

Bluetooth Etkin Deri Sensörü ve Akıllı Telefon Uygulaması ile Vücut Sıcaklığı Ölçme Yönteminin Aksiller Dijital Termometre ile Karşılaştırılması

Comparison of Axillary Digital Thermometer with Smart Fever Measurement

Ali Yurtseven, Eylem Ulaş Saz

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Öz

Giriş: Çocuklarda ateş ölçümünün en doğru ve en güvenilir yöntemi yıllardır araştırılan bir konudur. Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle akıllı telefonlar kullanılarak, non-invaziv sürekli ateş ölçümü yapılabilmesi, ölçülen ateş değerlerinin kaydedilmesi ve ateş yüksekliği durumunda uyarı verilebilmesi mümkün hale gelmiştir. Ancak bu yöntemle yapılacak ateş ölçümlerinin doğruluğu ile ilgili yeterli bilimsel veri şuan için mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı akıllı telefon uygulaması ile yapılan vücut sıcaklık ölçümlerini aksiller dijital termometre ile karşılaştırmaktır.

Yöntemler: Çocuk acil servisimize 1 Temmuz-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ateş yüksekliği ile başvurup gözleme alınan tüm hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastaların demografik özellikleri, acil servise geliş tanıları ve acil serviste izlemleri boyunca saatlik olarak hem dijital aksiller termometre ile hem de akıllı telefon uygulaması ile aynı anda ölçülen ateş değerleri kaydedildi. Her iki yöntemle ölçülen bu değerler birbirleriyle karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışma süresi boyunca 53 hastadan 234 ölçüm yapıldı. Hastaların 30'u (%57) erkekti, yaş ortalamaları 58 ± 51 aydı ve 11'i (%21) 1 yaş altı hastalardı. Sırasıyla üst solunum yolu enfeksiyonu (20, %38) ve akut gastroenterit (12, %23) hastalara en sık konulan tanılardı. Aksiller ölçümlerde ateş yüksekliği saptanan hastaların çoğunda akıllı telefon uygulaması ile yapılan ölçümlerde de ateş yüksekliği tespit edilirken, iki yöntem arasında ateşi saptamada anlamlı bir fark yoktu ($p=0.754$). Tüm aksiller ölçümlerin ortalaması 37.07 ± 0.85 oC iken, akıllı telefon uygulaması ile yapılan ölçümlerin ortalaması 37.16 ± 0.89 oC olarak hesaplanıp iki değer arasında güçlü pozitif korele olduğu saptandı ($r=0.874$, $p<0.001$). Ateşli dönem aksiller ölçüm ortalaması 38.14 ± 0.56 oC, akıllı telefon uygulaması ölçüm ortalaması 38.24 ± 0.55 oC idi ve benzer şekilde ateşli dönem de güçlü pozitif korelasyon söz konusuydu ($r=0.745$, $p<0.001$). Ayrıca infantil dönemde de benzer sonuçlara ulaşıldı.

Sonuç: Akıllı telefon uygulaması ile ateş ölçme yöntemi güvenilir, her yerde ve tüm yaş gruplarında kullanılabilecek üstün bir yöntem gibi

Abstract

Introduction: The best method of fever measurement in children has been investigated for many years. It has become possible to make non-invasive continuous fever measurement by using smart phones, to record the measured fever values and to give warning in case of fever with the technological developments in recent years. Nevertheless, there is not data on the accuracy of fever measurements to be made with this method. We aimed to compare the temperature measurements by the smartphone application with the axillary digital thermometer.

Methods: This was a cross-sectional observational study. All patients who were admitted to the pediatric emergency department between 1 July-30 September 2017 with fever were included. Demographic characteristics and the diagnosis of patients were recorded. The temperatures that were measured using smartphone application and axillary digital thermometer were compared.

Results: During the study, 234 measurements were ensured from 53 patients. The mean age of the patients was 58 ± 51 months. Thirty (57%) patients were male and eleven (21%) were infants. The most frequent diagnoses of patients were upper respiratory tract infection (20, 38%) and acute gastroenteritis (12, 23%). There was no significant difference between smartphone application and axillary digital thermometer in detecting fever ($p=0.754$). The mean measurements of the axillary digital thermometer and SPA were 37.07 ± 0.85 oC and 37.16 ± 0.89 oC respectively. Both measurements were strongly correlated with each other ($r=0.874$, $p<0.001$). In the fever period, the mean measurements of the axillary digital thermometer was 38.14 ± 0.56 oC, while smartphone application was 38.24 ± 0.55 oC. These values were also strongly correlated with each other ($r=0.745$, $p<0.001$). Similar results were also achieved in infantile period.

Conclusion: The Smartphone application seems to be a superior method that can be used reliably, anywhere and in all age groups,

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Ali Yurtseven, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Tel.: +90 505 205 21 44 **E-posta:** aliyurtseven1605@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-8302-0204

Geliş Tarihi/Received: 09.08.2019 **Kabul Tarihi/Accepted:** 02.09.2019

©Telif Hakkı 2019 Çocuk Acil Tıp ve Yoğun Bakım Derneği
Çocuk Acil ve Yoğun Bakım Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Öz

görünmektedir ancak bu yöntemin rutin kullanıma girmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Ateş, akıllı telefon uygulaması, cilt sensörü, termometre

Giriş

Ateş, enflamatuvar savunma sisteminin bir tehdit algılaması durumunda, vücudun otonomik ve nöroendokrin sistemlerinin normal ve koordineli bir yanıtıdır.¹ Hekime başvuran bir hastanın ateşini değerlendirmek, fizik muayenenin vazgeçilmez bir parçası olmakla birlikte, yüksek ateş birçok hastalığın önemli bir işaretidir. Çocuk hastalıkları kliniklerine ve çocuk acil servislere yapılan başvuruların en önemli nedenlerinden biri ateş yüksekliğidir.² Çocukluk çağında, ateşin hastalığın erken döneminde belirlenmesi, en yüksek değerinin saptanması ve kaç gün sürdüğünün tespit edilmesi doğru tanı ve tedavi açısından son derece önemlidir.³ Bununla birlikte çocuklarda ateş ölçümünün daha doğru ve güvenilir şekilde hangi yöntemle yapılması gerektiği uzun süredir araştırılmaya devam edilen bir konudur.⁴

Son yıllarda termometre teknolojisinde birçok gelişme olmuş ve çok sayıda vücut sıcaklığı ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu durum ateşin daha kolay, daha erken dönemde ve daha doğru şekilde saptanmasına yardımcı olmuştur.⁵ Vücut sıcaklığının ölçümünde uzun zamandır kullanılan aksiller, dilaltı ve rektal bölgelerden civalı veya dijital termometre ile ölçüm yöntemlerinin yanı sıra infrared temassız alın termometresi ve infrared timpanik membran termometre gibi yöntemlerin geliştirilmesi, kullanıcılara birçok seçenek sunmuştur.^{6,7} Ancak bu durum, hangi yöntemin seçilmesi gerektiği noktasında kafa karışıklığında beraberinde getirmiştir. Çocukluk döneminde ateş ölçümü için eski zamanlarda sıkça kullanılmış olan ve altın standart kabul edilen civalı veya dijital termometre ile rektal ölçüm yöntemi travmaya veya enfeksiyona yol açabilmesi nedeniyle günümüzde artık daha az tercih edilmektedir.⁸ Son zamanlarda infrared teknolojiyi kullanan termometreler, kullanım kolaylığı ve noninvaziv olmaları nedeniyle çocuklarda yaygın olarak tercih edilmektedirler.⁹ Ancak küçük çocuklarda bu yöntemlerle yapılan ölçümlerinin güvenilirliği tartışmalıdır.¹⁰ Günümüzün gelişmiş teknolojisi kullanılarak non-invaziv sürekli vücut sıcaklığı ölçümü yapabilen, ölçülen ateş değerlerini uzun süre kaydedebilen, uyarı verebilen ve günlük pratik uygulamada her hasta için rahatlıkla kullanılabilecek bir yöntemin olması hem aile, hem de başvuru alan hekim açısından son derece avantajlı olacaktır. Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle akıllı telefon uygulaması (ATU) kullanılarak bu şekilde ateş ölçümü yapmak mümkün hale gelmiştir.¹¹

Abstract

however, it needs further studies to introduce this method into routine use.

Keywords: Fever, smartphone application, skin sensor, thermometer

Ancak bu yöntemle yapılacak ateş ölçümünün doğruluğu ile ilgili yeterli bilimsel veri şuan için mevcut değildir. Bu çalışmadaki amacımız çocuk acil servise ateş yüksekliği ile başvuran hastaların, aksiller dijital termometre ile yapılan ateş ölçümleri ile ATU ile aynı anda yapılan ateş ölçümlerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Örneklem

Çocuk acil servisimize 1 Temmuz-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ateş yüksekliği ile başvuran, gözleme alınan ve çalışmaya katılmayı kabul eden tüm hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi verilip, ailelerinden yazılı onam alındıktan sonra çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri, acil servise geliş tanıları, ateş düşürücü alıp almadıkları ve acil serviste izlemleri boyunca saatlik olarak her iki ateş ölçüm yöntemi ile aynı anda yapılan ateş ölçüm sonuçları araştırma olgu formuna araştırmacılar tarafından kaydedildi. Her iki ölçüm yöntemiyle en az bir ölçüm yapılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hasta gizliliğini korumak için, formlar herhangi bir hastanın tanınmasını sağlayacak hiçbir veri içermiyordu. Bu çalışmada izlenen yöntemler, 2008'de revize edilen 1964 tarihli Helsinki Deklarasyonuna ve ulusal yasalardaki etik standartlara uygun olarak gerçekleştirildi. Çalışmanın etik kurul onayı, fakültemizin bilimsel araştırma etik kurulu tarafından verildi (21.06.2017/ No:17-6/53).

Gereçler

Veri Toplama Formu: Olguların yapılan tüm ateş ölçümlerinin yanı sıra demografik ve klinik özelliklerinin (yaş, cinsiyet, başvuru zamanı, tanı, alınan ateş düşürücüler) sorgulandığı, bu çalışmada kullanılmak üzere araştırmacılar tarafından geliştirilmiş formdur.

Akıllı telefon, akıllı telefon uygulaması ve Prob: Android sistem kullanan bir akıllı telefon (herhangi bir marka olabilir) kullanıldı. Telefona "Temp Sitter" adlı uygulama (App Store veya Google play aracılığı ile olabilir) indirildi (Resim 1). Prob 3x2 cm boyutlarında, 2 mm inceliğinde, TEMPMON marka, user's manuel electronic thermometer model, bu amaçla özel olarak üretilmiş küçük bir metal parçasıdır (Resim 1). Prob ve telefon arasındaki bağlantı bluetooth aracılığıyla gerçekleştirildi. Kullanılan bu teknolojinin bluetooth v4.0 olduğu ve bunun en

az mangnetik dalga yayan teknolojilerden biri olarak kabul edildiği bildirilmektedir.¹²

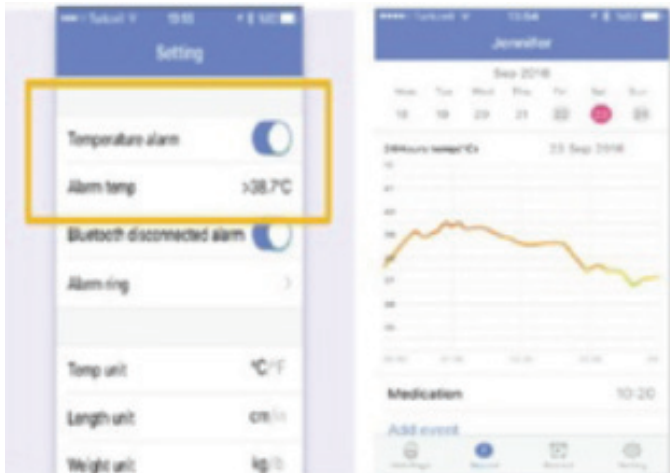
Aksiller dijital termometre: Acil servisimizde de rutin olarak kullandığımız kalibre edilen ve ölçümlerinin doğruluğundan emin olunan siemens marka ateş ölçerdir.

Uygulama

Akıllı telefon uygulaması ile ateş ölçüm yöntemi; sürekli ateş ölçümü yapabilen, ölçülen ateş değerlerini günlerce kaydedebilen ve bu değerlerin önceden ayarlanmış belli bir derecenin üstüne çıkması durumunda uyarı verebilen, doktor ve hastaların çoğu beklentisini karşılayabilecek avantajlı bir ateş ölçüm yöntemidir.^{11,13} Yöntem, ateş ölçümü için geliştirilmiş bir uygulamanın indirilmiş olduğu bir akıllı telefon ve oval bir koltuk altı probundan oluşmaktadır. Prob akıllı telefonla bluetooth aracılığıyla bağlantı kurmaktadır. Ölçüm probun koltuk altına bir flaster yardımı ile yapıştırılması ve telefonun çalıştırılmasıyla kolay bir şekilde kişiye hiçbir zarar vermeden ve kişi hiçbir şey hissetmeden yapılabilmektedir.¹³ Akıllı telefon uygulamasıyla ölçümler, telefonun çalıştırılması ve probun koltuk altına bir flaster yardımı ile yapıştırılmasıyla yaklaşık 30 saniye içerisinde başka hiçbir işlem yapmadan otomatik olarak gerçekleştirildi.



Resim 1. Akıllı telefon uygulaması ve prob



Resim 2. Akıllı telefon uygulamasının alarm ve grafik görseli

Aynı anda öbür koltuk altından aksiller dijital termometre ile ölçüm yapıldı. Tüm ölçümler bu konuda özel olarak eğitilmiş aynı hemşire tarafından yapıldı. Ölçümlerden önce koltuk altı iyi bir şekilde silinerek kuru hale getirildi. ATU ile ölçülen ateş değerlerinin anlık olarak telefon ekranından kolaylıkla okunabildiği, tüm ölçümlerin kaydedildiği ve grafik şekline getirilebildiği görüldü (Resim 2). Telefon açık ve prob kişinin üzerinde olduğu sürece sürekli olarak ölçüm gerçekleşti. Ayrıca ölçülen ateş değerleri önceden ayarlanan belli bir derecenin üstüne çıktığı zaman telefon alarm verdi (Resim 2). Elde edilen tüm ölçüm değerleri veri toplama formuna çalışma katılımcıları tarafından kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS for Windows 22.0 kullanılarak değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistik verileri ortalama±standart sapma ve sayısal olarak, kategorik değişkenler yüzde olarak gösterildi. Ölçüm değerlerinin karşılaştırılması için pearson korelasyon analizi, ateş varlığının (>37,5°C) saptanmasındaki farklılıklar için ise Mc-Nemar testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık değeri p< 0,05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışma süresi içinde 53 hasta çalışmaya dahil edildi. Toplamda her bir ölçüm yöntemi ile 234'er ölçüm yapıldı. Hastaların 30'u (%57) erkekti, yaş ortalamaları 58±51 aydı ve 11'i (%21) 1 yaş altı infantlardan oluşuyordu. Hastalara en sık konulan tanı üst solunum yolu enfeksiyonu (20, %38) iken, 13 (%25) hasta akut gastroenterit, 10 (%19) hasta pnömoni, 6 (%11) hasta idrar yolu enfeksiyonu ve 4 (%7) hasta sepsis tanısı aldı.

Yapılan aksiller ölçümlerin 70'i (%30) 37,5 °C üstü iken, bu 70 ölçümün 64'ü ATU ile yapılan ölçümde de 37,5 °C üstü saptandı (Tablo 1). İki sıcaklık ölçüm yönteminin ateş varlığını tespit etmesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p=0.754)

Tüm aksiller ölçümlerin ortalaması 37,07±0,85 °C saptanırken, ATU ile yapılan ölçümlerin ortalaması 37,16±0,89 °C tespit edildi. İki değer arasındaki fark 0,09 °C iken, her iki değer korelasyonunun güçlü pozitif olduğu (r=0.874, p<0.001) ortaya kondu (Tablo 2).

Tablo 1. Hastaların her iki metotla yapılan vücut sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

Aksiller dijital ölçüm		Akıllı telefon uygulaması ölçümü	
		*>37.5 °C	≤37.5 °C
*>37.5 °C	70	64	6
≤37.5 °C	164	4	160
Toplam	234	68	166
*p=0.754			

Ateşli dönem aksiller ölçümlerin ortalaması $38,14 \pm 0,56$ °C iken, ATU ile yapılan ölçümlerin ortalaması $38,24 \pm 0,55$ °C bulundu. İki değer arasındaki fark $0,1$ °C idi ve bu değerlerin de güçlü pozitif korele olduğu görüldü ($r=0.745$, $p<0.001$, Tablo 3).

İnfantrlardan her bir yöntemle toplamda 54 ölçüm alındı. Bu olgulardaki aksiller ölçüm ortalaması $37,26 \pm 0,94$ °C olarak hesaplanırken, ATU ile yapılan ölçümlerin ortalamasının $37,41 \pm 0,96$ °C olduğu gözlemlendi. Yapılan analize göre bu değerler güçlü pozitif koreleydi ($r=0.907$, $p<0.001$)

Tartışma

Vücut sıcaklığı ölçüm yöntemleri gelişen teknoloji ile birlikte sürekli değişip gelişmektedir. Akıllı telefon kullanılarak ateş ölçümü yapılması, teknolojinin bu alanda geldiği son nokta olarak değerlendirilebilir. Çocuk acil serviste 53 hastayla yapılan, aksiller dijital termometre ile ATU ile ateş ölçüm yöntemini karşılaştırdığımız bu çalışmada, ATU yöntemiyle kesintisiz ateş ölçümü yapılabildiğini, ölçülen tüm değerlerin kaydedildiğini ve bu değerlerin grafik haline dönüştürülebildiğini gözlemledik. Ayrıca öncesinde ayarladığımız bir derecenin üstüne ateşin çıkması durumunda telefonun uyarı verdiğini tespit ettik.

Bir vücut sıcaklığı ölçüm yönteminin ateşli dönemde ateşli saptaması son derece önemlidir. Birçok çalışmada ölçüm yönteminin doğruluğu değerlendirilirken bu özellik üzerinde durulur.¹⁴⁻¹⁶ Çalışmamızda ATU yönteminin ateşli dönemde ateş yüksekliğini güvenilir bir şekilde tespit ettiği saptandı.

Bir ateş ölçüm yönteminin güvenilir olması için sahip olması gereken bir diğer özellik tüm dönemlerde doğru ölçümü yapabilmesidir.¹⁷⁻¹⁹ Bu çalışmada iki ölçüm yönteminin tüm ölçüm ortalamaları arasında sadece $0,09$ °C fark varken, ateşli dönem ortalamaları arasındaki fark ise $0,1$ °C gibi düşük bir değerdirdi. Ayrıca tüm ölçümler birbirleriyle güçlü koreleydi. Bu

sonuçlar ATU yönteminin hem ateşli, hem ateşsiz dönemde doğru sonuçlar verdiğini gösterdi.

Halihazırda kullanılan ateş ölçüm yöntemlerinin, sürekli ölçüm yapamama, ölçülen ateş değerlerini uzun süre kaydedememe gibi dezavantajlarının yanında, her yaş grubunda kullanılamama gibi olumsuz özellikleride vardır.²⁰⁻²² Örneğin, büyük çocuklarda psikolojik travmalara neden olabilmeleri nedeniyle civalı veya dijital termometre ile rektal ölçüm yöntemleri önerilmemektedirken, küçük çocuklarda ise doğru olmayan sonuçlar verebilmeleri nedeniyle infrared termometrelerin kullanımına şüpheyle bakılmaktadır.²²⁻²⁵ Çalışmamızda, ATU yönteminin infantil dönemde de güvenilir sonuçlar verdiği ve ölçüm sırasında hiçbir rahatsızlığa yol açmadığı gözlemlendi.

Bu yöntemin, başka hiçbir ateş ölçüm yönteminde olmayan diğer önemli özellikleri; gerek hastanede, gerek evde hasta başına gitmeyi gerektirmemesi, uyandırma ihtiyacı duymadan uyuyan hastadan sürekli vücut sıcaklık ölçümü yapabilmek hasta konforunu bozmaması, ateş yükseldiği zaman uyarı vermesi, ölçülen değerleri kaydetmesi ve grafik şeklinde bize sunmasıdır.¹³⁻¹⁶ Bu özellikler özellikle evde takip edilen febril konvulziyon hastaları ve hastanede takip edilen immünsüpre onkoloji veya immünoloji hastaları için gerek takip, gerekse erken tanı ve tedavi açısından son derece yararlı olabilir. Ayrıca günümüz teknolojisi kullanılarak, bu yöntemle ölçülen vücut sıcaklık değerlerini merkezi ekrana yansıtan ve hemşire deskinden takibine izin veren sistemler kurulabilir. Bu durum hastanelerde ATU ile ateş ölçüm yöntemini çok daha avantajlı hale getirecektir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardır. Birincisi, tek merkezli bir çalışma olmasıdır. İkincisi, hasta sayısı, farklı yaş gruplarında bulunan hastaları değerlendirmek için yetersizdir. Üçüncüsü daha doğru sonuç verme ihtimali olan civalı termometrenin, ülkemizde yasaklanmış olması nedeniyle referans yöntem olarak kullanılamamasıdır.

Sonuç

Sonuç olarak, ATU ile ateş ölçüm yöntemi güvenilir, evde ve hastanede kullanıma uygun avantajlı bir yöntem gibi görünmektedir ancak bu yöntemin rutin kullanıma girmesi için farklı merkezlerde daha fazla hastayla ve diğer ateş ölçüm yöntemleriyle de karşılaştırmanın yapıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Nield LS and Kamat D. Fever. In: Kliegman RM, Stanton BF, Geme JW, Schor NF, eds. Nelson Textbook of Pediatrics. 20th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders Company; 2016.p.1277-9.
2. Kara A. Ateş. In: Hasanoğlu E, Düşünsel R, Bideci A (eds). Temel Pediatri. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2010.p.275-81.

3. Nield LS and Kamat D. Fever without a focus. In: Kliegman RM, Stanton BF, Geme JW, Schor NF, eds. Nelson Textbook of Pediatrics. 20th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders Company; 2016.p.1280-7.
4. Niven DJ, Gaudet JE, Laupland KB, Mrklas KJ, Roberts DJ, Stelfox HT. Accuracy of peripheral thermometers for estimating temperature: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2015; 163: 768-77.
5. İşler A, Aydın R, Tutar Güven S, Günay S. Comparison of temporal artery to mercury and digital temperature measurement in pediatrics. *Int Emerg Nurs* 2014; 22: 165-8.
6. Geijer H, Udumyan R, Lohse G, Nilsagard Y. Temperature measurements with a temporal scanner: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2016; 6: e009509.
7. Zhen C, Xia Z, Ya Jun Z, et al. Accuracy of infrared tympanic thermometry used in the diagnosis of Fever in children: a systematic review and meta-analysis. *Clin Pediatr (Phila)* 2015; 54: 114-26.
8. Odina KK, Edelu BO, Nwolis CE, Amamilo IB, Okolo SN. Temporal artery thermometry in children younger than 5 years: a comparison with rectal thermometry. *Pediatr Emerg Care* 2014; 30: 867-70.
9. Ataş Berksoy E, Bağ Ö, Yazici S, Çelik T. Use of noncontact infrared thermography to measure temperature in children in a triage room. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97: e9737.
10. Fortuna EL, Carney MM, Macy M, Stanley RM, Younger JG, Bradin SA. Accuracy of non-contact infrared thermometry versus rectal thermometry in young children evaluated in the emergency department for fever. *J Emerg Nurs* 2009; 36: 101-4.
11. <https://www.enfasmart.com/2019>.
12. <http://www.oit.uci.edu/telephone/cell-safety/hands-free-devices/2019>.
13. <https://www.fevermart.com/2018>.
14. Teller J, Ragazzi M, Simonetti GD, Lava SA. Accuracy of tympanic and forehead thermometers in private paediatric practice. *Acta Paediatr* 2014; 103: e80-3.
15. Selent MU, Molinari NM, Baxter A, et al. Mass screening for fever in children: a comparison of 3 infrared thermal detection systems. *Pediatr Emerg Care* 2013; 29: 305-13.
16. Bayhan C, Özsürekcı Y, Tekçam N, et al. Comparison of infrared tympanic thermometer with non-contact infrared thermometer. *J Pediatr Inf* 2014; 8: 52-5.
17. Teran CG, Torrez-Llanos J, Teran-Miranda TE, Balderrama C, Shah NS, Villarroel P. Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice. *Child Care Health Dev* 2012; 38: 471-6.
18. Devrim I, Kara A, Ceyhan M, et al. Measurement accuracy of fever by tympanic and axillary thermometry. *Pediatr Emerg Care* 2007; 23: 16-9.
19. Batra P, Goyal S. Comparison of rectal, axillary, tympanic, and temporal artery thermometry in the pediatric emergency room. *Pediatr Emerg Care* 2013; 29: 63-6.
20. Greenes DS, Fleisher GR. When body temperature changes, does rectal temperature lag? *J Pediatr* 2004; 144: 824-6.
21. Bahorski J, Repasky T, Ranner D, et al. Temperature measurement in pediatrics: a comparison of the rectal method versus the temporal artery method. *J Pediatr Nurs* 2012; 27: 243-7.
22. Craig JV, Lancaster GA, Taylor S, Williamson PR, Smyth RL. Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review. *Lancet* 2002; 360: 603-9.
23. Holzhauer JK, Reith V, Sawin KJ, Yen K. Evaluation of temporal artery thermometry in children 3–36 months old. *J Spec Pediatr Nurs* 2009; 14: 239-44.
24. Reynolds M, Bonham L, Gueck M, et al. Are temporal artery temperatures accurate enough to replace rectal temperature measurement in pediatric ED patients? *J Emerg Nurs* 2014; 40: 46-50.
25. Uslu S, Ozdemir H, Bulbul A, et al. A comparison of different methods of temperature measurements in sick newborns. *J Trop Pediatr* 2011; 57: 418-23.