



INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE CARDIOLOGIE
ET DE PNEUMOLOGIE
DE QUÉBEC



UNITÉ D'ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES
ET DES MODES D'INTERVENTIONS EN SANTÉ

Validité des thermomètres pour la mesure de la température périphérique

Rapport d'évaluation rapide

03-21

Préparé par

Sylvain Bussièeres, PhD
Yves Lacasse, M.D., M.Sc., FRCPC

UETMIS

Institut universitaire de cardiologie et
de pneumologie de Québec – Université Laval

Octobre 2021

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec-Université Laval (Institut).

RÉALISATION

Sylvain Bussièrès, agent de planification, de programmation et de recherche (APPR) en ETMIS, Institut
Dr Yves Lacasse, directeur scientifique de l'UETMIS, Institut

SECRÉTARIAT ET MISE EN PAGE

Lucille Gagnon, technicienne administrative, Institut.

Pour se renseigner sur cette publication ou toute autre activité d'ETMIS de l'Institut, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé
Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec-Université Laval (Institut)
2725, chemin Sainte-Foy, Québec (Québec) G1V 4G5
uetmis.iucpq@ssss.gouv.qc.ca

Comment citer ce document :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (UETMIS-Institut). Validité des thermomètres pour la mesure de la température périphérique – Rapport d'évaluation préparé par Sylvain Bussièrès et Yves Lacasse (ETMIS-Institut 02-21) Québec, 2018, VIII- 35 p.

Dans ce document, l'emploi du masculin pour désigner des personnes n'a d'autres fins que celle d'alléger le texte. Les photos et images utilisées dans ce document sont libres de droits d'auteur.

Copyright © 2021 ETMIS – Institut.

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à des fins non commerciales, à condition que la source soit mentionnée.

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Suzanne Lachance, adjointe clinique à la directrice des soins infirmiers, Direction des soins infirmiers

Michèle Therriault, ingénieure, Service de génie biomédical

Catherine Tremblay, ingénieure, Service de génie biomédical

Dr Yves Lacasse, pneumologue, directeur scientifique de l'UETMIS

Sylvain Bussièrès, APPR en ETMIS, Direction de l'enseignement et des affaires universitaires

COLLABORATRICES

Karine Bibeau, conseillère en médecine bariatrique et en traumatologie, Ministère de la Santé et des Services sociaux

Johanne Houde, conseillère en soins, Direction des soins infirmiers

FINANCEMENT

Ce projet a été financé par l'Institut.

AVANT-PROPOS

Le comité directeur scientifique de l'UETMIS de l'Institut a pour mission de soutenir et de conseiller les décideurs (gestionnaires, médecins et professionnels) dans la prise de décision relative à la meilleure allocation de ressources visant l'implantation d'une technologie ou d'un mode d'intervention en santé ou la révision d'une pratique existante.

LE COMITÉ DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DE L'UETMIS DE L'Institut

D^r Pierre Leblanc, directeur de l'enseignement et des affaires universitaires

M^{me} Mylène Lebrun-Paré, adjointe au directeur, Direction de l'enseignement et des affaires universitaires

D^r Daniel Lefrançois, directeur des services professionnels

D^r Yves Lacasse, pneumologue, directeur scientifique de l'UETMIS et représentant du département multidisciplinaire de pneumologie et de chirurgie thoracique

M. Sylvain Bussièrès, agent de planification, de programmation et recherche en ETMIS

M. Dave K. Marchand, agent de planification, de programmation et recherche en ETMIS

M^{me} Catherine Tremblay, Service de génie biomédical

D^r Mathieu Bernier, Département multidisciplinaire de cardiologie

D^{re} Odette Lescelleur, Département de chirurgie générale et bariatrique

M^{me} Nathalie Châteauvert, pharmacienne

D^r Daniel Garceau, représentant du secteur du grand programme de médecine générale et spécialisée

M^{me} Carole Lavoie, coordonnatrice des risques et de la qualité, Direction de la qualité, de l'évaluation et de l'éthique

M^{me} Suzanne Lachance, adjointe clinique à la directrice des soins infirmiers

M. Serge Simard, biostatisticien, Centre de recherche de l'Institut

Les informations présentées dans ce document ne remplacent pas le jugement du clinicien. Elles ne constituent pas une approbation ou un désaveu du mode d'intervention ou de l'utilisation de la technologie en cause.

Ce document n'engage d'aucune façon la responsabilité de l'Institut, de son personnel et des professionnels à l'égard des informations transmises. En conséquence, les auteurs, l'Institut, les membres du groupe de travail de même que les membres du comité directeur scientifique de l'UETMIS ne pourront être tenus responsables en aucun cas de tout dommage de quelque nature que ce soit au regard de l'utilisation ou de l'interprétation de ces informations.

DIVULGATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

Aucun conflit d'intérêts n'a été rapporté.

SOMMAIRE

La fièvre est un état pathologique transitoire associé au début de l'évolution de plusieurs maladies. La mesure de la température corporelle centrale représente le standard de référence, et peut être mesurée au niveau de la vessie, de l'artère pulmonaire, de l'œsophage ou par la voie rectale. En raison des contraintes reliées à l'utilisation de ces méthodes, la prise de mesure routinière de la température en milieu hospitalier est plutôt effectuée à des sites périphériques, avec ou sans contact. La Direction des soins infirmiers (DSI) a sollicité l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) de l'Institut afin de déterminer quels types de thermomètres périphériques permettent d'estimer le plus précisément la température centrale.

L'analyse de l'ensemble des données probantes suggère que les thermomètres périphériques sont associés à une sensibilité faible pour la détection de la fièvre légère chez la clientèle hospitalisée. Les résultats des études primaires comprenaient un niveau d'hétérogénéité important. Dans un contexte de soins intensifs, les thermomètres tympaniques et buccaux pourraient permettre une estimation précise de la température centrale pour un état fébrile chez les patients hospitalisés. Ces données probantes étaient cependant basées sur peu d'études. La mesure de la température périphérique et le diagnostic de la fièvre peuvent également varier selon des facteurs externes au site de mesure et à la technologie utilisée, dont la race, les comorbidités, l'indice de masse corporelle, l'âge et la période de la journée. En raison des limites susmentionnées, il est recommandé de mesurer la température centrale lorsque des mesures justes de la température risquent d'influencer le diagnostic et la suite de la prise en charge. Dans les situations où la mesure de la température centrale n'est pas possible, ou pas pratique, la mesure de la température périphérique à l'aide d'un thermomètre tympanique, buccal ou temporal est recommandée. Le choix de la ou les technologie(s) à privilégier pour la mesure de la température périphérique devrait également être basé sur des données probantes, et tenir compte des besoins en termes de retraitement des dispositifs médicaux. La capacité organisationnelle à respecter les recommandations des fabricants, particulièrement en ce qui a trait à la calibration des appareils et aux méthodes et produits de retraitement à utiliser, devrait également être considérée. Dans le contexte de la pandémie de COVID-19, il est suggéré de réserver exclusivement le matériel réutilisable à l'usager ou de favoriser l'utilisation de matériel à usage unique. Afin de supporter les infirmières dans le choix du site de mesure de la température le plus approprié, il est également souhaitable de développer des critères cliniques en lien avec les circonstances où la prise de mesure centrale devrait être privilégiée. Il est également recommandé aux intervenants de préciser la méthode de mesure de la température sur le document de mesure des signes vitaux.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

ACCM/IDSA	American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America
ACI-NSW	Agency for Clinical Innovation (New South Wales)
DSI	Direction des soins infirmiers
ECR	Essai clinique randomisé
ENA	Emergency Nurses Association
ET	Écart-type
ETMIS	Évaluation des technologies et modes d'intervention en santé
FN	Faux négatifs
FP	Faux positifs
IC à 95 %	Intervalle de confiance à 95 %
Institut	Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec-Université Laval
LA	Limites d'agrément
sROC	Receiver operating characteristics
VN	Vrais négatifs
VP	Vrais positifs

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	III
SOMMAIRE	IV
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES	V
TABLE DES MATIÈRES	VI
LISTE DES ANNEXES	VII
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
INTRODUCTION.....	1
1. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION	2
1.1. QUESTION DÉCISIONNELLE	2
1.2. QUESTION D'ÉVALUATION	2
2. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION.....	3
2.1. ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ ET DE LA SÉCURITÉ.....	3
2.1.1. Recherche documentaire	3
2.1.2. Sélection et évaluation de l'éligibilité des publications.....	3
2.1.3. Évaluation de la qualité des publications et extraction des données	3
2.2. RÉVISION	4
3. INFORMATIONS GÉNÉRALES	5
3.1. DIAGNOSTIC DE LA FIÈVRE	5
3.2. ESTIMATION DE LA TEMPÉRATURE CENTRALE PAR LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE PÉRIPHÉRIQUE.....	5
3.3. MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA COMPARAISON ENTRE LES THERMOMÈTRES À L'ÉTUDE.....	6
3.3.1. Diagnostic de l'hyperthermie	6
3.3.2. Méthode Bland et Altman	7
4. RÉSULTATS.....	9
4.1. SÉLECTION DES DOCUMENTS ADMISSIBLES	9
4.1.1. Guides de pratique clinique	9
4.1.2. Appréciation de la qualité des guides de pratique clinique	11
4.1.3. Revues systématiques ayant comparé la température périphérique avec la température centrale	11
4.1.4. Revue systématique ayant comparé la température buccale avec la température centrale.....	17
4.1.5. Revues systématiques ayant comparé la température temporale avec la température centrale ou d'autres types de température périphérique.....	18
4.1.6. Synthèse des données et appréciation des résultats.....	22
5. DISCUSSION	24
5.1. L'UTILISATION DES THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES POUR ESTIMER LA TEMPÉRATURE CENTRALE ET DÉTERMINER LA PRÉSENCE DE FIÈVRE CHEZ LA CLIENTÈLE HOSPITALISÉE COMPORTE UN NIVEAU DE FIABILITÉ FAIBLE APPUYÉ SUR DES DONNÉES HÉTÉROGÈNES.....	24
5.2. LA FIABILITÉ DE LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE PÉRIPHÉRIQUE AUX SOINS INTENSIFS EST APPUYÉE SUR PEU D'ÉTUDES.....	25
5.3. LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE PÉRIPHÉRIQUE ET LE DIAGNOSTIC DE LA FIÈVRE PEUVENT DÉPENDRE DE FACTEURS EXTERNES AU SITE DE MESURE ET À LA TECHNOLOGIE UTILISÉE	25
6. RECOMMANDATION	27
7. CONCLUSION	29
ANNEXES.....	30
RÉFÉRENCES.....	34

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE.....	30
ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES	32
ANNEXE 3. LISTE DES PUBLICATIONS EXCLUES ET RAISONS D'EXCLUSIONS.....	33

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES : A. BUCCAL, B. TYMPANIQUE, C. TEMPORAL ET D. AXILLAIRE.....	6
FIGURE 2. TABLEAU DE CONTINGENCE PERMETTANT DE CALCULER LA SENSIBILITÉ ET LA SPÉCIFICITÉ D'UNE MÉTHODE DIAGNOSTIQUE PAR RAPPORT À UNE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE.....	7
FIGURE 3. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE BLAND-ALTMAN.....	8
FIGURE 4. DIAGRAMME DU PROCESSUS DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR L'EFFICACITÉ ET LA SÉCURITÉ.....	9

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. CRITÈRES D'ÉLIGIBILITÉ DES DOCUMENTS.....	4
TABLEAU 2. RECOMMANDATIONS DES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES CONCERNANT LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE CHEZ DES PATIENTS STABLES, FÉBRILES, HYPOTHERMIQUES OU EN SOINS CRITIQUES.	10
TABLEAU 3. RÉSULTATS DE LA MÉTA-ANALYSE DE NIVEN ET COLL. [19].....	12
TABLEAU 4. RÉSULTATS DE LA REVUE SYSTÉMATIQUE DE NIVEN ET COLL. (MOYENNE DES DIFFÉRENCES ENTRE LES MESURES DE LA TEMPÉRATURE TYMPANIQUE PAR RAPPORT AUX AUTRES MÉTHODES) [19]	13
TABLEAU 5. SENSIBILITÉ ET SPÉCIFICITÉ DES THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES SELON DIFFÉRENTS SOUS-GROUPES [19]..	14
TABLEAU 6. MOYENNES DES DIFFÉRENCES ENTRE LES THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES ET LA TEMPÉRATURE RECTALE (À MERCURE).....	16
TABLEAU 7. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE JEFFERIES [17]	17
TABLEAU 8. ANALYSES DE SOUS-GROUPE DE LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE TEMPORALE [16]	19
TABLEAU 9. DIFFÉRENCES DE MOYENNE ENTRE LES TEMPÉRATURES PÉRIPHÉRIQUES ET CENTRALES ET MESURES DE DISPERSION	22
TABLEAU 10. SENSIBILITÉ ET SPÉCIFICITÉ DES MESURES DE LA TEMPÉRATURE PÉRIPHÉRIQUE POUR LA DÉTECTION DE L'ÉTAT FÉBRILE	23

INTRODUCTION

Dans un contexte hospitalier, la mesure de la température corporelle est effectuée de façon routinière puisqu'elle est utilisée afin de diagnostiquer la fièvre et d'orienter la prise en charge clinique. Le standard de référence est la température interne (température centrale), laquelle peut être mesurée à différents sites tels la vessie, l'artère pulmonaire, l'œsophage ou par voie rectale. Pour des raisons pratiques, afin d'estimer la température centrale, les prises de mesure routinières de la température sont plutôt effectuées à des sites périphériques, soit par voies buccale, temporale, frontale, axillaire, au niveau de l'oreille (tympanique). Les mesures de la température périphériques sont regroupées en catégories « avec » et « sans contact ». Afin d'améliorer le confort du patient, des mesures alternatives aux méthodes traditionnelles ont été développées au fil des ans afin de mesurer la température sans utiliser de contact, soit à partir de la technologie infrarouge. Les thermomètres infrarouges permettent de mesurer la température tympanique, frontale, de l'artère temporale ou de mesurer la température corporelle globale (scanners thermiques). La Direction des soins infirmiers (DSI) a sollicité l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) de l'Institut afin de déterminer quels types de thermomètres périphériques permettent d'estimer le plus précisément la température centrale.

1. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION

1.1. Question décisionnelle

Quel(s) type(s) de thermomètre l'Institut devrait-il privilégier pour la mesure de la température périphérique des usagers?

1.2. Question d'évaluation

Quelles sont les technologies les plus précises et les plus reproductibles pour la mesure de la température périphérique des usagers?

2. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION

2.1. Évaluation de l'efficacité et de la sécurité

2.1.1. Recherche documentaire

Le tableau 1 résume les critères d'éligibilité, les limites ainsi que les indicateurs définis *a priori* utilisés pour effectuer la recherche documentaire en lien avec les questions d'évaluation. Une recension des revues systématiques, avec ou sans méta-analyse, a été effectuée à partir des bases de données indexées *Medline (PubMed)*, *Embase*, et de la librairie *Cochrane*. Une recension des publications scientifiques a également été effectuée à partir de sites Internet d'organismes en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (ETMIS) ainsi que ceux d'associations professionnelles afin de rechercher des documents pertinents (littérature grise). La liste des organismes et des bases de données considérés est présentée à l'annexe 1. Les bibliographies des articles retenus ont aussi été examinées pour relever d'autres références d'intérêt. Les stratégies de recherche qui ont été utilisées sont présentées à l'annexe 2.

2.1.2. Sélection et évaluation de l'éligibilité des publications

La sélection des études a été effectuée par un évaluateur (SB) selon les critères d'inclusion et les limites spécifiés au tableau 1. Un deuxième évaluateur (YL) a été sollicité afin de valider l'admissibilité des documents inclus.

2.1.3. Évaluation de la qualité des publications et extraction des données

Une évaluation formelle de la qualité des revues systématiques incluses a été réalisée à l'aide de l'outil AMSTAR 2 [1] et l'évaluation de la qualité des guides de pratique a été effectuée avec la grille AGREE II [2].

TABLEAU 1. CRITÈRES D'ÉLIGIBILITÉ DES DOCUMENTS

CRITÈRES D'INCLUSION	
Population	Clientèle adulte hospitalisée
Intervention	Mesure de la température périphérique (digitale, infrarouge et à mercure) à l'aide d'une des voies suivantes : - tympanique - buccale - temporale - axillaire
Comparateur	Mesure de la température centrale (digitale ou à mercure) à l'aide d'une des voies suivantes : - rectale - artère pulmonaire - œsophagienne - vessie
Indicateurs	Mesure de la précision représentée par la moyenne des différences et les limites d'agrément à 95 % (<i>limits of agreement</i>) Précision diagnostique de la fièvre (Sensibilité et spécificité)
Types de documents hiérarchisés en fonction de la force du devis	Revue systématique avec ou sans méta-analyse Guides de pratique clinique
LIMITES	CRITÈRES D'EXCLUSION
<ul style="list-style-type: none"> • Langue : français et anglais • Période : du début des bases de données au 15 août 2021 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesurer la température corporelle globale (scanner thermique) • Thermomètres infrarouges sans contact • Population pédiatrique • Résumé de congrès • Rapports de cas • Études animales

2.2. Révision

Le rapport a été révisé par des membres du groupe de travail interdisciplinaire (voir liste en page II). Il a également été révisé par le comité directeur scientifique de l'UETMIS de l'Institut et adopté lors de sa réunion du 26-10-2021.

3. INFORMATIONS GÉNÉRALES

3.1. Diagnostic de la fièvre

La fièvre est un état pathologique transitoire impliquant une altération de la thermorégulation vers une température plus élevée en réponse à une infection bactérienne, virale ou parasitaire, ou encore suite à une destruction tissulaire massive (cancer, infarctus du myocarde, maladie rhumatismale, etc.). L'état fébrile est associé au début de l'évolution de plusieurs maladies. Bien qu'il n'existe pas de seuil unique pour le diagnostic de la fièvre, des valeurs situées entre 37,7°C et 38,3°C sont généralement utilisées pour déterminer l'état fébrile [3]. La température normale est plus élevée dans la partie interne du corps (température centrale) par rapport aux extrémités (température périphérique) [4]. Des variations de la température corporelle interne sont également associées aux cycles de veille/sommeil (rythme circadien) [5]. Des différences interindividuelles de la température interne peuvent également être expliquées par différentes caractéristiques incluant l'âge [6], la race, les comorbidités et l'indice de masse corporelle [7].

3.2. Estimation de la température centrale par la mesure de la température périphérique

La température corporelle centrale représente le standard de référence, et peut être mesurée au niveau de la vessie, de l'artère pulmonaire, de l'œsophage ou par la voie rectale. Bien que la température de l'artère pulmonaire soit reconnue comme le standard par excellence de la température interne [8], cette méthode est peu pratique puisqu'elle nécessite la présence d'un cathéter au niveau de l'artère pulmonaire. La température rectale est davantage utilisée puisqu'elle est également reconnue comme une méthode suffisamment précise pour mesurer de la température centrale [8]. En raison des contraintes liées à l'utilisation de ces méthodes, la prise de mesure routinière de la température en milieu hospitalier est plutôt effectuée à des sites périphériques, avec ou sans contact.

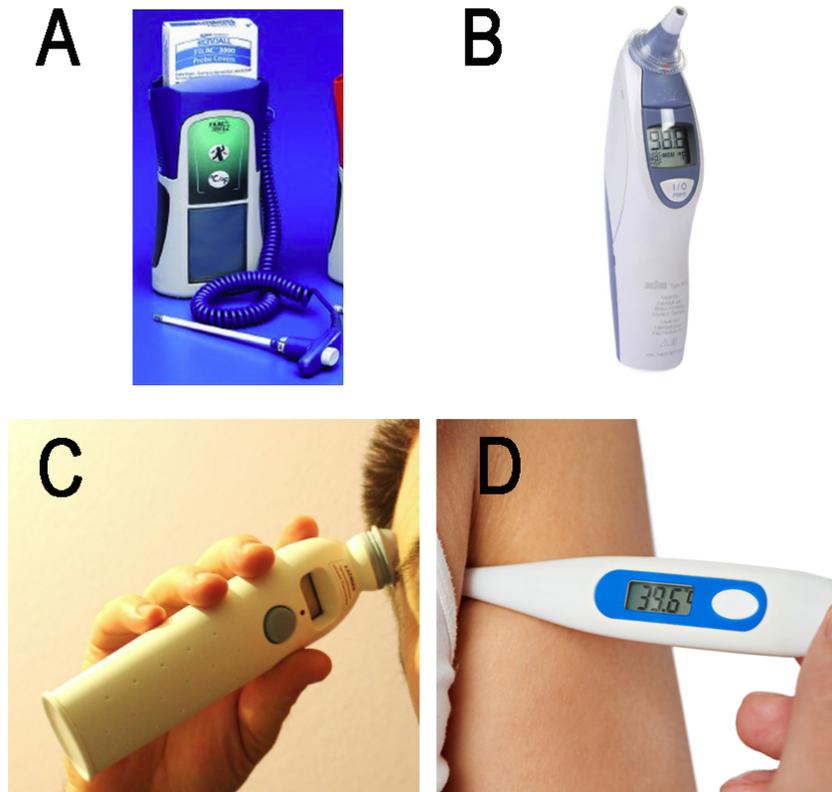
Mesure de la température buccale et axillaire (thermomètres avec contact; digital ou à mercure)

La mesure de la température buccale est sujette à des variations en raison de la physiologie de la cavité buccale. Ainsi, la sonde doit être positionnée dans la région sublinguale durant la période de la mesure afin que la température soit valide. En ce qui a trait à la température axillaire, la sonde doit être située le plus haut possible au niveau de l'aisselle afin d'obtenir une mesure valide, ce qui peut être difficile chez les patients minces et fragiles [4]. La validité de la mesure de la température périphérique avec contact est donc influencée par le positionnement adéquat de la sonde pour la durée complète de la mesure.

Mesure de la température tympanique et temporale (thermomètres infrarouges; avec contact)

La mesure de la température au niveau du canal auditif (tympan) comporte plusieurs avantages puisqu'elle est rapide, et pourrait permettre une estimation fiable de la température interne. La thermométrie infrarouge permet également de mesurer la température temporale, laquelle est effectuée en balayant la sonde à partir du centre du front jusqu'à la zone derrière le lobe de l'oreille en passant par l'artère temporale [9]. La température est déterminée à partir d'un algorithme basé sur des données cliniques, lequel peut varier d'un fabricant à l'autre [4]. Bien que les thermomètres infrarouges soient non invasifs et convenables pour le patient, ils comportent des inconvénients liés aux sites mesurés. Les mesures de la température tympanique peuvent être influencées par la présence de cérumen (sous-estimation de la température), et ne doit pas être mesurée dans une oreille qui était préalablement appuyée sur un oreiller (surestimation de la température) [10]. La mesure de la température temporale pourrait également être influencée par plusieurs facteurs dont la transpiration, la présence de produits dermatologiques sur la peau, le niveau d'hydratation, la proportion de gras sous-cutané, l'activité physique et la température ambiante [11]. Il est à noter que les thermomètres infrarouges sans contact ne seront pas évalués dans le contexte de ce rapport. Les thermomètres périphériques à l'étude dans le présent rapport sont représentés à la figure 1.

FIGURE 1. THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES : A. BUCCAL, B. TYMPANIQUE, C. TEMPORAL ET D. AXILLAIRE



3.3. Méthodologie utilisée pour la comparaison entre les thermomètres à l'étude

Afin d'assurer une comparaison valide de deux ou plusieurs thermomètres évalués, des mesures individuelles devraient être effectuées pour chaque thermomètre, en utilisant une approche randomisée, de façon consécutive et sur un intervalle de temps inférieur à 5 minutes afin d'éviter l'influence des fluctuations physiologiques [12]. Lorsque des mesures sont répétées sur le même sujet (valeurs non indépendantes), les auteurs devraient fournir la méthodologie utilisée afin de tenir compte de cette corrélation entre les observations [13].

3.3.1. Diagnostic de l'hyperthermie

En épidémiologie, la méthode utilisée pour mesurer la validité d'un test clinique par rapport à un test de référence est la table de contingence, aussi appelée table 2 vs 2. La figure 2 présente un exemple de ce type de tableau permettant de comparer les paramètres diagnostiques d'une méthode de mesure de la température périphérique par rapport celles d'une méthode standard mesurant la température centrale. Les paramètres les plus fréquemment utilisés dans les études diagnostiques sont la sensibilité et la spécificité. La sensibilité est la probabilité de diagnostiquer un état fébrile chez les patients qui sont fébriles selon la température centrale (méthode de référence). La spécificité est plutôt la probabilité de diagnostiquer un état fébrile négatif chez les patients non fébriles selon la température centrale.

FIGURE 2. TABLEAU DE CONTINGENCE PERMETTANT DE CALCULER LA SENSIBILITÉ ET LA SPÉCIFICITÉ D'UNE MÉTHODE DIAGNOSTIQUE PAR RAPPORT À UNE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE

		Température centrale		
		Patients fébriles	Patients non fébriles	
Mesure de la température périphérique	Patients fébriles	VP	FP	$VPP = VP / (VP + FP)$
	Patients non fébriles	FN	VN	$VPN = VN / (VN + FN)$
		Sensibilité = $VP / (VP + FN)$	Spécificité = $VN / (VN + FP)$	

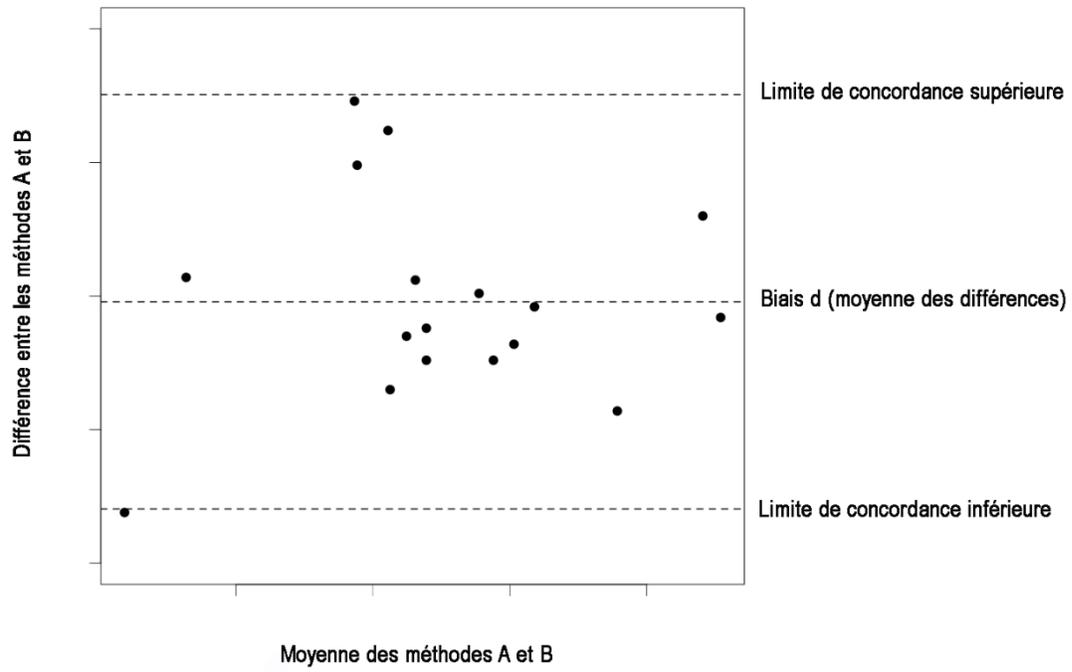
FN : faux négatifs; FP : faux positifs; VP : vrais positifs; VN : vrais négatifs; VPP : valeur prédictive positive; VPN : valeur prédictive négative.

3.3.2. Méthode Bland et Altman

Le graphique de Bland et Altman permet d'évaluer la concordance d'une méthode de mesure (A) par rapport à une méthode de référence (B). Afin de comparer deux séries de valeurs quantitatives de méthodes A et B, la moyenne des deux méthodes $((A1+B1)/2)$ est présentée sur l'axe des x alors que la différence entre les valeurs est présentée sur l'axe des y $(A1-B1)$. Cette analyse permet de déterminer deux paramètres, soit le biais (justesse) et la précision (variabilité). Le biais entre les deux méthodes est représenté par la moyenne des différences (d), laquelle peut également être définie par la justesse de l'appareil évalué par rapport au standard de référence. La valeur d détermine si les valeurs mesurées par l'appareil évalué comportent une erreur systématique (plus basse ou plus élevée) que la méthode de référence. Lorsque les différences sont distribuées de façon normale, le niveau de variabilité (précision) peut être défini par 1,96 fois l'écart type (ET) des différences, et représente l'intervalle dans lequel 95 % des différences devraient se retrouver. Les limites d'agrément (LA; $d \pm 1,96$ ET) sont représentées par deux lignes horizontales aux extrémités du graphique de la figure 3. Les LA jugées acceptables varient selon le contexte clinique. Dans la littérature scientifique, les limites d'agrément jugées acceptables pour les comparaisons des mesures des températures périphérique et centrale sont de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ [9, 14]. Bien que la moyenne des différences jugées cliniquement acceptables ne fasse pas l'objet d'un consensus, des valeurs situées de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ [15] et $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ [16] sont suggérées dans la littérature.

Il est à noter que dans certaines études, la mesure de dispersion utilisée afin de rapporter la marge d'erreur de la moyenne est parfois l'écart type ou l'intervalle de confiance.

FIGURE 3. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE BLAND-ALTMAN

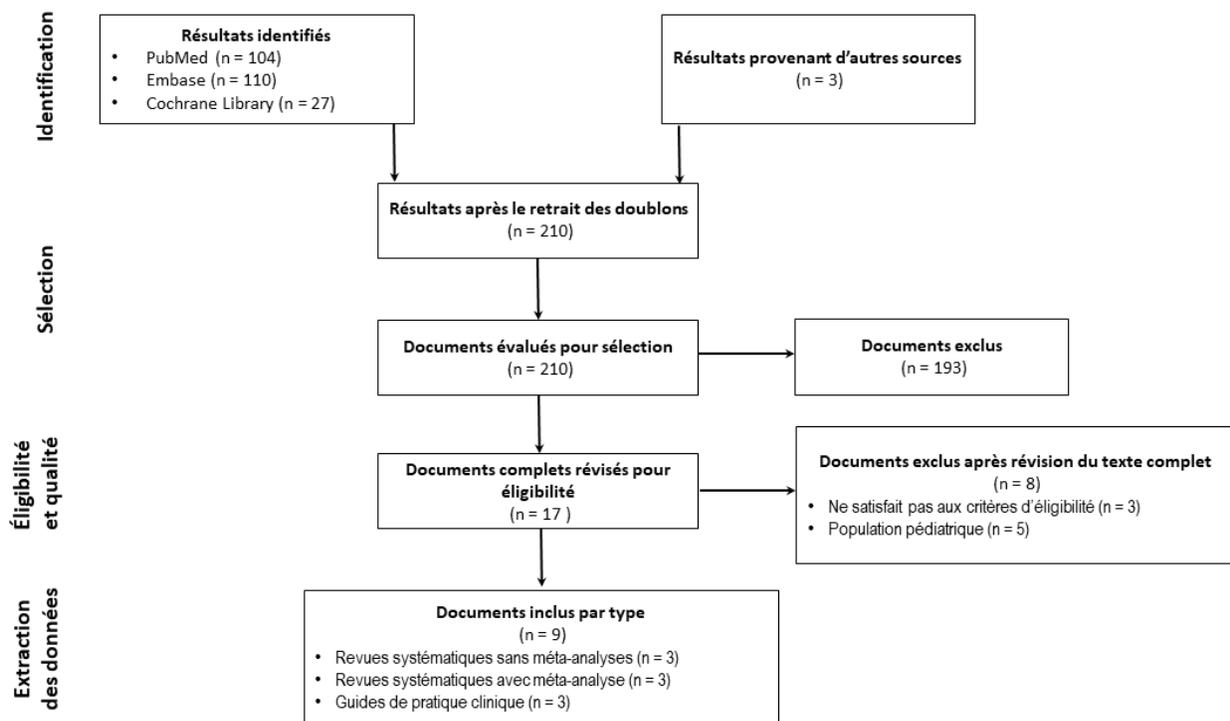


4. RÉSULTATS

4.1. Sélection des documents admissibles

La recherche documentaire a permis d'identifier 210 documents différents après avoir retiré les doublons. À la suite des étapes de sélection et d'évaluation de l'éligibilité, six revues systématiques, dont trois qui incluaient une méta-analyse [17-22], et trois guides de pratique ont été inclus [8, 23, 24]. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 3. Le diagramme du processus de sélection des documents est présenté à la figure 4.

FIGURE 4. Diagramme du processus de sélection des documents portant sur l'efficacité et la sécurité



Les caractéristiques des revues systématiques avec ou sans méta-analyse incluses sont présentées à la section suivante.

4.1.1. Guides de pratique clinique

Au total, trois guides de pratique clinique provenant d'organisations états-uniennes et australiennes ont été recensés par la recherche documentaire [8, 23, 24]. Les recommandations qui ont été émises par ces organismes en ce qui a trait à la mesure de la température chez des patients stables, fébriles, hypothermiques ou en soins critiques sont présentées au tableau 2.

TABEAU 2. RECOMMANDATIONS DES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES CONCERNANT LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE CHEZ DES PATIENTS STABLES, FÉBRILES, HYPOTHERMIQUES OU EN SOINS CRITIQUES

Organisme	Recommandation Site [niveau de preuve]	Définition du niveau de preuve
Patients stables		
ENA (2015) [24]	Buccal [A] Artère temporale [A] Axillaire [B] Tympanique [PI] Thermomètres à cristaux liquides [PI]	[A] Niveau élevé de certitude clinique ^A [B] Niveau modéré de certitude clinique ^A
ACI NSW (2014) [23]	Mesure routinière de la température par voie buccale ou axillaire [C] minimalement aux quatre heures	[C] Niveau de preuve modéré permettant de guider la pratique clinique (avec précautions)
Patients fébriles ou hypothermiques		
ENA (2015) [24]	Buccal [A] Artère temporale [A] Axillaire [B] Tympanique [PI] Thermomètres à cristaux liquides [PI]	[A] Niveau élevé de certitude clinique ^A [B] Niveau modéré de certitude clinique ^A [PI] Preuves insuffisantes
Patients en soins critiques		
ACI NSW (2014) [23]	Mesure continue de la température au niveau du cerveau, par voie intravasculaire ou sonde urinaire [B], minimalement aux deux heures	[B] Niveau de preuve permettant de guider la pratique clinique dans la plupart des situations
ACCM/IDSA (2008) [8]	Mesure la plus précise Artère pulmonaire (thermistance), sonde urinaire (thermistance), sonde œsophagienne ou anale Autres méthodes acceptables (en ordre de précision) Sonde buccale; infrarouge au niveau de l'oreille Méthodes moins souhaitables Artère temporale Axillaire Thermomètres à cristaux liquides	NA

A. Selon le système de gradation de la preuve Melnyk & Fineout-Overholt; ACCM/IDSA : *American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America*; ACI-NSW : *Agency for Clinical Innovation (New South Wales)*; AU : aucune preuve permettant d'émettre des recommandations ENA : *Emergency Nurses Association*; NA : non applicable; NR : non recommandé; PI : preuves insuffisantes.

Selon deux guides de pratique recensés, les méthodes de mesure de la température buccale chez les patients stables est recommandée (niveau de preuve A [24]; niveau de preuve C [23]). L'utilisation d'un thermomètre mesurant l'artère temporale (niveau de preuve A; [24]), axillaire (niveau de preuve B [24]; niveau de preuve C; [23]) était également recommandée. Selon l'*Emergency Nurses Association* (ENA), chez les patients fébriles ou hypothermiques, un thermomètre buccal (niveau de preuve A), temporal (niveau de preuve A) ou axillaire (B) peut être utilisé. Dans un contexte de soins critiques, l'*Agency for Clinical Innovation -New South Wales* (ACI-NSW) recommande uniquement la mesure de la température centrale. Selon l'*American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases*

Society of America (ACCM/IDSA), bien que les mesures de la température centrale soient plus précises, la mesure de la température buccale ou infrarouge au niveau de l'oreille est jugée acceptable.

4.1.2.Appréciation de la qualité des guides de pratique clinique

Dans l'ensemble, les objectifs des guides de pratique n'étaient pas définis de façon explicite, à l'exception d'un document [8]. Les patients auxquels s'adressent les lignes directrices étaient bien décrits. L'élaboration des recommandations repose sur des preuves scientifiques, à l'exception d'un guide de pratique [8]. Le processus utilisé pour formuler les recommandations étaient également précisé. Cependant, les méthodes de recherche ainsi que les critères de sélection des preuves n'étaient pas spécifiés dans un document [8].

4.1.3.Revues systématiques ayant comparé la température périphérique avec la température centrale

4.1.3.1. Niven 2015 [20]

Dans la méta-analyse de Niven et coll [20], l'objectif des auteurs était de déterminer si les thermomètres périphériques avaient une précision acceptable comparativement aux thermomètres centraux chez les adultes et enfants, et si le type de thermomètre périphérique était un déterminant de la précision. Afin d'être admissibles, les études primaires devaient être prospectives (essais cliniques randomisés, essais clinique contrôlés, études de cohorte ou études de précision diagnostique) et avoir été réalisées chez des adultes ou des enfants. Les patients devaient être pris en charge dans un contexte de soins ambulatoires ou de soins aigus. Les thermomètres périphériques à l'étude incluait les thermomètres tympaniques, de l'artère temporale, axillaire ou buccale. Les thermomètres ayant servi à mesurer la température centrale incluait les cathéters de l'artère pulmonaire ou de la vessie, de même que la température de l'œsophage ou rectale. Les températures périphériques et centrales étaient prises à moins de cinq minutes d'intervalle, et la différence moyenne ainsi que sa variance associée (ET ou intervalle de confiance à 95 %) étaient rapportées pour chaque comparaison. Les études ayant évalué les thermomètres infrarouges sans contact ont été exclues puisque ces appareils ne sont pas utilisés de façon courante dans un contexte clinique.

Une première méta-analyse a permis de déterminer les limites d'accord (LA. à 95 % entre les thermomètres périphériques et centraux, lesquelles étaient calculées par l'estimé agrégé de la moyenne des différences de température (périphérique moins centrale) $\pm 1,96$ fois l'estimé agrégé de l'ÉT de la différence (*pooled estimate of the SD of the difference*). La limite clinique acceptable déterminée *a priori* était de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ [9, 14, 25]. Les données ont été combinées à l'aide d'un modèle aléatoire.

La seconde méta-analyse a été réalisée afin de déterminer la précision diagnostique des thermomètres périphériques pour diagnostiquer la fièvre ou l'hypothermie en utilisant l'approche analytique telle que décrite par Cochrane [26]. Une estimation de la sensibilité et de la spécificité a été utilisée afin de développer une courbe *receiver-operating characteristic*.

Au total, 75 études incluant 8682 patients provenant de deux pays ont été incluses, lesquelles étaient réalisées sur une population adulte (56 %), pédiatrique (43 %) ou mixte (1 %). La mesure de la température périphérique était principalement au niveau du tympan (70 %), alors que la voie la plus fréquemment utilisée pour la température centrale était l'utilisation d'un cathéter pulmonaire. Bien que plusieurs valeurs seuils de température aient été utilisées pour le diagnostic de la fièvre, la principale était $37,8^{\circ}\text{C}$. L'hypothermie était principalement définie par une température en dessous de 36°C .

Accord entre les thermomètres périphériques et centraux

Les résultats de la méta-analyse, soit les données agrégées des thermomètres périphériques par rapport aux thermomètres centraux, sont présentées au tableau 3. Dans l'ensemble, pour tous les thermomètres périphériques à

l'étude, les LA à 95 % de la température de l'artère pulmonaire étaient situées à l'extérieur des limites cliniques acceptables ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) par rapport aux autres températures centrales (rectale, de la vessie et œsophagienne).

TABLEAU 3. RÉSULTATS DE LA MÉTA-ANALYSE DE NIVEN ET COLL. [20]

Catégorie de température	Adultes		
	Moyenne des différences (LA 95 % ^A)	I ² , %	Études (n)
Sans restriction	-0,12 (-0,89 à 0,65)	99,7	40
Fièvre	-0,008 (-1,44 à 1,46)	99,4	9
Hypothermie	-0,09 (-2,08 à 1,90)	99,9	6

I² : hétérogénéité (mesure de la variabilité entre les résultats pour différentes études telle que définie par Higgins et coll. [27]). 0% : homogénéité et 100% : hétérogénéité importante. LA : limites d'agrément.

Les différences entre les températures périphériques et centrales dépendaient principalement de facteurs en lien avec les thermomètres utilisés (tableau 4). Les auteurs soulignent que les correspondances entre les températures périphériques et centrales étaient meilleures lorsque les thermomètres périphériques étaient calibrés avant l'utilisation. Chez les patients fébriles, les concordances de température (justesse et précision) étaient meilleures pour les thermomètres par voie orale et tympanique. Cependant, il n'y avait pas de différence entre les sites de mesure chez les patients hypothermiques.

TABLEAU 4. RÉSULTATS DE LA REVUE SYSTÉMATIQUE DE NIVEN ET COLL. (MOYENNE DES DIFFÉRENCES ENTRE LES MESURES DE LA TEMPÉRATURE TYMPANIQUE PAR RAPPORT AUX AUTRES MÉTHODES) [20]

Caractéristique	Membrane tympanique			Artère temporale			Aillaire			Buccal		
	Moyenne des différences LA 95 %	I ² , %	Nombre d'études	Moyenne des différences LA 95 %	I ² , %	Nombre d'études	Moyenne des différences LA 95 %	I ² , %	Nombre d'études	Moyenne des différences LA 95 %	I ² , %	Nombre d'études
Population												
Adulte	-0,08 (-1,42 à 1,26)	98,8	32	0,09 (-0,64 à 0,82)	99,0	6	-0,33 (-0,94 à 0,27)	98,7	13	-0,06 (-0,76 à 0,63)	99,1	10
Pédiatrique	-0,15 (-0,67 à 0,37)	99,0	18	-0,10 (-0,61 à 0,42)	96,8	8	-0,43 (-1,40 à 0,55)	99,5	16	Ø étude	NA	NA
Médical	-0,10 (-1,38 à 1,19)	99,7	14	-0,06 (-0,39 à 0,28)	94,8	4	-0,32 (-0,89 à -0,25)	98,7	13	0,07 (-0,81 à 0,67)	99,3	3
Chirurgical	-0,18 (-0,72 à 0,35)	96,8	15	-0,33 (-0,71 à 0,04)	98,0	4	-0,65 (-1,32 à 0,02)	96,6	7	-0,13 (-0,46 à 0,21)	94,4	4
Catégorie de température mesurée												
Sans restriction	-0,10 (-1,25 à 1,04)	99,8	50	-0,03 (-0,56 à 0,51)	99,1	15	-0,38 (-1,16 à 0,40)	99,3	30	-0,06 (-0,76 à 0,63)	99,1	10
Fièvre	-0,06 (-0,82 à 0,69)	98,7	9	-0,10 (-1,77 à 1,56)	99,7	5	-0,71 (-1,34 à 0,07)	91,5	6	0,15 (-0,44 à 0,74)	93,8	4
Hypothermie	-0,22 (-1,75 à 1,31)	99,8	4	0,24 (-1,54 à 2,03)	99,8	3	NA (1 étude)	NA	NA	Ø étude	NA	NA

I²: niveau d'hétérogénéité; LA 95 % : limites d'agrément à 95 %; NA : non applicable

Précision diagnostique de la fièvre

Les auteurs ont extrait les données de diagnostic pour les définitions de la fièvre qui étaient le plus proche de la définition la plus souvent utilisée dans les revues de la littérature et études historiques sur la définition de la fièvre, soit 38,0°C. Les estimés globaux de la sensibilité et de la spécificité pour le dépistage de la fièvre chez les adultes et enfants étaient de 64 % (IC à 95 %, 55 % à 72 %; $I^2 = 95,7\%$; $p < 0,001$) et 96 % (IC, 93 % à 97 %; $I^2 = 96,3\%$; $P < 0,001$), respectivement. Selon une analyse de sous-groupe (tableau 5), la sensibilité était plus faible pour la température axillaire (42 % [IC à 95 %, 25 % à 58 %]) par rapport aux autres voies de mesure de la température regroupées (70 % [IC, 62 % à 77 %]). La spécificité était cependant similaire aux autres méthodes. De plus, selon la méta-régression, la sensibilité et la spécificité des autres types de thermomètres (tympanique, temporal et oral) n'étaient pas différentes de celles des autres thermomètres regroupés (tableau 5).

TABEAU 5. SENSIBILITÉ ET SPÉCIFICITÉ DES THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES SELON DIFFÉRENTS SOUS-GROUPES [20]

Caractéristique	Études (n)	Sensibilité agrégée (IC 95 %), %	Spécificité agrégée (IC 95 %), %
Population			
Adulte	6	62 (45–78)	91 (84–99)
Pédiatrique	14	64 (55–74)	97 (95–99)
Catégorie de diagnostic			
Médical	5	57 (37–77)	93 (87–100)
Chirurgical	4	59 (37–80)	94 (88–100)
Site périphérique			
Température tympanique	13	74 (64–84)	96 (92–99)
Température temporale	8	63 (47–78)	96 (92–100)
Température axillaire	5	42 (25–58)	96 (91–100)
Température orale	1	75 (38–100)	87 (56–100)

Les auteurs de cette revue systématique ont conclu que les LA des thermomètres périphériques ne se retrouvaient pas à l'intérieur des limites cliniquement acceptables ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) par rapport aux mesures de référence de la température centrale. Les thermomètres périphériques ont une sensibilité faible (entre 42 et 75 %) pour la détection de la fièvre légère, laquelle est un signe d'infection potentiellement important chez les patients qui ne manifestent pas un prodrome infectieux typique (personnes âgées, patients avec troubles du système immunitaire, maladie du tissu conjonctif ou tumeurs). En raison du niveau de concordance excellent entre les thermomètres centraux non vasculaires (vessie, œsophage ou voie rectale) et la température de l'artère pulmonaire (référence standard), les cliniciens devraient considérer de mesurer la température centrale lorsque des mesures justes de la température risquent d'influencer le diagnostic et la prise en charge. La température rectale devrait être utilisée pour la plupart de ces patients, alors que la température de la vessie peut être utilisée lorsqu'un cathéter au niveau de la vessie est requis. Dans les situations où il est préférable d'éviter la mesure de la température centrale (par exemple, chez les patients avec neutropénie), ou lorsque cette voie de mesure n'est pas pratique, les thermomètres électroniques buccaux (chez les adultes) ou tympaniques (pour adultes et enfants) qui ont été calibrés avant l'utilisation constituent la meilleure alternative.

4.1.3.2. Pecoraro et coll. [21]

L'objectif de cette revue systématique avec méta-analyse était de déterminer quels sont les thermomètres périphériques les plus précis et reproductibles. Les auteurs ont évalué la précision des thermomètres digitaux, infrarouges et à mercure dans le but d'estimer la température corporelle à différents sites anatomiques.

Afin d'être admissibles, les études recensées devaient être des ECR, des études observationnelles de cohorte ou des études transversales. La population incluait des adultes et enfants chez qui la fièvre était évaluée dans un contexte de département d'urgence ou sur unité de soins à l'hôpital. Les sites corporels à l'étude étaient regroupés en température périphérique (tympanique, artère temporale, frontale, axillaire ou orale) et centrale (rectale, artère pulmonaire, vessie et œsophage). À des fins d'analyse de la précision diagnostique, les auteurs ont assumé que la température rectale (à mercure ou digitale) était la méthode de référence utilisée. La référence utilisée dans la méta-analyse en réseau de la moyenne des différences était la température rectale (à mercure).

L'indicateur primaire était la précision du diagnostic des thermomètres digital, infrarouge et à mercure définis par le nombre de vrais positifs (VP), faux positifs (FP), faux négatifs (FN) et vrais négatifs (VN) rapportés dans chaque étude. L'indicateur secondaire, soit la moyenne des différences de température, était déterminée pour les différents types de thermomètres (biais fixes), ainsi que l'erreur aléatoire représentée par 1,96 fois l'écart type des différences (coefficient de reproductibilité à 95 %) [13].

Au total, 46 études répondaient aux critères d'inclusion, dont 30 études de cohorte, 12 études transversales et quatre essais cliniques randomisés (ECR). Parmi ces études, 32 (8321 patients; 66 %) étaient réalisées chez des enfants, 11 chez des adultes (1856 patients; 15 %) et trois études étaient réalisées sur une population mixte (2425 patients, 19 %). Les patients étaient recrutés dans un contexte de département d'urgence dans 19 études (4391 patients).

Estimation de la valeur diagnostique

Les données de sensibilité et de spécificité pour le diagnostic de la fièvre étaient rapportées dans 28 études. La température rectale (à mercure ou digitale) était utilisée comme référence dans 19 études, la température orale ou axillaire (à mercure) dans sept études, la température orale ou rectale (digitale) dans une étude, et la température rectale était utilisée dans une étude, sans information concernant la technologie. La valeur seuil de 38°C était utilisée dans 15 études, alors que dans quatre et deux études, des valeurs plus basses ou plus hautes que 38°C étaient utilisées, respectivement. En raison de l'hétérogénéité en lien avec les critères utilisés pour définir l'état fébrile, les auteurs ont seulement inclus dans leurs analyses les études ayant utilisé la température rectale (digitale ou à mercure) avec une valeur seuil de 38°C comme référence.

Parmi les neuf études ayant évalué la température de l'artère temporale par méthode infrarouge, la méta-analyse a permis de calculer une sensibilité et une spécificité de 76 % (IC à 95 % 65 à 84 %) et 96 % (IC à 95 % 92 à 98 %), respectivement. Une valeur seuil de 38°C pour la fièvre était donc associée à une proportion faible de faux positifs, et ce malgré une prévalence élevée de fièvre (30 %). Cependant, la proportion de faux négatifs était plus élevée. Au total, neuf études ont évalué la température tympanique par infrarouge. En utilisant la valeur seuil de 38°C, la méta-analyse a permis de calculer une sensibilité et une spécificité de 77 % (IC à 95 % 60 à 88 %) et 98 % (IC à 95 % 95 à 99 %), respectivement. Le nombre de faux négatifs était également plus élevé que la proportion de faux positifs. En raison de données insuffisantes, des estimés globaux de la sensibilité et de la spécificité n'ont pas été réalisés pour les autres sites de la température périphérique (front, axillaire et buccal).

Les moyennes des différences entre les thermomètres périphériques et la température rectale (à mercure) sont présentées au tableau 6. Ces résultats incluent des comparaisons indirectes, et ont été produits grâce à une méta-analyse en réseau. La température axillaire (digitale et à mercure) était significativement plus basse par rapport à la température de référence. La température buccale (digitale) et axillaire (galinstan, un alliage de métaux liquides) était également plus basse que la température rectale. Toutefois, l'intervalle de confiance recouvrait la valeur nulle. Les autres températures périphériques étaient également inférieures à la température rectale (à mercure), soit entre 0,22°C et -0,07°C. Les auteurs ont souligné que le niveau d'hétérogénéité des données disponibles était important.

TABEAU 6. MOYENNES DES DIFFÉRENCES ENTRE LES THERMOMÈTRES PÉRIPHÉRIQUES ET LA TEMPÉRATURE RECTALE (À MERCURE)

Site	Moyenne avec IC 95 %
Axillaire (digital)	-0,67 (-0,98 à -0,37)
Buccal (digital)	-0,56 (-1,21 à 0,08)
Axillaire (à mercure)	-0,55 (-0,87 à -0,23)
Axillaire (galinstan)	-0,52 (-1,25 à 0,21)
Tympanique (infrarouge)	-0,22 (-0,49 à 0,04)
Frontal (infrarouge)	-0,19 (-0,54 à 0,15)
Temporal (infrarouge)	-0,09 (-0,42 à 0,24)
Buccal (à mercure)	-0,07 ^A (-0,89 à 0,75)
Rectal (digital)	0,00 (-0,31 à 0,30)

A. Les mesures de la température à l'aide d'un thermomètre buccal à mercure étaient disponibles dans deux études primaires; IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %.

Les auteurs de cette méta-analyse ont conclu que lorsqu'une valeur seuil de 38°C est utilisée pour définir la fièvre, plusieurs types de thermomètres périphériques montrent une spécificité élevée, mais sont associés à une faible sensibilité lorsque le thermomètre rectal est utilisé comme standard de référence. Ces données suggèrent que la mesure d'une température en dessous de 38°C ne permet pas d'exclure la présence de fièvre. Parmi tous les dispositifs à l'étude, les thermomètres tympanique et temporal (infrarouge) étaient les plus performants pour estimer la température centrale, et étaient associés à une performance constante parmi les études. La plupart des thermomètres étaient associés à une erreur aléatoire élevée. La sous-évaluation de l'incertitude dans la mesure de la température en médecine pourrait avoir des conséquences sérieuses; la précision et la reproductibilité limitée pourrait se traduire par des mauvaises prises de décision.

4.1.3.3. *Jefferies et coll. [18]*

Dans cette revue systématique, l'objectif des auteurs était de déterminer la précision des thermomètres périphériques pour diagnostiquer la fièvre chez des patients en soins critiques (température centrale). Les auteurs ont également évalué la possibilité de déterminer une équation de conversion de la température, si requis, afin d'améliorer la précision.

Afin d'être admissibles, les études devaient avoir comparé la précision de la mesure de la température périphérique avec celle de l'artère pulmonaire par cathéter ou de la vessie chez des patients dont la température centrale était supérieure à 37,5°C. Tous les types de thermomètres périphériques pouvaient être inclus. Les études incluses devaient avoir rapporté les analyses statistiques appropriées, soit les différences de moyenne reflétant les biais, et les mesures appropriées de la variance. Les auteurs ont révisé les mesures appropriées de la variance des différences de moyenne pouvant être utilisées afin de calculer un intervalle de confiance à 95 % pour les valeurs prédictives individuelles. Les auteurs ont également évalué si une évaluation de la variance tenant compte des mesures répétées de la température chez les mêmes individus avait été effectuée. La précision clinique était définie *a priori* par une différence moyenne entre la température périphérique et une température centrale (fièvre) de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, avec des LA de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Au total, trois études observationnelles prospectives répondaient aux critères d'inclusion. La température périphérique a été mesurée à l'aide d'un thermomètre tympanique (infrarouge), et la température centrale à l'aide de la température de l'artère pulmonaire [28-30]. Dans deux études, les températures rectales [29] et buccales [28] ont également été mesurées. Les auteurs n'ont pas effectué de méta-analyse pour les raisons suivantes : utilisation de mesures multiples sans mentionner la méthodologie permettant de tenir compte de la corrélation chez un même sujet, nombre de patients fébriles peu documenté et aucune information sur les méthodes de mesure de la variance. Les résultats sont présentés au tableau 7.

TABEAU 7. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE JEFFERIES [18]

Étude	Fièvre (écart rapporté)	Différence moyenne avec la température de l'artère pulmonaire en °C*(n)		
		tympanique	oral	rectal
Milewski 1991	37,6–38,0	TM1: - 0,22°C (n = 41)	NA	RT1: 0,46°C (n = 35)
	38,1–40,0	TM1: - 0,01°C (n = 40)		RT1: 0,53°C (n = 36)
Rotello 1996	37,6–39,1	TM2: 0,24°C (n = 27) TM3: 0,14°C (n = 27) TM4: 0,01°C (n = 27)	NA	RT2: 0,35°C (n = 27)
Giuliano 2000	38,1–39,3	TM5: - 0,17°C (n = 50) TM6: - 0,05°C (n = 50)	TB1: 0,18°C (n = 48)	NA

NA : Non applicable; TM = thermomètre tympanique. RT = thermomètre rectal. TB = thermomètre buccal. TM1 = Thermoscan Pro-1 (Thermoscan Inc, San Diego, Calif, États-Unis). TM2 = Thermoscan HM-1 (Thermoscan Inc). TM3 = Thermoscan Pro-1 (Thermoscan Inc). TM4 = Thermoscan Pro-LT (Thermoscan Inc). TM5 = FirstTemp Genius II (model 3000A, Sherwood Medical, Carlsbad, Calif, États-Unis). TM6 = ThermoScan Ear Pro-1 (model IR-1, Thermoscan Inc). RT1 = *Electronic predictive* (Diatek, San Diego, Calif, États-Unis). RT2 = *Electronic predictive* (Diatek).

*température moyenne périphérique (-) température centrale moyenne. Les nombres négatifs indiquent donc une sous-estimation de la température centrale.

Dans l'ensemble, les différences de moyenne entre les températures tympaniques et les températures centrales étaient à l'intérieur de la précision clinique acceptable de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ pour cinq des sept mesures à l'étude. La seule température buccale mesurée était également à l'intérieur de ce seuil de précision. Cependant, les mesures effectuées avec le thermomètre rectal correspondaient à une surestimation de la température de l'artère pulmonaire de 0,46 et 0,53°C pour des états fébriles mesurés à 37,6–38,0°C et 38,1–40,0°C, respectivement.

Les auteurs de cette revue systématique ont conclu que chez les patients en soins critiques, les thermomètres tympaniques et buccaux permettent, en moyenne, de déterminer une estimation précise de la température centrale pour un état fébrile, et peuvent être recommandés à cette fin. Des études supplémentaires effectuées avec des méthodes statistiques appropriées seront nécessaires afin d'évaluer la précision des thermomètres périphériques chez les patients fébriles aux soins intensifs.

4.1.4. Revue systématique ayant comparé la température buccale avec la température centrale

4.1.4.1. Mazerolle et coll. [19]

Dans la revue systématique de Mazerolle et coll., l'objectif des auteurs était d'évaluer de façon critique les études originales en lien avec la validité de la température buccale (digitale ou à mercure) pour mesurer la température centrale du corps lors de périodes de repos et lors des variations de température. La mesure de la température centrale pouvait être effectuée par la voie rectale, œsophagienne, pulmonaire, ou gastro-intestinale. Plus spécifiquement, les auteurs ont évalué si la température buccale permettait de mesurer précisément la température centrale durant des phases d'exercice et d'immersion dans l'eau. Étant donné que ces deux sous-groupes ne correspondaient pas aux critères d'admissibilité du présent projet, seuls les résultats en lien avec des mesures de température effectuées durant une période de repos dans un contexte hospitalier ont été considérés.

L'efficacité de l'évaluation de la température buccale était évaluée par la soustraction de la température orale à la température de référence. La relation entre la température mesurée par la méthode de référence et la différence entre les températures buccales et de référence a été analysée à l'aide d'un coefficient de corrélation de Pearson. Le seuil d'acceptation clinique de la différence entre la température buccale et la température de référence était de 0,27°C.

Parmi les 16 études incluses dans cette revue systématique, neuf répondaient aux critères d'inclusion du présent projet. Dans ces études, la méthode de référence pour déterminer la température centrale était le thermomètre rectal. La moyenne des différences entre les températures buccale et standard au repos était de $-0,50^{\circ}\text{C} \pm 0,31^{\circ}\text{C}$.

Les auteurs de cette revue systématique ont conclu que, peu importe si l'évaluation est effectuée durant une période de repos ou de changement de température, la température buccale est inappropriée pour être utilisée comme outil pour déterminer la température corporelle à des fins diagnostiques. Plusieurs différences mesurées étaient supérieures au seuil d'acceptation clinique de $0,27^{\circ}\text{C}$. De plus, ces différences étaient les plus grandes aux températures rectales les plus élevées. La température buccale ne permet pas de déterminer précisément la température centrale puisqu'elle est influencée par plusieurs facteurs dont la température ambiante, le positionnement de la sonde et l'ingestion de fluides. L'utilisation de la température buccale dans un contexte d'urgence, tel qu'un coup de chaleur lié à l'exercice, pourrait grandement sous-estimer la température et retarder le diagnostic et le traitement approprié.

4.1.5.Revues systématiques ayant comparé la température temporale avec la température centrale ou d'autres types de température périphérique

4.1.5.1. Geijer et coll. [17]

Dans cette revue systématique avec méta-analyse, les auteurs ont évalué la précision diagnostique de l'évaluation de la température temporale [17]. Les participants, avec ou sans fièvre, devaient avoir été recrutés dans un établissement de santé. L'évaluation de la température centrale devait avoir été effectuée au niveau du nasopharynx, de l'œsophage, de l'artère pulmonaire, du rectum, du cerveau ou de la vessie. L'indicateur primaire était la mesure de la précision de la température temporale par rapport à la méthode de référence, laquelle était exprimée par l'estimé agrégé de la moyenne des différences de température et les LA à 95 % (erreur aléatoire).

L'indicateur secondaire était défini par les estimations agrégées moyennes de la sensibilité et de la spécificité à une valeur seuil choisie. Les mesures de la température effectuées à l'aide d'un thermomètre tympanique qui étaient également réalisées dans les études incluses étaient rapportées. Afin d'explorer la présence d'hétérogénéité au niveau des résultats, les auteurs ont réalisé des analyses de sous-groupe avec l'hypothèse que l'âge, le type de thermomètre, la présence ou absence de fièvre et les mesures standard de référence pourraient être des sources d'hétérogénéité. Des méta-analyses ont été réalisées à partir de ces sous-groupes lorsqu'il y avait suffisamment de données disponibles. Les analyses de sensibilité suivantes ont également été réalisées :

- exclusion des études à haut risque de biais;
- études qui ont utilisé des répliques de mesures en paires en utilisant les différences entre chaque paire de mesure, mais qui n'ont pas fourni d'information sur la méthodologie permettant de tenir compte de la corrélation des mesures répétées chez un même sujet;
- études n'ayant pas fourni d'information en lien avec la correction de l'écart type des différences lorsque des moyennes de mesures répétées à l'aide de chacune des deux méthodes sur le même participant étaient utilisées pour évaluer la concordance entre les deux méthodes.

Les auteurs ont utilisé des graphiques en forêt (*forest plot*) ainsi que des courbes sommaires *receiver operating characteristics* (sROC) afin de représenter les estimés de sensibilité et de spécificité dans les études individuelles. Ils ont également calculé les estimés sommaires de la sensibilité et de la spécificité pour les études ayant utilisé une valeur seuil de positivité commune de $(38,0^{\circ}\text{C})$.

Au total, 37 études ont été incluses dans la méta-analyse, pour un total de 5026 participants, dont 1301 adultes et 3725 enfants. L'estimé agrégé de la moyenne des différences de température ($n = 43$) entre la température temporale et la méthode de référence était de $-0,19^{\circ}\text{C}$ (95 % LA $-1,16$ à $0,77^{\circ}\text{C}$).

Analyses de sous-groupe

Les résultats des analyses de sous-groupe sont présentés au tableau 8. Les différences entre la température temporale et la température de référence étaient plus grandes pour les patients fébriles que pour les patients non-fébriles, alors que les différences de moyenne entre les enfants et les adultes étaient similaires. Les résultats des analyses de sous-groupe en fonction du type de thermomètre standard n'étaient pas différents. De plus, l'exclusion des études avec risque de biais « incertain » ou « élevé » ou celles n'ayant pas précisé la méthodologie utilisée pour tenir compte des mesures multiples chez un seul participant n'était pas associée à un résultat différent (différences de moyennes variant entre -0,09 et -0,19°C).

TABLEAU 8. ANALYSES DE SOUS-GROUPE DE LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE TEMPORALE [17]

Sous-population	Différence de moyenne en °C (LA à 95 %)	Nombre de comparaisons
Global	-0,19 (-1,16 à 0,77)	43
Méthode de référence		
Rectale	-0,19 (-1,21 à 0,81)	23
Oesophage	-0,03 (-0,43 à 0,36)	2
Vessie	-0,17 (-1,30 à 0,95)	8
Nasopharynx	0,09 (-0,73 à 0,91)	3
Artère pulmonaire	-0,40 (-1,30 à 0,51)	6
Âge des patients		
Enfants	-0,20 (-1,17 à 0,76)	26
Adultes	-0,17 (-1,14 à 0,79)	17
État fébrile		
Patients fébriles	-0,31 (-1,22 à 0,59)	9
Patients non-fébriles	0,07 (-0,72 à 0,86)	12
Fébriles ou non-fébriles	-0,28 (-1,37 à 0,79)	22
Type de thermomètre		
TAT-5000	-0,10 (-1,09 à 0,89)	22
Autre	-0,27 (-1,23 à 0,67)	20

LA : limites d'agrément

Estimé sommaire de la sensibilité et de la spécificité avec une valeur seuil de 38,0°C pour le diagnostic de la fièvre

Les données de sensibilité et de spécificité ont été rapportées dans 16 études. La sensibilité variait entre 26 et 94 % tandis que la spécificité variait entre 46 et 100 %. Les valeurs seuils utilisées étaient comprises entre 37,8 et 39,0°C. Pour les 14 études dont la valeur seuil était de 38,0°C, les estimés sommaires de la sensibilité et de la spécificité étaient de 72,1 % (IC à 95 % 61,0 à 81,0 %) et 93,9 % (IC à 95 % 86,5 à 97,3 %), respectivement. Cependant, il est à noter que ces résultats étaient fortement influencés par des mesures effectuées chez une clientèle pédiatrique (13 des 14 études).

Comparaison avec les thermomètres tympaniques

Parmi les 11 études incluses qui ont également rapporté des mesures de la température tympanique, la différence de moyenne entre la température temporale et la température de référence était de -0,06°C (95 % LA -0,92 à 0,79°C), tandis qu'elle était de -0,29°C (95 % LA -1,15 à 0,57°C) pour les thermomètres tympaniques.

Quatre études ont rapporté des résultats de sensibilité et de spécificité pour la mesure de la température tympanique en utilisant une valeur seuil de 38,0°C. Les résultats des analyses, soit 70 % (IC à 95 % 28 à 93 %) pour la sensibilité et 99 % (IC à 95 % 85 à 100 %) pour la spécificité, étaient similaires à ceux obtenus pour la température temporale.

Les auteurs de cette revue systématique avec méta-analyse ont conclu que la température temporale n'était pas suffisamment précise pour remplacer les méthodes de références telles la température rectale, de la vessie ou d'autres mesures plus invasives. Bien qu'imprécis, les résultats de la température temporale étaient similaires aux mesures de la température tympanique, et ces résultats étaient comparables avec ceux d'autres méta-analyses. Par conséquent, selon les auteurs, les données suggèrent que les thermomètres mesurant la température temporale peuvent remplacer les thermomètres tympaniques. Cependant, il est important de considérer que les deux méthodes sont imprécises. Il est improbable que des études supplémentaires changent ces conclusions. Toutefois, il y a un besoin de mettre au point un thermomètre non invasif avec une précision plus élevée.

4.1.5.2. Kiekkas et coll. [22]

Dans cette revue systématique, l'objectif des auteurs était de réviser et synthétiser les données probantes en lien avec la concordance entre la mesure de la température temporale avec les méthodes utilisées pour la thermométrie invasive et non invasive. Afin d'être admissibles, les études primaires devaient être prospectives et avoir effectué la comparaison de la température temporale avec des mesures de la température invasives (rectale, artère pulmonaire, vessie, œsophage, ou nasopharynx) ou non invasive (orale ou au niveau de l'oreille) chez les adultes hospitalisés.

La justesse diagnostique de la température temporale jugée satisfaisante était définie par une différence de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ et la précision satisfaisante était définie par un écart type de $0,3^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température centrale (méthodes invasives et non invasives) [22]. Les valeurs positives et négatives indiquaient que la température temporale était associée à une sous-estimation, ou une surestimation de la température centrale, respectivement.

La revue de la littérature a permis de recenser 20 études admissibles, lesquelles étaient publiées entre 2002 et 2015. Dans ces études unicentriques, les mesures effectuées étaient soit uniques, ou répétées sur le même sujet. Neuf études étaient réalisées chez des patients ayant subi une chirurgie, et cinq études étaient réalisées aux soins intensifs. Le thermomètre TemporalScanner (TAT-5000, Exergen Corp., Watertown, MA, États-Unis) était utilisé dans la majorité des études ($n = 18$). Les thermomètres SensorTouch (Philips Inc., Rotterdam, Pays-Bas) et Thermofocus (Henleys Medical Supplies, Welwyn Garden City, Hertfordshire, Royaume-Uni) étaient également utilisés dans deux autres études.

En raison de l'hétérogénéité des études incluses (différentes populations et comparaisons de la température temporale avec des méthodes variées), les auteurs n'ont pas réalisé de méta-analyse et ont présenté les résultats de façon narrative. Les mesures de la température de l'artère temporale ont été comparées avec la température de l'artère pulmonaire, de la vessie, de l'œsophage et du nasopharynx dans huit études pour toute la gamme de température (hypothermie, normothermie et fièvre). La justesse et la précision de la température de l'artère temporale excédait les niveaux recommandés de $0,3^{\circ}\text{C}$ dans trois et six études, respectivement. De la même manière, dans les neuf études ayant comparé les mesures de température de l'artère pulmonaire avec les températures buccales et au niveau de l'oreille, la justesse diagnostique et la précision étaient satisfaisantes dans cinq et aucune des études, respectivement. En ce qui a trait au diagnostic de la fièvre et l'hypothermie, bien que la spécificité de la température de l'artère temporale fût satisfaisante, la sensibilité était faible.

Les auteurs de cette revue systématique ont conclu que l'utilisation de la température de l'artère temporale comme méthode alternative aux méthodes invasives ou non invasives de la mesure de la température centrale n'est pas basée sur les données probantes. Les données suggèrent plutôt que l'évaluation de la température de l'artère temporale ne permet pas d'obtenir une mesure suffisamment juste et précise chez les adultes hospitalisés. De plus, la sensibilité de cette méthode pour le dépistage de la fièvre et de l'hypothermie est assez faible. Dans ce contexte, il est recommandé d'éviter l'utilisation de la température de l'artère temporale. Les professionnels de la santé devraient être informés des limitations de son utilisation.

Commentaire de l'UETMIS

L'UETMIS tient à préciser que sur la base de l'appréciation des résultats disponibles, la conclusion des auteurs est jugée sévère. Dans les autres revues systématiques qui portaient sur l'évaluation des thermomètres périphériques incluant également la mesure de la température buccale et tympanique [20, 21], l'erreur aléatoire de l'ensemble des thermomètres dépassait les limites jugées acceptables. Les conclusions de ces revues systématiques reposaient toutefois sur une appréciation plus prudente des données probantes. Selon ces auteurs, les thermomètres périphériques peuvent constituer une alternative à la mesure de la température centrale lorsque les limites intrinsèques à ces appareils sont considérées.

4.1.6. Synthèse des données et appréciation des résultats

Une synthèse des résultats des revues systématiques en ce qui a trait aux différences de moyenne entre les températures périphériques et centrales est présentée au tableau 9. Une synthèse des mesures de sensibilité et de spécificité est également présentée au tableau 10.

TABLEAU 9. DIFFÉRENCES DE MOYENNE ENTRE LES TEMPÉRATURES PÉRIPHÉRIQUES ET CENTRALES ET MESURES DE DISPERSION

Différence de moyenne en °C (mesure de dispersion)	Référence
Buccal	
Adulte : -0,06 (LA 95 % -0,76 à 0,63) Médical : 0,07 (LA 95 % -0,81 à 0,67) Chirurgical : -0,13 (LA 95 % -0,46 à 0,21)	Niven 2015 [20]
-0,56 (IC à 95 % -1,21 à 0,08) -0,07 ^A (IC à 95 % -0,89 à 0,75)	Pecoraro 2020 [21]
-0,50 ± 0,31 (ET)	Mazerolle 2011 [19]
Tympanique	
Adulte : -0,08 (LA 95 % -1,42 à 1,26) Médical : -0,10 (LA 95 % -1,38 à 1,19) Chirurgical : -0,18 (LA 95 % -0,72 à 0,35)	Niven 2015 [20]
-0,22 (IC à 95 % -0,49 à 0,04)	Pecoraro 2020 [21]
-0,29 (95 % LA -1,15 à 0,57) ^B	Geijer 2016 [17]
Temporal	
Adulte : 0,09 (LA 95 % -0,64 à 0,82) Médical : -0,06 (LA 95 % -0,39 à 0,28) Chirurgical : -0,33 (LA 95 % -0,71 à 0,04)	Niven 2015 [20]
-0,09 (IC à 95% -0,42 à 0,24)	Pecoraro 2020 [21]
-0,19 (LA -1,16 à 0,77)	Geijer 2016 [17]
Axillaire	
Adulte : -0,33 (LA 95 % -0,94 à 0,27) Médical : -0,32 (LA 95 % -0,89 à -0,25) Chirurgical : -0,65 (LA 95 % -1,32 à 0,02)	Niven 2015 [20]
Digital : -0,67 (IC à 95 % -0,98 à -0,37) À mercure : -0,55 (IC à 95 % -0,87 à -0,23)	Pecoraro 2020 [21]

A. Thermomètre buccal à mercure B. Analyse de sous-groupe des mesures de température tympanique parmi les études incluses en lien avec l'évaluation de la température temporale. ET : écart type; LA 95 % : limites d'agrément à 95 %.

TABLEAU 10. SENSIBILITÉ ET SPÉCIFICITÉ DES MESURES DE LA TEMPÉRATURE PÉRIPHÉRIQUE POUR LA DÉTECTION DE L'ÉTAT FÉBRILE

Sensibilité en % (IC 95 %)	Spécificité en % (IC 95 %)	Référence
Buccal		
75 (38 à 100)	87 (56 à 100)	Niven 2015 [20]
Tympanique		
74 (64 à 84)	96 (92 à 99)	Niven 2015 [20]
77 (60 à 88)	98 (95 à 99)	Pecoraro 2020 [21]
70 (28 à 93) ^A	99 (85 à 100) ^A	Geijer 2016 [17]
Temporal		
63 (47 à 78)	96 (92 à 100)	Niven 2015 [20]
76 (65 à 84)	96 (92 à 98)	Pecoraro 2020 [21]
72,1 (61 à 81)	93,9 (86,5 à 97,3)	Geijer 2016 [17]
Axillaire		
42 (25 à 58)	96 (91 à 100)	Niven 2015 [20]

A. Analyse de sous-groupe des mesures de température tympanique parmi les études incluses en lien avec l'évaluation de la température temporale.

Appréciation des résultats

De façon générale, la qualité des revues systématiques était jugée faible. Plusieurs domaines critiques étaient jugés à risque de biais, dont l'absence d'un protocole et de méthodologie exhaustive [18, 19, 22], l'absence d'outil permettant d'évaluer le risque de biais [18, 22], et l'absence de liste des études primaires exclues [17-22]. La proportion de concordance entre les études primaires incluses dans les revues systématiques était également faible. Les deux méta-analyses portant sur l'évaluation de la température périphérique, soit Niven et Pecoraro, ont utilisé des critères d'inclusion et d'exclusion différents. Dans l'étude de Niven, afin d'être incluses, les études primaires devaient avoir utilisé un temps maximal de cinq minutes entre les mesures de la température au site périphérique et la mesure de la température de référence. De plus, les études qui n'ont pas spécifié la méthodologie permettant de tenir compte de la corrélation des mesures répétées chez un même sujet étaient exclues. Dans la méta-analyse de Pecoraro, les études primaires devaient avoir rapporté des analyses de sensibilité et de spécificité afin d'être incluses. Ainsi, 16 des 46 études primaires (35 %) incluses dans la méta-analyse de Pecoraro [21] étaient concordantes avec celles incluses dans la revue systématique de Niven [20]. De plus, dans la méta-analyse de Niven [20], une étude sur les 11 études primaires en lien avec l'évaluation des thermomètres buccaux était concordante avec celles de la méta-analyse de Mazerolle, laquelle portait exclusivement sur les thermomètres buccaux. Cette faible concordance pourrait être expliquée par la différence entre les critères d'inclusion appliqués, considérant que les études primaires devaient être prospectives afin d'être incluses dans l'étude de Niven, alors que ce critère n'était pas précisé dans la méta-analyse de Mazerolle.

En ce qui a trait aux deux revues systématiques ayant évalué les thermomètres temporaux [17, 22], neuf des 20 études primaires de la publication de Kiekkas (45 %) étaient incluses dans l'étude de Geijer. Ces deux revues de la littérature comportaient également des différences au niveau des critères d'inclusion. Les études primaires pouvaient avoir inclus des méthodes de référence invasives ou non invasives dans la revue de Kiekkas, alors que la publication de Geijer qui a inclus seulement des études ayant mesuré la température de référence avec une méthode invasive. De plus, dans l'étude de Kiekkas, les études primaires devaient avoir utilisé une méthode statistique Bland et Altman afin d'être incluses [22].

Dans l'ensemble, étant donné qu'aucune des revues systématiques n'a rapporté de façon explicite la liste des études exclues ainsi que les raisons d'exclusion, il était difficile d'établir précisément les raisons de non-concordance des études primaires incluses.

5. DISCUSSION

L'objectif de ce projet d'évaluation était de déterminer quelles sont les technologies les plus précises et les plus reproductibles pour la mesure de la température périphérique des usagers. L'appréciation de l'ensemble des informations issues de la recherche documentaire, ainsi que les échanges avec le groupe de travail ont conduit aux constats suivants.

5.1. L'utilisation des thermomètres périphériques pour estimer la température centrale et déterminer la présence de fièvre chez la clientèle hospitalisée comporte un niveau de fiabilité faible appuyé sur des données hétérogènes

La concordance d'une méthode de mesure de la température périphérique avec la température centrale est évaluée sur deux paramètres, soit la justesse (différence de moyenne avec la température centrale) et la précision, soit le niveau de variabilité des mesures ($1,96 \times l'ET$). Les différences de moyennes jugées cliniquement acceptables étaient précisées dans trois publications, soit $\pm 0,2^{\circ}C$ [18], $\pm 0,27^{\circ}C$ [19], $\pm 0,3^{\circ}C$ [22]. Des limites d'agrément de $\pm 0,5^{\circ}C$ étaient jugées acceptables selon deux revues systématiques [20] [18]. Dans l'étude de Kiekkas et coll., les limites de précision jugées acceptables n'étaient pas définies par les limites d'agrément telles que définies par Bland et Altman, mais plutôt par la moitié de cet intervalle ($d \pm \acute{E}T$).

Dans l'ensemble, bien que les différences de moyenne entre la température périphérique et centrale pour chaque site comportent un certain niveau de variabilité d'une revue systématique à l'autre, une tendance dans la direction de l'effet (différences de moyennes négatives) pouvait être observée. Il a d'ailleurs déjà été établi que la température normale est plus élevée dans la partie interne du corps par rapport aux extrémités [4]. La mesure de la température tympanique comprenait le meilleur niveau de justesse (différences de moyenne entre $-0,29$ et $-0,08^{\circ}C$). Les mesures de la température temporale comprenaient un biais similaire par rapport à la température tympanique. La dispersion des mesures était cependant plus hétérogène (différences de moyenne entre $-0,33$ et à $0,09^{\circ}C$). Un niveau d'hétérogénéité semblable pouvait être observé pour les mesures de la température axillaire. Le biais de ces mesures par rapport à la température centrale était cependant plus élevé (différences de moyenne entre $-0,32$ et $-0,67^{\circ}C$). Les mesures de la température buccale comprenaient des différences de moyenne entre $-0,56$ et $0,07^{\circ}C$, ce qui représentait le niveau d'hétérogénéité le plus élevé. Il est à noter que dans ces revues systématiques, la majorité des limites d'agrément dépassaient $0,5^{\circ}C$.

Les valeurs de spécificité des thermomètres périphériques pour le diagnostic de la fièvre étaient élevées, soit de 96 à 98 % pour les températures tympaniques, 94 à 96 % pour la température temporale, 96 % pour la température axillaire, et de 87 % pour la température orale. Toutefois, la sensibilité de tous les thermomètres périphériques (temporal, tympanique, buccal) variait de 63 à 77 % (estimés globaux), alors que la sensibilité des thermomètres axillaires était de (42 %) dans l'unique méta-analyse ayant rapporté cette donnée. Ces données de sensibilité inférieures à celles de la spécificité, combinées à une différence de moyenne généralement négative entre la température périphérique et la température centrale, suggèrent que les thermomètres périphériques comportent une validité limitée pour la détection de la fièvre. Dans ce contexte, la mesure d'une température inférieure $38^{\circ}C$ ne permettrait pas d'exclure la présence de fièvre avec un niveau de certitude élevé [21].

À l'exception de la revue systématique réalisée dans le contexte des soins intensifs [18], l'ensemble des auteurs des documents inclus ont conclu que les méthodes de mesure de la température périphérique (buccale, tympanique temporale ou axillaire) ne permettent pas de déterminer de façon juste et précise la température centrale. Selon une revue systématique, il est recommandé de mesurer la température centrale lorsque des mesures justes de la température risquent d'influencer le diagnostic et la prise en charge [20]. Selon les guides de pratique recensés, le thermomètre buccal était la seule technologie recommandée par les trois organismes (niveau de preuve A).

La mesure de la température temporale (niveau de preuve A; [24]) et axillaire (niveau de preuve B [24]; niveau de preuve C; [23]) était également recommandée. Selon un organisme, les preuves sont insuffisantes pour recommander la mesure de la température tympanique [24].

Plusieurs limites devraient être considérées dans l'appréciation des données disponibles. La possibilité d'un conflit d'intérêts ne peut être exclue pour certaines études primaires en raison du financement par un fabricant des thermomètres. Les auteurs d'une méta-analyse n'ont toutefois pas jugé que l'impact potentiel sur le biais de publication était suffisamment élevé pour rétrograder le niveau de preuve [17]. Les résultats des études primaires comprenaient un niveau d'hétérogénéité important [17, 21], lequel pourrait être expliqué entre autres par des définitions variables en lien avec l'état fébrile [20]. D'ailleurs, les auteurs d'une des revues systématiques n'ont pas réalisé de méta-analyse en raison de l'hétérogénéité des études incluses (différentes populations et comparaisons de la température temporale avec des méthodes variées) [22]. La proportion de concordance entre les études primaires incluses dans les revues systématiques était également faible, ce qui constitue une limite importante qui pourrait expliquer les résultats différents d'une revue systématique à l'autre pour le même site périphérique.

5.2. La fiabilité de la mesure de la température périphérique aux soins intensifs est appuyée sur peu d'études

Selon un des guides de pratique recensés, la mesure de la température chez les patients en soins critiques devrait être réalisée par voie centrale (cerveau, voie intravasculaire, œsophagienne, rectale, artère pulmonaire, ou sonde urinaire) [8, 23]. Un organisme professionnel a émis une recommandation en lien avec la mesure de la température périphérique chez les patients en soins critiques. Selon l'ACCM/IDSA, bien que les mesures de la température centrale soient plus précises, des méthodes de mesure de la température périphérique sont acceptables chez cette population. Les méthodes les plus précises (dans l'ordre) sont la voie buccale et la température au niveau de l'oreille (infrarouge) [8].

Dans l'étude ayant évalué les thermomètres périphériques dans un contexte de soins intensifs, les différences de moyenne entre les températures tympaniques ou buccales avec les températures centrales étaient situées à l'intérieur des limites de la précision clinique acceptable de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ pour cinq des sept mesures disponibles [18]. Les auteurs n'ont cependant pas calculé les LA pour différentes raisons méthodologiques. Bien que ces résultats suggèrent que les thermomètres tympaniques et buccaux permettent de déterminer une estimation précise de la température centrale pour un état fébrile, d'autres études seront nécessaires pour évaluer la justesse et la précision des thermomètres périphériques dans un contexte de soins intensifs.

Dans l'ensemble, peu d'études étaient disponibles chez les patients hospitalisés aux soins intensifs. Ainsi, des études supplémentaires seront nécessaires afin d'évaluer la précision des thermomètres périphériques chez cette population.

5.3. La mesure de la température périphérique et le diagnostic de la fièvre peuvent dépendre de facteurs externes au site de mesure et à la technologie utilisée

La mesure de la température corporelle normale et de l'élévation de la température en fonction de certaines conditions de santé a été documentée pour la première fois il y a plus d'un siècle par Wunderlich [31]. La température corporelle moyenne actuellement acceptée dans le domaine médical est de $36,8^{\circ}\text{C}$, une référence mentionnée dans le *Harrison's Principles of Internal Medicine*, un des manuels médicaux de référence les plus cités [32]. La valeur seuil de 38°C généralement utilisée pour le diagnostic de la fièvre est d'ailleurs basée sur les travaux de Wunderlich [33]. Dans une revue systématique publiée, en 2019, après avoir analysé les mesures de température provenant de 9227 mesures provenant de 36 études, les auteurs ont plutôt calculé une température moyenne globale de $36,59^{\circ}\text{C}$ [34]. Des auteurs de plusieurs études diagnostiques incluses dans les revues systématiques utilisent d'ailleurs une valeur seuil inférieure à 38°C pour définir l'état fébrile, soit $37,6^{\circ}\text{C}$ [35] ou $37,8^{\circ}\text{C}$ [36-39].

Selon une étude de cohorte, des différences interindividuelles de température peuvent être importantes, lesquelles peuvent être expliquées par différentes caractéristiques incluant la race, les comorbidités et l'indice de masse corporelle [7]. La température normale chez les personnes âgées est également différente de celles des individus plus jeunes. Dans une étude ayant comparé les différences de température chez les personnes âgées par site de mesure, les températures rectale, tympanique et buccale étaient respectivement 0,4°C, 0,2°C et 0,7°C inférieures aux valeurs rapportées dans des manuels de soins infirmiers [6]. Dans une autre revue systématique, la moyenne des températures de tous les sites corporels était 0,19°C inférieure chez les personnes de 60 ans et plus par rapport aux personnes de moins de 60 ans [34]. La période de la journée a également un effet sur la température corporelle. En effet, en raison du cycle circadien, la température normale est à son plus bas tôt en matinée, et atteint son point le plus haut entre 16 h et 21 h. La différence de température entre ces deux phases serait de plus ou moins 0,5-1,0°C [5, 32], et varierait selon les sites de mesure [5]. Ainsi, les différences interindividuelles au niveau de la thermorégulation, combinées aux fluctuations circadiennes de la température corporelle, apportent un niveau de confusion dans l'utilisation d'une valeur seuil universelle pour définir l'état fébrile [33].

En ajout à ces facteurs physiologiques, d'autres paramètres importants peuvent avoir une influence sur la prise de mesure de la température à des sites périphériques. La température buccale peut être influencée par plusieurs facteurs dont la température ambiante, le positionnement de la sonde et l'ingestion de fluides [19]. Les thermomètres réutilisables sont également associés à un enjeu de prévention et de contrôle des infections en raison du retraitement nécessaire, un enjeu important dans le contexte de la pandémie de COVID-19. De plus, le suivi du protocole de calibration routinière du thermomètre tel que recommandé par le fabricant est essentiel pour le maintien de la justesse et de la précision de la température périphérique par rapport à la température centrale [4]. Le retraitement approprié du thermomètre avant son utilisation est un autre facteur particulièrement important pour les thermomètres infrarouges (tympaniques et temporaux) puisque la présence d'impuretés sur la lentille (p. ex. cérumen) peut résulter en une mesure de la température trop basse [4, 10]. Par conséquent, en plus de la justesse et de la précision de la technologie utilisée, le choix du thermomètre périphérique devrait tenir compte des aspects liés à la désinfection du dispositif et de la quantité de travail nécessaire lors de sa manipulation par le personnel infirmier. Ces éléments devraient être considérés dans le choix du thermomètre périphérique en raison de leur impact potentiel sur l'organisation du travail et l'interprétation des résultats.

6. RECOMMANDATION

Considérant que :

- Selon les revues systématiques recensées, la mesure de la température tympanique comporte le niveau de justesse le plus élevé par rapport à la température centrale (différences de moyenne entre $-0,08$ et $-0,29^{\circ}\text{C}$);
- La mesure de la température temporale comporte un biais comparable à la mesure de température tympanique, mais est associée à une marge d'erreur plus élevée (différences de moyenne entre $-0,33$ et $0,09^{\circ}\text{C}$);
- Les mesures de la température buccale comprenaient des différences de moyenne plus importantes, soit entre $-0,56$ et $0,07^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température centrale;
- Les thermomètres mesurant la température axillaire sont associées à un biais plus élevé (différences de moyenne entre $-0,32$ et $-0,67^{\circ}\text{C}$);
- Les résultats de la revue de la littérature ne permettent pas de déterminer la supériorité d'un thermomètre périphérique par rapport aux autres en ce qui a trait à la justesse et la précision des mesures par rapport à la température centrale;
- Le niveau de précision de l'ensemble des thermomètres périphériques comparés dans le cadre de ce projet dépasse les limites d'agrément jugées acceptables ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);
- Selon les données recensées, la sensibilité des thermomètres périphériques pour diagnostiquer la fièvre se situe entre 63 à 77 % pour les thermomètres temporal, tympanique, buccal et à 42 % pour thermomètres axillaires, ce qui suggère que les thermomètres périphériques comportent une validité limitée pour la détection de la fièvre;
- Les thermomètres périphériques sont associés à une spécificité élevée pour le diagnostic de la fièvre, soit de 96 à 98 % pour les températures tympaniques, 94 à 96 % pour la température temporale, 96 % pour la température axillaire et 87 % pour la température orale;
- Les données comportent un niveau d'hétérogénéité élevé en raison des différentes populations incluses dans les études primaires, des comparaisons de la température avec des méthodes variées et des valeurs seuils pour le diagnostic de la fièvre;
- L'évaluation des thermomètres périphériques pour mesurer la température dans un contexte de soins intensifs est basée sur peu d'études;
- La mesure de la température corporelle comporte de l'incertitude puisqu'elle est influencée par l'âge, les paramètres physiologiques, les différences interindividuelles au niveau de la thermorégulation et les fluctuations circadiennes normales;
- La mesure de la température buccale peut être influencée par plusieurs facteurs dont la température ambiante, le positionnement de la sonde, l'ingestion de fluides, et nécessite le retraitement des dispositifs lorsque des thermomètres buccaux réutilisables sont utilisés;
- Les thermomètres infrarouges (tympaniques et temporaux) sont sensibles à la présence d'impuretés sur la lentille, et nécessitent un retraitement approprié après chaque utilisation.

Recommandation 1

Il est recommandé de mesurer la température centrale lorsque des mesures justes de la température risquent d'influencer le diagnostic et la suite de la prise en charge.

Recommandation 2

Dans les situations où la mesure de la température centrale est impraticable, la mesure de la température périphérique à l'aide d'un thermomètre tympanique, buccal ou temporal est recommandée.

À ce titre, l'UETMIS suggère de procéder à la création d'un comité composé d'un groupe représentatif des différentes parties prenantes impliquées dans le choix de la ou les technologie(s) à privilégier pour la mesure de la température périphérique, et de considérer les éléments suivants :

- Le choix du ou des fabricants à privilégier devrait être basé sur au moins une étude de validation démontrant un niveau de précision (limites d'agrément) jugé acceptable selon la littérature scientifique ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);
- L'impact du choix de la ou des technologie(s) privilégiée(s) sur les besoins en terme de retraitement des dispositifs médicaux et de la capacité organisationnelle à respecter les recommandations des fabricants, particulièrement en ce qui a trait à la calibration des appareils et aux méthodes et produits de retraitement à utiliser;
- Afin de tenir compte des mesures de prévention et contrôle des infections à considérer dans le contexte de la pandémie de COVID-19, réserver exclusivement le matériel réutilisable à l'utilisateur ou favoriser l'utilisation de matériel à usage unique;
- Considérer l'impact environnemental des technologies privilégiées (consommation de batteries et déchets liés aux manchons jetables)
- Développer des critères cliniques afin d'établir les circonstances où la prise de mesure centrale devrait être privilégiée.

Recommandation 3

Il est recommandé de préciser la méthode de mesure de la température sur le document de mesure des signes vitaux.

7. CONCLUSION

Le présent rapport d'évaluation visait à déterminer quels types de thermomètres périphériques permettent d'estimer le plus précisément la température centrale. Les données probantes suggèrent que les thermomètres périphériques sont associés à une sensibilité faible pour la détection de la fièvre légère chez la clientèle hospitalisée. Les résultats des études primaires comprenaient un niveau d'hétérogénéité important. Dans un contexte de soins intensifs, les résultats des études disponibles suggèrent que les thermomètres tympaniques et buccaux permettent de déterminer une estimation précise de la température centrale pour un état fébrile chez les patients hospitalisés. Cependant, d'autres études seront nécessaires puisque ces données probantes étaient basées sur peu d'études. La mesure de la température périphérique et le diagnostic de la fièvre peuvent également varier en fonction de facteurs externes au site de mesure et à la technologie utilisée dont la race, les comorbidités, l'indice de masse corporelle, l'âge et la période de la journée. Ainsi, en raison de ces limites, il est recommandé de mesurer la température centrale lorsque des mesures justes de la température risquent d'influencer le diagnostic et la suite de la prise en charge. Dans les situations où la mesure de la température centrale n'est pas possible, ou pas pratique, la mesure de la température périphérique à l'aide d'un thermomètre tympanique, buccal ou temporal est recommandée. Le choix de la ou les technologie(s) à privilégier pour la mesure de la température périphérique devrait également être basé sur des données probantes, et tenir compte des besoins en termes de retraitement des dispositifs médicaux. La capacité organisationnelle à respecter les recommandations des fabricants, particulièrement en ce qui a trait à la calibration des appareils et aux méthodes et produits de retraitement à utiliser, devrait également être considérée. Dans le contexte de la pandémie de COVID-19, il est suggéré de réserver exclusivement le matériel réutilisable à l'usager ou de favoriser l'utilisation de matériel à usage unique. Afin de supporter les infirmières dans le choix du site de mesure de la température le plus approprié, il est également souhaitable de développer des critères cliniques en lien avec les circonstances où la prise de mesure centrale devrait être privilégiée. Il est également recommandé aux intervenants de préciser la méthode de mesure de la température sur le document de mesure des signes vitaux.

ANNEXES

ANNEXE 1. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Mots-clés				
Sites en anglais : Thermometer OR Temperature OR fever				
Sites en français : thermomètre OU température OU fièvre				
Sites Internet généraux visités				
ACMTS	Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé	Canada	http://www.cadth.ca/fr	0
AHRQ	<i>Agency for Healthcare Research and Quality</i>	États-Unis	http://www.ahrq.gov/	0
ANSM	Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé	France	http://ansm.sante.fr/	0
AHTA	<i>Adelaide Health Technology Assessment</i>	Australie	http://www.adelaide.edu.au/ahta/	0
CEBM	<i>Centre for Evidence-based Medicine</i>	Royaume-Uni	http://www.cebm.net/	0
UETMIS-CHUQ	UETMIS du CHU de Québec	Canada (Québec)	https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/publications.aspx	0
ETMIS-CHUM	Direction de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de la planification stratégique du Centre hospitalier de l'Université de Montréal	Canada (Québec)	https://www.chumontreal.qc.ca/a-propos/uetmis/publications	0
HAS	Haute Autorité de Santé	France	http://www.has-sante.fr/	0
HSAC	<i>Health Services Assessment Collaboration</i>	Nouvelle-Zélande	http://www.healthsac.net/aboutus/aboutus.htm	0
INESSS	Institut national d'excellence en santé et en services sociaux	Canada (Québec)	http://www.inesss.qc.ca/	0
KCE	Centre fédéral d'expertise des soins de santé	Belgique	http://www.kce.fgov.be/	0
MSAC	<i>Medical Services Advisory Committee</i>	Australie	http://www.msac.gov.au/	0
NGC	<i>National Guidelines Clearinghouse</i>	États-Unis	http://www.guidelines.gov/	0
NICE	<i>National Institute for Health and Care Excellence</i>	Royaume-Uni	http://www.nice.org.uk/	0
NIHR HTA	<i>National Institute for Health Research Health Technology Assessment programme</i>	Royaume-Uni	http://www.nets.nihr.ac.uk/programmes/hta	0
NZHTA	<i>New Zealand Health Technology Assessment</i>	Nouvelle-Zélande	http://www.otago.ac.nz/christchurch/research/nzhta/	0
OHTAC	<i>Ontario Health Technology Advisory Committee</i>	Canada (Ontario)	http://www.hqontario.ca/evidence	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
OMS	Organisation mondiale de la Santé	International	http://www.who.int/fr/	0
SIGN	<i>Scottish Intercollegiate Guidelines Network</i>	Écosse	http://www.sign.ac.uk/	0
TAU-MUHC	<i>Technology Assessment Unit-McGill University Health Centre</i>	Canada (Québec)	https://cusm.ca/tau	0
UETMIS – CIUSSS de l'Estrie - CHUS	UETMIS du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke	Canada (Québec)	https://www.santeestrie.qc.ca/index.php?id=1621&no_cache=1&sword_list[0]=uetmis	0
VORTAL	<i>HTAi vortal</i>	États-Unis	http://vortal.htai.org/?q=search_website	0
ACI NSW	<i>Agency for Clinical Innovation NSW</i>	Australie	www.aci.health.nsw.gov.au	1
Sites Internet d'organismes et d'associations professionnelles spécifiques au sujet				
ENA	<i>Emergency Nurses Association</i>	États-Unis	www.ena.org	1
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>	États-Unis	https://www.cdc.gov/copd/for-clinicians.html	0
ACCCM-IDSA	<i>American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America</i>	États-Unis	https://www.idsociety.org/	1
AMUQ	Association des médecins d'urgence du Québec	Canada (Québec)	https://www.amuq.qc.ca/	0
AHA	<i>American Heart Association</i>	États-Unis	https://professional.heart.org/	0
AMC	Association médicale canadienne	Canada (Québec)	https://jouleamc.ca/	0
AQII	Association québécoise des infirmières et infirmiers	Canada (Québec)	https://www.aqii-qna.org/	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS				3

Dernière recherche effectuée le : 15-08-2021

ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES

PubMed

Recherche	Mots-clés
#1	("Thermometers"[Mesh]) OR "Thermometer**"
#2	"Temperature"
#3	"systematic review*" OR "meta-analysis" OR guideline*
#4	#1 AND #2 AND #3

104 documents recensés. Recherche effectuée du début des bases de données au 15 août 2021

Limites: Français, Anglais

Embase

Recherche	Mots-clés
#1	'thermometer*':ab,ti AND 'temperature':ab,ti
#2	[cochrane review]/lim OR [systematic review]/lim OR [meta analysis]/lim OR [guideline*]/lim
#3	#1 AND #2

110 documents recensés. Recherche effectuée du début des bases de données au 15 août 2021

Limites : Français, Anglais

Cochrane Library

Recherche	Mots-clés
#1	("Thermometers"[Mesh]) OR "Thermometer**"
#2	Temperature
#3	#1 ET #2

27 documents recensés. Recherche effectuée du début des bases de données au 15 août 2021

Limites : Cochrane reviews, Français, Anglais

ANNEXE 3. LISTE DES PUBLICATIONS EXCLUES ET RAISONS D'EXCLUSIONS

Études non éligibles (n = 3)

- Carvalho RLR, Neto JLP, Santos JR, et al. Accuracy and precision of non-invasive thermometers in comparison to pulmonary artery temperature: A systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Medicine Experimental*. 2018;6.
- Aggarwal N, Garg M, Dwarakanathan V, et al. Diagnostic accuracy of non-contact infrared thermometers and thermal scanners: a systematic review and meta-analysis. *Internal and emergency medicine*. 2020;27(8).
- Bach AJ, Stewart IB, Minett GM, et al. Does the technique employed for skin temperature assessment alter outcomes? A systematic review. *Physiological measurement*. 2015;36(9):R27-51.

Population pédiatrique (n = 5)

- Craig JV, Lancaster GA, Taylor S, et al. Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review. *Lancet (London, England)*. 2002;360(9333):603-9.
- Craig JV, Lancaster GA, Williamson PR, et al. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: systematic review. *BMJ (Clinical research ed)*. 2000;320(7243):1174-8.
- Dodd SR, Lancaster GA, Craig JV, et al. In a systematic review, infrared ear thermometry for fever diagnosis in children finds poor sensitivity. *Journal of clinical epidemiology*. 2006;59(4):354-7.
- Shi D, Zhang LY, Li HX. Diagnostic test accuracy of new generation tympanic thermometry in children under different cutoffs: a systematic review and meta-analysis. 2020;20(1):210.
- Zhen C, Xia Z, Long L, et al. Accuracy of infrared ear thermometry in children: a meta-analysis and systematic review. *Clinical pediatrics*. 2014;53(12):1158-65.

RÉFÉRENCES

1. Shea, B.J., et al., *AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both*. *Bmj*, 2017. **358**: p. j4008.
2. Brouwers, M.C., et al., *AGREE II: advancing guideline development, reporting, and evaluation in health care*. *Prev Med*, 2010. **51**(5): p. 421-4.
3. Kluger, M.J., *Fever. Its biology, evolution, and function*. 2015: Princeton University Press.
4. Davie, A. and J. Amoores, *Best practice in the measurement of body temperature*. *Nurs Stand*, 2010. **24**(42): p. 42-9.
5. Kelly, G., *Body temperature variability (Part 1): a review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging*. *Altern Med Rev*, 2006. **11**(4): p. 278-93.
6. Lu, S.H., A.R. Leasure, and Y.T. Dai, *A systematic review of body temperature variations in older people*. *J Clin Nurs*, 2010. **19**(1-2): p. 4-16.
7. Obermeyer, Z., J.K. Samra, and S. Mullainathan, *Individual differences in normal body temperature: longitudinal big data analysis of patient records*. *Bmj*, 2017. **359**: p. j5468.
8. O'Grady, N.P., et al., *Guidelines for evaluation of new fever in critically ill adult patients: 2008 update from the American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America*. *Crit Care Med*, 2008. **36**(4): p. 1330-49.
9. Kimberger, O., et al., *Temporal artery versus bladder thermometry during perioperative and intensive care unit monitoring*. *Anesth Analg*, 2007. **105**(4): p. 1042-7, table of contents.
10. Bridges, E. and K. Thomas, *Noninvasive measurement of body temperature in critically ill patients*. *Crit Care Nurse*, 2009. **29**(3): p. 94-7.
11. Sund-Levander, M. and E. Grodzinsky, *Assessment of body temperature measurement options*. *Br J Nurs*, 2013. **22**(15): p. 880, 882-8.
12. Allegaert, K., et al., *Tympanic, infrared skin, and temporal artery scan thermometers compared with rectal measurement in children: a real-life assessment*. *Curr Ther Res Clin Exp*, 2014. **76**: p. 34-8.
13. Bland, J.M. and D.G. Altman, *Measuring agreement in method comparison studies*. *Stat Methods Med Res*, 1999. **8**(2): p. 135-60.
14. Stelfox, H.T., et al., *Temporal Artery versus Bladder Thermometry during Adult Medical-Surgical Intensive Care Monitoring: An Observational Study*. *BMC Anesthesiol*, 2010. **10**: p. 13.
15. Lawson, L., et al., *Accuracy and precision of noninvasive temperature measurement in adult intensive care patients*. *Am J Crit Care*, 2007. **16**(5): p. 485-96.
16. Giuliano, K.K., et al., *Temperature measurement in critically ill orally intubated adults: a comparison of pulmonary artery core, tympanic, and oral methods*. *Crit Care Med*, 1999. **27**(10): p. 2188-93.
17. Geijer, H., *Temperature measurements with a temporal scanner: systematic review and meta-analysis*. *BMC Pediatr*, 2016. **6**(3): p. e009509.
18. Jefferies, S., et al., *A systematic review of the accuracy of peripheral thermometry in estimating core temperatures among febrile critically ill patients*. *Crit Care Resusc*, 2011. **13**(3): p. 194-9.
19. Mazerolle, S.M., et al., *Is oral temperature an accurate measurement of deep body temperature? A systematic review*. *J Athl Train*, 2011. **46**(5): p. 566-73.
20. Niven, D.J., et al., *Accuracy of peripheral thermometers for estimating temperature: a systematic review and meta-analysis*. *Ann Intern Med*, 2015. **163**(10): p. 768-77.
21. Pecoraro, V., et al., *The diagnostic accuracy of digital, infrared and mercury-in-glass thermometers in measuring body temperature: a systematic review and network meta-analysis*. 2020: p. 1-13.

22. Udumyan, R., et al., *Agreement of infrared temporal artery thermometry with other thermometry methods in adults: systematic review*. *BMJ Open*, 2016. **25**(7-8): p. 894-905.
23. Agency for Clinical Innovation, *Temperature Measurement for Critically Ill Adults Clinical Practice Guideline*. 2014.
24. Emergency Nurses Association (ENA), *CLINICAL PRACTICE GUIDELINE: Non-invasive Temperature Measurement*. 2015: Des Plaines, IL.
25. Moran, J.L., et al., *Tympanic temperature measurements: are they reliable in the critically ill? A clinical study of measures of agreement*. *Crit Care Med*, 2007. **35**(1): p. 155-64.
26. Leeflang, M.M., et al., *Systematic reviews of diagnostic test accuracy*. *Ann Intern Med*, 2008. **149**(12): p. 889-97.
27. Higgins, J.P. and S.G. Thompson, *Quantifying heterogeneity in a meta-analysis*. *Stat Med*, 2002. **21**(11): p. 1539-58.
28. Giuliano, K.K., et al., *Temperature measurement in critically ill adults: a comparison of tympanic and oral methods*. *Am J Crit Care*, 2000. **9**(4): p. 254-61.
29. Milewski, A., K.L. Ferguson, and T.E. Terndrup, *Comparison of pulmonary artery, rectal, and tympanic membrane temperatures in adult intensive care unit patients*. *Clin Pediatr (Phila)*, 1991. **30**(4 Suppl): p. 13-6; discussion 34-5.
30. Rotello, L.C., L. Crawford, and T.E. Terndrup, *Comparison of infrared ear thermometer derived and equilibrated rectal temperatures in estimating pulmonary artery temperatures*. *Crit Care Med*, 1996. **24**(9): p. 1501-6.
31. Wunderlich CR, *[Das Verhalten der Eigenwaerme in Krankheiten]*. 1868, Leipzig: Verlag Von Otto Wigand.
32. Longo DL, et al., *Harrison's Principles of Internal Medicine*,. 18th ed. ed, ed. McGraw-Hill;. 2012, New York, NY.
33. Mackowiak, P.A., S.S. Wasserman, and M.M. Levine, *A critical appraisal of 98.6 degrees F, the upper limit of the normal body temperature, and other legacies of Carl Reinhold August Wunderlich*. *Jama*, 1992. **268**(12): p. 1578-80.
34. Geneva, Il, et al., *Normal Body Temperature: A Systematic Review*. *Open Forum Infect Dis*, 2019. **6**(4): p. ofz032.
35. Sehgal, A., et al., *Comparison of tympanic and rectal temperature in febrile patients*. *Indian J Pediatr*, 2002. **69**(4): p. 305-8.
36. Erickson, R.S. and T.M. Woo, *Accuracy of infrared ear thermometry and traditional temperature methods in young children*. *Heart Lung*, 1994. **23**(3): p. 181-95.
37. Hooker, E.A. and H. Houston, *Screening for fever in an adult emergency department: oral vs tympanic thermometry*. *South Med J*, 1996. **89**(2): p. 230-4.
38. Schmitz, T., et al., *A comparison of five methods of temperature measurement in febrile intensive care patients*. *Am J Crit Care*, 1995. **4**(4): p. 286-92.
39. Suleman, M.I., et al., *Insufficiency in a new temporal-artery thermometer for adult and pediatric patients*. *Anesth Analg*, 2002. **95**(1): p. 67-71, table of contents.

**Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec-Université Laval
(Institut)**

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé

**2725, Chemin Ste-Foy, local Y-7161
Québec (Québec) G1V 4G5
Téléphone : 418 656-8711 poste 2347**