

**Findes der en præcis og praktisk
anvendelig metode til måling af patienters
temperatur til brug i almen praksis?**



Opgave i Forskningstræning - Almen Medicin - Hold 18

Udarbejdet November 2012 til Marts 2013 af

Jens Fredslund

Jan Fournais Langschwager

Stellan David Karlsson

Indhold

Introduktion/Baggrund	3
Materiale og metode	4
Søgestrategi	4
Eksklusionskriterier	4
Inklusionskriterier	4
Resultater	5
Figur 1. Flowchart over litteratursøgning.....	6
Tabel 1. Resume over inkluderede studier.....	7
Tabel 2. Resume af resultater fra de inkluderede studier.....	9
Diskussion	12
Digital rektal temperaturmåling.....	12
Axillær temperaturmåling	12
Oral temperaturmåling.....	13
Infrarød øretemperaturmåling.....	13
Temporal temperaturmåling	14
Non Contact temperaturmåling (pande)	15
Alder og målemetode	15
Metode - diskussion	16
Konklusion	16
Perspektiv.....	17
Referencer.....	18
Bilag 1. Evidensniveauer og anbefalingers styrke	19

Introduktion/Baggrund

Kroppens kernetemperatur kan have betydelig værdi, både som diagnostisk værktøj, men også til at monitorere sygdomsudvikling hos patienter. Dette gør sig bl.a. gældende ved infektionssygdomme, som er en hyppig henvendelsesårsag i almen praksis. Et af kernesymptomerne er her feber, der defineres som temperatur over 38°C^1 . Det er dog ikke det eneste scenarie, hvor måling af temperatur er relevant. I forbindelse med andre sygdomme som reumatologiske- og autoimmune tilstande, og hos visse patientgrupper, fx cancerpatienter, er temperaturen også ofte en vigtig parameter. Således kan temperaturen være udslagsgivende for om man vælger at opstarte en given behandling. Den kan ligeledes være med til at afgøre behandlingsvarighed samt skift til fx mere bredspektrede antibiotika og dermed have betydning for økonomi, behandling og bivirkninger. Dette gør sig selvfølgelig gældende i den daglige konsultation, men måske endda mere tydeligt i vagtlægebesøget, hvor redskaberne er få og fravær af feber, kan være den faktor der sparer patienten, og regionen, for en unødigt indlæggelse.

I diagnostikken bruges kliniske observationer, objektive undersøgelser og paraklinik, fx i form af CRP målinger, der har vundet stor indpas og efterhånden kan benyttes i de fleste lægekonsultationer i region midt. Overraskende nok er patienternes temperatur, et mål man benytter i stadig mindre grad i almen praksis. Det er erfaringen, at en del patienter ikke har målt deres temperatur inden deres besøg, og ofte råder praksis ikke over et termometer eller dette benyttes i hvert fald ikke. Det er uklart, hvorfor temperaturmåling ikke længere bruges så flittigt som diagnostisk redskab i almen praksis, idet temperaturen som oftest monitoreres ganske tæt på de kliniske hospitalsafdelinger. Om metoden er på vej ud pga. teknologiske landvindinger, vaner og kultur eller fordi det er besværligt, kan være svært at afgøre.

Temperaturen er et billigt og værdifuldt mål, og burde vurderes i de tilfælde, hvor det er hensigtsmæssigt. I Danmark og internationalt er der, i litteraturen, generelt konsensus om, at måling af rektaltemperatur er en præcis metode til at bestemme temperaturen. Den rektale måling er imidlertid omfattet af visse problemer. Metoden er tidskrævende, i et vist omfang besværlig og for nogle også grænseoverskridende.

Vi ser det som et problem, at man ikke har en klar holdning til brugen af patienters temperatur i almen praksis, idet det efter vores mening er et billigt og vigtigt mål. Validiteten af de forskellige målemetoder og den praktiske anvendelse, er vigtige parametre for at vælge den enkelte metode til eller fra. Metoden skal være præcis nok til brug i praksis. Den skal altså kunne estimere kropskernetemperaturen med en lille fejlmargen. Herudover skal den være til mindst mulig ubehag for patienten, gerne være relativt billig og må ikke være tidskrævende. Endelig skal den gerne kunne benyttes fra en lægetaske.

Der findes adskillige tekniske muligheder til at vurdere kropskernetemperaturen ud fra en perifer måling. I dette litteraturstudie sammenligner vi forskellige procedurer holdt op mod en "gylden standard" i form af rektaltemperatur og blæretemperatur. Vi har sat os for at vurdere hvorvidt de enkelte metoder er præcise nok og praktisk anvendelige i almen praksis.

¹ Alle mål for temperatur i opgaven er i grader celsius med mindre andet er angivet.

Materiale og metode

Søgestrategi

Vi har benyttet den gratis database PubMed (www.pubmed.gov) til at finde relevante artikler til opgaven. PubMed administreres af National Library of Medicine i USA og tilgår primært videnskabelige artikler via databasen MEDLINE.

I første omgang søgte vi som fritekst med ord som “body temperature” og “thermometer”. Vi fandt frem til 16 artikler der umiddelbart så relevante ud. Derefter gennemgik vi abstracts og sorterede 7 artikler fra som ikke kastede lys over forskningsspørgsmålet. Vi identificerede dernæst MESH termer på de 9 tilbageværende artikler og besluttede hvilke vi ville benytte. Ud fra dette lavede vi en systematiseret søgning som nedenfor beskrevet. Søgningen blev foretaget den 11/12/2012. Vi udvalgte følgende MESH termer:

- “Body Temperature” (71.888 artikler)
- “Thermometers” (3.165 artikler)

Vi kombinerede de to søgninger og fik

- “Body Temperature” AND “Thermometers” (1.569 artikler)

Eksklusionskriterier

Dernæst supplerede vi søgningen med følgende eksklusionskriterier:

- Studier omhandlende dyr (reduceret til 1.225 artikler)
- Artikler der ikke var skrevet på engelsk, dansk eller norsk (reduceret til 966 artikler)
- Artikler hvor der ikke var et abstract i PubMed (reduceret til 650 artikler)
- Artikler fra før år 2000 (reduceret til 301 artikler)

Inklusionskriterier

Artikler omhandlende perifer temperaturmåling sammenholdt med gylden standard.

I gennemgangen af baggrundsmateriale forud for den endelige litteratursøgning fandt vi, at de fleste studier benyttede rektal temperaturmåling med kviksvølvtermometer eller digital termometer som gylden standard. Endvidere var der et dansk studie imellem de første 16 artikler vi fandt som kastede lys over forskningsspørgsmålet ved brug af blæretemperatur som gylden standard, hvorfor vi også inkluderede dette i vores videre søgestrategi.

- Ovenstående 301 artikler AND “Rectal” (79 artikler)
- Ovenstående 301 artikler AND “Bladder” (17 artikler)

Dernæst gennemgik vi ovenstående 96 artikler først i overskrifter, hvor artikler der ikke belyste forskningsspørgsmålet blev sorteret fra. Det inkluderede bl.a. studier omhandlende temperaturændring ved fysisk aktivitet eller som resultat af kraftig varmepåvirkning (varme lokaler, beskyttelsesudstyr), måling af kernetemperatur ved hjælp af en kapsel der sluges og temperaturmålinger i forbindelse med onkologisk behandling (kryoterapi mm.).

Dette bragte antallet af studier ned til 52. Derefter gennemgik vi abstracts og valgte ud fra dette 7 artikler. Endvidere blev vi opmærksomme på at et af vores først udvalgte studier² ikke var imellem de 52 artikler trods det at studiet var relevant for forskningsspørgsmålet. Studiet kom ikke med, da det ikke var forsynet med MESH termen “Body Temperature”. Vi valgte at inkludere dette studie i vores opgave, da det opfylder ovenstående in- og eksklusionskriterier.

Resultater

De artikler vi har fundet frem til i vores søgning undersøger fem forskellige instrumenter til perifer temperaturmåling og sammenligner disse med rektaltemperatur eller blæretemperatur som gylden standard.

Tre af metoderne bestemmer temperaturen på hhv. trommehinden, tindingen og centralt på panden. De tre metoder benytter sig af infrarød temperaturmåling. Fælles for disse termometre er, at de anvender en matematisk algoritme til at estimere kroppens kernetemperatur ud fra den faktisk målte værdi. De to andre målemetoder bestemmer temperaturen oralt og i aksillen og her anvendes enten kviksølvtermometer eller digitalt termometer. Her måles temperaturen under tungen eller i armhulen og der gives således ikke et direkte mål for kernetemperatur.

Resultaterne i de enkelte artikler bliver opgivet på forskellige måder, dog typisk som en middelværdi for afvigelsen mellem en perifer målemetode og gylden standard, samt dertil hørende sikkerhedsinterval.

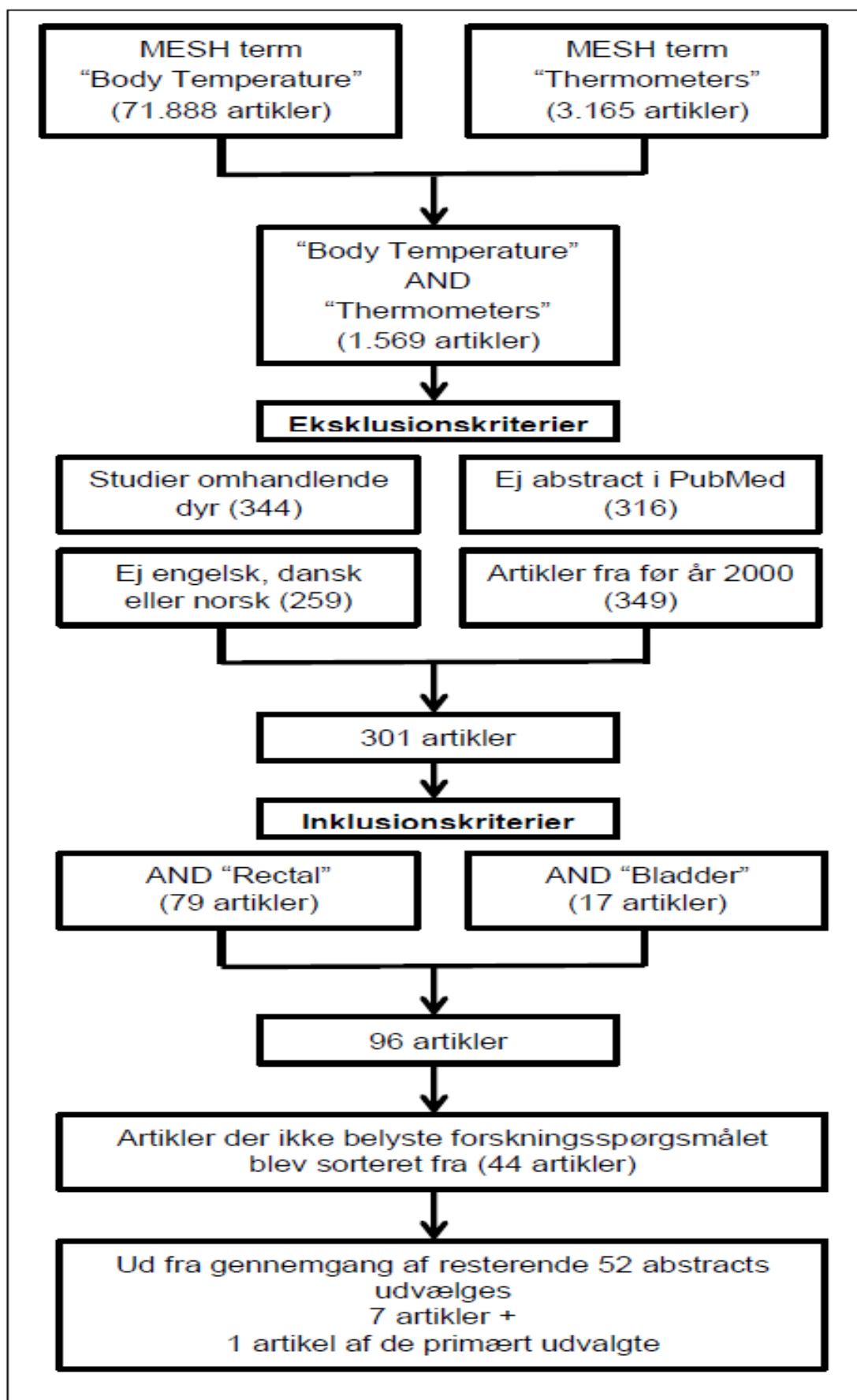
Artiklernes konklusion angiver typisk om man kan bruge, eller ikke bruge den givne målemetode under de pågældende forhold og med de krav til præcision det enkelte studie fastlægger.

I nedenstående flow chart (figur 1) vises hvordan vi fandt frem til de otte artikler, som vi har inkluderet i vores forskningsopgave.

I tabel 1 sammenlignes studierne på publikationsår, antal deltagere, metode til temperaturmåling, studiepopulation, om det var trænet personale der foretog observationerne, om der var redegjort for kalibrering af udstyr og studiets konklusion. Endelig vurderes evidensniveauet ud fra DSAM's anvendte konsensus omkring vurdering af evidens (Bilag 1).

I tabel 2 angives resultaterne fra de enkelte undersøgelser, inddelt i kolonner efter hvilke metoder der bliver belyst i de enkelte studier. Der listes følgende værdier: Mean - gennemsnittet af de enkelte målinger med termometret, range - spredningen på temperaturmålingerne, mean diff - gennemsnittet af forskellen mellem temperatur målt med det enkelte termometer ift. reference måling.

Figur 1. Flowchart over litteratursøgning



Tabel 1. Resume over inkluderede studier.

Titel	År	Deltagere	Målemetoder	Studiepopulation	Operatør-erfaring (Ja/Nej)	Artiklens konklusion	Evidens
					Kalibrering (Ja/Nej)		
1. Accuracy of Digital Tympanic, Oral, Axillary, and Rectal Thermometers compared with Standard Rectal Mercury Thermometers ¹ (Jensen et al)	2000	200 afebrile deltagere i alderen 18-93 år (mean 56 år) 85 febrile deltagere (rektal temp. > 37,5°C)	3 x øre temp. Ivac Core Check 2090A, Diateck 9000, Genius 3000A 1 x oral temp. Terumo Digital C402 1 x axillær temp. Terumo Digital C202 1 x rektal temp. Terumo Digital C402 1 x rektal temp. med kviksølvstermometer (Reference)	Patienter indlagt på kirurgisk afd.	Ja Ja	Ingen perifer måling brugbar	2b
2. Accuracy of Non-contact Infrared Thermometry Versus Rectal Thermometry in Young Children Evaluated in the Emergency Department for Fever ² (Fortuna et al - BMJ)	2010	200 deltagere i alderen 1-48 mdr (mean 1,4 år)	Central pandetemp. målt med non-kontakt infrarød term. Thermofocus 1500. Rektal temp. digital. Welch Allen SureTemp 678. (Reference)	Patienter set i pædiatrisk skadestue	Ja Ja	Infrarød pandetemp. for unøjagtig	2b
3. Blære- versus øre- og pandetemperatur ³ (Joost et al)	2003	40 deltagere > 18 år (mean 61 år)	Øretemp. digitalt. Braun Thermoscan 3000 Pandetemp. målt over a. temporalis med infrarød kontakt termometer Phillips SensorTouch. Blæretemp. målt med blærekateter med termoføler Kendall Curity (Reference)	Patienter indlagt på intensiv afd.	Ja Ingen information om kalibrering	Øretemp. brugbar A. temporalis måling for unøjagtig	2b
4. Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice ⁴ (Teran et al)	2011	434 deltagere i alderen 1-48 mdr (mean 14,6 mdr)	Central pandetemp. målt med non-kontakt infrarød term. Thermofocus 1500 Pandetemp. målt over a. temporalis med infrarød kontakt termometer. Exergen TAT2000C Rektal kviksølvstermometer (Reference)	Patienter fra skadestue på pædiatrisk hospital	Ingen information om hvem der udførte målinger. Ingen information om kalibrering	A. temporalis måling for unøjagtig Central non-kontakt måling brugbar	2b

Table 1. Resume over inkluderede studier (fortsat).

Titel	År	Deltagere	Målemetoder	Studiepopulation	Operatør-erfaring (Ja/Nej) Kalibrering (Ja/Nej)	Artiklens konklusion	Evidens
5. Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review ⁵ (Craig et al - Lancet)	2002	4441 deltagere i alderen 0-18 år	Infrarød øretemp. (Flere fabrikater - se artikel) Rektal temp. målt med kviksølv- eller digital termometer (Reference)	Metaanalyse med 31 studier		Øretemperatur for unøjagtig	2a
6. Infrarød temporal temperaturmåling ⁶ (Dybwik et al)	2003	164 deltagere i alderen ≥ 18 år	Pandetemp. målt over a. temporalis med infrarød kontakt termometer Exergen Temporal Scanner TAT-4000 Rektal temp. digitalt. Terumo C402 (Reference)	Patienter indlagt på intensiv afd.	Ja Ingen information om kalibrering	A. temporalis måling for unøjagtig	2b
7. Reliability of infrared ear thermometry in the prediction of rectal temperature in older inpatients ⁷ (Smitz et al)	2009	100 deltagere > 65 år (mean 81 år) 18 deltagere febrile (rektal temp ≥ 37,8)	2 x infrarød øretemp. ThermoScan PRO 3000, Genius 32 Rektal temp. digitalt HP 21075A (Reference)	Patienter indlagt på geriatrisk afd.	Ja Ja	Øretemp. måling brugbar	2b
8. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: a systematic review ⁸ (Craig et al - BMJ)	2000	3201 deltagere i alderen 0 mdr til 18 år	Axillær temp. versus Rektal temp. Målt med kviksølv- eller digital term. begge steder (Reference)	Metaanalyse med 20 studier		Axillærmåling for unøjagtig	2a

Tabel 2. Resume af resultater fra de inkluderede studier.

Titel	Tympanon	Axil	Oral	Rektal	Temporal	Non Contact (pande)
1. Accuracy of Digital Tympanic, Oral, Axillary, and Rectal Thermometers compared with Standard Rectal Mercury Thermometers ¹ (Jensen et al)	Mean 36,92 SD 0,63 Range 35,4-39,5 Mean diff. 0,54 SD 0,41 (Ivac)	Mean 36,84 SD 0,74 Range 35,0-39,2 Mean diff. 0,62 SD 0,49	Mean 36,93 SD 0,70 Range 34,5-39,4 Mean diff. 0,53 SD 0,53	Digital term.: Mean 37,51 SD 0,57 Range 36,5-39,6 Mean diff. -0,05 SD 0,12		
Resultater for afebrile deltagere (200)	Mean 37,27 SD 0,68 Range 35,4-39,6 Mean diff. 0,19 SD 0,45 (Genius)			(Reference Kviksølvsterm.: Mean 37,46 SD 0,56 Range 36,4 - 39,5)		
Resultater for febrile deltagere (85)	Mean diff. 0,64 SD 0,38 Range of diff. -0,2 - 1,7	Mean diff. 0,64 SD 0,48 Range of diff. -0,2 - 2,4	Mean diff. 0,62 SD 0,61 Range of diff. -0,3 - 2,9	Digital term.: Mean diff. -0,05 SD 0,12 Range of diff. -0,3 - 0,4		
	Mean diff. 0,27 SD 0,49 Range of diff. -0,6 - 1,5			(Reference Kviksølvsterm.: Mean 37,9 Range 37,5-39,5)		
	Mean diff. 0,24 SD 0,46 Range of diff. - 0,8 - 1,8					
2. Accuracy of Non-contact Infrared Thermometry Versus Rectal Thermometry in Young Children Evaluated in the Emergency Department for Fever ² (Fortuna et al)				Reference Digital term.: Mean 37,5 (37,05-38,05)		Mean 37,5 (37-37,94) Målt i fahrenheit og opgivet som hældning på kurver. interval 2,22C

Tabel 2. Resume af resultater fra de inkluderede studier (fortsat).

Titel	Tympanon	Axil	Oral	Rektal	Temporal	Non Contact (pande)
3. Blære- versus øre- og pandetemperatur ³ (Joost et al)	Mean diff. -0,065 SD 0,3 (p=0,19)				Mean diff. 0,533 SD -0,8 (p=0,0003)	
4. Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice ⁴ (Teran et al)				Reference kviksølvterm: Mean 37,9 ±0,9	Mean 37,6±0,8 Mean diff. -0,2 SD 0,277 (p>0,001)	Mean 37,9±0,9 Mean diff. 0,029 SD 0,01 (p<0,001)
5. Infrarød ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review ⁵ (Craig et al - Lancet)	Mean diff 0,29 SD 0,53 (pooled værdier efter indstilling af tympanon termometer)					
6. Infrarød temporal temperatur måling ⁶ (Dybwik et al)					Mean diff. 0,3. (Ingen SD) Sensitivitet for feber 53% Specificitet: 96%. (p < 0,0001)	

Tabel 2. Resume af resultater fra de inkluderede studier (fortsat).

Titel	Tympanon	Axil	Oral	Rektal	Temporal	Non Contact (pande)
7. Reliability of infrared ear thermometry in the prediction of rectal temperature in older inpatients ⁷ (Smitz et al)	Mean 37,53 Range 36,2-40,5 Mean diff. -0,20 SD 0,32 (ThermoScan)			(Reference Digital term.: Mean 37,33 Range 36,3 - 40,7 SD 0,7)		
Samlede resultater	Mean 37,88 Range 36,8 - 39,9 Mean diff. -0,56 SD 0,39 (Genius)					
-----	-----			-----		
Resultater for afebrile deltagere (61)	Mean 37,2 SD 0,4 (ThermoScan)			(Reference Digital term.: Mean 37,04 SD 0,32)		
-----	-----			-----		
Resultater for febrile deltagere (18)	ThermoScan: Her er resultaterne opgivet som følgende: 94% sensitivitet 98% specificitet Genius: 94% sensitivitet 96% specificitet			(Reference Digital term.: ≥ 37,8)		
8. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: a systematic review ⁸ (Craig et al - BMJ)		Rektal minus axillær Kviksølv: 0,25 (-0,15-0,65) Elektronisk: 0,85 (-0,19-1,90) Nyfødte: 0,17 (-0,15-0,50) Større børn 0,92 (-0,15-1,98)				

Diskussion

I flere af vores studier er der ikke forud for undersøgelsen taget stilling til, hvilke krav der må stilles til metoden i form af nøjagtighed. Der konkluderes ofte blot hvortvidt metoden kan anvendes eller ej. Sidstnævnte vil dog efter vores mening afhænge af hvilken klinisk setting målingerne skal bruges i. Når vi stiller krav til præcise målinger, er det fordi vi gerne vil have et mål så tæt på den reelle kernetemperatur som muligt. Men hvad er i dette tilfælde præcision? En måling med en meget lille afvigelse fra kernetemperaturen er fortsat ubrugelig, hvis der er stor bredde i sikkerhedsintervallet. Modsat kan man godt acceptere en stor afvigelse fra kernetemperaturen, så længe sikkerhedsintervallet er ganske snævert, idet man så blot kan korrigere for denne afvigelse.

For at kunne vurdere brugbarheden af en given målemetode, er man nødt til at definere hvilken måleusikkerhed man kan acceptere i forhold til gylden standard. Kun et af studierne har taget stilling til dette og sætter standard deviationen til $0,25^{\circ}\text{C}$. Vi har valgt at anskue resultaterne ud fra samme kriterium.

Studierne beskæftiger sig udelukkende med spørgsmålet omkring målingernes validitet og kun meget lidt med den praktiske brug af dem. De alternative metoder til rektal temperaturmåling må til dels være udviklet for at være mere skånsomme, mindre grænseoverskridende og mere praktiske. Nedenfor diskuteres de enkelte målemetoders præcision og vi forsøger samtidig at inddrage de fordele og ulemper der måtte være ved metoderne.

Digital rektal temperaturmåling

Jensen et al¹ sammenligner den digitale rektale temperaturmåling med kviksølvsmålingen rektalt. Dette er interessant, idet flere studier bruger digital rektal temperatur som reference. Der indgik 200 patienter i målingerne og der blev foretaget en måling per patient. Man finder, at det digitale termometer der benyttes, er ganske præcist med en middelforskel til referencen på $-0,05^{\circ}\text{C}$ og en SD $0,12^{\circ}\text{C}$. Dette gjaldt både febrile og afebrile patienter.

Dette er således rimelig præcist, men dog med en afvigelse på ca $0,25^{\circ}\text{C}$. Endvidere skal man huske at man i studiet har anvendt et bestemt termometer, og det er langt fra sikkert, at termometre fra andre fabrikanter har samme nøjagtighed. Dette er vigtigt at tage med i betragtning, når man bruger det som gylden standard i andre studier!

Metoden er enkel og hurtig, men kan fortsat være grænseoverskridende for patienten og termometeret kræver rengøring imellem brug.

Axillær temperaturmåling

Det hedder sig at man blot kan tillægge 1°C til en axillær temperaturmåling og derved få hvad der svarer til en rektal temperaturmåling som udtryk for kernetemperaturen. Craig et al - BMJ⁸ har udført en metaanalyse, hvor de har fundet at axillær temperatur generelt måler en lavere temperatur sammenlignet med rektal måling. De har fundet en middelforskel på hhv $0,25$ ($-0,15$ - $0,65$) og $0,85$ ($-0,19$ - $1,90$) for kviksølvtermometer og elektronisk termometer. Jensen et al¹ har ligeledes fundet at axillær temperatur generelt måler en lavere temperatur sammenlignet med rektal måling. De har fundet middelforskel på $0,62$ (SD $0,49$) sammenlignet med kviksølvtermometer. Ud fra ovenstående kan man altså ikke gå ud fra konsensus omkring blot at tillægge 1°C til en axillær værdi og forvente et korrekt estimat.

At axillær måling konsekvent underestimerer kernetemperatur, uden at der foreligger en mere nøjagtig faktor hvormed man kan korrigere, må anses som et væsentligt problem idet der så er risiko

for at overse patienter med let temperaturforhøjelse, for hvem yderligere tiltag evt. vil være af største vigtighed. Det kunne fx dreje sig om patienter med immundefekt, hos hvem selv let temperaturforhøjelse vil betyde opstart af antibiotisk behandling og videre udredning.

I de studier der er inkluderet i metaanalysen, hvor man har benyttet kviksølvtermometer, er der generelt en tendens til at axillær måling nærmer sig rektal måling jo længere tid termometret er appliceret i axillen. Der foreligger dog ikke detaljerede oplysninger omkring varighed. Afhængigt af aldersgruppe kan man endvidere forestille sig at jo længere tid det er nødvendigt at udføre målingen desto sværere kan det være for det enkelte barn at samarbejde omkring proceduren, hvorved der blot opstår endnu en kilde til usikkerhed omkring målingen.

Oral temperaturmåling

Der er ét studie i blandt vores udvalgte studier, der beskæftiger sig med oral digital temperaturmåling (Jensen et al¹). Som standard for kernetemperatur bruger man rektal kviksølvstermometer og sammenlignet med denne finder man en temperaturdifferens med middelværdi på 0,53 (SD 0,53) i den samlede studiepopulation. En subanalyse af udelukkende febrile patienter finder en temperaturdifferens med middelværdi på 0,62 (SD 0,61). Dette må betragtes som en uacceptabel stor temperaturdifferens. Ifølge Jensen et al¹ kan dette både være udtryk for at oral temperaturmåling korrelerer dårligt til kernetemperaturen men også at selve metoden er usikker mhp korrekt placering af termometret i mundhulen og at termometret forbliver på den korrekte position under hele målingen, som med det valgte udstyr varer mellem 45 og 60 sekunder.

Infrarød øretemperaturmåling

Øretemperaturen er den måling vi har samlet flest data på. Fire af vores studier beskæftiger sig med denne målemetode. To af studierne (Joost et al³ og Smitz et al⁷) konkluderer at målemetoden er brugbar, de andre to (Jensen et al¹ og Craig et al - Lancet⁵) at metoden er for usikker.

Craig et al - Lancet⁵ må tillægges stor vægt, idet der er tale om et systematisk review indeholdende 31 studier med i alt 4441 deltagere i alderen 0-18 år. I studiet måles en middelforskel på øre- og rektaltemperatur på 0,29 grader, men desværre med en stor SD på 0,53. Med andre ord kan en rektaltemperatur på 38 grader afvige fra 37,04 til 39,2 målt med et øretermometer. Det siger sig selv, at en sådan afvigelse ikke er acceptabel i klinisk praksis. I studiet har forfatterne forsøgt at undersøge, hvorvidt børnenes alder gør en forskel mht. nøjagtigheden af øretemperatur måling. Dette har de angiveligt ikke kunnet vise og der er ikke angivet nærmere data omkring dette.

Det andet studie (Jensen et al¹) der også finder for stor unøjagtighed, har undersøgt sammenhængen mellem infrarød øretemperatur målt med tre forskellige termometre i forhold til rektalt kviksølvtermometer. Deltagerne var 285 patienter indlagt på kirurgisk afdeling i alderen 18-93 år. Patienterne blev yderligere opdelt i en gruppe på 200 patienter uden feber og 85 patienter med feber (> 37,5°C) Her findes der middelforskelle fra rektaltemperatur fra 0,19-0,54 grader med et spænd i SD fra 0,41-0,51 for de afebrile patienter og middelforskelle på 0,24-0,64 med SD på 0,38-0,49 for de febrile patienter. Her bliver konklusionen også at målingerne bliver for unøjagtige i forhold til rektaltemperaturen.

Det første (Joost et al³) af de to studier der mener at øretemperatur er en brugbar måling, har målt på 40 patienter indlagt på intensiv afdeling. Alle var over 18 år (gennemsnit på 61 år). Her har man, som det eneste studie i vores gennemgang, brugt blæretemperatur som gylden standard. Vi antager, at denne referencemåling må være fuldt ud lige så god som rektaltemperatur.

Øretemperaturen blev målt med to forskellige termometre, og samlet set blev forskellen på øre- og rektaltemperatur i gennemsnit målt til 0,065 °C med SD på 0,3.

Det andet positive studie (Smits et al.⁷) blev udført på 100 deltagere indlagt på geriatrisk afdeling med en gennemsnitsalder på 65 år. Her undersøges metoden også med to forskellige termometre. Gennemsnitsforskellen i temperaturmåling overfor rektal temperatur blev målt til 0,2 (SD 0,32) for det ene termometer og -0,56 (SD 0,39) for det andet. Gruppen blev opdelt i afebrile og febrile (61 og 18). Ud af 18 febrile patienter "opdagede" de to termometre hhv. 17 og 16. Hvilket giver en sensitivitet på hhv. 94% for begge og en specificitet på hhv. 98% og 96%. Ud fra målingerne konkluderes det, at det ene af de to termometre var nøjagtig nok til at bestemme temperaturen, forudsat at der måles i begge ører og anvendes højeste målte værdi.

Vi har således fire studier^{1,3,5,7} omhandlende infrarød øretemperatur. To for^{3,7} og to imod^{1,5}. De to studier der finder metoden brugbar har begge målt på voksne forsøgspersoner og er desuden de nyeste (2003 og 2009).

De to andre studier, heraf et systematisk review, finder for store måleusikkerheder. Review'et omhandler børn og unge op til 18 år, imens det andet studie beskæftiger sig med voksne. Review'et er fra 2002 og det andet studie fra 2000. Ser man på tendensen fra de fire studier, tyder det på at øretemperatur er en mere nøjagtig måling på voksne og ældre patienter frem for på børn. Det er også muligt, at teknikken i termometrene er forbedret over de seneste 10 år, idet de to studier der finder for stor måleusikkerhed er de ældste. En anden betydende faktor er selvfølgelig compliance til metoden. De mere nøjagtige målinger på voksne kan jo også blot være et udtryk for at voksne bedre kan/vil medvirke til undersøgelsen. Ser man på praktisk anvendelighed må der nødvendigvis otoskoperes forud for målingen for at opdage en evt. cerumenprop, eller mellemørebetændelse, hvilket jo besværliggør metoden noget.

Temporal temperaturmåling

Tre af vores udvalgte artikler beskæftiger sig med temporal temperaturmåling. Ingen af studierne bruger det samme temporal termometer, men alle tre benytter samme fremgangsmåde, hvor man påsætter termometeret i panden og skyder det hen over huden til det varmeste sted, typisk over arteria temporalis.

Joost et al.³ fra år 2000 inkluderer 42 voksne indlagte patienter med termometer placeret i blæren som referencemåling. Man har målt to værdier og brugt den højeste. Man finder en gennemsnitlig forskel på 0,533°C med SD 0,8°C. Man konkluderer derfor at målingen er for upræcis til at kunne bruges, men sætter ikke noget mål, for hvor præcist et mål, man ville ønske.

Teran et al.⁴ fra 2011 inkluderer 434 børn mellem 1 og 48 mdr. Man bruger et rektalt kviksølvtermometer som reference og foretager tre målinger og tager gennemsnittet heraf. Man finder her en gennemsnitlig forskel på -0,2°C og en SD på 0,277°C. Men konkluderer ikke noget endeligt på disse målinger.

Dybwik et al.⁶ fra 2003 inkluderer 164 voksne intensiv patienter. Man finder en gennemsnitlig forskel på -0,3°C og opgiver ikke standarddeviationer. Man var her interesseret i at finde ud af om apparatet kunne opspore feber, hvilket det kunne hos 53% af patienterne sammenlignet med rektal temperaturmåling. Man forkaster derfor metoden, idet den er for unøjagtig.

Der er således ikke nogen af studierne, der finder at metoden er brugbar. Teran et al.⁴ finder egentlig relativt præcise målinger, men kommenterer ikke om man synes de er nøjagtige nok. Man kunne godt argumentere for at apparatet måler nøjagtigt nok til at kunne bruges. Man tager dog

gennemsnittet af tre målinger og det kan derfor være svært at sige, hvordan resultatet var blevet med blot en måling, hvilket man må gå ud fra er den fremgangsmåde man ville bruge i praksis. De argumenterer også for at apparatet er svært at bruge, da mange børn skriger eller er ophidsede og derfor sveder meget.

Under alle omstændigheder er metoden i de tre studier testet under optimale forhold af trænet personale og trods dette er der problemer med udførelsen. Umiddelbart virker metoden derfor omstændig og der kræves øvelse for at den kan bruges

Non-contact temperaturmåling (pande)

I vores analyse har vi inkluderet to studier der beskæftiger sig med måling af temperaturen ved non-contact termometer^{2,4}. Temperaturen måles i panden. Studierne er fra samme periode og har brugt samme termometer, Thermofocus 1500.

Fortuna et al.² er fra 2010 og inkluderer 200 børn mellem 1 måned og 4 år. Man brugte et digitalt rektal termometer som reference. Teran et al.⁴ er fra 2011 med 434 børn også mellem 1 måned og 4 år. De har brugt rektal kviksølvtermometer som reference. De to studier er således ganske sammenlignelige omend Fortuna et al² opgiver sine resultater i fahrenheit. Sidstnævnte finder at man ikke kan bruge Thermofocus 1500 og dermed infrarød non-contact temperaturmåling. De begrundes dette i et 95% sikkerhedsinterval på 4 grader fahrenheit (2,22°C), svarende til en SD på 0,56 grader celcius. De opgiver dog ikke nogen gennemsnitlig forskel. Teran et al.⁴ finder en særdeles god sammenhæng mellem non-contact metoden med Thermofocus 1500 og rektal temperatur målt med kviksølvtermometer. En gennemsnitlig forskel på 0,029°C med et særdeles snævert sikkerhedsinterval på $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

Hvorledes kan der være så stor forskel på de to studiers resultater, når de ellers er så sammenlignelige? Teran et al⁴ er mere detaljeret beskrevet og har over dobbelt så mange medvirkende. Endelig bruger de et kviksølvtermometer som reference, hvilket må antages at være præcist. Fortuna et al² er derimod ganske kort beskrevet og oplyser kun sparsomt om sine fund. Endvidere bruger de et digitalt termometer som reference hvilket bruger en algoritme til udregning af temperaturen. Det springende punkt er dog nok, at man hos Teran et al⁴ måler tre værdier med Thermofocus 1500 og heraf tager gennemsnittet, hvor Fortuna et al² kun laver en enkelt måling.

Alt i alt må vægningen af de to studier gå mod det nyere studie fra 2011⁴ pga. af kvaliteten og størrelsen af dette studie. Vi kan dog ikke se bort fra at et lignende studie afskriver metoden som brugbar.

Metoden ville være ganske praktisk brugbar i almen praksis idet den er hurtig, skånsom og nok ikke overskrider nogens personlige grænser. Ulempen kan være at man er nødt til at afvaske måleområdet for ordentlig nøjagtighed.

Alder og målemetode

I vores studiemateriale har de enkelte studier beskæftiget sig med bestemte aldersgrupper. Ingen af studierne diskuterer særligt indgående om alderen hos deres population har noget at sige mhp. den enkelte metodes succes.

Craig et al - BMJ⁸ finder, at man ved axilmålinger får mere nøjagtige resultater ved neonatale, i hvert fald målt med kviksølvtermometre. Man kan nemt forestille sig at overfladetemperatur er nærmere kernetemperaturen hos nyfødte end hos voksne. Om metoden er mere brugbar er dog diskutabel, idet små børn, har sværere ved at finde sig i de langvarige målinger.

Øretemperaturen findes brugbar i 2 af de 4 studier der beskæftiger sig med dette. Det største studie, der konkluderer at metoden ikke er brugbar, Craig et al - Lancet⁵, laver udelukkende målinger på børn. De tre resterende studier har en gennemsnitsalder på hhv, 56¹, 61³ og 81⁷ år. De to sidstnævnte studier finder god korrelation, mens det første ikke gør. Øregangen hos voksne, og måske i endnu højere grad hos ældre, har en større diameter end hos børn. Dette kan muligvis være med til at forklare de forskellige fund. Således kan man forestille sig at et øretermometer er bedre egnet til ældre/voksne end til børn.

De øvrige metoder udviser ikke forskelle i resultat eller aldersgrupper, der gør det muligt at belyse om nogle af disse er mere velegnede til forskellige aldersgrupper.

Materiale og metode

I vores fremgangsmåde har vi udelukkende fokuseret på artikler fra efter år 2000. I dette ligger der naturligvis en betydelig selektion og det kan ikke udelukkes at der før år 2000 er foretaget både relevante og videnskabeligt betydningsfulde studier. Samtidig har vi antaget, at de studier der er foretaget efter år 2000 generelt er baseret på tidligere gjorte erfaringer, hvorfor den viden opnået før år 2000 på den måde er videreført i de nyeste studier.

Efter vores litteratursøgning stod vi med 52 brugbare artikler, hvor vi så udvalgte de 7 artikler (plus en af de først fundne), som vi ville gå i dybden med og inddrage i besvarelsen af vores forskningsspørgsmål. Vi ønskede om muligt at inddrage metaanalyser, da disse studier har højt evidensniveau og jo i sagens natur inddrager flere studier i deres beregninger. Craig et al^{5,8} har lavet to metaanalyser som vi inkluderede i vores gennemgang. I begge studier problematiseres det, at der er meget stor variation i måden hvorpå de enkelte studier er opbygget. Endvidere formår mange studier ikke at beskrive deres metode detaljeret nok, hvorfor man kan blive i tvivl om hvorvidt basale procedurer er udført korrekt, fx kalibrering af udstyr, præcis målemetode med mere. Disse mulige fejlkilder vil naturligvis også have betydning for de konklusioner vi drager i denne opgave.

Konklusion

I udgangspunktet kan man let foranlediges til at tro at temperaturmåling er en forholdsvis simpel størrelse, og at det burde være relativt let at lave gode videnskabelige studier til at belyse de forskellige aspekter af temperaturmåling. Imidlertid viser det sig at være et område med yderst store vanskeligheder og udfordringer, når det kommer til at konkludere noget ud fra de mange undersøgelser, der er lavet på området. Især det faktum at studierne design varierer meget, er med til at gøre det svært at sammenholde data. Det skyldes naturligvis at temperaturmåling faktisk er en meget kompleks størrelse.

Man ønsker en simpel, sikker, billig, hurtig og ikke grænseoverskridende eller ubehagelig metode til at estimere kroppens kernetemperatur. For at opnå dette benytter man forskellige målesteder på kroppen, vi har seks forskellige lokaliteter med i vores gennemgang, men der findes flere end det. Man benytter forskellige fysiske og kemiske principper til at måle temperaturen (væskebaseret, varmestråling, termisk modstand), som indbygges i forskellige basale måleinstrumenter, der udvikles og sælges af talrige producenter resulterende i mange forskellige termometre. Derudover er der mange forudsætninger der skal være opfyldt ved den enkelte målemetode for at denne, måske, kan give et korrekt estimat af kernetemperaturen.

Det er generelt anerkendt at rektal temperaturmåling, opnået ved brug af enten kviksølvtermometer eller digital rektal termometer, er et godt estimat for kropskernetemperaturen.

Dette var en antagelse vi gjorde forud for vores opgave og ikke noget som vi søgte at efterprøve. Et af de inkluderede studier¹ undersøger dog dette og finder fin korrelation imellem de to.

Hvad angår axillær og oral temperaturmåling korrelerer begge disse ikke tilfredsstillende med gylden standard ud fra de inkluderede studier^{1,8}.

Tre artikler belyste temporal temperaturmåling^{3,4,6}. Kun et af studierne⁴ fandt en rimelig korrelation til rektal temperaturmåling men baseret på gennemsnittet af tre målinger, hvilket gør resultatet svært at fortolke.

Infrarød øretemperaturmåling blev undersøgt i fire af artiklerne^{1,3,5,7}. To^{3,7} ud af tre studier^{1,3,7} på voksne finder metoden brugbar. Craig et al - Lancet⁵ finder ringe sammenhæng i deres studie, som er foretaget på børn. Det kan være at målemetoden med tiden er blevet bedre idet de to studier, der finder metoden brugbar, er de nyeste.

Slutteligt undersøgte to af studierne^{2,4} non-contact temperaturmåling i panden. Igen delte vandene sig med et studie der viste god sammenhæng imellem gylden standard⁴ og et der forkastede metoden². Lidt påfaldende eftersom man brugte det samme termometer, Thermofocus 1500.

Konklusionen må slutteligt være at der fortsat er stor usikkerhed omkring perifer temperaturmåling, som estimat for kropskernetemperaturen, uanset valg af metode. Rektal temperaturmåling må fremdeles betragtes som gylden standard, og må fortsat være den anbefalede metode til at opnå en valid måling, selvom metoden desværre ikke opfylder alle de ovenfor nævnte ønsker til en optimal målemetode.

Perspektiv

Der foregår løbende udvikling af termometre og man bør derfor fortsat følge udviklingen og foretage studier for at sikre præcisionen af nye metoder til temperaturmåling. I den forbindelse kunne det være glædeligt hvis der kunne opnås en vis grad af konsensus omkring evaluering af de enkelte termometre. En sådan enighed vil i den grad lette fremtidige sammenligninger.

Mange af de nye termometre benytter sig af matematiske algoritmer for at estimere kroppens kernetemperatur ud fra en perifer målt temperatur. Her kunne det overvejes om sådanne algoritmer er præcise nok. Man kan sagtens forestille sig at et sådant termometer kunne give mere præcise målinger hvis algoritmen også tog højde for fx alder og vægt.

Efter nu at have beskæftiget os mere indgående med temperaturmålinger de seneste måneder tegner der sig et billede af stor opfindsomhed udi at udvikle nye metoder til temperaturmåling. Indtil videre må rektaltemperatur anses for bedste metode, men som vi også anfører, er der mulighed for forbedring inden for feltet og der er for os at se ingen tvivl om at vi nok skal komme til at se ligeværdige og formentlig også bedre metoder i årene der kommer.

Referencer

1. Jensen, Bruno Nyholm et al. "Accuracy of digital tympanic, oral, axillary, and rectal thermometers compared with standard rectal mercury thermometers." *European Journal of Surgery* 166.11 (2003): 848-851.
2. Fortuna, Ezio L et al. "Accuracy of non-contact infrared thermometry versus rectal thermometry in young children evaluated in the Emergency Department for Fever." *Journal of Emergency Nursing* 36.2 (2010): 101-104.
3. Joost, Mette, and Henrik Guldager. "Blaere-versus ore-og pandetemperatur." *Ugeskrift for Læger* 165.22 (2003): 2296-2298.
4. Teran, CG et al. "Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice." *Child: Care, Health and Development* 38.4 (2011): 471-476.
5. Craig, Jean V et al. "Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review." *The Lancet* 360.9333 (2002): 603-609.
6. Dybwik, Knut, and Erik Waage Nielsen. "Infrarød temporal temperaturmåling". *Tidsskrift for Den norske legeforening*: Nr. 21, 2003; 123: 3025–6.
7. Smitz, Simon, Ann Van de Winckel, and Marc-François Smitz. "Reliability of infrared ear thermometry in the prediction of rectal temperature in older inpatients." *Journal of Clinical Nursing* 18.3 (2009): 451-456.
8. Craig, Jean V et al. "Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: systematic review." *Bmj* 320.7243 (2000): 1174-1178.

Bilag 1. Evidensniveauer og anbefalingers styrke

Anbefaling	Evidensniveau	Vidensområde: Behandling/forebyggelse
	1a	Systematisk review eller metaanalyse af homogene randomiserede kontrollerede forsøg
A	1b	Randomiserede kontrollerede forsøg
	1c	Absolut effekt (fx insulin til type 1-diabetespatienter)
	2a	Systematisk review af homogene kohortestudier
	2b	Kohortestudie
B	2c	Databasestudier
	3a	Systematisk review af case-kontrol-undersøgelser
	3b	Case-kontrol-undersøgelser
C	4	Opgørelser, kasuistikker
D	5	Ekspertmening uden eksplicit kritisk evaluering, eller baseret på patofysiologi, laboratorieforskning eller tommelfingerregel
√	5	Anbefalet af skrivegruppen som god klinisk praksis
DS	DS	Diagnostiske studier