

## La mesure de la température en pratique pédiatrique quotidienne

### Température measurement in daily practice

I. Sermet-Gaudelus \*, I. Chadelat, G. Lenoir

Service de pédiatrie générale, hôpital Necker-Enfants malades, 149, rue de Sèvres, 75015 Paris, France

Reçu le 20 octobre 2004 ; accepté le 6 janvier 2005

Disponible sur internet le 29 juin 2005

---

#### Résumé

La mesure de la température rectale par le thermomètre à mercure est longtemps restée la méthode de référence pour mesurer la température corporelle. L'interdiction de l'utilisation du mercure depuis 1996 a fait envisager d'autres modes de mesure. Le thermomètre à cristaux liquides, en général appliqué sur le front, est peu sensible. Le thermomètre à matrice de point, à usage unique, permet d'évaluer la température buccale. Sa fiabilité est à évaluer. La maniabilité du thermomètre tympanique à infrarouge, sa rapidité de mesure et le respect de mesure incitent à l'utiliser en première intention pour le dépistage des états fébriles. Plusieurs études soulignent cependant une corrélation insuffisante de la mesure par rapport à la température rectale, au risque de méconnaître un nombre inacceptable de patients fébriles. En contexte de fièvre, il faut alors préférer la mesure au site rectal. Le thermomètre électronique donne des mesures bien corrélées à celles obtenues avec le thermomètre à mercure. L'utilisation hospitalière du thermomètre à gallium doit être évaluée du fait des possibilités de stérilisation de ce dispositif dans son intégralité, à l'inverse du thermomètre électronique. Une étude chez l'enfant serait intéressante afin de préciser ses performances par rapport au thermomètre électronique.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

#### Abstract

The use of rectal mercury thermometer has long been the standard method for measurement of body temperature. The restriction of mercury use since 1996 has led to development of other devices. The liquid crystal strip thermometer held against the forehead has a low sensitivity. The single-use chemical thermometer measures oral temperature. Its accuracy must be evaluated. Infrared ear thermometers are routinely used because it is convenient and fast to use. However, numerous studies have shown that it does not show sufficient correlation with rectal temperature, leading to the risk to miss cases of true fever. Rectal temperature remains the gold standard in case of fever. Rectal temperature measurement with an electronic device is well correlated with the glass mercury standard. Galistan thermometer accuracy must be evaluated because of sterilization of the whole device, which is not the case for the electronic thermometer. A paediatric study is necessary to evaluate the performance of this device in comparison with the electronic thermometer.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Fièvre ; Thermomètre à mercure ; Thermomètre à cristaux liquides ; Thermomètre à matrice de point ; Thermomètre tympanique à infrarouge ; Thermomètre à gallium ; Thermomètre électronique

**Keywords:** Fever; Mercury thermometer; Liquid crystal strip; Thermometer chemical thermometer; Infrared ear thermometers; Galistan thermometer; Electronic thermometer

---

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : isabelle.sermet@nck.ap-hop-paris.fr (I. Sermet-Gaudelus).

## I. INTRODUCTION

La fièvre est l'un des motifs de consultation les plus fréquents chez l'enfant. Cependant, plus d'un siècle après l'introduction par Carl Wunderlich du thermomètre à mercure, de nombreuses incertitudes persistent quant aux méthodes de mesure de la température [1]. La mesure de la température rectale par le thermomètre à mercure en verre est restée longtemps la méthode de référence. Mais les risques d'infection nosocomiale et de pollution mercurielle sont à l'origine de son interdiction depuis 1996, à la suite d'un avis émanant du Conseil supérieur de l'hygiène publique de France (Bulletin Officiel du 28 mars 1996). Cet article est destiné à faire une mise au point sur les différents types de thermomètre disponibles actuellement en France.

## 2. TEMPÉRATURE CORPORELLE NORMALE ET FIÈVRE

### 2.1. Le centre thermorégulateur

L'être humain est homéotherme, c'est-à-dire que sa température centrale reste stable quelle que soit la température extérieure. Chez le sujet bien portant, la température corporelle est réglée dans une marge étroite de  $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , avec un rythme circadien dont l'amplitude est d'environ  $0,5$  à  $0,6\text{ °C}$  chez l'enfant. Ce rythme n'existe pas chez le nouveau-né mais apparaît au cours des premières semaines de vie. L'équilibre entre thermogénèse (production de chaleur par le biais de réactions biochimiques au niveau de la graisse brune et des muscles) et thermolyse (perte de chaleur par voie cutanée et respiratoire), est assurée par le centre thermorégulateur [2]. Celui-ci, situé dans la région préoptique de l'hypothalamus antérieur, est un véritable thermostat qui assure un équilibre thermique réglé aux alentours de  $37\text{ °C}$ . Sa destruction expérimentale conduit à l'instabilité de la température interne qui reflète alors la température extérieure. La vasomotricité règle les échanges thermiques cutanés pour des températures ambiantes allant de  $20$  à  $30\text{ °C}$  (déperdition de chaleur par vasodilatation, économie de chaleur par vasoconstriction). La sudation intervient par le biais de l'évaporation de la sueur si la température extérieure est supérieure à  $35\text{ °C}$ . À l'inverse, l'augmentation du tonus musculaire puis les frissons augmentent la production de chaleur. De nombreux facteurs augmentent la température corporelle, comme l'alimentation, le stress, la colère ou les efforts physiques.

La valeur moyenne de  $37\text{ °C}$  de la température corporelle normale, déterminée par C. Wunderlich au XIX<sup>e</sup> siècle à partir de plus d'un million de mesures axillaires obtenues chez environ 25 000 personnes, est remise en question. Mackowiak et al. trouvent une moyenne de  $36,8\text{ °C} \pm 0,4\text{ °C}$  avec des extrêmes entre  $35,6$  et  $37,7\text{ °C}$  à partir de la mesure électronique de la température buccale chez 148 sujets âgés de 18 à 40 ans (700 mesures réparties au cours du nyctémère) [1]. Ces mêmes auteurs montrent que la température ne varie pas en fonction de l'âge.

### 2.2. Hyperthermie et fièvre

L'hyperthermie est due à l'impossibilité de l'organisme de réguler son bilan calorique, le plus souvent lors d'une thermolyse insuffisante, du fait par exemple d'une température ambiante trop élevée ou d'une atmosphère trop humide rendant la sudation inefficace. Dans ce cas, le point d'équilibre thermique n'est pas modifié.

Dans la fièvre, à l'inverse, le thermostat du centre thermorégulateur est dérégulé et le point d'équilibre thermique est déplacé vers le haut. Cela conduit l'hypothalamus antérieur à émettre des influx nerveux visant à augmenter la production de chaleur pour élever la température centrale à ce nouveau point d'équilibre. Il en résulte une vasoconstriction visant à diminuer la thermolyse et des frissons pour augmenter la thermogénèse. Il s'agit le plus souvent d'une réaction adaptée de l'organisme à une situation pathologique [3].

En 2004, la définition de la fièvre, tout particulièrement chez l'enfant, est encore imprécise, faute d'études de grande envergure. Darowski et al. considèrent qu'un patient est fébrile si sa température rectale matinale est supérieure à  $37,5\text{ °C}$  ou si sa température buccale ou axillaire matinale est supérieure à  $37,0\text{ °C}$  [4]. Pour Mackowiak, la limite supérieure de la température buccale normale ne doit pas dépasser  $37,2\text{ °C}$  le matin et  $37,7\text{ °C}$  l'après-midi [1]. Petersdorf définit la fièvre par une température corporelle supérieure ou égale à  $38,3\text{ °C}$  [5]. Chez le nourrisson et l'enfant, on parle de fièvre au-delà de  $37,8\text{ °C}$  et d'hyperthermie majeure au-delà de  $41\text{ °C}$ .

## 3. SITES DE MESURES DE LA TEMPÉRATURE CORPORELLE

Toute démarche diagnostique devant une fièvre de l'enfant suppose une mesure de la température fiable, précise et reproductible. Idéalement, il faudrait mesurer la température au niveau de l'hypothalamus, où se trouvent les centres de la thermorégulation. Cette température centrale est au mieux mesurée par voie interne, au niveau de l'artère pulmonaire ou du bas œsophage [6]. La température vésicale, hautement dépendante du débit urinaire, semble moins fiable. La mesure de la température du sang de l'artère pulmonaire est considérée comme la plus représentative de la température centrale, mais elle ne peut être envisagée que dans un contexte réanimatoire ou chirurgical. Pour qu'une mesure soit fiable, il faut que le site soit bien vascularisé et isolé du site extérieur et qu'il n'y ait aucun risque pour le patient [7]. Les sites buccaux, rectal et tympanique répondent à ces critères.

### 3.1. Température axillaire

La validité de la mesure axillaire est controversée. Une condition impérative de fiabilité est la nécessité de laisser le thermomètre en place au moins dix minutes, durée qui est

en pratique jamais respectée. Il s'agit en outre du site de mesure le plus influencé par la température extérieure, notamment chez des sujets très maigres où l'occlusion du creux axillaire est impossible ou au contraire chez les sujets obèses du fait de l'interposition de graisse. Cela explique sa mauvaise corrélation au site rectal avec des différences qui peuvent avoisiner 1 °C et expose au risque de faux négatif [8–11]. Les valeurs obtenues sont plus basses que dans les autres sites de mesure et en pratique on rajoute 0,5 °C pour être comparatif à la température rectale. Dans sa méta-analyse comparative au site rectal, Craig montre une différence moyenne de 0,92 °C chez l'enfant, mais seulement de 0,17 °C chez le nouveau-né. Cela pourrait être dû à une rigueur de mesure plus importante dans les services de néonatalogie [11].

### 3.2. Température rectale

C'est le site de mesure où la température corporelle est la plus élevée. Comme celle de tout le tractus digestif infragastrique, elle est supérieure de 0,2 °C à celle de l'artère pulmonaire chez les sujets apyrétiques [12]. Cela serait dû à la thermogénèse locale et à d'importantes variations du flux sanguin local qui peuvent entraîner des variations de plus de 0,5 °C de la température rectale [13]. L'inconvénient principal est son inertie thermique liée au fait que le rectum est un organe rempli d'air et éventuellement de matières, ce qui se traduit par un retard d'équilibration avec des différences pouvant aller jusqu'à 2,4 °C avec la température de l'artère pulmonaire au moment des variations de température [14]. Au cours des états de choc, l'effondrement du débit sanguin rectal s'accompagne d'un certain degré d'exclusion et, dans certaines observations, la différence a pu atteindre près de 3 °C (38,7 au rectum et 41,6 °C dans l'artère pulmonaire [15]). De plus, le rectum reflète les variations de la température centrale avec un retard de 30 à 45 minutes en raison de son éloignement du centre thermorégulateur.

Pour une mesure précise, certaines conditions doivent être respectées. La température n'est stable que lorsque la mesure est effectuée à plus de 8 cm de la marge anale. Avec une position de la sonde habituellement entre 1 et 2,5 cm de la marge anale, la température peut varier de 0,8 °C selon la position du thermomètre, et il s'agit alors plus d'une mesure de température anale que rectale [16]. La durée minimale de prise doit être de trois minutes. Les rares études consacrées au temps de mesure montrent en effet que la température rectale ne s'équilibre réellement qu'après neuf minutes chez les patients apyrétiques et six minutes chez ceux qui sont fébriles [17].

### 3.3. Température buccale

La voie buccale est le site de mesure le plus facilement accessible. Il ne peut cependant être pratiqué que chez un enfant compliant, du fait des risques potentiels d'inhalation du système. Les valeurs obtenues sont inférieures de 0,1 à

0,4 °C aux mesures effectuées dans l'œsophage, l'aorte ou le rectum [12,18]. En pratique, on ajoute 0,5 °C pour obtenir une mesure comparative par rapport au rectum. Sa mesure impose une méthodologie rigoureuse : sonde thermométrique en position sublinguale et postérolatérale au frein, au contact de l'artère linguale, lèvres fermées pour éviter les échanges avec l'extérieur pendant une minute. Malgré ces précautions, cette mesure comporte de nombreuses sources d'erreur de mesure. La température buccale est hétérogène avec des poches thermiques ménagées entre l'artère linguale profonde et l'artère sublinguale, ce qui explique des diminutions de 1 °C à 0,5 cm du point idéal de mesure situé au contact de l'artère sublinguale [19]. La température buccale est modifiée par la température ambiante par le biais de l'air inhalé et la modification de la température de la carotide interne [20]. Elle varie également en fonction de la fréquence respiratoire et de l'ingestion préalable de boissons chaudes ou froides, avec un retour à la température de base en plusieurs dizaines de minutes [21]. Il en résulte une sous-estimation des états fébriles qui peut aller jusqu'à 15 % des cas, c'est-à-dire que près d'un sujet sur six est diagnostiqué non fébrile, alors qu'en réalité sa température rectale est supérieure à 38 °C [22].

### 3.4. Température tympanique

Sa mesure est un excellent reflet de la température centrale, car le tympan partage la même vascularisation que l'hypothalamus [7,23]. Les variations sont aussi rapides qu'au niveau des centres régulateurs. La mesure en une seconde permet son utilisation chez des sujets endormis, sédatisés ou agités et non coopératifs. Pour une mesure optimale, il faudrait que la sonde thermométrique soit située en position directe par rapport à la membrane tympanique, c'est-à-dire qu'au mieux, la sonde « ait vu » à angle droit sur la membrane tympanique par le biais d'un large conduit auditif externe [19]. Mais ces conditions sont sujettes à de nombreuses variations anatomiques avec en moyenne un angle du conduit auditif externe par rapport au tympan de 60 °C [24]. Chez le nouveau-né, cet angle est extrêmement aigu et n'acquiert une conformation relativement ouverte que vers sept à neuf ans. Ces variations anatomiques expliquent vraisemblablement pourquoi cette mesure n'est que moyennement corrélée à la température mesurée dans l'artère pulmonaire.

En conclusion, il ressort des études consacrées à ces différents sites de mesure, que la mesure au site rectal est la plus corrélée à celle du site de l'artère pulmonaire, alors que des discordances extrêmement importantes peuvent être constatées au site axillaire, buccal ou tympanique [25].

## 4. THERMOMÈTRES DISPONIBLES

Ils sont actuellement au nombre de quatre : cristaux liquides, chimique, et surtout électronique et infrarouge.

### 4.1. Le thermomètre à cristaux liquides

Le thermomètre à cristaux liquides, que l'on applique généralement sur le front, est simple d'emploi et sans danger. Il comporte en général six barres de cristaux liquides calibrées pour virer de couleur en fonction des températures correspondantes : 35, 36, 37, 38, 39 et 40 °C. La sensibilité de ce thermomètre est faible, estimée à 89 % et sa spécificité à 78 %. Surtout, la valeur prédictive positive, ou capacité à diagnostiquer une température d'au moins 38 °C, n'est que de 57 %, avec un risque important de faux négatifs [26].

Ces résultats rendent compte des problèmes de l'appréciation de la température cutanée, mesure non fiable qui dépend largement des conditions circulatoires locales, de la transpiration et de la température environnante. On a évalué à 48 % le taux de faux positifs ou faux négatifs, soit un risque sur deux de se tromper [27,28].

### 4.2. Le thermomètre à changement de phase ou matrice de point

Le thermomètre à changement de phase est à usage unique, sous la forme d'une bandelette en plastique sur laquelle sont fixés 50 points thermosensibles recouverts d'une substance qui se colore en passant du blanc au bleu pour chacun d'eux, avec des intervalles de 0,1 °C entre 35,5 et 40,4 °C. La lecture de la température est alors simplement obtenue en comptant le nombre de points colorés. Ce thermomètre a été mis au point pour la mesure de la température orale, mais diffère d'au moins 0,4 °C du chiffre donné par le thermomètre électronique [29]. Il peut également être utilisé au site axillaire. En comparaison avec un thermomètre à mercure en axillaire, il a de bonnes performances avec une sensibilité de 92 %, une spécificité de 85 %, et surtout une bonne valeur prédictive positive de 86 % [30]. C'est probablement la meilleure méthode pour la lecture de la température axillaire du fait de sa conformation plate [31]. « Il est regrettable que ce dispositif ne soit pas mieux évalué. S'il se révélait fiable en routine, il pourrait devenir un outil précieux dans certaines situations, en particulier dans les services d'urgence » (Commission de la sécurité des consommateurs, *Avis relatif à la toxicité des thermomètres à mercure et aux modes alternatifs de prise de la température corporelle*, 9 septembre 1998).

### 4.3. Le thermomètre électronique

Le thermomètre électronique a supplanté celui à mercure, qui expose à un risque non négligeable d'infections nosocomiales [32], d'ulcération, voire de perforation rectale, de péritonite mercurielle [33], et surtout de pollution mercurielle et à ses complications potentielles pour l'homme [34,35]. Avec le thermomètre électronique, ce dernier risque est supprimé. L'utilisation de protections à usage unique de la sonde rend négligeable le risque

d'infection nosocomiale, mais n'élimine pas les risques d'ulcération thermométrique. Ce dispositif permet d'afficher une température entre 32 et 43,9 °C avec une précision de 0,1 °C. Le résultat est obtenu soit par une mesure en continu jusqu'à l'équilibre (mode continu), soit par extrapolation à partir de la pente de croissance thermique (mode prédictif), ce qui permet de raccourcir le temps de mesure de trois minutes à 30 secondes. Cependant, les mesures en mode continu sont plus fiables que celles par extrapolation qui donnent des valeurs supérieures de 0,2 à 0,3 °C [4]. Cette discordance ne pose cependant pas de problème en pratique clinique [36].

Le thermomètre électronique est utilisable par voie axillaire, buccale et rectale. La méta-analyse de Craig, qui compare la mesure de la température par thermomètre électronique au site axillaire par rapport au site rectal, rapporte une différence moyenne de 0,85 °C avec des extrêmes entre -0,19 et 1,90 °C, ce qui est clairement plus élevé que les résultats obtenus avec le thermomètre à mercure (0,25 °C en moyenne avec des extrêmes entre -0,15 et 0,50 °C) [11]. La mesure au site axillaire par thermomètre électronique est donc aléatoire. De même, au site buccal, la mesure en référence à un thermomètre à mercure oral sous-estime les températures au-delà de 38 °C, alors qu'elle surestime les températures basses en-deçà de 36 °C [37].

Le thermomètre sucette (*Pacifier* dans la littérature anglosaxonne) est un avatar du thermomètre électronique. En couplant thermomètre et sucette, il est censé permettre la prise de la température buccale chez les jeunes enfants. Il faut souligner que ce dispositif ne mesure pas la température buccale de référence, située en sublinguale, mais la température supralinguale. Cette nouvelle méthode n'a fait l'objet que de peu d'études [38]. Il serait donc prématuré de recommander l'utilisation de ce type d'instrument, d'autant qu'il y a contradiction en matière de normalisation et de réglementation entre les exigences des dispositifs médicaux et celles des sucettes de péuériculture.

Le thermomètre électronique reste le dispositif de référence pour la température rectale. La plupart des études rapporte une excellente corrélation avec le thermomètre à mercure [39–42]. La différence moyenne entre les deux thermomètres est de -0,05 °C avec des variations allant de -0,3 à 0,4 °C [42]. Des études récentes soulignent toutefois une discordance significative, en moyenne de 0,36 °C avec des extrêmes compris entre -0,516 et 1,234 °C [43], et une tendance à la surestimation de la température chez le nouveau-né [44]. De plus, la mesure semble moyennement reproductible. Selon les études, entre 9 et 23 % des mesures répétées rapportent une différence d'au moins 0,5 °C. Ces résultats sont vraisemblablement en rapport avec l'utilisation du mode prédictif d'extrapolation des données qui permet de raccourcir la mesure au prix d'une certaine imprécision de celle-ci. Mieux vaudrait utiliser le mode continu qui enregistre la température jusqu'à stabilisation, mais nécessite un temps de mesure prolongé à trois minutes.

#### 4.4. Le thermomètre tympanique à infrarouge

Le principe de la mesure par ce thermomètre repose sur la détection de flux radiant dans l'infrarouge. Il est principalement utilisé au site tympanique du fait de sa maniabilité et du respect de l'hygiène. Le tympan, comme tout corps dont la température est supérieure au zéro absolu, émet en effet des rayons infrarouges dont l'analyse quantitative par un microprocesseur intégré permet de mesurer la température de la membrane tympanique sans contact direct avec le tympan, le conduit auditif étant plus froid que la membrane tympanique. La mesure est réalisée en une seconde, ce qui permet son utilisation chez l'enfant non coopérant ou qui dort. Ce type de thermomètre est plébiscité par les parents [45] et les enfants [46], et est adopté par le corps médical [47].

Les thermomètres disponibles dans le commerce (liste non exhaustive fournie dans le Tableau 1) peuvent être utilisables en fonction du site de température que l'on désire évaluer. En effet, ces thermomètres sont programmables pour approximer la température centrale (mode central), orale (mode oral), rectale (mode rectal), ou tympanique (température tympanique). Selon le mode, la mesure peut être différente. En effet, en mode central, la valeur donnée par le thermomètre à infrarouge est supérieure d'environ 0,3 °C à la température rectale de référence, alors qu'en mode rectal, elle est inférieure. À titre d'exemple, si l'on programme le thermomètre tympanique en mode rectal, le seuil de température définissant une fièvre devrait être

abaissé à 37,7° C pour une référence à 38 °C mesurée en rectal par un thermomètre à mercure. Le mode oral donnerait les mesures les plus corrélées à la température rectale [48]. Ainsi, en toute rigueur, les cliniciens devraient modifier leurs critères de définition de fièvre en fonction des modes utilisés, tâche délicate en l'absence de tables de correspondance fournies par les fabricants. À ce problème méthodologique s'ajoute le fait que toutes les études ont été faites avec des thermomètres à usage professionnel. La fiabilité des instruments destinés au public n'est pas démontrée.

Les résultats publiés par les fabricants annoncent des mesures entre 34 et 42 °C, avec une précision de 0,1 °C. La mesure est bien corrélée avec la température centrale évaluée au niveau de l'œsophage et de l'artère pulmonaire [49]. De nombreuses études, en général publiées dans les années 1990, annoncent une excellente corrélation avec la mesure de la température rectale par thermomètre digital [50–56]. La différence rectum–tympan est minime, en moyenne de 0,08 °C avec des écarts négligeables entre 0,05–0,11 °C et, en cas de fièvre, de –0,04 °C avec des écarts entre –0,12 et +0,04 °C [51]. Les résultats obtenus dans les deux oreilles ne sont pas significativement différents mais une étude signale une différence moyenne de 0,6 °C allant de –0,8 à 0,4 °C [57].

Mais ces études sont pour la plupart insuffisantes au plan méthodologique, du fait d'un effectif souvent réduit et d'imprécisions concernant la technique et le mode utilisé. D'autres soulignent une corrélation insuffisante de la mesure

Tableau 1

Liste non exhaustive des principaux thermomètres tympaniques disponibles dans le commerce (les thermomètres figurant en *italique* ne sont pas commercialisés en pharmacie)

Fabriquant	Nom commercial	Caractéristiques
Braun	Thermoscan Pro 3000 Thermoscan IRT 4520	Usage professionnel ; embouts de protection Embouts de protection
Bouix Santé	Family Scan 2	
Avita Cooper	Thermoduo	Prise de température auriculaire ou frontale ; sonde lavable
IDT France	IR Scana Scana Mobilis 2 Scana TT 300X Scana TT 310X	Usage professionnel Usage professionnel
Frasito Delta	Temptellere	Usage professionnel
Salton France	Omron GT 51	
Marque Verte (Semes)	Orgalys	
Gilbert	Digitymp Autopress Microlife	Embouts de protection ; mémoire de la dernière mesure
Safety First	Accu Scan	
Sherwood	First Temp Genius	
Pratic' Pharma PR-809		Embouts de protection
Tefal		Embouts de protection
Terraillon	<i>Multithermo</i>	Prise de température auriculaire, frontale ou ambiance ; sonde lavable
Mercurochrome	<i>Babymoov</i>	Spécialement conçu pour enfants et bébés
<i>Du pareil au même (M) (DPAM)</i>	<i>Thermauri</i>	
Magnien		
Dextrapharm	Exacto	
Ormihl	Medisana	

par rapport à la température rectale [58–69]. Ces travaux, en général menés de façon prospective sur de grandes cohortes, rapportent une sensibilité variant entre 57 et 85 % et une spécificité entre 31 et 94 %. La divergence entre la température mesurée au tympan et la température rectale peut atteindre au moins 0,3 °C pour 62 % des enfants et au moins 0,6 °C pour 35 % des enfants [63]. Globalement, la température tympanique est plus basse en moyenne de 0,3 ± 0,5 °C, et la différence peut atteindre 0,5 °C et 0,9 °C chez respectivement 41 et 12 % des sujets [64].

Une méta-analyse portant sur 4441 enfants rapporte une différence moyenne de 0,29 °C (dans le sens mesure rectale moins mesure tympanique) [70]. Cette discordance relativement modérée est à rapporter à un intervalle de confiance de 95 % variant entre –0,74 à 1,32 °C. En pratique, pour une température rectale de 38 °C, la température tympanique mesurée avec un thermomètre à infrarouge peut varier entre 37,01 et 39,2 °C. Cela conduit à méconnaître un nombre inacceptable de patients fébriles, ce qu'illustre l'étude de Brennan [64]. Parmi les sujets ayant une fièvre modérée en rectal (entre 38 et 39 °C), 30 % sont classés non fébriles en tympanique. Parmi ceux ayant une fièvre au-delà de 39 °C en rectal, 41 % ont une mesure entre 38 et 39 °C en tympanique, et 3 % sont classés apyrétiques.

Certaines études tendent à montrer que le sens de l'erreur de mesure varie en fonction de la température. La température tympanique est en moyenne supérieure à la température rectale chez l'enfant non fébrile, alors qu'elle lui est plutôt inférieure chez l'enfant fébrile [10,64]. La sensibilité est de plus en plus médiocre au fur et à mesure que la température augmente, passant de 76 % pour les fièvres en dessous de 39 °C à 57 % pour celles au-delà de 39 °C [64]. De ce fait, certains auteurs recommandent d'ajouter systématiquement 0,5 °C à la mesure tympanique [10].

Cela est d'autant plus vrai chez le nouveau-né [48,71] et l'enfant de moins de trois mois [53,62], où le diagnostic de fièvre a des implications thérapeutiques importantes et où l'imprécision de la mesure est maximale. Une étude récente

réalisée chez des enfants entre 3 et 36 mois suggère que l'imprécision de la mesure est maximum chez l'enfant entre un et trois ans, en moyenne de –0,16 °C [10]. Cela pourrait être dû à l'inadaptation de la taille de l'embout à l'étroitesse du conduit auditif externe, le thermomètre détectant en plus de la température tympanique celle du conduit auditif, ce qui fausse les résultats. Cependant, dans sa méta-analyse, Craig ne retrouve pas de différence et il est probable que chez l'enfant compliant, l'âge ne soit pas un facteur de variation [70].

La technique de mesure doit être rigoureuse (Tableau 2) [72,73]. Les sources d'erreur sont essentiellement une mauvaise technique de mesure : sous-estimation en cas d'occlusion incomplète du conduit auditif externe, d'utilisation d'une sonde souillée et imperméable aux rayons infrarouge, mastication pendant la mesure ; surestimation en cas d'exposition à une température ambiante plus élevée que celle du tympan. La présence d'un bouchon de cérumen n'influerait pas sur la mesure de la température [51,56,64] : une étude rapporte cependant l'abaissement de 0,3 °C [74]. La chirurgie sur le tympan à type de myringotomie [75] ou les pleurs [76] ne modifient pas la mesure. Aucune étude ne signale l'augmentation de la température en contexte d'otite purulente [51,70,77].

Il ressort des nombreuses données de la littérature que la mesure de la température par thermomètre tympanique à infrarouge peut être imprécise, et ce d'autant que l'enfant a moins de trois ans. Cela tendrait à suggérer que le thermomètre tympanique est un bon outil de dépistage des états fébriles, mais que le diagnostic de fièvre doit être confirmé par la prise de température rectale [10,37,64,66]. Cette polémique est cependant loin d'être terminée : certains auteurs soulignent que la mauvaise corrélation entre thermomètre tympanique et thermomètre rectal discrédite la mesure tympanique ; d'autres considèrent que cela démontre que la température rectale ne peut plus être considérée comme une référence.

Tableau 2

## Recommandations techniques

## – Recommandations pour l'utilisation d'un thermomètre tympanique

Enfant immobile

Monitorer l'oreille gauche (pour les droitiers)

Tirer sur le pavillon de l'oreille en haut et en arrière

Introduire la sonde, munie d'un couvre-sonde, dans l'orifice du conduit auditif externe qui doit être complètement obturé

Orienter la sonde dans l'axe du conduit auditif externe, en direction du tympan

Faire la mesure dans les deux secondes qui suivent la mise en place de la sonde

Attendre le signal sonore puis retirer le thermomètre

Lire le résultat en l'interprétant en fonction du mode

Changer le couvre-sonde à chaque prise de température

Si contrôle de température, attendre deux minutes ou prendre dans l'autre oreille

## – Erreurs pouvant conduire à la sous-estimation de la température tympanique

Obturation incomplète du conduit auditif externe

Sonde non propre ou réutilisation du couvre-sonde

Mesures trop rapprochées dans la même oreille (conduit auditif externe refroidi par la sonde)

Délai trop long entre la mise en place de la sonde et la mesure (conduit auditif externe refroidi par la sonde)

## Erreurs pouvant conduire à la sur-estimation de la température tympanique

Oreille exposée à une source de chaleur (incubateur, photothérapie) ou oreille reposant sur l'oreiller

#### 4.5. Le thermomètre à gallium

Le gallium est un métal liquide à température ambiante qui présente les mêmes propriétés de thermosensibilité que le mercure, c'est-à-dire qu'il se dilate au fur et à mesure que la température s'accroît, ce qui en pratique augmente le niveau dans la gaine de verre. Le métal inclus dans la colonne de verre est en fait du galinstan, mélange de gallium, d'indium et d'étain. Il faut éviter tout contact avec les métaux non ferreux, notamment l'aluminium qu'il rend friable et l'or, l'argent et le cuivre avec lesquels il constitue des alliages. À l'inverse du mercure, il n'est pas toxique pour l'environnement et pour l'homme, que ce soit par contact cutané, ingestion ou inhalation [78]. Ce thermomètre à gaine de verre se présente comme le classique thermomètre à mercure. Il peut être stérilisé dans son intégralité, à l'inverse du thermomètre électronique qu'on ne peut pas immerger dans une solution du fait de la présence de piles [79]. Son coût est à peine plus élevé que celui du thermomètre à mercure. Il peut de ce fait être disponible à usage individuel pour chaque malade hospitalisé, ce qui évite le risque de contamination croisée. Deux études montrent une excellente corrélation avec le thermomètre à mercure [80,81]. Sur un échantillon de 120 sujets âgés de 61 ans en moyenne, la différence moyenne entre les deux dispositifs est de 0,02 (0,14) °C au site rectal, 0,8 (0,35) °C au site inguinal, 0,1 (0,2) °C au site axillaire et 0,09 (0,15) °C au site oral [80]. Compte tenu de ces performances et des possibilités de stérilisation, inenvisageables pour le thermomètre électronique et tympanique, le thermomètre à gallium pourrait être généralisé.

#### 5. CONCLUSION

L'analyse de la littérature montre que la mesure de la température rectale reste le plus fidèle reflet de la température corporelle.

Si aucune étude ne permet de préciser si les erreurs liées aux mesures dans les autres sites, et notamment au site tympanique, ont une réelle pertinence clinique, il est certain que, dans certains cas, elles conduisent à méconnaître des patients fébriles. Chez l'enfant, la maniabilité du thermomètre tympanique et le court temps de mesure incitent à l'utiliser en première intention pour le dépistage des états fébriles. En contexte de fièvre ou a fortiori d'état subfébrile, l'imprécision de sa mesure rendent son utilisation aléatoire. Il faut alors préférer la mesure au site rectal, soit avec le thermomètre électronique, soit avec le thermomètre à gallium. L'utilisation hospitalière de ce dernier doit être évaluée du fait des possibilités de stérilisation du dispositif dans son intégralité. Une étude chez l'enfant serait intéressante afin de préciser ses performances par rapport au thermomètre électronique.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Mackowiak PA, Wasserman SS, Levine MM. A critical appraisal of 98.6 °F. The upper limit of the normal body temperature, and other legacies of Carl Reinhold August Wunderlich. *JAMA* 1992;268:1578–81.
- [2] Boulant JB. Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clin Infect Dis* 2000;31:S157–61.
- [3] Werner J. Functional mechanisms of temperature regulation, adaptation and fever: complementary system theoretical and experimental evidence. *Pharmac Ther* 1988;37:1–23.
- [4] Darowski A, Weinberg JR, Guz A. Normal rectal, auditory canal, sublingual and axillary temperatures in elderly and febrile patients in a warm environment. *Age Ageing* 1991;20:113–9.
- [5] Petersdorf RG, Beeson PB. Fever of unknown origin: report on 100 cases. *Medicine* 1961;40:1–30.
- [6] Robinson JL, Seal RF, Spady DW, Joffres MR. Comparison of esophageal, rectal, axillary, bladder, tympanic, and pulmonary artery temperatures in children. *J Pediatr* 1998;133:553–6.
- [7] Mari I, Pouchot J, Vinceneux P. Mesure de la température corporelle en pratique quotidienne. *Rev Med Interne* 1997;18:30–6.
- [8] Zengeya ST, Blumenthal I. Modern electronic and chemical thermometers used in the axilla are inaccurate. *Eur J Pediatr* 1996;155:1005–8.
- [9] Falzon A, Grech V, Caruana B, Magro A, Attard-Montalto S. How reliable is axillary temperature measurement? *Acta Paediatr* 2003;92:309–13.
- [10] Jean-Mary MB, Dicanzio J, Shaw J, Bernstein HH. Limited accuracy and reliability of infrared axillary and aural thermometers in a pediatric outpatient population. *J Pediatr* 2002;141:671–6.
- [11] Craig JV, Lancaster GA, Williamson PR, Smyth RL. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: systematic review. *BMJ* 2000;320:1174–8.
- [12] Eichna LV, Berger AR, Rader B. Comparison of intracardiac and intravascular temperatures with rectal temperature in man. *J Clin Invest* 1951;30:353–9.
- [13] Grayson J. Observations on the temperature of the human rectum. *BMJ* 1951;2:1379–82.
- [14] Cooper KE, Kenyon JR. A comparison of temperature measured in the rectum, oesophagus and on the surface of aorta during hypothermia in man. *Br J Surg* 1957;47:616–9.
- [15] Lorin MI. Measurement of body temperature. *Semin Pediatr Infect Dis* 1993;4:4–8.
- [16] Togawa T. Body temperature measurement. *Clin Phys Physiol Meas* 1985;6:83–108.
- [17] Coggon DNM, Vessey MP. Errors in using clinical thermometers. *BMJ* 1976;1:692.
- [18] Rabinowitz RP, Cookson ST, Wasserman SS, Mackowiak PA. Effects of anatomic site, oral stimulation, and body position on estimates of body temperature. *Arch Intern Med* 1996;156:777–80.
- [19] Latman NS. Clinical thermometry: possible causes and potential solutions to electronic, digital thermometer inaccuracies. *Biomed Instrum Technol* 2002;37:190–6.
- [20] Livingston SD, Grayson J, Frim J, Allen CL, Limmer RE. Effect of cold exposure on various sites of core temperature measurements. *J Appl Physiol* 1983;54:1025–31.
- [21] Tandberg D, Sklar D. Effects of tachypnea on the estimation of body temperature by an oral thermometer. *N Engl J Med* 1983;308:945–6.
- [22] Varney SM, Manthey DE, Culpepper VE, Creedon JF. A comparison of oral, tympanic, and rectal temperature measurement in the elderly. *J Emerg Med* 2002;22:153–7.
- [23] Erickson RS, Kirklin SV. Comparison of ear-based, bladder, oral and axillary methods for core temperature measurement. *Crit Care Med* 1993;21:1528–34.
- [24] Ballachanda BB. The human ear canal. San Diego, CA: Singular Publishing Group; 1995.

- [25] Schmitz T, Bair N, Falk M, Levine C. A comparison of five methods of temperature measurement in febrile intensive care patients. *Am J Crit Care* 1995;4:286–92.
- [26] Allen GC, Horrow JC, Rosenberg H. Does forehead liquid crystal temperature accurately reflect "core" temperature? *Can J Anaesth* 1990;287:1263.
- [27] Banco L, Veltri D. Ability of mothers to subjectively assess the presence of fever in their children. *Am J Dis Child* 1984;138:976–8.
- [28] Schmitt BD. Behavioral aspects of temperature-taking. *Clin Pediatr* 1991;30:8–10.
- [29] Potter P, Schallom M, Davis S, Sona C, McSweeney M. Evaluation of chemical dot thermometers for measuring body temperature of orally intubated patients. *Am J Crit Care* 2003;12:403–8.
- [30] Morley C, Murray M, Whybrew K. The relative accuracy of mercury, Tempa-DOT and FeverScan thermometers. *Early Hum Dev* 1998;53:171–8.
- [31] Payne D, Johnson A, McKenzie S, Rogers M. Chemical and glass thermometers for axillary temperatures: how do they compare? *Arch Dis Child* 1994;71:259–60.
- [32] McAllister TA, Roud JA, Marshall A, Holland BM, Turner TL. Outbreak of Salmonella eimsbuettel in newborn infants spread by rectal thermometers. *Lancet* 1986;1(8492):1262–4.
- [33] Frank J, Brown S. Thermometers and rectal perforations in the neonate. *Arch Dis Child* 1978;53:824–5.
- [34] Grasmick C, Durand BR. Les risques liés à l'utilisation des thermomètres médicaux à mercure. *BEH* 1995;47:207.
- [35] Cloarec S, Deschênes G, Sagnier M, Rolland JC, Nivet H. Hypertension artérielle par intoxication au mercure : intérêt diagnostique du captopril. *Arch Pediatr* 1995;2:43–6.
- [36] Nuckton TJ, Goldreich D, Wendt FC, Nuckton JG, Claman DM. A comparison of 2 methods of measuring rectal temperatures with digital thermometers. *Am J Crit Care* 2001;10:146–50.
- [37] Latman NS, Hans P, Nicholson L, DeLee Zint S, Lewis K, Shirey A. Evaluation of clinical thermometers for accuracy and reliability. *Biomed Instrum Technol* 2001;35:259–65.
- [38] Press S, Quinn BJ. The pacifier thermometer. Comparison of supralingual with rectal temperatures in infants and young children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1997;151:551–4.
- [39] Shanks NJ, Lambourne A, Morton C, Sanford JRA. Comparison of accuracy of digital and standard mercury thermometers. *BMJ* 1983;287:1263.
- [40] Davies SP, Kassab JY, Thrush AJ, Smith PH. A comparison of mercury and digital thermometers. *J Adv Nurs* 1986;11:535–43.
- [41] Goetting MG, Stratton KBSN. Validation of electronic rectal thermometry. *Henry Ford Hosp Med J* 1988;36:207–8.
- [42] Jensen BN, Jensen FS, Madsen SN, Lossl K. Accuracy of digital tympanic, oral, axillary, and rectal thermometers compared with standard rectal mercury thermometers. *Eur J Surg* 2000;166:848–51.
- [43] Smith J. Are electronic thermometry techniques suitable alternatives to traditional mercury in glass thermometry techniques in the paediatric setting? *J Adv Nurs* 1998;28:1030–9.
- [44] Jones HL, Kleber CB, Eckert GJ, Mahon BE. Comparison of rectal temperature measured by digital vs. mercury glass thermometer in infants under two months old. *Clin Pediatr* 2003;42:357–9.
- [45] Barton SJ, Gaffney R, Chase T, Rayens MK, Piyabanditkul L. Pediatric temperature measurement and child–parent–nurse preference using three temperature measurement instruments. *J Pediatr Nurse* 2003;18:314–20.
- [46] Pickersgill J, Fowler H, Boothman J, Thompson K, Wilcock S, Tanner J. Temperature taking: children's preference. *Pediatr Nurse* 2003;15:22–5.
- [47] Prazar GE. The aural infrared thermometer: a practitioner's perspective. *J Pediatr* 1998;133:471–2.
- [48] Yetman RJ, Coody DK, West MS, Montgomery D, Brown M. Comparison of temperature measurements by an aural infrared thermometer with measurements by traditional rectal and axillary techniques. *J Pediatr* 1993;122:769–73.
- [49] Erickson RS, Woo TM. Accuracy of infrared ear thermometry and traditional temperature methods in young children. *Heart Lung* 1994;23:181–94.
- [50] Green MM, Danzi DF, Praszkiar H. Infrared tympanic thermography in the emergency department. *J Emerg Med* 1989;7:437–40.
- [51] Kenney RD, Fortenberry JD, Surratt SS, Ribbeck BM, Thomas WJ. Evaluation of an infrared tympanic membrane thermometer in pediatric patients. *Pediatrics* 1990;85:854–8.
- [52] Chamberlain JM, Grandner J, Rubinoff JL, Klein BL, Waisman Y, Huey M. Comparison of a tympanic thermometer to rectal and oral thermometers in a pediatric emergency department. *Clin Pediatr (Phila)* 1991;30:24–9.
- [53] Stewart JV, Webster D. Re-evaluation of the tympanic thermometer in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1992;21:158–61.
- [54] Hooker EA, Smith SW, Miles T, King L. Subjective assessment of fever by parents: comparison with measurements by noncontact tympanic thermometer and calibrated rectal glass mercury thermometer. *Ann Emerg Med* 1996;28:313–7.
- [55] Kocoglu H, Goksu S, Isik M, Akturk Z, Bayazit YA. Infrared tympanic thermometer can accurately measure the body temperature in children in an emergency room setting. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;65:39–43.
- [56] Van Staaik BK, Rovers MM, Schilder AG. Accuracy and feasibility of daily infrared tympanic membrane temperature measurements in the identification of fever in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003;67:1091–7.
- [57] Childs C, Harrison R, Hodkinson C. Tympanic membrane temperature as a measure of core temperature. *Arch Dis Child* 1999;80:262–6.
- [58] Ros SP. Evaluation of a tympanic membrane thermometer in an outpatient clinical setting. *Ann Emerg Med* 1989;18:1004–6.
- [59] Muma BK, Treloar DJ, Wurmlinger K, Peterson E, Vitae A. Comparison of rectal, axillary, and tympanic membrane temperatures in infants and young children. *Ann Emerg Med* 1991;20:41–4.
- [60] Freed GL, Fraley JK. Lack of agreement of tympanic membrane temperature assessments with conventional methods in private practice settings. *Pediatrics* 1992;89:384–6.
- [61] Hooker EA. Use of tympanic thermometers to screen for fever in patients in a pediatric emergency department. *South Med J* 1993;86:855–8.
- [62] Selfridge J, Shea SS. The accuracy of the tympanic membrane thermometer in detecting fever in infants aged 3 months and younger in the emergency department setting. *J Emerg Nurs* 1993;19:127–30.
- [63] Petersen-Smith A, Barber N, Coody DK, Stewart West M, Yetman RJ. Comparison of aural infrared with traditional rectal temperatures in children from birth to age three years. *J Pediatr* 1994;125:83–5.
- [64] Brennan DF, Falk JL, Rothrock SG, Kerr RB. Reliability of infrared tympanic thermometry in the detection of rectal fever in children. *Ann Emerg Med* 1995;25:21–30.
- [65] Beckstrand RL, Moran S, Wilshaw R, Schaalje GB. Supralingual temperatures compared to tympanic and rectal temperatures. *Pediatr Nurs* 1996;22:436–8.
- [66] Wilshaw R, Beckstrand R, Waid D, Schaalje GB. A comparison of the use of tympanic, axillary and rectal thermometers in infants. *J Pediatr Nurs* 1999;14:88–93.
- [67] Childs C, Harrison R, Hodkinson C. Tympanic membrane temperature as a measure of core temperature. *Arch Dis Child* 1999;80:262–6.
- [68] Lanham DM, Walker B, Klocke E, Jennings M. Accuracy of tympanic temperature readings in children under 6 years of age. *Pediatr Nurs* 1999;25:39–42.
- [69] Akinyinka OO, Omkhodion SI, Olawuyi JF, Olumese PE, Brown BJ. Tympanic thermometry in Nigerian children. *Ann Trop Paediatr* 2001;21:169–74.
- [70] 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.



- [71] Johnson KJ, Bhatia P, Bell EF. Infrared thermometry of newborn infants. *Pediatrics* 1991;87:34–8.
- [72] Terndrup TE, Rajk J. Impact of operator technique and device on infrared emission detection tympanic thermometry. *J Emerg Med* 1992;10:683–7.
- [73] Petersen MH, Hauge HN. Can training improve the results with infrared tympanic thermometers? *Acta Anaesthesiol Scand* 1997;41:1066–70.
- [74] Doezema D, Lunt M, Tandberg D. Cerumen occlusion lowers infrared tympanic membrane temperature measurement. *Acad Emerg Med* 1995;2:17–9.
- [75] Tomkinson A. Tympanic thermometry and minor ear surgery (short communication). *J Laryngol Otol* 1996;110:454–5.
- [76] Kahyaoglu O, Babka I, Demirci C. Effect of crying on infrared tympanic temperature measurement in pediatrics. *Clin Pediatr* 1997;36:487–8.
- [77] Robb PJ, Shahab R. Infrared transtympanic temperature measurement and otitis media with effusion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001;59:195–200.
- [78] Botzenhart K. Toxicological assessment of mercury-free fever thermometers made of glass and filled with eutectic mixture consisting of gallium, indium, and tin. Tübingen : General and Environmental hygiene, Hygiene Institute of the University of Tübingen.
- [79] Sterilisation of equipment: policy statement. Australian Resuscitation Council (ARC) 2001. [http://slsa.asn.au/upload/documents/s418517966202023\\_3.1%20sterilisation%20equipment.pdf](http://slsa.asn.au/upload/documents/s418517966202023_3.1%20sterilisation%20equipment.pdf).
- [80] Smith LS. Reexamining age, race, site, and thermometer type as variables affecting temperature measurement in adults. A comparison study. *BMC Nurs* 2003;2:1–14.
- [81] Smith LS. Using low-tech thermometers to measure body temperatures in older adults. A pilot study. *J Gerontol Nurs* 2003;29:26–33.