

Auteurs

A. Kimura¹ en prof. M. Otsuka², vertaling en bewerking W.G. van der Schee³

1) Graduate School of Engineering aan de Kanto Gakuin University, Japan

2) College of Architecture and Environmental Design, Kanto Gakuin University, Japan

3) Lid TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Verspreiding van druppels en aerosolen door elektrische handdrogers

Als onderdeel van het ST-beleidsplan neemt de TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken ieder jaar deel aan het jaarlijkse CIB-W062 symposium Water supply and drainage for buildings. CIB staat voor International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Het congres dient om wereldwijd kennis uit te wisselen op het gebied van sanitaire installaties, hét platform voor deelnemers uit verschillende landen om de resultaten van hun onderzoek te presenteren. In augustus 2024 organiseerde Aliaxis het symposium in Northampton, Engeland. Mevrouw Ayaka Kimura presenteerde de resultaten van een onderzoek naar de verspreiding van druppels en aerosolen door elektrische handdrogers.

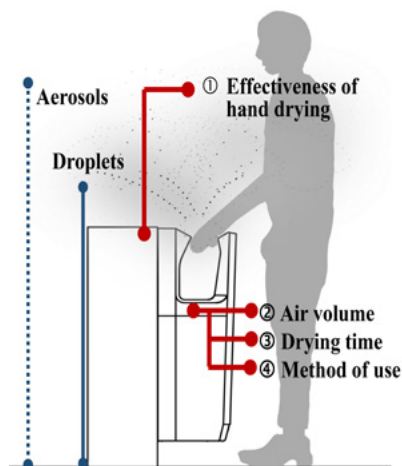
De COVID-19 pandemie toonde aan dat tijdens het doorspoelen van een closet druppels en aerosolen worden verspreid en dat dat een risico is voor infectie van de mens. Meerdere studies hebben dat bevestigd. Bovendien werd tijdens de COVID-19 pandemie het belang van regelmatig handen wassen benadrukt, om de overdracht van virussen te voorkomen. In verschillende landen werd ook gewezen op het infectierisico bij het gebruik van elektrische handdrogers die aerosolen met virussen verspreiden. In welke mate verspreiden elektrische handdrogers tijdens gebruik aerosolen en hoever komen die in de ruimte? Het gedrag van deze druppels en aerosolen is onderzocht door Ayaka Kimura van de Kanto Gakuin Universiteit in Japan met video-opnames en een deeltjesteller [1]. Tevens zijn met de hulp van vrijwilligers twee gebruikaspecten bekeken: de hoeveelheid vocht die na het drogen op de handen achterblijft en de mate van sterilisatie voor en na het gebruik van de handdroger.

Besmetting rondom handdrogers

Een eerder bacteriologisch onderzoek toonde de kans op een bacteriële besmetting aan in verschillende toiletruimtes in ziekenhuizen (Satoshi Kimura et al. [4]). Op de deurknoppen van het toilet en op de lichtschakelaars werden levensvatbare cellen aangetroffen variërend van enkele tientallen tot enkele honderden Colony Forming Units (CFU). Op elektrische handdrogers zijn meer dan 1000 CFU levensvatbare cellen aangetroffen, wat betekent dat elektrische handdrogers veel meer besmet zijn dan deurknoppen en lichtschakelaars. Wat betreft de soorten bacteriën die zich aan de handdrogers hechten, werden op de handdrogers in de mannentoiletten inheemse huidbacteriën gedetecteerd en in de vrouwelijke toiletten darmbacteriën.

De European Tissue Paper Industry Association (ETS) [5] en P.T. Kimmitt et al. [6] hebben meerdere methoden voor het drogen van handen onderzocht op de verspreiding van bacteriën in CFU; met papieren handdoeken, met een warme luchtdroger en een met luchtstraaldroger. De papieren handdoek bevatte 3 CFU, de warme luchtdroger 16 CFU en de luchtstraaldroger (jet air droger) 71 CFU. Conclusie: Op de warme luchtdroger zijn ongeveer vijf keer zo veel CFU aanwezig als op een papieren handdoek, en op jet air droger zijn 24 keer zo veel CFU aanwezig als op een papieren handdoek. De onderzoeken tonen aan dat zelfs 15 minuten na het handen drogen de lucht rond de luchtstraaldroger droger bacteriën bevat [5].

J.H Taylor et al. [7] hebben het aantal microben gemeten dat zich aan de handen vasthechtte, nadat de handen met zeep waren gewassen en vervolgens gedroogd met een papieren handdoek of een handdroger. Bij gebruik van de papieren handdoek ontstaat geen significante verandering voor en na het drogen van de handen. Na gebruik van de elektrische handdroger, werden op de handen 300 CFU aangetroffen, duidelijk meer dan na gebruik van een papieren handdoek. Als de elektrische handdroger 30-40 seconden wordt gebruikt in plaats van 10-30 seconden, neemt het aantal bacteriën op de handen af.



Figuur 1: Overzicht van de metingen rondom een handdroger.

Zoals hierboven beschreven, bestaat er een risico dat door het gebruik van een elektrische handdroger ziekteverwekkers in de omgeving worden verspreid en dat aerosolen een bepaalde tijd in de lucht blijven zweven. Dat goed handen wassen en drogen bijdraagt aan het verwijderen van microben en het voorkomen van besmettingen is inmiddels aangetoond, maar over het gebruik van de verschillende typen elektrische handdrogers met verschillende droogtijden is nog weinig bekend.

A. Kimura en prof. M. Otsuka onderzochten de stroming rond elektrische handdrogers met de focus op het infectierisico in een toiletruimte. Het onderzoek onderscheidt druppels (deeltjes van ten minste $5\mu\text{m}$) en aerosolen (deeltjes minder dan $5\mu\text{m}$) die ontstaan tijdens het drogen van de handen met een elektrische handdroger. Andere onderzoeksthema's zijn de effectiviteit van het gebruik van de handdroger met betrekking tot het wel of niet bewegen van de handen, de mate van drogen en het aantal bacteriën dat zich vasthecht aan de handpalmen na het drogen. Zie figuur 1 voor het overzicht van de metingen; de effectiviteit van het droogproces, de volumestroom, de droogtijd en het gebruik.



Figuur 2: Elektrische handdroger met twee horizontale luchtstromen.



Figuur 3: Elektrische handdroger met een onder uitblaas, een zogenaamde jet air droger.

Twee types handdroger beschouwd

De experimenten zijn uitgevoerd met twee types elektrische handdroger; met twee naar elkaar toe gerichte luchtstromen en een met een naar beneden gerichte luchtstroom, een zogenaamde jet air droger (zie figuur 2 en 3).

Voor het experiment wordt de volgende procedure gevolgd. Beide handen worden in een emmer water gehouden, de handen worden drie keer geschud om overtollig water te verwijderen en daarna gedroogd volgens een gebruikspatroon.

Bij de test met de elektrische handdroger met twee horizontale luchtstromen worden twee verschillende gebruikspatronen toegepast:

1. Beide handen van bovenaf in de droger steken met de vingers recht en in rust. Vervolgens de handen opwaartse richting uitnemen.
2. Beide handen van bovenaf in de droger steken met de vingers recht en op en neer bewegen. Vervolgens de handen opwaartse richting uitnemen.

Beide procedures worden uitgevoerd met twee luchtsnelheden en drie verschillende droogtijden. Tabel 1 geeft een overzicht van de in totaal 12 verschillende gebruikspatronen.

Bij de test voor de handdroger met een onder uitblaas worden beide handen onder de droger geplaatst en na gebruik weer weggetrokken.

Gebruikspatroon	Luchtsnelheid*)	Droogtijd	Handbeweging	Gebruikspatroon	Luchtsnelheid*)	Droogtijd	Handbeweging
1	Hoog	5	Ja	7	Laag	5	Ja
2			Nee	8			Nee
3		10	Ja	9		10	Ja
4			Nee	10			Nee
5		20	Ja	11		20	Ja
6			Nee	12			Nee

Tabel 1: Gebruikspatroon van de handdrogers.

* Luchtsnelheid bij twee horizontale luchtstromen, hoog 98 m/s en laag 62 m/s
Luchtsnelheid bij onder uitblaas, hoog 110 m/s en laag 65 m/s

Het vaststellen van het verspreidingsgebied van druppels en aerosolen

Om de verspreiding van de druppels en aerosolen te visualiseren is in een laboratorium een speciale opstelling gemaakt. Met een LED-bron in combinatie met een CMOS-camera wordt de verspreiding van relatief grote druppels (1 mm of groter) vastgelegd (zie figuur 4). In een cleanroom die is geclassificeerd als ISO 5 of hoger, wordt de verticale verspreiding van aerosolen gemeten op vijf punten met behulp van een deeltjesteller (zie figuur 5).

Effectiviteit van de dubbelzijdig blazende handdroger

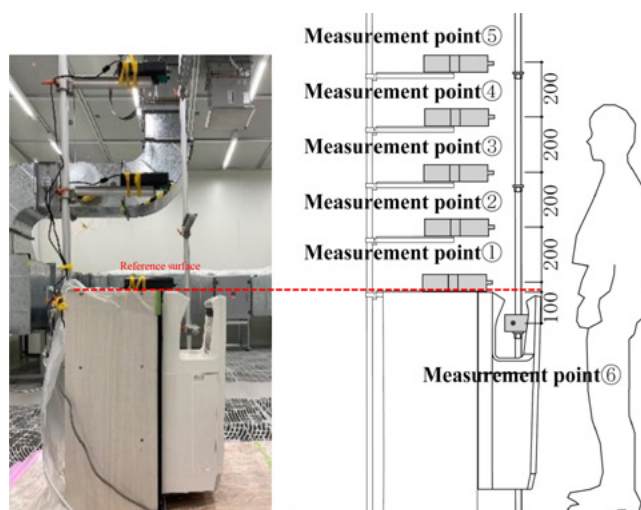
Een handendroger wordt voornamelijk gebruikt voor het drogen van natte handen nadat ze zijn gewassen, zonder contact te maken met de handen. Het drogend effect van het gebruik van de handendroger is bepaald met drie parameters; 1 hoeveelheid vocht op de handen voor gebruik, 2 hoeveelheid vocht op de handen na gebruik en 3 het aantal bacteriën op de hand.

Meten hoeveelheid resterend vocht op de handen

De handen worden gedroogd volgens de gebruikspatronen zoals aangegeven in tabel 1, met twee luchtsnelheden (hoog en laag). Na het gebruik van de elektrische handendroger worden de handen gedroogd met papieren handdoeken (1,4 g/vel) om het resterende vocht op de handen volledig te verwijderen. Vervolgens worden de papieren handdoeken gewogen op een weegschaal om de massa van het opgenomen vocht vast te stellen. Deze procedure wordt vijf keer herhaald om een gemiddelde meetwaarde te verkrijgen en uit deze gemiddelde waarde wordt de hoeveelheid vocht die op de handen achterblijft in g berekend.



Figuur 4: Meetopstelling om druppels van 1 mm of groter te visualiseren.



Figuur 5: Meetopstelling met vijf meetpunten in een cleanroom om de verspreiding van aerosolen te meten.

Tellen van de bacteriën op de hand

De handen worden gewassen volgens een protocol van het Japanse ministerie van Gezondheid, Arbeid en Welzijn [8]. Het protocol schrijft voor de handen te wassen met zeep en gedurende 20 seconden te drogen met de elektrische handendroger met horizontale luchtstromen met de stand luchtsnelheid hoog. Vervolgens worden de handpalmen tegen een oppervlak gedrukt om de bacteriën te visualiseren en te tellen. Op die manier wordt het verschil in het aantal bacteriën op de handen en vingers voor en na gebruik van de handdroger gemeten.

Resultaten

Verspreiding van druppels

In figuur 6 is te zien hoe de druppels zich verspreiden bij het gebruik van de handendroger met twee horizontale luchtstromen in de vrije ruimte. In de praktijk worden dergelijke handendrogers op een wand gemonteerd waardoor er meer druppels richting de persoon gaan. Figuur 7 toont de luchtstroom aan de onderzijde van de handendroger met een onder uitblaas.

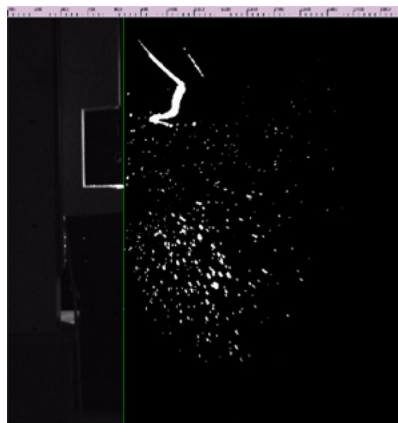
In beide gevallen verspreiden de druppels zich in een referentieoppervlak met een bereik van 250 tot 400 mm, wat duidt op de mogelijkheid van een besmetting van de omgeving.

Verspreiding van aerosolen

Meteen na de start van de handendroger met twee horizontale luchtstromen start de verspreiding van aerosolen. Een piek in de verspreiding treedt op als het drogen eindigt, dat wil zeggen als de handen uit de handendroger worden getrokken. Hoe groter de afstand van de handdroger, des te lager is het aantal aerosolen. De aerosolen bevinden zich na 30 tot 60 seconden nog boven de



Figuur 6: Verspreiding van druppels boven de handdroger met twee naar elkaar toe gerichte horizontale luchtstromen.

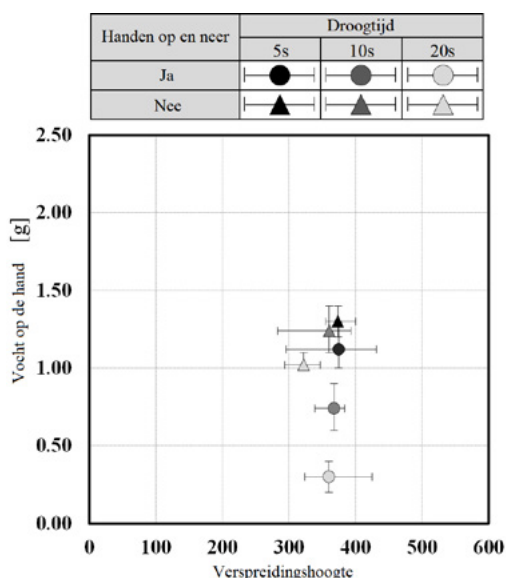


Figuur 7: Verspreiding van druppels onder de handdroger met onder uitblaas.

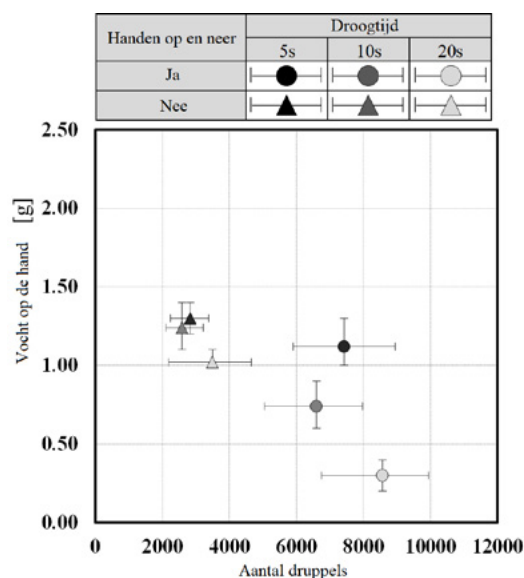
handendroger. De aerosolen bereiken een hoogte van 0,8 m boven de handendroger. Als de bovenzijde van de handendroger zich op 0,8 m boven de vloer bevindt dan bereiken de aerosolen een hoogte van 1,6 m en dat is de ademzone van een persoon. De aerosolen verspreiden zich zowel naar boven als naar beide zijden van de handendroger. Met het toenemen van de hoogte boven de handendroger met twee horizontale luchtstromen neemt het aantal aerosolen ($0,3\text{--}5,0\mu\text{m}$) af. Bij langdurig gebruik van de handendroger worden continu aerosolen in de lucht verspreid. Bij een droogtijd van 20 seconden ontstaan tijdens de experimenten gemiddeld 900 aerosolen van $0,3\mu\text{m}$ en maximaal circa 1.200. Indien de aerosolen bacteriën van infectieziekten bevatten, bestaat de kans dat bij langdurig gebruik van de handendroger personen worden blootgesteld aan bacteriën daarmee een risico op infectie ontstaat.

Resterend vocht op de handen

Om het verband tussen de verspreiding van aerosolen en het droogeffect van de handdroger vast te leggen is het resterende vocht op de handen gemeten. Figuur 8 [2] geeft de relatie weer tussen het resterende vocht op de handen en het aantal verspreide druppels bij gebruik van de handendroger met twee horizontale luchtstromen waarbij de handen wel en niet op en neer worden bewogen. De droogtijd in combinatie met het wel of niet op en neer bewegen van de handen heeft nagenoeg geen invloed op de verspreiding van druppels. Naarmate de droogtijd toeneemt van 5 naar 20 s neemt het resterende vocht op de handen af. De handen op en neer bewegen geeft drogere handen. Het achtergebleven vocht op de handen bedraagt circa 30% van het vocht na het schudden van de handen, dus 70% van het vocht wordt door de handendroger verwijderd.



Figuur 8: Resterende hoeveelheid vocht [g] in relatie tot het aantal verspreide druppels bij het wel en niet bewegen van de handen, luchtsnelheid "hoog".



Figuur 9: Resterende hoeveelheid vocht [g] in relatie tot de hoogte van de druppels bij het wel en niet bewegen van de handen, luchtsnelheid "hoog".

Uit de beeldanalyses bleek dat als de handen stil worden gehouden er half zoveel druppels worden verspreid ten opzichte van het drogen met op en neer bewegen van de handen. Het bewegen van de handen bevordert dus de verspreiding van druppels boven de handdroger.

Figuur 9 [3] toont de relatie tussen het resterende vocht op de handen en de hoogte die de druppels bereiken. Als de handen stil worden gehouden bedraagt de hoogte die de druppels bereiken circa 350 mm, als daarentegen de handen op en neer worden bewogen komen de druppels tot circa 800 mm boven de handendroger.

Gezien de kans van blootstelling aan verspreide druppels en het droogeffect, kan een handendroger het beste maximaal 20 seconden worden gebruikt met de lichtsnelheid "hoog" en met de handen in rust in de handendroger. Maar het is volgens de onderzoekers onmogelijk om alle vocht van de handen te verwijderen waardoor niet is uit te sluiten dat gebruikers ontevreden zijn over het resultaat.

Telling van bacteriën op de handen

Om een eventuele besmetting via de uit de handendroger geblazen druppels en aerosolen in te schatten, zijn met een speciale fototechniek de bacteriën op de handen van 10 deelnemers

geteld. Figuur 10 toont een voorbeeld van de metingen van bacteriën op de handen voor het handenwassen en na het drogen. Bij een minderheid van de deelnemers was het aantal bacteriën op de handen met 30% gedaald, maar bij een meerderheid nam het aantal bacteriën op de handen toe na het drogen. Een eerdere studie [7] bevestigt dit beeld. Bovendien werden microben, waaronder huidbacteriën, aangetroffen in de kweekmedia na het drogen van de handen. Uit de onderzoeken blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat de druppels die in de opvangbak van de handendroger vallen bacteriën bevatten. Zoals al eerder uitgelegd verspreiden de handendrogers druppels en aerosolen tijdens gebruik en als zich op de handen infectueuze bacteriën bevinden door onvoldoende handen wassen, ontstaat een risico voor de verspreiding van een infectieziekte.

Conclusie

De onderzoekers van de Kanto Gakuin University in Japan hebben twee soorten elektrische handendrogers onder de loep genomen. De experimenten bevestigen dat elektrische handendrogers druppels en aerosolen verspreiden. Bij het gebruik van de handendroger met twee horizontale luchtstromen verspreiden de druppels zich tot een hoogte van 0,4 m boven de



Figuur 10: Tellen van bacteriën op een hand. Links voor het wassen, rechts na drogen met een elektrische handendroger.

handdroger en de aerosolen behalen een hoogte van 0,8 m boven de handdroger. Daardoor behalen de aerosolen een hoogte van 1,6 m boven de vloer, en bereiken de ademzone van een persoon.

Het aantal verspreide druppels en aerosolen heeft invloed op de mate van blootstelling aan infectierisico's. Om het aantal verspreide deeltjes te beperken, maar met behoud van het maximaal droogeffect kan de handendroger het beste gedurende 20 seconden worden gebruikt met de lichtsnelheid "hoog" en met de handen stil in de droger, dus zonder de handen op en neer te bewegen. Dan zijn een optimale veiligheid en hygiëne te garanderen.

Het optimaal verwijderen van alle waterdruppels en vocht van de handen blijft een uitdaging voor een elektrische handendroger en er bestaat een kans dat gebruikers ontevreden zijn over het droogeffect. ■

Syllabi van het CIB

Bent u geïnteresseerd in de syllabi van het CIB? Alle syllabi sinds 1972, ook van andere werkgroepen van het CIB, zijn voor iedereen toegankelijk. Ga naar www.cibworld.org en kies

Publications > ICONDA ©CIBlibrary. Selecteer vervolgens "Advanced Search" en kies bij CIB Commission: "W062".



Ayaka Kimura



Masayuki Otsuka



Walter van der Schee

Referenties

1. A. Kimura en prof. M. Otsuka, Kanto Gakuin University, Japan: Dispersion of Droplets and Aerosols Generated by Use of Hand Dryer, CIB W062 symposium 2024, Northampton Engeland
2. Keidanren: Guidelines for Preventing the Spread of Novel Coronavirus Disease (COVID-19) in Offices, p.4, May 14, 2020
3. Keidanren: Guidelines for Preventing the Spread of Novel Coronavirus Disease (COVID-19) in Offices (revised edition), p.4, April 13, 2021
4. Satoshi Kimura, Hisako Aizawa, Tomoko Masuyama, Emiko Nakama: Bacterial Contamination of Electric Air Hand Dryer, a Study in a Japanese University Hospital, Journal of Infection and Chemotherapy, pp.21-26, 2004
5. ETS (the European Tissue Paper Industry Association): Contamination of air in toilet washroom after hand drying, 2014-11-18
6. P.T. Kimmitt and K.F. Redway; Evaluation of the potential for virus dispersal during hand drying: a comparison of three methods 2015-11-22. <https://amijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jam.13014> (2023-01-30)
7. J H Taylor 1, K L Brown, J Toivenen, J T Holah; A microbiological evaluation of warm air hand driers with respect to hand hygiene and the washroom environment.2001-12-25. [https://amijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2672.2000.01122.x?sid=nlm%3Apub-med,\(2023-01-30\)](https://amijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2672.2000.01122.x?sid=nlm%3Apub-med,(2023-01-30))
8. The Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan: Washing hands [https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000593494.pdf,\(2023-01-20\)](https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000593494.pdf,(2023-01-20))