도구로는 수은 체온계를 선택하였다. 수은 체온계는 수은으로 인한 안전성 문제가 있으나, 측정 결과가 안정적이어서 표준 체온 측정도구로 사용되어 왔다[6,13,14]. 수은과 관련된 안전 문제를 보완하기 위해 조사자는 위험물질관리(안전한 사용과 응급조치 방법 등) 교육을 이수하였다. 또한 선행연구에서의 제한점을 보완하기 위하여 병실 온도를 모니터하고 냉난방 장

치 가동 시간을 피하여 자료를 수집하였다. 또한 자료수집에 사용할 체온계를 국가공인기관인 교정기술원에 의뢰하여 검교정 상태를 확인 받았고, 체온 측정 시 측정자 외에 관찰자를 두어 측정 오차를 줄이고자 하였다. 이를 통해 이마 체온의 임상 적용에 대한 과학적인 근거를 제시하고자 하였다.

2. 연구목적

본 연구는 적외선 이마 체온계를 이용하여 측정된 이마 체온과 수은 체온계를 이용하여 측정된 액와 체온을 비교하고, 액와 체온을 참조 표준으로 하여 이마 체온의 진단정확도를 확인하고자 하였다.

본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 이마 체온과 액와 체온의 측정치를 비교한다.

둘째, 발열상태에 대한 이마 체온의 일치도를 분석한다.

셋째, 이마 체온과 액와 체온의 진단정확도를 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 적외선 이마 체온계로 측정된 이마 체온과 수은 체온계로 측정된 액와 체온을 비교하여, 이마 체온의 임상 적용에 대한 과학적 근거를 제시하기 위한 관찰 연구(observational study)이다.

2. 연구대상

연구대상자는 신생아와 소아는 성인에 비해 체온이 높아 발열 기준이 상이하므로, 다음의 선정기준에 해당하는 성인 환자를 대상으로 하였다. 더불어 체온 측정치는 측정기구와 방법 뿐만 아니라 환경적 요인에 의해서도 영향을 받으므로 연구 환경의 동질성을 위해 연구대상 병원의 여러 건물 중 한 건물에 위치한 13개의 성인 내·외과계 일반병동으로 범위를 제한하였다. 연구대상 병원의 실내 환경은 실내 온도 26.04(±.83)℃ (범위 24~28℃), 습도 50~60%로 환온, 환습이 유지되었다.

• 선정기준

① 두부 손상이 없는 자

② 이마와 액와 부위에 피부 통합성 장애가 없는 자

③ 냉·온 요법을 적용하지 않은 자

④ 연구참여에 동의한 자

진단정확도를 확인하기 위한 민감도와 특이도 분석을 위

한 표본크기 산출을 위해[26] Expected Sensitivity .85, Expected Specificity .90, Expected Prevalence .20, Desired Precision .1, Confidence level 95%에서 산출된 표본크기는 246명으로 탈락률 10%를 고려하여 연구대상은 250명으로 하였다. 그러나 자료수집 중 해열제를 적용한 환자, 에어컨 바람 등 환경 변화에 직접 노출된 환자, 모자를 착용한 환자 3명을 제외하여 최종 247명이 분석대상에 포함되었다.

3. 연구도구

대상자의 체온 측정에 사용된 체온계는 수은 체온계(Yuil clinical thermometer, Yuil Measure company, Gyeonggi, Korea)와 적외선 이마 체온계(Dotory Deluxe FS-100, HuBDIC, Anyang, Korea)를 이용하였다.

수은 체온계는 국가교정기관인 교정기술원에 의뢰하여 검교정 상태를 확인하였다. 수은 체온계의 검교정 시험은 측정 오차를 0.05℃ 기준으로 하며 35.5℃에서 1℃씩 40.5℃까지 온도를 올리면서 2분간 검사를 시행하는 것이다. 적외선 이마 체온계 또한 교정기술원에 의뢰하여 검교정 상태를 확인하였고, 적외선 이마 체온계는 적외선 측정 방식으로 32~42.2℃ (68.0~108.0°F)에서 오차 범위±0.2℃(±0.4°F)이며, 정확하고 엄격한 교정관리를 통해 미국제품인증(FDA), 유럽제품인증(CE), 국제품질인증(ISO-9001, ISO-13485)과 국내의료기기품질인증(GMP)을 획득한 체온계이다. 수은 체온계와 적외선 이마 체온계는 자료수집 시작 후 6개월 뒤에 연구대상 병원의 의공기술팀에 의뢰하여 검교정 상태를 재확인하였다.

4. 자료수집방법

자료수집 전 측정자간 오차를 최소화하기 위해 적외선 이마 체온계를 사용하는 일반 성인병동 내과계에서 근무하는 간호사 2명과, 외과계에서 근무하는 간호사 2명의 자원을 받아 각 체온계 회사가 제시한 사용 방법에 대한 정보를 제공하고 측정 방법을 훈련한 후 측정자간 일치도(급내 상관계수)를 확인하였다.

첫째, 4명의 조사자가 동일한 수은 체온계의 눈금을 읽은 값의 측정자간 일치도를 확인하였다. 둘째, 4명의 조사자가 동일한 대상자에게 급내 상관계수를 이용하여 측정자간 일치도를 확인한 결과 수은 체온계로 측정한 액와 체온의 일치도는 .92 ($p < .001$)이었으나 적외선 이마 체온계로 측정한 이마 체온의 일치도는 .71 ($p < .001$)이었다. 이에 다시 이마 체온 측정법을 공유하고 측정 속도, 체온계의 위치 등에 대한 훈련을 시

행한 후 측정자간 일치도를 재확인한 결과 두 번째 훈련 시 .83 ($p < .001$)이었으며, 이마와 체온계의 수직상태 유지에 주의를 기울이도록 재훈련을 시행한 후에는 .97 ($p < .001$)로 측정자간 일치도가 향상되었다.

2016년 1월 예비 조사를 실시한 후 실제 자료 조사는 2016년 1월 18일부터 8월 14일까지 4명의 조사자에 의해 13개 병동에서 시행하였다. 예비 조사 이후 자료수집방법에 대한 구체적 조건 정의가 필요함을 확인하여 다음의 추가 조건을 확립하였다. 정확한 체온 측정을 위해 2인 1조로 짝을 이루어 조사자 1인이 체온 측정 하는 과정을 다른 조사자 1인이 체온계의 위치, 각도, 측정 시간이 정확하게 이루어지는지 관찰하기로 하였으며, 모든 대상자는 앙와위로 30분이 경과한 상태에서 체온을 측정하고, 담요 1장과 환의 1벌만 입은 상태에서 측정하기로 하였다. 체온 측정은 대상자의 왼쪽 액와에 수은 체온계를 액와 중심 가운데 위치한 후 5분 뒤에 측정치를 확인하였고, 액와 체온 측정 후 1분 이내에 이마 체온을 2회 반복 측정하였다.

1) 이마 체온 측정방법: 이마 부위를 완전히 노출 시킨 후, 땀이 있는 경우 거즈로 땀을 가볍게 두드려 제거한 다음 적외선 이마 체온계를 이마의 중앙에 수직이 되도록 정확히 밀착 시킨 뒤 측정 버튼을 누른 상태에서 문지르듯 3~5초간 이동한다. 이때 이동 구간은 이마의 정중앙에서 시작하여 관자놀이 부위까지 이고 눈썹에 평행하게 이동한다. 측정버튼에서 손을 떼면 측정이 끝나고 액정 화면에 표시된 측정값을 기록하였다. 측정 단위는 ℃로, 소수 첫째 자리까지 측정하였고, 대상자의 왼쪽 이마에서 측정하였다. 소아, 성인을 대상으로 한 국내외의 적외선 이마 체온계의 정확도에 대한 선행연구결과들이 다양하고 일관성 있지 않음을 고려하여 2회 측정하여 자료분석에는 평균값을 이용하였다.

2) 액와 체온 측정방법: 사용 전에 손가락으로 수은구의 반대쪽을 잡고 주변에 부딪치지 않도록 주의하면서, 수은주가 35.5℃ 이하로 내려가도록 체온계를 튕다. 액와 부위에 땀이 있는 경우 거즈로 가볍게 두드려 땀을 제거한 다음 액와 부위가 전체적으로 보이게 팔을 들어 올린다. 체온계를 왼쪽 액와 가운데 위치 시킨 후에 체온계의 끝이 액와 주위 피부에 둘러 싸임을 확인하고 환자의 팔을 자연스럽게 내려놓은 후, 이로부터 5분[27] 후에 측정된 체온계를 눈높이로 들고 조심스럽게 돌리면서 읽었다.

5. 자료분석방법

수집한 자료는 IBM SPSS/WIN Statistics (version 23.0)

통계 프로그램과 Excel을 이용하여 분석하고, 유의수준은 .05 미만으로 하였다.

- 1) 이마 체온과 액와 체온의 비교는 기술 통계 및 paired t-test를 시행하였다.
- 2) 이마 체온과 액와 체온의 관계는 산점도, Pearson correlation coefficient와 단순회귀분석으로 확인하였다.
- 3) 이마 체온과 액와 체온의 일치도는 Bland-Altman plot을 이용하여 확인하였으며 신뢰구간은 차이 값 평균 $\pm 1.96SD$ 로 하였다. Bland-Altman plot은 새로운 측정 방법을 기존의 방법에 대한 일치도를 분석하는 것으로, X축은 액와 체온과 이마 체온의 평균이고, Y축은 액와 체온과 이마 체온의 차이를 나타낸다. Bland-Altman plot을 통해 전반적인 두 측정 값의 차이의 평균을 확인하며, 차이 값이 0이라는 것은 완벽한 일치를 의미한다. Bland-Altman plot에서 더욱 중요한 것은 두 측정 값의 95% 일치도로 수용 가능한 2SD 값의 범위는 임상적 의미에 바탕을 둔다[11,25].
- 4) 발열 상태에 대한 이마 체온의 진단정확도를 확인하기 위하여 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 계산은 액와 체온 38℃를 발열 기준으로 하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구의 자료수집을 위하여 연구대상 병원의 기관윤리심

의위원회(Institutional Review Board, IRB)에 본 연구팀은 본 연구와 관련하여 경제적, 비경제적 이익관계가 없음을 포함하는 이해상충 서약서를 포함하여 연구에 대한 승인(IRB File No, 2015-10-037-001)을 받았다. 이후 연구대상 병원 간호본부 및 조사부서에 연구목적을 설명하고 자료수집에 대한 허가를 받았다. 또한 조사자가 연구대상자에게 연구목적을 설명하고 서면동의를 얻은 다음 체온(액와, 이마)을 측정하였으며, 개인정보 보호 및 기밀유지를 위해 수집된 자료는 식별코드화 하였다.

III. 연구결과

1. 이마 체온과 액와 체온 비교

참조 표준인 액와 체온은 35.7℃~38.9℃, 이마 체온은 두 차례 측정값 모두 36.2℃~39.9℃의 범위를 나타내었다. 액와 체온의 평균은 36.89 \pm 0.70℃로 이마 체온의 평균값의 평균 37.35 \pm 0.72℃보다 -0.47℃가 통계적으로 유의하게 낮았다($t=-17.50, p<.001$)(Table 1).

액와 체온 38.0℃ 이상의 발열 상태 환자는 25명(10.1%)이었으며(Table 2), 이마 체온과 액와 체온의 체온 측정치 분포는 Figure 1과 같으며, 두 측정치 간에는 높은 양의 상관관계가 나타났다($r=.83, p<.001$).

단순회귀분석을 통해 액와 체온으로 이마 체온을 예측하는

Table 1. Comparison of Axillary Temperatures and Temporal Artery Temperatures (N=247)

Body temperatures (°C)	Min	Max	M \pm SD	95% CI	t (p)
Axillary	35.7	38.9	36.89 \pm 0.70		
Temporal artery 1	36.2	39.9	37.35 \pm 0.72		
Temporal artery 2	36.2	39.9	37.36 \pm 0.72		
Temporal artery mean	36.2	39.9	37.35 \pm 0.72		
Axillary - Temporal artery mean	-1.45	1.15	-0.47 \pm 0.42	-0.52~-0.41	-17.50 (<.001)

Table 2. Comparison of the Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value, and Negative Predictive Value at the Various Temperature Cutoff Points (N=247)

Variable	Categories	Axillary temperatures			Sensitivity %	Specificity %	PPV %	NPV %
		$\geq 38.0^\circ\text{C}$	$< 38.0^\circ\text{C}$	Total				
Temporal artery temperatures	$\geq 38.0^\circ\text{C}$	23	17	40	92.0	92.3	57.5	99.0
	$< 38.0^\circ\text{C}$	2	205	207				
	Total	25	222	247				
		$\geq 38.3^\circ\text{C}$	22	9	31	88.0	95.9	71.0
	$< 38.3^\circ\text{C}$	3	213	216				
	Total	25	222	247				

PPV=positive predictive value; NPV=negative predictive value.

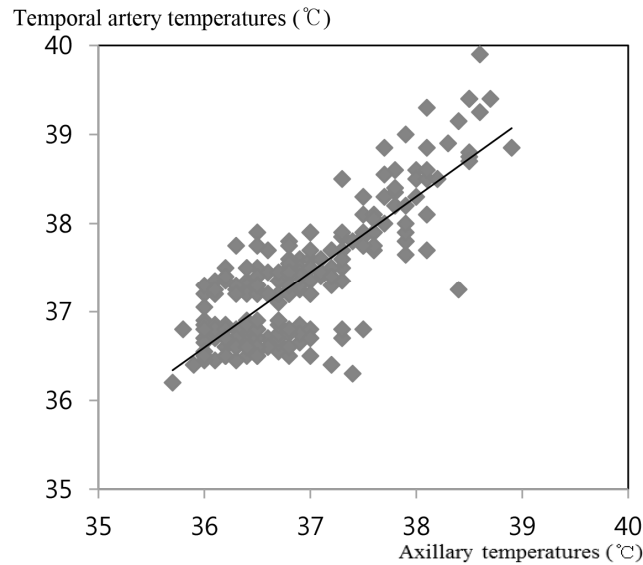


Figure 1. Scatter plot showing the relationship between temporal artery temperatures and axillary temperatures.

다음의 회귀식이 도출되었다.

$$\text{이마체온}(^{\circ}\text{C}) = .852 \times \text{액와 체온}(^{\circ}\text{C}) + 5.934$$

위의 식에 따르면 발열 정의 기준인 액와 체온 38 $^{\circ}\text{C}$ 는 이마 체온 38.3 $^{\circ}\text{C}$ 에 상응한다.

2. 이마 체온과 액와 체온의 일치도

Bland-Altman plot을 통해 95% 일치도를 확인한 결과, 이마 체온과 액와 체온의 차이는 Figure 2와 같다. 차이의 평균은 -0.47 (95% confidence interval -0.52, -0.41)이었으며, 95% 일치도 범위를 의미하는 차이의 표준편차 범위는 -1.29에서 0.33이었다(Figure 2).

3. 발열 상태에 대한 이마 체온의 진단정확도

이마 체온의 민감도, 특이도, 양성 예측 타당도, 음성 예측 타당도는 Table 2와 같다. 발열 기준 온도를 액와 체온 38.0 $^{\circ}\text{C}$ 에 상응하는 이마 체온 38.3 $^{\circ}\text{C}$ 로 조정하면 결과 민감도는 92.0%에서 88.0%로, 음성 예측도는 99.0%에서 98.6%도 다소 하락하였으나, 특이도는 92.3%에서 95.9%로, 양성 예측도는 57.5%에서 71.0%로 상승하였다(Table 2).

IV. 논 의

체온 측정은 점점 발전하는 다양한 체온 측정도구로 다양한

신체 부위에서 체온을 측정하게 되어 매우 역동적인 절차가 되었으나, 이상적인 체온 측정도구와 측정 부위는 아직 확인되지 않았다[2,20]. 최근 들어 측정시간이 짧고 사용이 편리한 적외선 체온계를 사용하여 이마 체온을 측정하는 것이 확대되고 있으나[2,11,17] 이마 체온에 대한 연구결과들이 일관되지 않아 선행연구의 제한점을 보완하여 본 연구를 시행하였다.

본 연구결과 이마 체온과 액와 체온은 높은 양의 상관관계($r = .83, p < .001$)를 보였으며, 이는 본 연구와 같이 액와 체온을 참조표준으로 하여 이마 체온을 비교한 선행연구[13]의 결과($r = .70, p < .001$)나, 이마 체온과 직장 체온을 비교한 연구[20] 결과($r = .80, p < .01$)보다 높았다. 그러나 높은 상관관계를 보이는 것이 두 방법이 일치한다는 것을 뜻하지는 않으므로 [28], Bland와 Altman [28]이 제시한 방법으로 일치도를 평가한 결과, 본 연구에서는 95% 신뢰구간에서 일치하는 범위가 -1.29에서 0.33으로, 수술 환자를 대상으로 이마 체온과 액와 체온의 일치도를 평가한 선행연구[6,12] 결과와 유사하거나 더 좁은 범위 내에 분포하여 상대적으로 정밀도가 높은 것으로 나타났다. 또한 이마 체온과 구강 체온[15]의 일치도를 분석한 연구(-0.96~1.71)와 이마 체온과 직장 체온[20]의 일치도를 분석한 연구(-1.02~1.56) 보다 높은 정밀도를 보였다. 따라서 이마 체온은 액와 체온을 대체할 수 있는 체온임을 의미한다.

열의 존재는 질병 상태를 말해 주는 가장 유용한 인자로서, 이 인자를 활용하는 방법을 결정하기 위해서는 양성 예측도와 민감도가 우수한 측정법이 유용하다[13]. 본 연구에서 발열기

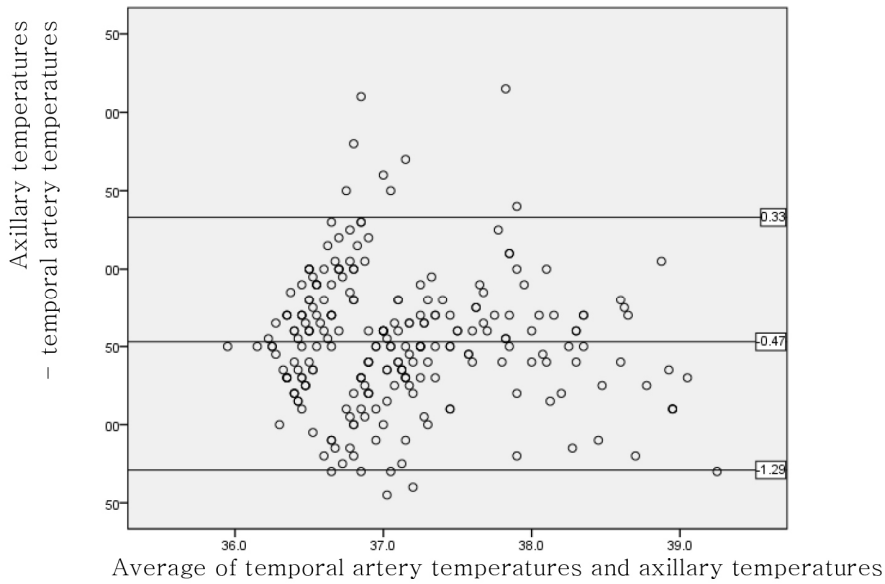


Figure 2. The Bland-Altman plot comparing the difference between temporal artery temperatures and axillary temperatures. Bland-Altman plots of difference indicate main temperature difference and 95% limits of agreement: comparison of the difference each temporal artery and axillary paired temperature measurements. The middle horizontal line represents the mean difference in these 2 measurements, and the other horizontal lines represents 2SD above and below the mean difference.

준을 액와 체온 38.0℃ 이상으로 하고, 액와 체온 38.0℃에 상응하는 이마 체온 38.3℃ 이상으로 발열 상태를 분류하여 진단 정확도를 평가한 결과 비교적 높은 민감도(88.0%)와 양성 예측도(71.0%)를 보였으며, 이는 이마 체온과 액와 체온을 비교한 선행연구의 민감도(83.8%)와 양성 예측도(74.4%) 결과 [13]와 유사하고, 이마 체온과 항문 체온을 비교한 연구 [16]의 민감도(41.0%)와 양성 예측도(60.0%) 결과보다 높았다. 또한 발열 상태 분류를 이마 체온 38.0℃ 이상으로 한 경우와 액와 체온 38.0℃에 상응하는 이마 체온 38.3℃ 이상으로 하였을 때 진성 발열 환자는 23명에서 22명으로 1명 감소한 것에 반해, 진성 비발열 환자는 205명에서 213명으로 8명 증가하였다. 그러므로 본 결과 적외선 이마 체온계를 이용한 이마 체온 측정이 발열 여부 확인에 유용하며, 체온 측정 결과를 의사소통 할 때에는 체온 측정값과 체온 측정 부위를 고려해야 하고, 이마 체온은 액와 체온에 비해 약 0.3℃ 높게 측정될 수 있음을 감안해야 한다. 더불어 본 연구결과 특이도(92.3%, 95.9%)와 음성 예측도(99.0%, 98.6%)가 매우 높게 나타났으므로, 빠른 결과를 나타내며 비교적 사용이 용이한 적외선 체온계를 이용한 이마 체온 측정은 비발열 환자를 선별하는 데에도 도움이 될 것이다.

본 연구에서 측정자에 의한 측정 오차를 최소화 하기 위하여 자료수집 전 조사자들은 체온계 제조사에서 권고한 측정 방법을 숙지하고 훈련을 거쳤음에도 불구하고 3차에 걸친 반복 훈련과 측정자간 일치도 평가 후에 측정자간 체온 측정치

의 차이가 수용 가능한 오차 범위인 0.2℃ [11,25] 이내에도 달하였다. 이 과정에서 이마 내 체온계의 위치, 측정 속도 및 체온계와 이마의 각도 등에 따라 측정치가 민감하게 변화함을 알 수 있었다. 따라서 각 의료기관은 각 기관에서 사용하고 있는 체온계의 올바른 사용 방법과 측정 위치에 대한 훈련 기회를 제공해야 하고, 간호사들은 자신이 사용하는 체온계에 대해 정확한 측정 방법과 주의 사항을 숙지하고 있어야 할 것이다.

이상적인 체온 측정은 정확하게 중심 체온을 측정하면서, 편리하고, 안전하며, 빠른 결과를 나타내면서 사용자에게 친숙하고 교차감염을 일으키지 않음과 더불어 비용 효과적이어야 한다 [4,13,17,24]. 적외선 체온계를 이용한 이마 체온 측정은 비침습적이고, 사용이 쉽고, 거부감이 적으며, 빠르게 측정 가능하다는 점에서 이상적인 체온 측정의 조건에 부합한다고 볼 수 있다.

본 연구대상 병원은 공기정화장치가 병실 천정에 설치되어 있어서 천정에서 내려오는 공기로 조절되고 있기 때문에 연구 대상자의 위치에 따라 천정에서 내려오는 공기 흐름으로 인한 환경적 영향을 완전히 배제하지 못했을 가능성이 있다. 그러나 자료수집 당시 조사자가 공기 흐름을 느끼는 경우 자료수집을 미루는 등의 노력을 통해 환경적 영향을 최소화하고자 하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 일반 병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 적외선 체온계로 측정된 이마 체온을 수은 체온계로 측정한 액와 체온을 참조표준으로 하여 비교한 결과 민감도, 특이도, 음성 예측도가 90% 이상으로 높은 진단정확도를 확인하였다. 이마 체온과 액와 체온은 높은 상관관계 및 높은 일치도를 보였고, 비교적 높은 진단정확도를 나타냈으므로 이마 체온은 발열 여부를 확인하기에 타당하다고 볼 수 있겠다. 또한 적외선 체온계를 이용한 이마 체온 측정치는 높은 특이도와 음성 예측도를 보이고 있어 대단위 집단을 대상으로 발열 상태를 스크리닝 하기 위한 선별 도구로서도 활용 가능할 것으로 생각된다.

새로운 체온계가 임상에 적용되기 전 기존의 체온계 또는 중심 체온과 비교하여 정확성 및 정상범위에 대한 충분한 연구가 선행되어야 할 것으로 생각되며, 임상 적용 시에는 새로운 체온계에 대한 사용법 훈련과 가이드라인 제공이 동반되어야 할 것이다. 마찬가지로 다양한 체온계를 이용하여 여러 신체 부위에서 체온을 측정하는 기관에서는 체온계와 측정 부위에 따른 가이드라인을 제공하여 부서간 또는 직종간 정확한 의사소통을 할 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- Sund-Levander M, Grodzinsky E. Assessment of body temperature measurement options. *British journal of nursing*. 2013;22(15):880, 882-888.
- Park YJ, Park SH, Kang CB. Systematic review and meta-analyses of diagnostic accuracy of infrared thermometer when identifying fever in children. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2013;43(6):746-759. <https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.6.746>
- Edelu BO, Ojinnaka NC, Ikefuna AN. Fever detection in under 5 children in a tertiary health facility using the infrared tympanic thermometer in the oral mode. *Italian journal of pediatrics*. 2011;37:8. <https://doi.org/10.1186/1824-7288-37-8>
- El-Radhi AS. Determining fever in children: the search for an ideal thermometer. *British journal of nursing*. 2014;23(2):91-94. <https://doi.org/10.12968/bjon.2014.23.2.91>
- Gasim GI, Musa IR, Abdien MT, Adam I. Accuracy of tympanic temperature measurement using an infrared tympanic membrane thermometer. *Biomed Central research notes*. 2013;6:194. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-6-194>
- Sahin SH, Duran R, Sut N, Colak A, Acunas B, Aksu B. Comparison of temporal artery, nasopharyngeal, and axillary temperature measurement during anesthesia in children. *Journal of clinical anesthesia*. 2012;24(8):647-651. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2012.05.003>
- Rubia-Rubia J, Arias A, Sierra A, Aguirre-Jaime A. Measurement of body temperature in adult patients: comparative study of accuracy, reliability and validity of different devices. *International journal of nursing studies*. 2011;48(7):872-880. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.11.003>
- Potter PA, Perry AG, Hall A, Stockert PA. *Fundamentals of nursing*. 7th Engl. ed. Byun YS, Kang KS, Kang JY, Kwon YS, Kim SH, Park HS, et al., Translator. Korea: Elsevier; 2011. p. 180-189
- Greenes DS, Fleisher GR. Accuracy of a noninvasive temporal artery thermometer for use in infants. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2001;155(3):376-381.
- Park SH. Reliability and Accuracy of Infrared Temperature: A Systematic Review. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2014; 26(6):668-680. <https://doi.org/10.7475/kjan.2014.26.6.668>
- Joo G, Sohng KY. Accuracy, precision, and validity of fever detection using non-invasive temperature measurement in adult coronary care unit patients with pulmonary catheters. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2012;42(3):424-433. <https://doi.org/10.4040/jkan.2012.42.3.424>
- Barringer LB, Evans CW, Ingram LL, Tisdale PP, Watson SP, Janken JK. Agreement between temporal artery, oral, and axillary temperature measurements in the perioperative period. *Journal of perianesthesia nursing: official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses*. 2011;26(3):143-150. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2011.03.010>
- Yun KW, Lim IS. A Study for Accuracy and Usefulness of Tympanic Membrane and Forehead Thermometers. *Korean journal of pediatrics*. 2005;48(8):820-825.
- Isler A, Aydin R, Tutar Guven S, Gunay S. Comparison of temporal artery to mercury and digital temperature measurement in pediatrics. *International emergency nursing*. 2014; 22(3):165-168. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2013.09.003>
- Frommelt T, Ott C, Hays V. Accuracy of different devices to measure temperature. *Medsurg nursing: official journal of the Academy of Medical-Surgical Nurses*. 2008;17(3):171-174,176,182.
- Allegaert K, Casteels K, van Gorp I, Bogaert G. Tympanic, infrared skin, and temporal artery scan thermometers compared with rectal measurement in children: a real-life assessment. *Current therapeutic research, clinical and experimental*. 2014; 76:34-38. <https://doi.org/10.1016/j.curtheres.2013.11.005>
- Hamilton PA, Marcos LS, Secic M. Performance of infrared ear and forehead thermometers: a comparative study in 205 febrile and afebrile children. *Journal of clinical nursing*. 2013; 22(17-18):2509-2518. <https://doi.org/10.1111/jocn.12060>
- Teller J, Ragazzi M, Simonetti GD, Lava SA. Accuracy of tympanic and forehead thermometers in private paediatric practice. *Acta paediatrica*. 2014;103(2):e80-e83. <https://doi.org/10.1111/apa.12464>
- Reynolds M, Bonham L, Gueck M, Hammond K, Lowery J,

- Redel C, et al. Are temporal artery temperatures accurate enough to replace rectal temperature measurement in pediatric ED patients? *Journal of emergency nursing*. 2014;40(1): 46-50. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2012.07.007>
20. Odinaka KK, Edelu BO, Nwolisa CE, Amamilo IB, Okolo SN. Temporal artery thermometry in children younger than 5 years: a comparison with rectal thermometry. *Pediatric emergency care*. 2014;30(12):867-870. <https://doi.org/10.1097/pec.0000000000000289>
21. Penning C, van der Linden JH, Tibboel D, Evenhuis HM. Is the temporal artery thermometer a reliable instrument for detecting fever in children? *Journal of clinical nursing*. 2011;20(11-12): 1632-1639. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03568.x>
22. Furlong D, Carroll DL, Finn C, Gay D, Gryglik C, Donahue V. Comparison of temporal to pulmonary artery temperature in febrile patients. *Dimensions of critical care nursing*. 2015;34(1):47-52. <https://doi.org/10.1097/dcc.0000000000000090>
23. Stelfox HT, Straus SE, Ghali WA, Conly J, Laupland K, Lewin A. Temporal Artery versus Bladder Thermometry during Adult Medical-Surgical Intensive Care Monitoring: An Observational Study. *BMC anesthesiology*. 2010;10:13. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-10-13>
24. Mangat J, Standley T, Prevost A, Vasconcelos J, White P. A comparison of technologies used for estimation of body temperature. *Physiological measurement*. 2010;31(9):1105-1118. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/31/9/003>
25. Lawson L, Bridges EJ, Ballou I, Eraker R, Greco S, Shively J, et al. Accuracy and precision of noninvasive temperature measurement in adult intensive care patients. *American journal of critical care: an official publication, American Association of Critical-Care Nurses*. 2007;16(5):485-496.
26. Naing L. Sample size calculation for Sensitivity & Specificity Studies [Internet]. Kuban Kerian(Kelantan): Universiti Sains Malaysia; 2004 Mar 23 [cited 2015 August 01]. Available from: http://www.kck.usm.my/ppsg/stats_resources.htm.
27. Jung IS, Yoo EJ. Study on the body temperature measuring time and accuracy and reliability of tympanic thermometer. *The Korean journal of fundamental of nursing*. 1997;4(1):19-30.
28. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-310.