

Gebruik van een recent ontwikkelde sampler voor het meten van blootstelling aan nat werk bij verpleegkundigen.

Maaïke Visser¹ en Maarten Verberk¹

Samenvatting

Contacteczeem is één van de meest voorkomende beroepsziekten in Westerse landen. Een belangrijke oorzaak van contacteczeem is 'nat werk'. Het kwantificeren van de blootstelling aan nat werk is daarom belangrijk voor de preventie van contacteczeem. Onlangs is een nieuwe sampler ontwikkeld door de Universiteit van Aberdeen, die blootstelling aan nat werk op kwantitatieve wijze zou kunnen meten. De sampler werkt op basis van een temperatuurverschil (ΔT) tussen een temperatuursensor die direct op de huid zit en een tweede temperatuursensor die 2mm boven de huid zit. Het doel van dit onderzoek was het gebruik van deze sampler te testen als mogelijke objectieve meetmethode voor het kwantificeren van nat werk in een ziekenhuis. Hiervoor werden de resultaten van de sampler vergeleken met directe observaties. Zesentwintig verpleegkundigen droegen de sampler tijdens een reguliere ochtenddienst en werden tegelijk geobserveerd door één van de onderzoekers. Bij gebruik van individuele optimale grenswaarden voor ΔT waren de mediaan van de sensitiviteit en specificiteit 76% en 79% voor het herkennen van nat werk, en 63% en 69% voor het herkennen van handschoengebruik. De sampler had een redelijk onderscheidingsvermogen voor nat werk in relatie tot droog werk (gemiddelde AUC van 0.84) maar minder voor het onderscheiden van handschoengebruik in relatie tot droog werk (gemiddelde AUC van 0.68). Concluderend was het onderscheidend vermogen van de sampler t.a.v. nat werk bij verpleegkundigen in deze studie niet hoog genoeg om het gebruik ervan in deze beroepsgroep aan te bevelen.

Inleiding

Één van de meest voorkomende beroepsziekten in Westerse landen is contacteczeem. Uit het overzicht "Beroepsziekten in Cijfers 2010" van het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) blijkt dat huidaandoeningen in 2010 op de vierde plaats stonden in de lijst van meest gemelde beroepsziekten (na gehooraandoeningen, aandoeningen aan het houdings- en bewegingsapparaat en psychische aandoeningen), en contacteczeem vormt hiervan de hoofdmoot [Van der Molen et al., 2011]. De gevolgen van deze werkgerelateerde huidaandoening worden vaak onderschat, omdat het geen levensbedreigende ziekte is. De jeuk, pijn, rode en opgezwollen handen, soms met schilferende plekken of blaren, kunnen echter bijzonder hinderlijk zijn, sociale belemmeringen opleveren en het werken in een aantal bedrijfstakken onmogelijk maken. Contacteczeem kan ontstaan door een allergische reactie (bijv. nikkelallergie) of door een ontstekingsreactie als gevolg van

Summary

Occupational contact dermatitis (OCD) is a common work-related disease. Exposure to 'wet work' is a major cause of OCD. Development of reliable methods to assess frequency and duration of wet work exposure therefore is of great value in the prevention of OCD. In 2007, the University of Aberdeen developed a sampler to assess duration and frequency of wet work. The sampler uses the temperature difference (ΔT) generated by evaporative cooling between two sensors: one sensor on the skin and a second one placed 2mm above the skin. We have evaluated the use of this sampler in a health care setting, using direct observation as reference.

Twenty-six nurses wore the sampler on the volar side of the middle finger for approximately 2 hours during their regular daily tasks, while being observed by a researcher. Individual results yielded a median sensitivity of 76% and 62%, and a median specificity of 79% and 68% for indicating wet skin and glove use, respectively. Overall the sampler was moderately accurate for identifying wetness of the skin (median AUC 0.84) and less accurate for discerning glove use (median AUC 0.68). In conclusion, agreement between observed wet work and device-reported wet events in health care settings was not high and further adaptations and developments may be required.

huidirritatie (bijv. door chemicaliën). Bij werkgerelateerde huidaandoeningen gaat het in de meeste gevallen om irritatief contacteczeem. Een belangrijke oorzaak van irritatief contacteczeem is veelvuldig contact met water, zeep en oplosmiddelen ('nat werk'), en het langdurig dragen van vloeistofdichte handschoenen. Beroepen met een hoog risico voor irritatief contacteczeem zijn o.a. te vinden in de persoonlijke verzorging (kapper, nagelstyliste), metaalbewerking, schoonmaakindustrie, levensmiddelenindustrie en de zorg (verpleegkundigen, operatie-assistenten).

Bij verpleegkundigen kan de prevalentie van contacteczeem door het veelvuldig handenwassen en desinfecteren oplopen tot 20-30% [Dulon et al., 2007, Flyvholm et al., 2007, Schmid et al., 2005, Skudlik et al., 2009, Smit and Coenraads, 1993]. In deze beroepsgroep vormt het een extra serieus probleem vanwege de strenge eisen aan de handhygiëne. Verpleegkundigen die last hebben van een beschadigde huid door contacteczeem

¹ Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Amsterdam.

hebben de neiging om hun handen minder vaak te wassen of te desinfecteren. Daarnaast is bekend dat op een door eczeem aangetaste huid meer staphylococceen aanwezig zijn dan op gezonde huid [Larson et al., 1998]. Het voorkómen van handeczeem is dus zowel in het belang van de patiënten als van de verpleegkundigen zelf. Inzicht in de blootstelling aan nat werk is hierbij cruciaal.

In Duitsland bestaat een richtlijn voor het uitvoeren van 'nat werk', die stelt dat een werknemer per dag niet meer dan 2 uur nat werk mag doen en niet meer dan 20 keer per dag de handen mag wassen en/of desinfecteren [Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2008]. Maar hoe kan dit op een objectieve manier worden gemeten? Bekende methoden voor het meten van dermale blootstelling (bijv. absorberende patches of bemonstering van oppervlaktes dmv 'wipe samples'), kunnen niet worden gebruikt voor contact met water. Bovendien wordt met deze technieken een tijdgewogen gemiddelde verkregen, terwijl bij nat werk niet alleen de duur, maar ook de frequentie van blootstelling van belang is [Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2008, Jungbauer et al., 2005]. Het gebruik van vragenlijsten voor zelfrapportage is een goedkope en efficiënte methode, maar bleek in eerdere validatiestudies niet goed overeen te komen met observaties [Anveden et al., 2006, Anveden and Meding, 2007, Jungbauer et al., 2005]. Het meten van blootstelling door middel van observaties heeft zelf ook nadelen: het is duur en arbeidsintensief, en het risico bestaat dat werknemers hun gedrag gaan veranderen omdat ze weten dat ze geobserveerd worden [Larson et al., 2004].

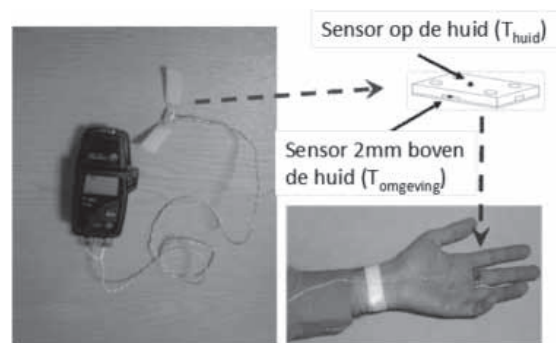
Een alternatieve meetmethode is onlangs ontwikkeld door het Department of Environmental and Occupational Medicine in Aberdeen: de 'wet work sampler', een sampler die de blootstelling aan nat werk op kwantitatieve wijze zou kunnen meten [Cherrie et al., 2007]. Deze sampler zou eventueel kunnen worden ingezet als objectieve meetmethode voor het kwantificeren van werkgerelateerde blootstelling bij patiënten met contacteczeem of in studies naar preventieve maatregelen voor het terugdringen van contacteczeem. Het doel van dit onderzoek was het gebruik van deze sampler te testen in een ziekenhuisomgeving. Hiervoor werden de resultaten van de sampler vergeleken met observaties.

Methoden

Sampler

De sampler (Figuur 1) bestaat uit twee temperatuursensoren, die gekoppeld zijn aan een datalogger. De temperatuursensoren zitten in een houder (afmetingen 150mm x 100mm x 2mm), die met klittenband aan de vinger wordt bevestigd. Hierbij zit één van de sensoren direct op de huid en meet de temperatuur van de huid (T_{huid}), terwijl de tweede sensor op 2 mm afstand van de huid zit en de temperatuur van de omgeving meet (T_{omgeving}). De temperatuur (in °C) van elke sensor wordt iedere tien seconden geregistreerd. Onder normale omstandigheden, d.w.z. als de huid droog is, is T_{omgeving} iets lager dan T_{huid} . Bij contact van de huid met een vloeistof (bijvoorbeeld water) ontstaat er een temperatuurverschil (in positieve of negatieve richting, afhankelijk van de temperatuur van de vloeistof) tussen de twee sensoren. Een groot temperatuurverschil is hierbij een

indicatie dat de huid nat is. Bij het dragen van handschoenen gebeurt het tegenovergestelde: het temperatuurverschil tussen beide sensoren wordt kleiner als gevolg van het afgesloten milieu in de handschoen. Als de absolute waarde van dit verschil ($|\Delta T|$; $|\Delta T| = |T_{\text{omgeving}} - T_{\text{huid}}|$) groter is dan een bepaalde bovengrens dan wordt de uitkomst van de sampler beschouwd als "nat", en als deze kleiner is dan een bepaalde ondergrens, wordt het dragen van handschoenen verondersteld. Het toepassen van een onder- en bovengrens is bedoeld om pieken in $|\Delta T|$ als gevolg van ruis weg te filteren. Als de waarde van de bovengrens bijvoorbeeld te laag is, zullen toevallige fluctuaties in ΔT als 'nat werk' geteld worden (fout-positieven). Omgekeerd zal bij een te hoge bovengrens een deel van de daadwerkelijke 'nat werk' handelingen gemist worden. Vooralsnog zijn er geen vaste waarden voor de onder- en bovengrenzen. In deze studie is gezocht naar optimale grenswaarden voor toepassing in een ziekenhuisomgeving.



Figuur 1: Sampler voor het meten van nat werk (A. Behrooz, Universiteit van Aberdeen)

Per persoon werden twee grenswaarden berekend, waarbij het dragen van handschoenen ('ondergrens') respectievelijk het uitvoeren van nat werk ('bovengrens') het beste kon worden onderscheiden. Observaties door een onderzoeker werden hierbij gebruikt als 'gouden standaard'. Om verstoring door toevallige fluctuaties te reduceren werd eerst een smoothing-functie toegepast op de waarden van ΔT (voortschrijdend gemiddelde van 3 waarden). De berekening van de individuele optimale grenswaarden voor $|\Delta T|$ is vervolgens gedaan met behulp van ROC (Receiver Operating Characteristic) analyse. Voor iedere meting van temperatuurwaarden verkregen met de sampler (één meting per 10 seconden) werd ΔT afgerond op 0.25° . Vervolgens werden de afzonderlijke metingen geïnclassificeerd als 'droog', 'nat', en 'handschoenen' aan de hand van de parallelle observaties. Voor ieder 0.25° -interval van ΔT (d.w.z.: 0° , 0.25° , 0.5° , 0.75° , etc.) werd het aantal 'droge', 'natte' en 'handschoenen' metingen geteld. Om een optimale bovengrens voor het detecteren van nat werk te berekenen, werden het aantal 'droge' en 'natte' metingen met elkaar vergeleken voor elk 0.25° -interval van ΔT in een range van 0° tot en met 10° . Hiermee kon de sensitiviteit en specificiteit berekend worden voor het betreffende ΔT -interval. Het ΔT -interval waarbij de som van de sensitiviteit en specificiteit maximaal was, werd vervolgens gekozen als optimale grenswaarde voor die persoon. Dezelfde procedure werd gevolgd voor de berekening van een

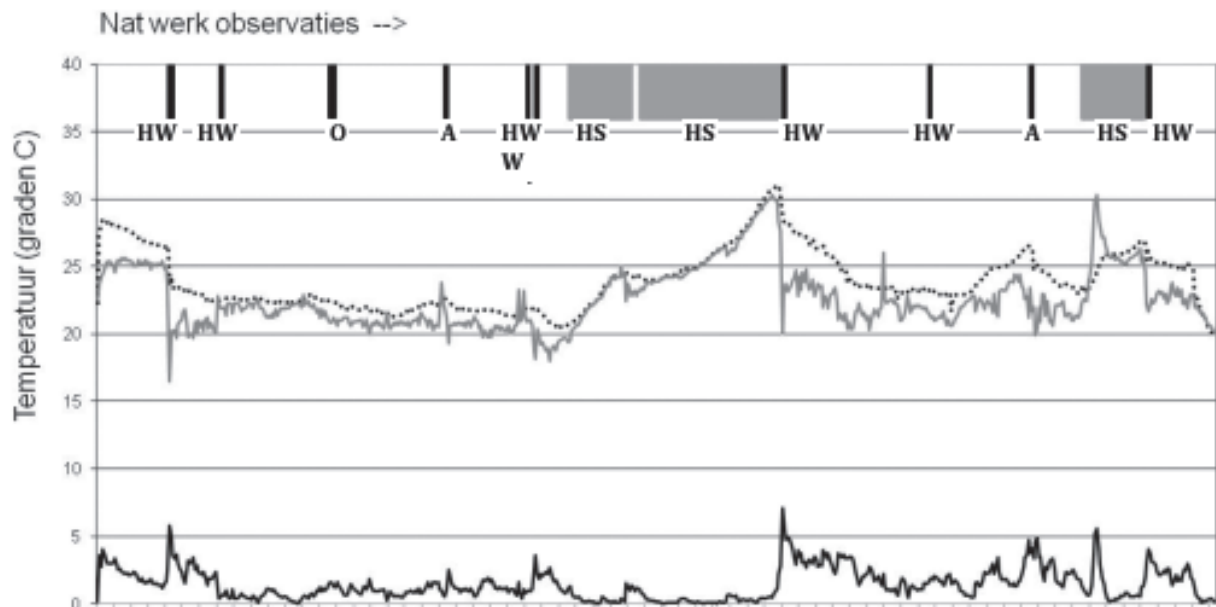
Tabel 1: Geobserveerde verpleegkundige handelingen en bijbehorend verschil in temperatuur ($|\Delta T|$) gemeten op de huid en 2mm boven de huid; mediaan en range

Handeling	Observaties (N = 26)		Sampler
	Tijdsduur (min:sec) Mediaan (min – max)	Aantal handelingen per persoon	$ \Delta T $ (°C)
Handen wassen	0:08 (0:01 – 1:36)	2 (0 – 9)	3.1 (0.1 – 11.5)
Gebruik handalcohol	0:05 (0:01 – 0:10)	2 (0 – 13)	3.0 (0.0 – 8.4)
Overige natte werkzaamheden	0:10 (0:01 – 6:24)	1 (0 – 4)	2.4 (0.0 – 8.6)
Gebruik handschoenen	5:23 (0:30 – 43:09)	3 (0 – 8)	0.9 (0.0 – 7.1)
Droge werkzaamheden (totale tijd per persoon)	77:08 (31:33 – 128:67)	n.v.t.	1.2 (0.0 – 7.4)

optimale grenswaarde voor het meten van handschoengebruik. Vervolgens werd de sensitiviteit in een grafiek uitgezet tegen 1-specificiteit (ROC curve). Het oppervlak onder deze curve, dat ligt tussen 0.5 en 1.0, geeft het onderscheidend vermogen van de sampler weer. Een oppervlak van 0.9 of hoger betekent een hoog onderscheidend vermogen, een oppervlak tussen 0.7 en 0.9 betekent een redelijk onderscheidend vermogen, bij een oppervlak tussen de 0.5 en 0.7 is er een laag onderscheidend vermogen, en bij een oppervlak van 0.5 is er totaal geen onderscheidend vermogen [Greiner et al., 2000]. Ook werd de mediaan van de persoonlijke optimale grenswaarden toegepast op de data van de hele onderzoekspopulatie om een indruk te krijgen van de sensitiviteit en specificiteit in een situatie waarin volstaan wordt met één generieke grenswaarde.

Observaties

In maart en april 2009 zijn metingen verricht bij 26 verpleegkundigen, op twee verschillende verpleegafdelingen (Interne Geneeskunde & Infectieziekten, en Neurologie) in het Academisch Medisch Centrum te Amsterdam. De verpleegkundigen droegen de sampler gedurende ongeveer 2 uur tijdens hun reguliere dienst, en werden tegelijkertijd geobserveerd door één van de onderzoekers. Deze noteerde met behulp van een stopwatch de begin- en eindtijd van alle relevante handelingen, namelijk: handen wassen (met of zonder zeep), handen desinfecteren (met handalcohol gel), gebruik van vloeistofdichte handschoenen, en overig nat werk bijv. het afspoelen van materialen onder de kraan, patiënten wassen of assisteren bij het douchen, schoonmaakwerkzaamheden, etc. In verband met de privacy van patiënten konden de onderzoekers niet observeren achter gesloten gordijnen, bijvoorbeeld bij het wassen van



Figuur 2: Grafische presentatie van 2 uur observeren en meten met de wet work sampler bij een verpleegkundige

- Zwarte balken: Geobserveerde 'Nat werk' handelingen (handen wassen, handen desinfecteren, etc.)
 - Grijze balken: Geobserveerd gebruik van vloeistofdichte handschoenen
 - Stippellijn: Temperatuur op de huid (T_{huid})
 - Grijze lijn: Temperatuur van de lucht (T_{omgeving})
 - Zwarte lijn: Absoluut temperatuurverschil (smoothed) $|\Delta T| (= |T_{\text{huid}} - T_{\text{omgeving}}|)$
- Tekstvakken: HW = handen wassen; A = handalcohol gebruik; HS = handschoengebruik; O = overig nat werk (in dit geval een oppervlak schoonmaken met een doek met desinfectant)

Tabel 2: Berekende individuele grenswaarden van het absoluut temperatuurverschil $|\Delta T|$ voor het onderscheiden van (geobserveerd) nat werk respectievelijk handschoengebruik van 'droog werk'

	Nat werk vs droog werk* (N = 25)		Handschoenen vs droog werk* (N = 21)	
	Mediaan	Min - Max	Mediaan	Min-Max
Grenswaarde voor $ \Delta T $ (°C)	2.25	0.75 – 3.25	1.25	0.50 – 2.75
Sensitiviteit	76%	45% – 100%	63%	16% – 88%
Specificiteit	79%	41% – 99%	69%	52% – 87%
Oppervlakte onder ROC curve**	0.84	0.32 – 0.99	0.68	0.32 – 0.89

* Bij de berekening van $|\Delta T|$ voor nat werk zijn de data waarbij handschoenen werden gedragen geëxcludeerd, en vice versa.

** Het oppervlak onder de ROC-curve is een maat voor het onderscheidend vermogen van de sampler

(1=perfect; 0.9 – 1 = hoog; 0.7 – 0.9 = redelijk; 0.5 – 0.7 = laag; 0.5=geen onderscheid) [Greiner et al., 2000].

patiënten. Deze onderzoeksgegevens betroffen minder dan 1% van de tijd en zijn niet gebruikt bij de berekening van de optimale grenswaarden voor $|\Delta T|$. In verband met hygiëne-eisen kon evenmin geobserveerd worden bij geïsoleerde verpleging in afgesloten kamers. Dit leverde geen probleem op aangezien de verpleegkundigen gedurende de gehele periode dat zij in de geïsoleerde verpleging werkten handschoenen droegen.

Resultaten

De 26 deelnemende verpleegkundigen droegen de sampler gemiddeld 107 minuten (met een range van 42 – 167 minuten) waarvan gemiddeld 25 minuten nat werk werd gedaan (22% ± 14% van de observatietijd). Tabel 1 geeft een overzicht van de geobserveerde nat werk handelingen en het temperatuurverschil gemeten met de sampler. Figuur 2 laat een grafisch voorbeeld zien van het resultaat van 2 uur werken gemonitord door de sampler, met de bijbehorende observaties van nat werk. In deze figuur wordt het verloop van T_{huid} (stippellijn) en T_{omgeving} (grijze lijn) over de tijd weergegeven. Contact met water (in de figuur weergegeven door zwarte balken) zorgt voor afwijkingen van T_{omgeving} ten opzichte van T_{huid} in positieve of negatieve richting, afhankelijk van de watertemperatuur. Hierdoor ontstaan er pieken in het absolute temperatuurverschil tussen de twee senso-

ren ($|\Delta T|$, de zwarte lijn onderin de figuur). Bij het gebruik van vloeistofdichte handschoenen (grijze balken in de figuur) wordt $|\Delta T|$ kleiner. Tevens stijgen T_{omgeving} en T_{huid} in het verloop van de tijd. Dit komt waarschijnlijk omdat door de handschoenen de lichaamswarmte minder goed afgevoerd wordt.

Wanneer $|\Delta T|$ een bepaalde grens overstijgt, wordt de uitkomst van de sampler op dat moment geteld als "nat". Per persoon werd hiervoor een optimale grenswaarde berekend. Ook werd een optimale ondergrens, duidend op het gebruik van vloeistofdichte handschoenen, berekend. Het onderscheidend vermogen van de sampler werd bepaald door middel van het oppervlak onder de ROC curve; een non-informatieve test heeft een oppervlak van 0.5 en een perfecte test heeft een oppervlak van 1.0. De resultaten zijn te zien in tabel 2.

De waarden van de optimale grenzen voor $|\Delta T|$, en de bijbehorende sensitiviteit en specificiteit, bleken sterk te verschillen tussen de personen. Het oppervlak onder de ROC curve varieerde voor nat werk van < 0.5 (1 persoon), tot >0.9 (8 personen). Van de 21 personen die met handschoenen hadden gewerkt, lag het onderscheidend vermogen voor de grenswaarde voor handschoengebruik bij 5 personen rond de 0.5, bij 7 personen tussen 0.6 en 0.7, en bij 9 personen tussen 0.7 en 0.9.

Tabel 3: Resultaat van de sampler na het toepassen van de groepsgemiddelde grenswaarden voor $|\Delta T|$ voor nat werk, respectievelijk handschoengebruik, t.o.v. droog werk

	Nat werk N = 25		Handschoenen N = 21	
	Mediaan	Min - Max	Mediaan	Min - Max
Sensitiviteit	67%	0% – 100%	75%	10% – 100%
Specificiteit	86%	52% – 100%	52%	5% – 89%
Totale duur van nat werk volgens observaties (min:sec)	3:20	0:10 – 13:10	24:10	3:40 – 56:20
Totale duur van nat werk volgens sampler (min:sec)	15:50	0:10 – 44:30	56:50	12:20 – 131:00
# Nat werk handelingen per persoon geobserveerd (frequentie van blootstelling)	6	1 – 14	3	1 – 8
# Handelingen per persoon correct geïdentificeerd door de sampler (sensitiviteit, %)	4 (71%)	0 – 9 (0% – 100%)	2 (75%)	1 – 6 (33% – 100%)
# Handelingen per persoon door de sampler foutief geïdentificeerd als "nat" resp. "handschoenen" (fout-positieven)	8	1 – 22	7	1 – 15
# Handelingen per persoon door de sampler foutief geïdentificeerd als "droog" (fout-negatieven)	1	0 – 13	1	0 – 3

Tabel 3 toont de sensitiviteit en specificiteit wanneer in plaats van de persoonlijke grenswaarden voor $|\Delta T|$ de mediaan van deze grenswaarden (2.25 °C voor nat werk en 1.25 °C voor handschoengebruik) op alle 26 personen wordt toegepast. Ook wordt in deze tabel de totale duur en frequentie van nat werk, respectievelijk handschoengebruik vergeleken tussen de sampler en de observaties. Voor de sampler werd de totale duur van de blootstelling berekend door alle 10-seconden intervallen waarbij ΔT groter dan 2.25 °C was (of, voor handschoengebruik, kleiner dan 1.25 °C) bij elkaar op te tellen. Om fout-positieve resultaten als gevolg van toevallige fluctuaties in de temperatuur te beperken werd hierbij een extra criterium toegepast: de uitkomst van de sampler werd alleen als “nat” geteld indien de $|\Delta T|$ van minstens twee opeenvolgende waarden groter was dan 2.25 °C, en handschoengebruik werd alleen gescoord indien de $|\Delta T|$ van minstens zes opeenvolgende waarden (handschoengebruik van minstens één minuut) kleiner waren dan 1.25 °C. Uit de resultaten in tabel 3 blijkt dat zowel de tijdsduur als de frequentie van nat werk en handschoengebruik ruim overschat werden door de sampler.

Discussie

Wanneer voor iedere persoon de eigen optimale grenswaarde voor $|\Delta T|$ werd gebruikt, had de sampler een redelijk onderscheidingsvermogen voor nat werk. Voor het onderscheiden van handschoengebruik presteerde de sampler onvoldoende. Een denkbare verklaring hiervoor is dat het enige tijd duurt voordat de temperatuur binnenin de handschoen homogeen is en $|\Delta T|$ daalt. Uit de data bleek echter dat dit niet het geval was: $|\Delta T|$ was meestal al binnen een minuut gedaald. Een meer waarschijnlijke verklaring voor het minder goed onderscheiden van handschoengebruik ligt in het feit dat $|\Delta T|$ nooit lager kan worden dan nul. Met andere woorden: de spreiding van $|\Delta T|$ -waarden is aan de onderkant begrensd. Een beduidende overlap in $|\Delta T|$ -waarden behorende bij handschoengebruik en $|\Delta T|$ -waarden behorende bij droog werk is dus te verwachten. Dit in tegenstelling tot de waarden van $|\Delta T|$ behorende bij nat werk, waarvoor de bovengrens hoger is en waarvoor het aantal mogelijke uitkomsten boven het spreidingsgebied van de “droge” $|\Delta T|$ -waarden veel groter is.

Bij het werken met één grenswaarde voor de hele groep werd de bruikbaarheid van de sampler belemmerd door de grote variatie in de individuele optimale grenswaarden. Een deel van deze variatie wordt veroorzaakt door persoonlijke fysieke factoren zoals de temperatuur van de huid en hoe snel iemands lichaamstemperatuur stijgt bij inspanning tijdens het werk. Aangezien de sampler werkt op basis van het temperatuurverschil tussen de huid en de omgeving, beïnvloeden deze fysieke factoren dus ook dat verschil en zo het resultaat van de sampler, indien men zou werken met één algemene grenswaarde. Het toepassen van een algemene, gemiddelde grenswaarde voor ΔT vermindert dus duidelijk de validiteit van de samplerresultaten. Beter is om de sampler te ‘calibreren’ voor elke persoon afzonderlijk, bijvoorbeeld door elke persoon voorafgaand aan de metingen gecontroleerd een aantal natte handelingen te laten uitvoeren (bijv. een aantal keer handen wassen met warm, koud en lauw

water). Met deze data kan een persoonlijke optimale grenswaarde worden berekend, welke vervolgens kan worden toegepast op de meetresultaten van die persoon.

Tussen verpleegkundigen zijn er niet alleen fysieke verschillen; ook varieerde de aard en mate van blootstelling aan nat werk. Persoonlijke gewoontes en werkrouines spelen daarbij een rol, maar ook welke patiënten er op de afdeling aanwezig zijn. De een heeft bijvoorbeeld meer hulp nodig bij wassen of douchen dan de ander. De mate van voorkomen van blootstelling aan nat werk kan een grote invloed hebben op het onderscheidend vermogen van een meetapparaat, net zoals de voorspellende waarde van een diagnostische test wordt beïnvloed door de prevalentie van de ziekte waar men voor test. Als er weinig nat werk wordt gedaan (een lage “prevalentie”) is er relatief meer kans op fout-positieven, terwijl bij veel nat werk het risico op fout-negatieven groter is. Deze invloed van de hoeveelheid blootstelling wordt groter naarmate de sensitiviteit en specificiteit van de test lager is. De sensitiviteit en specificiteit van de sampler in deze studie (76% en 79% voor het detecteren van nat werk, respectievelijk 63% en 69% voor het detecteren van handschoengebruik) waren niet hoog genoeg om de invloed van de hoeveelheid nat werk te kunnen verwaarlozen. De duur van nat werk op de onderzochte afdelingen was gering: gemiddeld 22% van de tijd. Een aanzienlijk deel van het werk van de verpleegkundigen op deze twee afdelingen bestond uit “droge” taken zoals bedden opmaken, patiënten helpen met aankleden, klaarmaken van medicatie (waarbij meestal geen handschoenen nodig waren), en administratieve handelingen. Dit heeft het aantal fout-positieve uitslagen waarschijnlijk beïnvloed, zoals is te zien in Tabel 3.

Naast de hoeveelheid nat werk kan ook variatie in het type nat werk invloed hebben gehad op de resultaten van de sampler in deze studie. Verpleegkundigen gebruiken niet alleen water en zeep, maar ook handalcohol, wasdoekjes, desinfectiemiddel, etc. Het gebruik van handalcohol is moeilijker te detecteren met de sampler dan contact met water. Bovendien is er contact met water van verschillende temperaturen. Zolang het temperatuurverschil tussen het koude of warme water en de huid groot genoeg is, is dit geen probleem. In onze studie was er –logischerwijze – echter ook vaak contact met lauw, handwarm water. Uiteraard wordt deze blootstelling minder goed herkend door de sampler.

Wellicht geeft het meten van blootstelling aan nat werk in beroepen met een meer uniforme blootstelling aan uitgesproken warm of koud water betere resultaten. Metingen bij bloemisten, die een relatief uniform blootstellingspatroon hadden en meestal koud water gebruikten, lijken dit te bevestigen [S. Semple, persoonlijke communicatie].

Een ander probleem is dat een sensor om de vinger dragen eigenlijk in strijd is met de regels voor handhygiëne die gelden in ziekenhuizen en andere zorginstellingen. Men zou kunnen beargumenteren dat voor de –veelal incidentele – goede zaak van blootstellingskarakterisering hier bij uitzondering van afgeweken mag worden; de verpleegkundigen hoeven de sampler slechts een paar uur te dragen om voldoende data te

genereren. Het ontwerp van de sampler zou dan wel verder ontwikkeld moeten worden, met een gladde en makkelijk te reinigen sensorhouder die aan de vinger wordt bevestigd op een andere manier dan met klittenband. Dit is echter alleen zinvol als het apparaat ook daadwerkelijk goede, betrouwbare resultaten geeft. Uit de resultaten uit deze studie blijkt echter dat het onderscheidend vermogen van de sampler voor het meten van nat werk bij verpleegkundigen te laag was.

Voor het meten van blootstelling aan nat werk bij verpleegkundigen biedt de sampler dus vooralsnog geen alternatief voor standaard methoden zoals observaties of zelfrapportage, ondanks de eerder genoemde nadelen van deze methoden. De oplossing moet hier dus in een andere richting gezocht worden. Mogelijk kunnen verbeterde vragenlijsten voor zelfrapportage worden ontwikkeld. Daarnaast is het belangrijk dat er meer voorlichting komt over handhygiëne, gezondheidsrisico's en preventieve maatregelen om het bewustzijn over de eigen blootstelling onder verpleegkundigen te vergroten. In een lopend prospectief cohortonderzoek onder ruim 700 leerling-verpleegkundigen gebruiken wij momenteel kleine kaartjes op zakformaat, waarop de leerling-verpleegkundigen gedurende één dienst tijdens hun werk moeten aankruisen hoe vaak zij bepaalde nat werk handelingen doen. Het tijdens de dienst afvinken van werkzaamheden geeft naar verwachting betrouwbaarder resultaten dan het invullen van vragenlijsten achteraf. De resultaten van deze cohortstudie zullen in 2012 beschikbaar komen.

Conclusie en aanbevelingen

Het onderscheidend vermogen van de sampler t.a.v. nat werk bij verpleegkundigen was in deze studie niet hoog genoeg om het gebruik ervan aan te bevelen. Het blootstellingspatroon van verpleegkundigen is hiervoor te complex. Voor het meten van nat werk in andere beroepsgroepen is de sampler mogelijk beter geschikt. Mocht de sampler in de toekomst worden ingezet om de blootstelling aan nat werk te meten in andere beroepsgroepen, dan zal in veel gevallen het 'persoonlijk calibreren' van het apparaat voorafgaand aan de metingen een voorwaarde zijn voor betrouwbare resultaten.

Dankwoord

Deze studie werd gefinancierd door de Stichting Instituut GAK, Hilversum.

Onze dank gaat uit naar de medewerkers en studenten van de deelnemende verpleegafdelingen in het AMC.

Literatuur

Anveden, I., C. Liden, M. Alderling, and B. Meding, (2006), Self-reported skin exposure--validation of questions by observation. *Contact Dermatitis* 55(3):186-191

Anveden, I. and B. Meding, (2007), Skin exposure in geriatric care - a comparison between observation and self-assessment of exposure. *Contact Dermatitis* 57(4):253-258

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. TRGS 401: Risks resulting from skin contact - determination, evaluation, measures. (2008), TRGS 401. 2-2-2011

Cherrie, J.W., A. Apsley, and S. Semple, (2007), A new sampler to assess dermal exposure during wet working. *Ann. Occup. Hyg.* 51(1):13-18

Dulon, M., K. Kromark, C. Skudlik, and A. Nienhaus, (2007), Prevalence of skin and back diseases in geriatric care nurses. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*

Flyvholm, M.A., B. Bach, M. Rose, and K.F. Jepsen, (2007), Self-reported hand eczema in a hospital population. *Contact Dermatitis* 57(2):110-115

Greiner, M., D. Pfeiffer, and R.D. Smith, (2000), Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Prev. Vet. Med.* 45(1-2):23-41

Jungbauer, F.H., F.B. Steenstra, J.W. Groothoff, and P.J. Coenraads, (2005), Characteristics of wet work in nurses. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 78(3):248-251

Larson, E.L., A.E. Aiello, and J.P. Cimiotti, (2004), Assessing nurses' hand hygiene practices by direct observation or self-report. *J. Nurs. Meas.* 12(1):77-85

Larson, E.L., C.A. Hughes, J.D. Pyrek, S.M. Sparks, E.U. Cagatay, and J.M. Bartkus, (1998), Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel. *Am. J. Infect. Control* 26(5):513-521

Van der Molen, H., D. Spreeuwers, P. Smits, P. Kuijer, G. de Groene, J. Bakker, T. Pal, B. Sorgdrager, G. van der Laan, H. Stinis, J. Maas, and T. Brand. Beroepsziekten in Cijfers 2011. van der Molen, H, van der Laan, G, Lenderink, A, and Spreeuwers, D. 18-37. (2011), Amsterdam, Nederlands Centrum voor Beroepsziekten

Schmid, K., H.C. Broding, W. Uter, and H. Drexler, (2005), Transepidermal water loss and incidence of hand dermatitis in a prospectively followed cohort of apprentice nurses. *Contact Dermatitis* 52(5):247-253

Skudlik, C., M. Dulon, D. Wendeler, S.M. John, and A. Nienhaus, (2009), Hand eczema in geriatric nurses in Germany--prevalence and risk factors. *Contact Dermatitis* 60(3):136-143

Smit, H.A. and P.J. Coenraads, (1993), A retrospective cohort study on the incidence of hand dermatitis in nurses. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 64(8):541-544

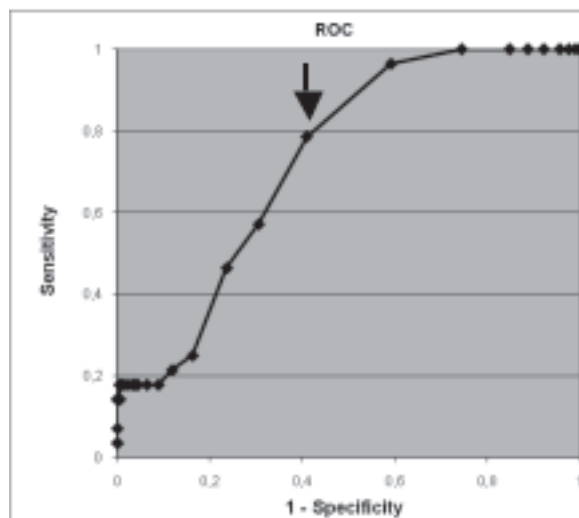
APPENDIX: VOORBEELD BEREKENING OPTIMALE GRENSWAARDE VOOR ΔT VOOR ÉÉN PERSOON

Tabel A1: Aantal 'droog' en 'natte' metingen, sensitiviteit en specificiteit bij verschillende grenswaarden van ΔT voor het detecteren van 'nat werk' (proefpersoon nummer 308).

Optimale grenswaarde is **vetgedrukt**.

ΔT	# metingen geobserveerd als 'droog' bij deze ΔT	# metingen geobserveerd als 'nat' bij ΔT	Total # metingen bij deze ΔT	# metingen geclassificeerd als 'droog' bij gebruik van deze ΔT als grenswaarde	# metingen geclassificeerd als 'nat' bij gebruik van deze ΔT als grenswaarde ¹	Sensitiviteit (%)	Specificiteit (%)	1-Specificiteit (%)	Sensitiviteit + Specificiteit (%)
0,00	2	0	2	0	231	100%	0%	100%	100%
0,25	3	0	3	2	229	100%	1%	99%	101%
0,50	4	0	4	5	226	100%	2%	98%	102%
0,75	7	0	7	9	222	100%	4%	96%	104%
1,00	7	0	7	16	215	100%	8%	92%	108%
1,25	8	0	8	23	208	100%	11%	89%	111%
1,50	21	0	21	31	200	100%	15%	85%	115%
1,75	31	1	32	52	179	100%	26%	74%	126%
2,00	37	5	42	84	147	96%	41%	59%	137%
2,25	21	6	27	126	105	79%	59%	41%	138%
2,50	14	3	17	153	78	57%	69%	31%	127%
2,75	15	6	21	170	61	46%	76%	24%	123%
3,00	9	1	10	191	40	25%	84%	16%	109%
9,50	0	0	0	230	1	4%	100%	0%	104%
9,75	0	0	0	230	1	4%	100%	0%	104%
10,00	0	1	1	230	1	4%	100%	0%	104%
Total	203	28	231						

¹ Specifiek: het aantal metingen dat wordt geclassificeerd als 'droog' bij een ΔT die onder deze grenswaarde ligt



Figuur A1: ROC-curve voortkomend uit Tabel A1. Ieder punt op de grafiek staat voor een mogelijke grenswaarde voor ΔT . Het punt waar de som van sensitiviteit en specificiteit maximaal is (= het punt met de kortste afstand tot de linkerbovenhoek van de grafiek) is de optimale grenswaarde voor ΔT voor het onderscheiden van 'nat werk' voor deze persoon.