

Schlüsselwörter

Händedesinfektion
Verfahren der Händedesinfektion
Compliance

Keywords

Hand disinfection
Procedure of Hand disinfection
Compliance

Korrespondierender Autor:*Dr. Jürgen Gebel**

Institut für Hygiene und Öffentliche
Gesundheit der Universität Bonn
Sigmund-Freud-Str. 25
53127 Bonn

E-Mail: Juergen.Gebel@ukb.uni-bonn.de

Sarah Käter¹, Arne Simon², Martin Exner¹, Jürgen Gebel^{1*}

¹ Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Universität Bonn

² Institut für Kinderheilkunde, Universität Bonn

Praktische Untersuchungen zur kindgerechten Modifikation der hygienischen Händedesinfektion

Practical examination of an appropriate modification of hygienic handrub for children

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Händedesinfektion ist ein wichtiger Bestandteil der Infektionsprävention. Wenn die Notwendigkeit dazu besteht, sollten auch Kinder angeleitet werden, das Standardverfahren der Hygienischen Händedesinfektion durchzuführen. Da dieses Verfahren in keinster Weise den kognitiven und motorischen Fähigkeiten sowie den verhaltenspsychologischen Besonderheiten von Kindern entspricht, wurde ein kindgerechtes modifiziertes Verfahren der Händedesinfektion entwickelt und auf seine Wirksamkeit überprüft.

Methode: Das modifizierte Verfahren der Händedesinfektion beinhaltet die Reduktion der Schrittzahl von 6 auf 3, der Einreibzeit auf 15 sec und der Desinfektionsmittelmenge von 2×3 ml auf 1×3 ml. Die Wirksamkeit des Verfahrens wurde zum einen mit Hilfe eines UV-Koffers überprüft, der die Benetzungslücken an den Händen von Erwachsenen und Kindern visualisierte. Zum anderen erfolgte ein praxisnaher Versuch mit Erwachsenen in Anlehnung an die DGHM-Standardmethode, um die Wirksamkeit des Verfahrens bezüglich der Keimreduktion zu überprüfen. Neben der herkömmlichen Applikationsform des Desinfektionsmittels durch einen Spender – hier simuliert durch eine Multipette – wurde auch die Applikation mit Hilfe des berührungslosen Händedesinfektionsgerätes „Steripower“ getestet.

Ergebnisse: In der Testreihe mit dem UV-Koffer zeigte sich bei den Erwachsenen eine nahezu gleichwertige Anzahl von Benetzungslücken bei beiden Verfahren, Unterschiede existierten nur in der Lokalisation. Keines der beiden Verfahren konnte vollständig benetzte Hände vorweisen. Bei den Kindern zeigte das modifizierte Verfahren weniger Benetzungslücken sowie eine bessere kognitive und motorische Umsetzungsfähigkeit. 2 Kinder erreichten mittels des modifizierten Verfahrens vollständig benetzte Hände, das Standardverfahren wies bei jedem Kind Benetzungslücken auf. Bei der Versuchsreihe in Anlehnung an die

DGHM-Standardmethode erzielte die Standard-Händedesinfektion bei beiden Applikationsformen signifikant höhere Keimreduktionen (Mittelwert der Reduktionsfaktoren: 3,92 \log_{10} -Stufen mit Multipette; 4,08 \log_{10} -Stufen mit Steripower-Gerät) als das modifizierte Verfahren (Mittelwert der Reduktionsfaktoren: 3,12 \log_{10} -Stufen mit Multipette; 3,62 \log_{10} -Stufen mit Steripower-Gerät). Beim modifizierten Verfahren war eine geringere Variationsbreite in der Keimreduktion festzustellen und es lieferte bessere Ergebnisse mit Hilfe des Steripower-Gerätes.

Diskussion: Bezüglich der Testreihe mit dem UV-Koffer scheint eine Reduktion des Standardverfahrens auf 3 Schritte möglich und sinnvoll. Dagegen zeigte die Versuchsreihe in Anlehnung an die DGHM-Standardmethode eine Überlegenheit des Standardverfahrens, so dass die Modifikation der Einreibzeit auf 15 sec und/ oder der Desinfektionsmittelmenge auf 1×3 ml nicht ausreichend erscheint. Das Steripower-Gerät stellte sich als interessante Alternative heraus, besonders für das modifizierte Verfahren. Bisher wurde bei allen Untersuchungen einer der wichtigsten Parameter bezüglich der Effizienz der Hygienischen Händedesinfektion bei Kindern, nämlich die Compliance, vernachlässigt. Kinder, die in der Lage sind, die Händedesinfektion durchzuführen ohne an ihrer Komplexität zu scheitern, gewinnen an Motivation, die die Compliance und somit die Händedesinfektion nur fördern kann.

Hyg Med 2009; 34 [11]: 434–442

Summary

Background: Hand disinfection is an essential constituent of infection prevention. If medically indicated, children should also be instructed of how to perform the standard procedure of hygienic hand disinfection correctly. The current method does not take account of the cognitive and motor abilities of children in any way nor does it consider their special status concerning behavioural psychology. We therefore developed a modified standard procedure

for hand disinfection suitable for children and evaluated its effectiveness.

Material and Methods: The modified procedure of hand disinfection included a reduction in disinfection steps from six to three, a reduction of the duration of the actual rubbing to 15 sec and of the volume of disinfectant applied from 2 x 3 ml to 1 x 3 ml. The efficacy of the procedure was tested using a specially designed hard shell briefcase with an ultraviolet light source visualising the areas which had been missed when applying disinfectant to children's as well as adults' hands. Additionally, we conducted a test with adults simulating practice conditions based on the DGHM standard method in order to evaluate the efficacy with respect to microbial reduction. Apart from the common method of disinfectant application by means of a traditional dispenser – in our study simulated by a multipipette – we also tested application using the touch-free disinfectant dispenser "Steripower".

Results: In the test series with the uv briefcase, adults showed nearly the same number of missed areas of disinfectant in both procedures, differences existed only regarding their localisation. None of the two procedures yielded completely wetted hands. Children had less areas missed with the modified procedure, and they demonstrated a better cognitive understanding of the method and an easier realisation as far as motor skills are concerned. Two children were able to completely wet their hands using the modified procedure, whereas every child had missed areas using the standard procedure. In the test series based on the DGHM standard test the standard procedure yielded significantly higher microbial reduction with both application methods than the modified procedure (mean of reduction factors: 3.92 log₁₀ units vs. 3.12 log₁₀ units with multipipette; 4.08 log₁₀ units vs. 3.62 log₁₀ units with Steripower). The modified method was associated with a lower variance in microbial reduction and yielded better results when the Steripower dispenser was used.

Discussion: With reference to the UV suitcase the reduction of the standard procedure to three steps appears possible and sensible. However, the tests based on the DGHM standard methods demonstrated the superiority of the standard procedure, which means that the modification to a shorter rub-in duration of 15 min and/or a reduction of the disinfectant volume to 1 x 3 ml appears to be insufficient. The Steripower dispenser proved to be an interesting alternative, in particular for the modified procedure. To date there are no studies which adequately investigate one of the most important parameters, the hand hygiene compliance of children. Children who are able to perform hand disinfection without being frustrated as a result of its complexity will gain self-confidence and motivation which will in turn foster compliance to hand disinfection.

Einleitung

Eine Prävalenzstudie ermittelte 1995 eine durchschnittliche Rate von 3,5 % nosokomialer Infektionen in den an der Studie teilnehmenden Krankenhäusern. Etwa ein Drittel dieser nosokomialen Infektionen galt als vermeidbar [1]. Die Thematik verliert nicht an Brisanz, aktuell wurde erstmalig in Deutschland ein Fall der Neuen Influenza A/H1N1 bei einem Neugeborenen bestätigt. Die Übertragung bei der Erstversorgung durch Krankenhauspersonal der Geburtsklinik kommt als wahrscheinlicher Infektionsweg in Betracht [2,3]

Da Hände das wichtigste Übertragungsvehikel von Krankheitserregern darstellen, zählt die hygienische Händedesinfektion zu den evidenzbasierten Maßnahmen der Infektionskontrolle [4]. Besonderes Augenmerk muss auf die Prävention von Infektionen in Kinderkliniken gerichtet werden, da dort der Anteil von Patienten, die symptomatisch oder asymptomatisch Erreger kontagiöser Erkrankungen ausscheiden, besonders hoch ist. Eine „Infektionskrankheit des Magen- und Darmtraktes“ ist die dritthäufigste Aufnahmediagnose für Krankenhausaufenthalte bei unter 15-Jährigen [5]. Besonders in der kalten Jahreszeit muss eine erneute Winterepidemie der Norovirusbedingten Gastroenteritis befürchtet werden. An das Robert Koch-Institut (RKI) wurden in der Zeit von Oktober 2006 bis Februar 2007 insgesamt 49.285 Norovirus-Gastroenteritiden gemeldet. Die Dunkelziffer wird als sehr hoch eingeschätzt [6].

Dementsprechend zählt in Krankenhäusern als empfohlene Maßnahme zur Eindämmung von Ausbrüchen eine Einweisung der Kontaktpersonen – zu denen auch Familien mit Kindern gehören – in die korrekte Händedesinfektion [6]. Ebenso hält die Händedesinfektion auf pädiatrisch-onkologischen, immunologischen und Transplantationsstationen einen besonderen Stellenwert inne. Neben den Besuchern und Besucherkindern sollten auch die kleinen Patienten angeleitet werden, Techniken der Infektionsprophylaxe zu erlernen, um ihr meist bereits geschwächtes Immunsystem zu schützen. Studien zeigen, dass Patienten im Krankenhaus leicht Mikroorganismen auf ihre Hände aufnehmen und diese auf empfindlichere Patienten übertragen, bei denen sie eine Infektion auslösen könnten [4]. Zusätzlich verzeichnet das RKI in den letzten Jahren einen Anstieg von Infektions-

krankheiten bei Säuglingen, Kleinkindern und Schulkindern [7,8]. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die neben der Impfung verfügbaren Möglichkeiten der Infektionsprävention voll ausgeschöpft werden.

Im Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn wurden bereits 2003 Arbeitshilfen und Module für ein Konzept „Hygiene-Tipps für Kids“ veröffentlicht und seitdem ständig weiterentwickelt [9]. Das Konzept beinhaltet notwendige Basismaßnahmen der Hygiene für Alltagssituationen sowie für die Klinik. Bei der praktischen Durchführung von Projekten in Kindertagesstätten und Schulen ergaben sich bezüglich der Technik des Händewaschens einige wichtige Beobachtungen. Die exakte Abfolge des Händewaschens wurde bisher nicht detailliert beschrieben und standardisiert, daher orientiert man sich auch für das Händewaschen zumindest grob an der Methode der Händedesinfektion. Bereits bei einer nur annähernden Umsetzung der 6 Schritte der Standarddesinfektionsmethode ergaben sich erwartungsgemäß Schwierigkeiten.

Im stationären Behandlungsumfeld, insbesondere bei chronisch kranken Kindern, ist jedoch unumstritten eine sichere Desinfektion der Hände notwendig. Es ist leicht vorstellbar, dass das Erlernen und die exakte Umsetzung der Desinfektionstechnik für Kinder ein besonderes Problem darstellt, wenn selbst ein erheblicher Anteil erwachsener Anwender die Standardmethode als zu kompliziert beurteilt [10]. 6 Schritte, die 100 Einzelbewegungen und meist 30 sec Einreibzeit (laut Leitlinien 60 sec in dem Standardverfahren) umfassen sollen, sind für jeden Menschen eine große Herausforderung.

Das in diesem Beitrag dargestellte modifizierte Verfahren wurde auf der Suche nach einer kindgerechten Modifikation der Standardmethode evaluiert. Um die Compliance bei Kindern und so die Effektivität der Händedesinfektion zu erhöhen, wurde das Standardverfahren der Hygienischen Händedesinfektion von 6 auf 3 Schritte, von 60 sec auf 15 sec Einreibzeit und von 2 mal 3 ml auf 1 mal 3 ml Desinfektionsmittel modifiziert.

In einem weiteren Versuchsansatz sollten zwei verschiedene Möglichkeiten der Desinfektionsmittelapplikation auf ihre Wirksamkeit überprüft werden: zum einen die Applikation mit einer Multipipette, die eine Desinfektionsmittelgabe über her-

kömmliche Spender simulieren sollte, zum anderen die Applikation mit dem so genannten Steripower-Gerät, einem berührungslosen Händedesinfektionsgerät.

Material und Methoden

UV-Koffer und Steripower-Gerät

UV-Koffer

Der UV-Koffer besitzt Ausmaße von 35 cm (Höhe) × 46 cm (Breite) × 20,5 cm (Tiefe) und eine integrierte Schwarzlichtröhre (TLUV 6W). Im vorderen Bereich befinden sich zwei Öffnungen zum Einführen der Hände und im oberen Bereich Sichtöffnungen. Hersteller ist das Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (Abbildung 1).

Steripower-Gerät

Das Steripower-Gerät ist ein berührungsloses Händedesinfektionsgerät der Firma Steripower GmbH & Co. KG, Starnberg (Abbildung 2). Beim Einführen der Hände löst ein Sensor einen Sprühstoß aus, der bei den durchgeführten Versuchen ein Volumen von 1,5 ml umfasst. Überschüssige Flüssigkeit wird aufgefangen. Technische Daten: 50,5 cm (Höhe) × 29,0 cm (Breite) × 20,0 cm (Tiefe), Gewicht 5 kg, Betriebsspannung 12 V, Motor-Sprühpumpe 12 V, max. Leistung 12 Watt, Sprühleistung 0,5–5,0 ml, Flüssigkeitsbehältnisse bis 1000 ml.



Abbildung 1: UV-Koffer.



Abbildung 2: „Steripower“-Gerät.

Applikation des Händedesinfektionsmittels

Multipette

Um eine mengengenaue und kontaminationsfreie Anwendung zu gewährleisten, wurden 3 ml Desinfektionsmittel mit Hilfe der Multipette auf die hohle, trockene, linke Hand pipettiert und anschließend das Standardverfahren bzw. das modifizierte Verfahren der Händedesinfektion durchgeführt.

Steripower-Gerät

Mittels des Steripower-Gerätes, einem berührungslosen Händedesinfektionsgerät, das in Kinderkliniken große Beliebtheit unter den kleinen Patienten findet, wurden erst 1,5 ml Desinfektionsmittel auf die eingeführten Handrücken und dann 1,5 ml Desinfektionsmittel auf die eingeführten Handinnenflächen gesprüht. Anschließend wurde das Standard- bzw. das modifizierte Verfahren der Händedesinfektion durchgeführt.

Verfahren der Hygienischen Händedesinfektion

Standard-Händedesinfektion (S)

Nach Applikation von 3 ml Desinfektionsmittel mit Hilfe der Multipette auf die linke Hand bzw. 2 mal 1,5 ml Desinfektionsmittel auf beide Hände mittels Steripower-Gerät wurde das Standardverfahren wie folgt durchgeführt (Abbildung 3):

Je 5 mal Handfläche auf Handfläche hin und her mit und ohne gespreizte Finger, rechte Handfläche über linken Handrücken und umgekehrt, mit verschränkten Fingern in der gegenüberliegenden Handfläche die Außenseite der Finger einreiben und umgekehrt, mit dem rechten Daumen kreisende Bewegungen in der linken geschlossenen Handfläche und umgekehrt, kreisende Bewegungen der geschlossenen Fingerkuppen in der gegenüberliegenden Handfläche und umgekehrt.

Um eine Gesamt-Einreibzeit von 60 sec ohne eine Austrocknung der Hände zu erlangen, wurde dieser Vorgang nach 30 sec mit weiteren 3 ml bzw. 2 mal 1,5 ml Desinfektionsmittel wiederholt.

Die 60 sec Einreibzeit sind angelehnt an das Standardverfahren der Hygienischen Händedesinfektion. Für handelsübliche Desinfektionsmittel gelten meist andere Empfehlungen hinsichtlich der Einwirkzeit.

Händedesinfektion nach dem modifizierten Verfahren (M)

Nach Applikation von 3 ml Desinfektionsmittel mit Hilfe der Multipette auf die linke Hand bzw. 2 mal 1,5 ml Desinfektionsmittel auf beide Hände mittels Steripower-Gerät wurde das modifizierte Händedesinfektionsverfahren wie folgt durchgeführt (Abbildung 4):

Je 4 mal abwechselnd (beginnend mit linker Handinnenfläche) Fingerkuppen auf Handinnenfläche setzen und durch die gespreizten Finger fahren (Schritt 1), rechte Handinnenfläche senkrecht auf linken Handrücken hin und her und umgekehrt (Schritt 2), 1 mal kreisende Bewegungen der geschlossenen rechten Hand um den linken Daumen und umgekehrt (Schritt 3). Die Einreibzeit beim modifizierten Verfahren betrug 15 sec.

Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens durch die Bestimmung von Benetzungslücken mit Hilfe des UV-Koffers

Dieser praxisnahe Versuch mit Probanden diente der vergleichenden Beurteilung von Benetzungslücken, die bei der Händedesinfektion nach der Standardmethode der Hygienischen Händedesinfektion bzw. dem modifizierten Verfahren aufgetreten sind.

Prinzip

Die Händedesinfektion nach dem Standardverfahren der Hygienischen Händedesinfektion bzw. dem modifizierten Verfahren erfolgt mit einem fluoreszierenden Desinfektionsmittel. Zur Bestimmung der Benetzungslücken auf den Händen wird ein UV-Koffer verwendet, in welchen die Hände nach der Händedesinfektion durch zwei Öffnungen gestreckt werden. Durch eine im Inneren des Koffers integrierte UV-Lampe wird das fluoreszierende Desinfektionsmittel sichtbar gemacht und evtl. Benetzungslücken können bestimmt werden.

Probanden

Um eine repräsentative Größe zu erreichen, wurde eine Stichprobengröße von 15 adulten Probanden ermittelt, die im Vorfeld einer freiwilligen Teilnahme an der Versuchsreihe schriftlich zugestimmt hatten. Das Alter und Geschlecht der Probanden spielte hierbei keine Rolle, sie sollten jedoch mindestens 18 Jahre alt sein.

Vor jeder Anwendung erfolgte eine Schulung des Probanden. Hierbei wurden

ihnen die einzelnen Schritte des anzuwendenden Händedesinfektionsverfahrens gezeigt. Um Restfluoreszenzen auszuschließen, wurden die Hände vor der Applikation des fluoreszierenden Desinfektionsmittels mittels des UV-Koffers begutachtet.

Um das kindliche Verhalten bezüglich beider Verfahren zu untersuchen, wurde der Versuch auch in der 3. Klasse einer Grundschule durchgeführt. Es nahmen 23 Kinder zwischen 8 und 10 Jahren teil.

Bestimmung der Benetzungslücken

Nach Zuteilung durch Zufallskriterien in zwei etwa gleich große Gruppen führte jeder Proband das Standardverfahren sowie das modifizierte Verfahren der Händedesinfektion (bzw. in umgekehrter Reihenfolge) an zwei aufeinander folgenden Tagen durch.

Zur Händedesinfektion wurde das fluoreszierende Desinfektionsmittel „Fluorub, Hygienic Training EN 1500“ (B. Braun Medical AG, CH-Sempach) eingesetzt. Bei den adulten Probanden wurde das Desinfektionsmittel mittels der Multipette appliziert, bei den Kindern wurde

das Desinfektionsmittel mit Hilfe des Steripower-Gerätes aufgesprüht. Nach Durchführung der jeweiligen Händedesinfektion wurden die Hände der Probanden in den UV-Koffer unter das UV-Licht gehalten, um die Lokalisation möglicher Benetzungslücken zu bestimmen. Flächen, die mit dem Desinfektionsmittel in Kontakt gekommen waren, leuchteten auf, Benetzungslücken blieben dunkel.

Auswertung

Die Hand wurde in 39 Flächen mit einer Nummerierung von 1 bis 39 aufgeteilt. Es folgte eine Zuordnung der zuvor ermittelten Benetzungslücken auf der Hand des Probanden zu den einzelnen Flächen. Daraus resultierte eine Basis zum Vergleich der Benetzungslücken bei den unterschiedlichen Probanden und hinsichtlich der beiden Verfahren zur Händedesinfektion.

Bei der Testreihe unter den Kindern schloss sich eine Umfrage an, die die individuelle Einschätzung des motorischen und kognitiven Schweregrades sowie den Spaßfaktor beider Verfahren umfasste.

Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethoden 2001

Die Durchführung dieser Versuchsreihe orientierte sich an den DGHM-Standardmethoden 2001 – Hygienische Händedesinfektion, praxisnaher Versuch mit Probanden (Methode 11) [11].

Daher wurden alle verwendeten Nährmedien und Verdünnungsflüssigkeiten den Standardmethoden der DGHM 2001 entsprechend ausgewählt [11]: Kaliseife, Neutralisationsmittel Tween-Saponin-Histidin-Natrium-Thiosulfat, Casein-Sojabohnenmehl-Pepton-Agar (CASO-Agar Fa. Merck), CASO-Bouillon (Fa. Merck), Endo-Agar (Fa. Oxoid), NaCl Lösung 0,9%ig mit Trypton, WSH (Wasser standardisierter Härte).

Durch diese Versuchsreihe sollte die Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens – Standard oder modifiziert – sowie die jeweilige Applikationsform – Multipette oder Steripower-Gerät – überprüft werden.

Prinzip

Zur Beurteilung der Wirksamkeit eines Produktes – in diesem Fall des Verfahrens – für die hygienische Händedesinfektion im praxisnahen Versuch werden die Hände zunächst mit einem Testorganismus kontaminiert und anschließend eine Händedesinfektion nach der Standardmethode bzw. dem modifizierten Verfahren durchgeführt. Die Wirksamkeit des jeweiligen Verfahrens wird durch das Verhältnis zweier Werte herangezogen. Der erste Wert, der „Vorwert“ [pro Milliliter in Nährbouillon], beinhaltet die Anzahl der Testorganismen von künstlich kontaminierten Fingerkuppen. Der zweite Wert, der „Nachwert“, wird durch die Ermittlung der Anzahl von Testorganismen erhalten, die nach der hygienischen Händedesinfektion verblieben sind.

Probanden

Um die erforderliche Präzision zu erreichen, betrug die Stichprobengröße 15 adulte Probanden. Es handelte sich um dieselben Probanden, die auch an der Versuchsreihe mit dem UV-Koffer teilgenommen hatten. Alle Probanden versicherten, gesund zu sein, an den Fingern keine Verletzungen zu haben und über saubere, kurze Fingernägel zu verfügen.

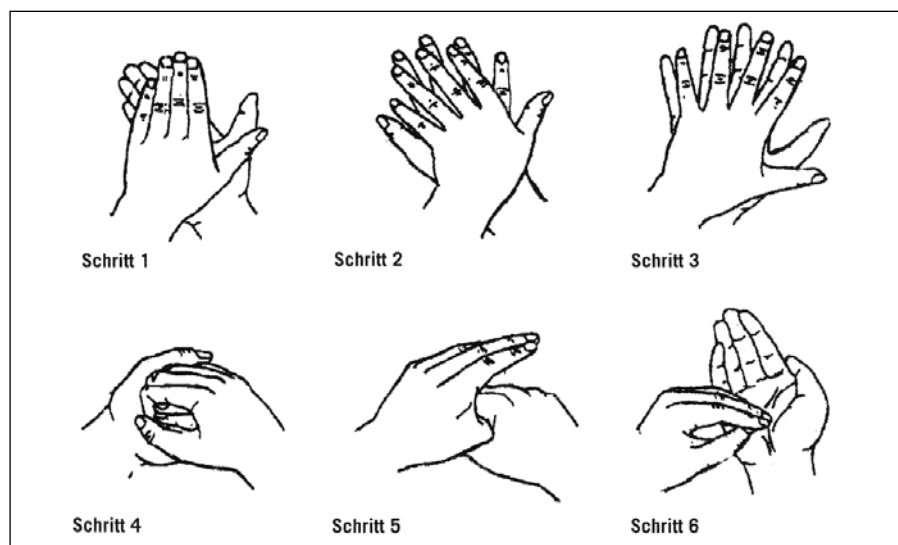


Abbildung 3: Schrittabfolge des Standardverfahrens der Hygienischen Händedesinfektion [11].

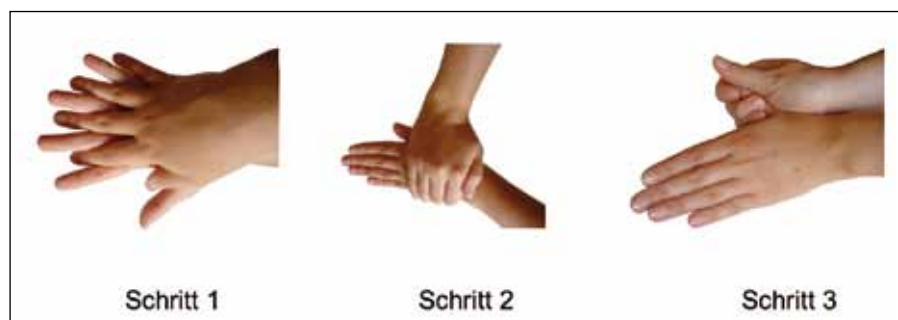


Abbildung 4: Schrittabfolge des modifizierten Händedesinfektionsverfahrens.

Kontaminationsflüssigkeit

Es wurden zwei je 5 ml CSL enthaltende Röhrcchen mit dem Testorganismus *Escherichia coli* K12, NCTC 10538 (Bezugsquelle: Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Braunschweig) beimpft und bei $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ für 18 h bis 24 h inkubiert. Mit je einer dieser Kulturen wurde eine 1000 ml CSL enthaltende Flasche beimpft, die wiederum bei $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ für 18 h bis 24 h inkubiert wurde. Die danach vereinigten Prüfsuspensionen enthielten zwischen 4×10^8 und 4×10^9 KBE pro ml.

Kontamination der Hände und Bestimmung der Vorwerte (VW)

Die Probanden mussten ihre Hände 1 min lang mit 5 ml Kaliseife waschen und dann gründlich mit Papierhandtüchern abtrocknen, um eine Reduzierung der normalen transienten Flora zu bewirken. Danach wurden die Hände bis zur Mitte der Mittelhand 5 sec in den Behälter mit der Kontaminationsflüssigkeit getaucht.

Mit gespreizten Fingern und langsamem Drehen wurden die Hände in waagerechter Haltung 3 min an der Luft getrocknet, wodurch auch eine Tropfenbildung verhindert werden sollte.

Alle Probanden wurden innerhalb von 3 h mit derselben Charge Kontaminationsflüssigkeit behandelt.

Um den Vorwert zu ermitteln, wurden die Kuppen der Finger und des Daumens beider Hände in je eine Schale mit 10 ml CSL (ohne Neutralisationsmittel) getaucht und 1 min lang ausgeknetet. Aus diesen Sammelflüssigkeiten wurden innerhalb von $30\text{ min} \pm 3$ Verdünnungen (10^{-4} und 10^{-5}) in CSL hergestellt und daraus je 0,1 ml auf CSA ausgespatelt. Die Inkubation erfolgte für 48 h bei $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

Händedesinfektion und Bestimmung der Nachwerte (NW)

Die Probanden wurden nach Zufallskriterien in zwei etwa gleich große Gruppen aufgeteilt. Eine dieser Gruppen führte die Standard-Händedesinfektion durch, während die andere Gruppe das zu prüfende modifizierte Verfahren benutzte. Danach wurden in einem zweiten Durchlauf die Standard-Händedesinfektion und das modifizierte Verfahren in umgekehrter Zuordnung durchgeführt. Die Versuche erfolgten an denselben Probanden, am gleichen Tag und unter gleichen Bedin-

gungen, um die Verfahren vergleichbar machen zu können und äußere Einflüsse zu kompensieren. Bei der Testung wurden die genaue Durchführung der künstlichen Kontamination und die Ermittlung des Vorwertes beachtet. Insgesamt nahmen die Probanden an zwei Versuchsreihen teil, um die Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens – Standard oder modifiziert – und um die Wirksamkeit der Desinfektionsmittelapplikation – Multipette oder Steripower-Gerät – zu testen.

Je nach zugeteilter Gruppe mussten sich die Probanden direkt nach der Ermittlung der Vorwerte ohne weitere Kontamination der Hände der Standard-Händedesinfektion oder der zu prüfenden modifizierten Händedesinfektion unterziehen, wobei die Applikation des Desinfektionsmittels entweder mit der Multipette oder dem Steripower-Gerät erfolgte. Als Desinfektionsmittel wurde 60 Vol.-%iges Propan-2-ol eingesetzt.

Sofort nach dem Trocknen der Handgelenke durch einen Helfer zur Verhinderung einer Kontamination durch Wassertropfen, wurden die Fingerkuppen (einschließlich Daumenkuppe) jeder Hand 1 min lang in eine Petrischale mit 10 ml CSL + Neutralisationsmittel getaucht und ausgeknetet (für jede Hand gesondert). Aus der unverdünnten Sammelflüssigkeit wurden innerhalb von 30 min 1 ml und 0,1 ml sowie je 0,1 ml aus deren Verdünnungen (10-1 und 10-2) in CSL + Neutralisationsmittel auf CSA ausgespatelt. Die Inkubation erfolgte für 48 h bei $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

Im Vorfeld erfolgten Neutralisations- und Toxizitätskontrollen entsprechend den Vorgaben der DGHM-Standardmethoden [11].

Auswertung

Es wurden vorrangig Nährböden gezählt, bei denen die Anzahl der KBE (Koloniebildende Einheiten) zwischen 14 und 330 lag. Nachwerte mit weniger als 14 Kolonien oder gar keinem Wachstum – auch wenn 1 ml unverdünnter Sammelflüssigkeit ausgespatelt worden waren – konnten berücksichtigt werden, da dies ein Hinweis auf ein sehr wirksames Verfahren sein kann. Lagen die Koloniezahlen aus aufeinanderfolgenden Verdünnungen im o. a. Zählbereich, wurde hieraus das gewichtete Mittel nach folgender Formel berechnet:

Die Keimzahlen pro ml Sammelflüssigkeit wurden dekadisch logarithmiert,

wobei aus rechnerischen Gründen die „0“-Werte ($\log_{10} 0 = \infty$) gleich „1“ ($\log_{10} 1 = 0$) gesetzt wurden.

Die logarithmierten Werte (Vor- und Nachwerte) der linken und der rechten Hand jedes Probanden wurden gemittelt, wodurch sich durch diese doppelte Gewichtung die Präzision erhöhte. Pro Proband wurde dann aus der Differenz zwischen dem kombinierten Vorwert (VW) und dem Nachwert (NW) der individuelle Reduktionsfaktor (RF) ermittelt ($\log_{10} \text{RF} = \log_{10} \text{VW} - \log_{10} \text{NW}$). Aus den arithmetischen Mittelwerten aller individuellen Reduktionsfaktoren ergaben sich die mittleren Keimreduktionen für das Standard- und das Prüfverfahren.

Ergebnisse

Um die Compliance bei Kindern und die Effektivität der Händedesinfektion zu erhöhen, wurde das Standardverfahren der Hygienischen Händedesinfektion von 6 auf 3 Schritte, von 60 sec auf 15 sec Einreibzeit und von 2 mal 3 ml auf 1 mal 3 ml Desinfektionsmittel modifiziert. Die Wirksamkeit des Verfahrens sowie der Applikationsform des Händedesinfektionsmittels – Multipette bzw. Steripower-Gerät – wurde zum einen durch die Bestimmung der Benetzungslücken mit Hilfe des UV-Koffers überprüft und zum anderen mit einem Versuchsansatz, der an die DGHM-Standardmethode 2001 der Hygienischen Händedesinfektion [11] – praxisnaher Versuch – anlehnte.

Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens durch die Bestimmung von Benetzungslücken mit Hilfe des UV-Koffers

Zu Beginn wurde eine Versuchsreihe mit dem UV-Koffer durchgeführt, um die Benetzungslücken des modifizierten Verfahrens verglichen mit denen des Standardverfahrens zu lokalisieren.

15 adulte Probanden nahmen teil, deren Hände in 39 vergleichbare Flächen eingeteilt wurden. Sowohl das Standardverfahren als auch das modifizierte Verfahren zeigten ausnahmslos bei allen Probanden keine Benetzungslücken auf der Handinnenfläche und den Finger- und Daumenkuppen, welche im Alltag die Flächen mit dem größten Kontakt zu Keimen darstellen.

Dennoch präsentierte kein einziger Proband weder beim Standardverfahren

noch beim modifizierten Verfahren vollständig benetzte Hände. Bezogen auf die Anzahl der Benetzungslücken waren beide Verfahren beinahe gleichwertig, Unterschiede existierten nur in der Lokalisation der Benetzungslücken. Das Standardverfahren wies im Mittel mehr Benetzungslücken an der rechten Hand (57,14 %), die bei der Mehrheit der Bevölkerung als dominante Hand gilt, als an der linken Hand (42,86 %) auf. Im Gegensatz dazu zeigte das modifizierte Verfahren im Mittel eine höhere Anzahl von Benetzungslücken an der linken Hand (53,1 % zu 46,9 % an der rechten Hand). Das Standardverfahren erzielte gehäuft Benetzungslücken sowohl an der plantaren Seite (Handrücken) des Mittelhandknochens des Daumens als auch an der proximalen Hälfte der plantaren Handfläche. Eine überwiegend erfolgreiche Desinfektion erfolgte an den plantaren Fingerseiten (Abbildung 5). Das modifizierte Verfahren zeigte Schwachstellen an der plantaren Seite des distalen Fingergliedes des Daumens und des Zeigefingers. Geeigneter erschien die Desinfektion des Handrückens (Abbildung 5).

Die anschließende Testreihe mit dem UV-Koffer in einer Grundschule bestätigte die einwandfreie Benetzung der Handin-

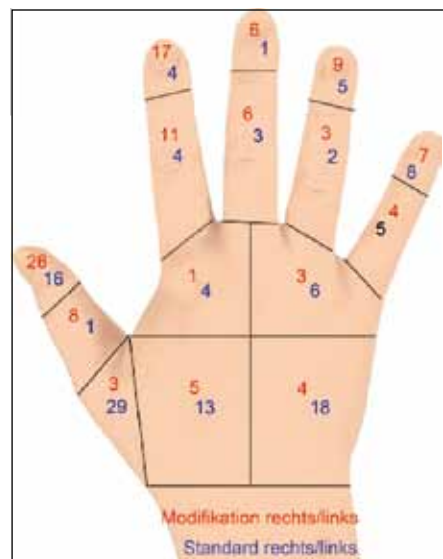


Abbildung 5: Benetzungslücken aller 15 adulten Probanden an der plantaren Handfläche (Handrücken). In Blau ist die Anzahl der Benetzungslücken dargestellt, die beim Standardverfahren der Händedesinfektion aufgetreten sind. In Rot ist die Anzahl der Benetzungslücken dargestellt, die beim modifizierten Verfahren aufgetreten sind. Die Zahlen präsentieren jeweils die Summe der Benetzungslücken von rechter und linker Hand. Die rechte Hand ist beispielhaft gewählt, um die Einteilung der Flächen auf der plantaren Handfläche zu verdeutlichen.

nenfläche an beiden Händen, bei beiden Verfahren und bei allen 23 Kindern. Bei 19 Kindern zeigte das Standardverfahren Benetzungslücken an der plantaren Seite des Mittelhandknochens des Daumens. Im Gegensatz dazu präsentierte das modifizierte Verfahren nur bei 7 von 23 Kindern Benetzungslücken in diesem Bereich. Rechte und linke Hand aller Teilnehmer zusammengefasst, wies das Standardverfahren 88 Benetzungslücken an der gesamten Hand, das modifizierte Verfahren 52 Benetzungslücken auf. 2 Kinder hatten durch das modifizierte Verfahren vollständig benetzte Hände, kein Kind konnte dies durch das Standardverfahren erreichen.

Bei einer Umfrage bewerteten das Standardverfahren 8 Kinder, das modifizierte Verfahren 14 Kinder bezüglich der Merkfähigkeit der einzelnen Schritte mit „sehr gut“. 8 Kinder entschieden sich bezüglich des Standardverfahrens für ein „gut“, 5 Kinder für ein „befriedigend“ und 2 Kinder für ein „ausreichend“. Das modifizierte Verfahren bezeichneten 8 Kinder hinsichtlich der Merkfähigkeit als „gut“, 1 Kind als „befriedigend“. Die Umsetzungsfähigkeit der einzelnen Schritte beschrieben hinsichtlich des Standardverfahrens 11 Kinder als „sehr gut“, 10 Kinder als „gut“ und 2 Kinder als „befriedigend“, bezogen auf das modifizierte Verfahren vergaben 18 Kinder ein „sehr gut“ und 5 Kinder ein „gut“.

Am folgenden Tag nach Erlernen der Verfahren erfolgte eine erneute Überprüfung, in wie weit sich die Kinder die einzelnen Schritte der Verfahren merken konnten. Beim Standardverfahren zeigte kein Kind sowohl die richtige Schrittzahl als auch die korrekte Reihenfolge. 2 Kinder präsentierten die 6 Schritte, jedoch in einer falschen Abfolge. 8 Kinder konnten sich noch an 5 Schritte, 9 Kinder an 4 Schritte, 2 Kinder an 3 Schritte, 1 Kind an 2 Schritte und 1 Kind an keinen Schritt erinnern. Das modifizierte Verfahren stellten 13 Kinder in korrekter Schrittzahl und Abfolge dar. 4 Kinder zeigten die 3 Schritte in falscher Reihenfolge, 3 Kinder erinnerten sich noch an 2 Schritte und 3 Kinder an 1 Schritt. 12 Kinder gaben an, dass das modifizierte Verfahren ihnen mehr Spaß bereiten würde, 11 Kinder entschieden sich für das Standardverfahren (weil sie so länger aus dem Unterricht fern bleiben konnten). 19 Kinder konnten sich das modifizierte Verfahren besser merken, 4 Kinder das Standardverfahren. Das Standardverfahren erhielt 7 Stimmen, das

modifizierte Verfahren erhielt 16 Stimmen bei der Bewertung der leichteren motorischen Durchführbarkeit.

Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethode

Um die Wirksamkeit beider Verfahren der Händedesinfektion hinsichtlich der Keimreduktion beurteilen zu können, folgte mit denselben 15 adulten Probanden eine Versuchsreihe, die an die DGHM-Standardmethode 2001 der Hygienischen Händedesinfektion [11] – praxisnaher Versuch anlehnte. Als Testorganismus wurde *Escherichia coli* K12, NCTC 10538 eingesetzt.

Als Applikationsform wurde im ersten Schritt die Multipette gewählt, die die Desinfektionsmittelgabe über herkömmliche Spender simulieren sollte. Die Auszählung der Nährböden ergab beim Standardverfahren zusammenfassend für die linke und rechte Hand aller Probanden einen Mittelwert der Vorwerte von 7,48 \log_{10} -Stufen, der Nachwerte von 3,57 \log_{10} -Stufen und der Reduktionsfaktoren von 3,92 \log_{10} -Stufen. Beim modifizierten Verfahren betrug der Mittelwert der Vorwerte 7,53 \log_{10} -Stufen, der Nachwerte 4,41 \log_{10} -Stufen und der Reduktionsfaktoren 3,12 \log_{10} -Stufen (Tabelle 1). Die Berechnung der Rangsummen ergab bei Auswertung von 14 Probanden eine Rangsumme des modifizierten Verfahrens von 0. Damit liegt der ermittelte Wert unter dem von Wilcoxon's bei einem Signifikanzniveau für $P = 0,1$ vorgebener Rangsumme von 31 und belegt damit ein statistisch signifikant schlechteren Wert als das Standardverfahren.

Bei der Standardmethode variierte die Reduktion der *E. coli*-Kontamination von 2,19 bis 5,35 \log_{10} -Stufen (Abbildung 6), beim modifizierten Verfahren von 1,87 bis 4,79 \log_{10} -Stufen (Abbildung 7).

Beim direkten Vergleich der Ergebnisse des Standardverfahrens und des modifizierten Verfahrens wird deutlich, dass das Standardverfahren eine größere Variationsbreite in der Keimreduktion aufweist (Abbildung 8). Durch die höhere Schrittzahl dieser Methode resultiert ein höherer Schweregrad, so dass das Ergebnis abhängiger von der individuellen Umsetzungsfähigkeit des Probanden ist.

In einer weiteren Testreihe wurde das Steripower-Gerät als alternative Applikationsform gewählt. Man findet es auf ei-

Tabelle 1: Auswertung der Testreihe mit den Applikationsformen Multipette und Steripower-Gerät. VW= Vorwert (\log_{10}), NW=Nachwert (\log_{10}), RF=Reduktionsfaktor (\log_{10}), X=Arithmetischer Mittelwert, S=Standardabweichung.

| | X von VW | S von VW | X von NW | S von NW | X von RF | S von RF |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Standardverfahren (Multipette) | 7,48 | 0,28 | 3,57 | 0,86 | 3,92 | 0,77 |
| Modifiziertes Verfahren (Multipette) | 7,53 | 0,29 | 4,41 | 0,83 | 3,12 | 0,84 |
| Standardverfahren (Steripower) | 7,48 | 0,31 | 3,40 | 0,77 | 4,08 | 0,67 |
| Modifiziertes Verfahren (Steripower) | 7,56 | 0,30 | 3,94 | 0,77 | 3,62 | 0,63 |

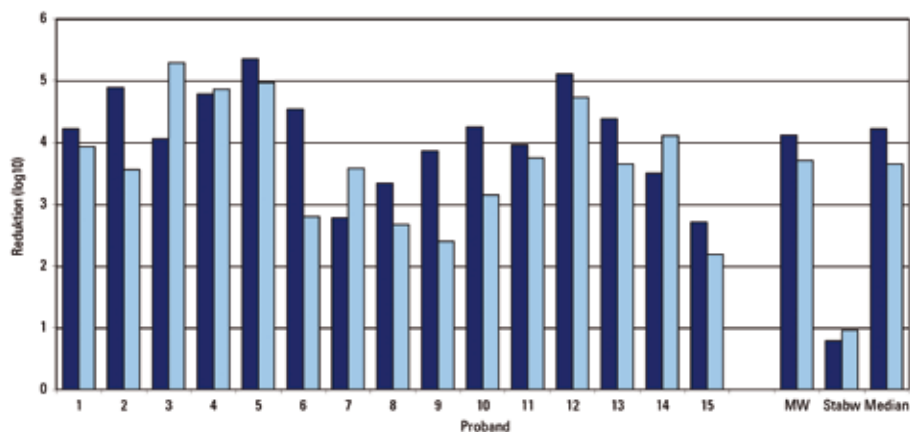


Abbildung 6: Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethoden 2001 – Reduktion der *E. coli*-Kontamination durch die Hygienische Händedesinfektion nach dem Standardverfahren und der Multipette als Applikationsform. Dunkelblau=linke Hand; hellblau=rechte Hand.

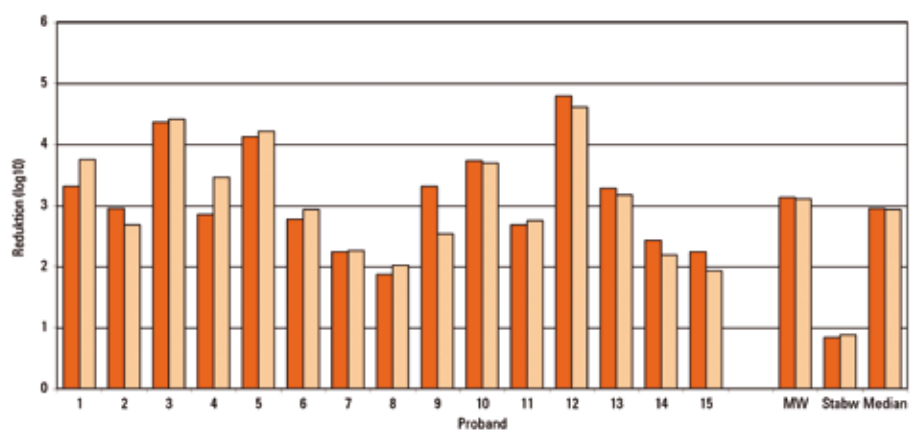


Abbildung 7: Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethoden 2001 – Reduktion der *E. coli*-Kontamination durch die Hygienische Händedesinfektion nach dem modifizierten Verfahren und der Multipette als Applikationsform. Dunkelorange=linke Hand; hellorange=rechte Hand.

nigen Kinderstationen in Krankenhäusern, da der Spaßfaktor, der mit dem integrierten Sprühstoß einhergeht, vor allem bei Kindern einen zusätzlichen Reiz zur Anwendung der Händedesinfektion ausübt. Auch in dieser Testreihe wurde in Anlehnung an die DGHM-Standardmethode 2001 der Hygienischen Händedesinfektion [11] – praxisnaher Versuch – mit adulten Probanden gearbeitet und als Testorganismus *Escherichia coli* K12, NCTC 10538 verwendet.

Die Auswertung zeigte beim Standardverfahren einen Mittelwert der Vorwerte von 7,48 \log_{10} -Stufen, der Nachwerte von 3,40 \log_{10} -Stufen und der Reduktionsfaktoren von 4,08 \log_{10} -Stufen. Das modifizierte Verfahren lieferte einen Mittelwert der Vorwerte von 7,56 \log_{10} -Stufen, der Nachwerte von 3,94 \log_{10} -Stufen und der Reduktionsfaktoren von 3,62 \log_{10} -Stufen (Tabelle 1). Dies ergibt höhere Reduktionsfaktoren bei beiden Verfahren verglichen mit der Multipette als Applikations-

form. Die Berechnung der Rangsummen ergab bei Auswertung von 15 Probanden eine Rangsumme des modifizierten Verfahrens von -2. Damit liegt der ermittelte Wert unter dem von Wilcoxon's bei einem Signifikanzniveau für $P = 0,1$ vorgebener Rangsumme von 36 und belegt damit ein statistisch signifikant schlechteren Wert als das Standardverfahren.

Bezüglich dieses Ergebnisses ist zu betonen, dass bei beiden Applikationsformen (Multipette und Steripower) die gleiche Menge an Desinfektionsmittel eingesetzt wurde.

Das Standardverfahren erzielte eine Variationsbreite der Keimreduktion von 2,31 bis 5,24 \log_{10} -Stufen, das modifizierte Verfahren von 2,66 bis 5,00 \log_{10} -Stufen (Abbildung 9). Auch bei dieser Applikationsart zeigt sich, dass beim Standardverfahren durch den höheren Schweregrad das Ergebnis stärker mit der individuellen Umsetzungsfähigkeit des Probanden korreliert.

Diskussion

Bis zum heutigen Zeitpunkt existieren noch keine Leitlinien zur Händedesinfektion, die sich den kognitiven und motorischen Fähigkeiten sowie den verhaltenspsychologischen Besonderheiten von Kindern anpassen und zusätzlich höchste Effektivität garantieren. Der Einsatz der Händedesinfektion besonders im stationären Bereich, in dem sich chronisch kranke, immunsupprimierte Kinder befinden, ist ein wichtiger Bestandteil des modernen Konzepts, Patienten und ihre Angehörigen als Partner in die Infektionsprävention einzubinden wie es auch im Bonner Projekt „Hygiene-Tipps für Kids im Krankenhaus“ vorgestellt wird. Die Akzeptanz gegenüber der Händedesinfektion stellt einen bedeutsamen Faktor hinsichtlich des Erfolges der Infektionsprophylaxe dar [4].

In der Versuchsreihe mit dem UV-Koffer stellten sich das Standardverfahren und das modifizierte Verfahren als nahezu

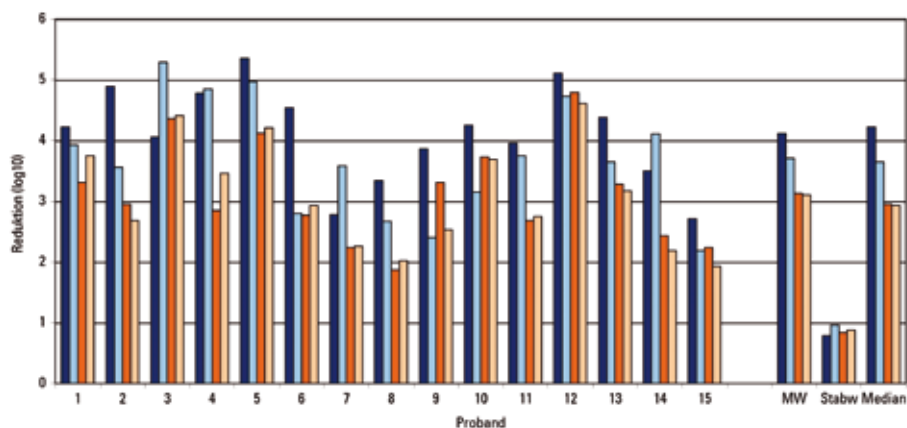


Abbildung 8: Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethoden 2001 – Reduktion der *E. coli*-Kontamination durch die Hygienische Händedesinfektion nach dem Standardverfahren (Dunkelblau=linke Hand; hellblau=rechte Hand) und dem modifizierten Verfahren (Dunkelorange=linke Hand; hellorange=rechte Hand) sowie der Multipette als Applikationsform.

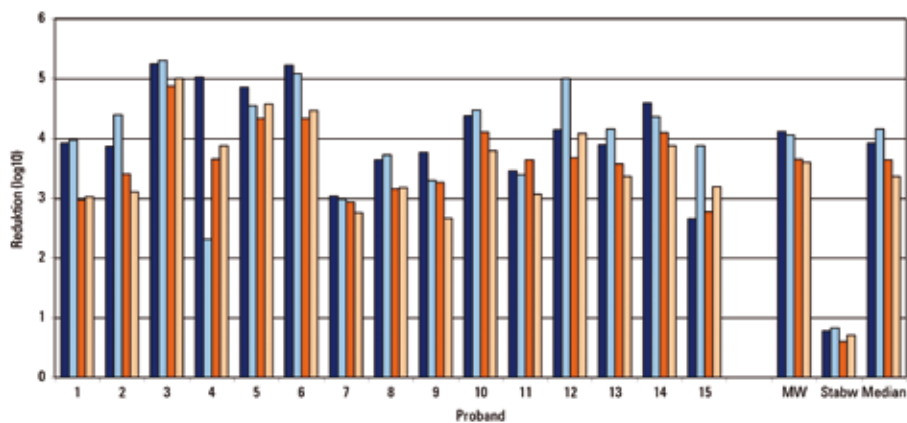


Abbildung 9: Überprüfung der Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens in Anlehnung an die DGHM-Standardmethoden 2001 – Reduktion der *E. coli*-Kontamination durch die Hygienische Händedesinfektion nach dem Standardverfahren (Dunkelblau=linke Hand; hellblau=rechte Hand) und dem modifizierten Verfahren (Dunkelorange=linke Hand; hellorange=rechte Hand) sowie dem Steripower-Gerät als Applikationsform.

gleichwertig im Hinblick auf die Anzahl der Benetzungslücken dar. Unterschiede wurden nur in der Lokalisation der Benetzungslücken erkennbar. Keiner der adulten Probanden konnte mittels des Standardverfahrens eine vollständige Benetzung der Hände vorweisen. Aus dieser Perspektive erscheint eine Reduktion des Standardverfahrens auf 3 Schritte möglich. Bekräftigt wird dieses Ergebnis durch die Testreihe mit dem UV-Koffer bei 23 Grundschulkindern, da das Standardverfahren mehr Benetzungslücken an beiden Händen als das modifizierte Verfahren präsentierte. Das modifizierte Verfahren konnte außerdem im Gegensatz zum Standardverfahren bei 2 Kindern vollständig benetzte Hände erzielen. Ebenso zeigte sich eine Überlegenheit des modifizierten Verfahrens hinsichtlich der motorischen und kognitiven Umsetzungsfähigkeit. Auch die

Mehrheit der Kinder selbst schrieb ihm eine bessere Merkfähigkeit und leichtere Ausführbarkeit zu. All diese Faktoren tragen dazu bei, dass die Motivation und so die Compliance hinsichtlich der Händedesinfektion durch das modifizierte Verfahren nur gesteigert werden kann.

Bei der Testreihe, die an die DGHM-Standardmethode 2001 der Hygienischen Händedesinfektion [11] – praxisnaher Versuch – anlehnte, erzielte das Standardverfahren bei beiden Applikationsarten höhere Keimreduktionen als das modifizierte Verfahren. Es scheint, dass das Standardverfahren dem modifizierten Verfahren überlegen ist. Fraglich ist, ob die Erklärung dafür in der Reduktion der Einreibzeit auf 15 sec oder in der Reduktion der Desinfektionsmittelmenge auf 1 mal 3 ml liegt. Kontrovers wird die Bedeutung dieser beiden Faktoren diskutiert. Einige Autoren erklären die

Verkürzung der Einreibzeit auf 15 sec als kritisch, betonen aber die ausreichende Wirkung von 3 ml Desinfektionsmittel [10]. Andere Arbeiten wiederum belegen, dass eine zeitliche Verkürzung gepaart mit einer Halbierung des Desinfektionsmittelvolumens zu einer Verringerung des Desinfektionserfolges führt [12].

Das Standardverfahren wies eine höhere Variationsbreite, also eine größere Streuung der Keimreduktion bei den unterschiedlichen Probanden auf. Das modifizierte Verfahren konnte bessere Ergebnisse mit Hilfe des Steripower-Gerätes als mit der Multipette erreichen. So ist das Steripower-Gerät eine interessante Alternative hinsichtlich der Desinfektionsmittelapplikation vor allem für das modifizierte Verfahren.

In der Mehrzahl aller bis heute verfügbaren Beobachtungsstudien ist die Compliance des ärztlichen und des pflegerischen Behandlungsteams mit der hygienischen Händedesinfektion nicht zufriedenstellend. Dies kann zum Teil durchaus auch an der Komplexität des Standardverfahrens liegen. Eine Studie mit adulten Teilnehmern zeigte, dass eine eigenverantwortliche Anwendung bessere Benetzungsergebnisse erzielte, verglichen mit denen der Standardmethode [10]. Dies ist jedoch vor dem Hintergrund einer möglichst schnellen und effektiven Schulung von kurzfristig stationären pädiatrischen Patienten und wechselnden Besuchergruppen nicht ohne parallele Schulung mittels fluoreszierender Mittel umsetzbar. Nachweislich unumstritten ist die Tatsache, dass eine Aufklärung einhergehend mit einer persönlichen Schulung sich positiv auf die Wirksamkeit des Händedesinfektionsverfahrens auswirkt [13].

Es gibt bisher keine Untersuchung zur Compliance der Händedesinfektion bei stationär behandelten Kindern und Jugendlichen. Diesen jedoch eine vereinfachte aber trotzdem effektive Methode der hygienischen Händedesinfektion anzubieten, kann wahrscheinlich die Compliance fördern. Kinder, die in der Lage sind, die einzelnen Schritte korrekt durchzuführen, und denen dieser Lernerfolg durch Visualisierung mit dem UV-Koffer deutlich gemacht werden kann, gewinnen an Motivation, wovon die Händedesinfektion nur profitieren kann. Die Compliance ist ein Faktor, der nicht durch laborchemische Testreihen greifbar wird, doch sicherlich eine große Rolle besonders beim modifizierten Verfahren spielt.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt allen Labormitarbeitern für die exzellente Unterstützung bei der Versuchsdurchführung, insbesondere Frau Sylvia Koch sowie Frau Stefanie Biebersdorf. Ebenso möchten wir uns bei Herrn Reinhold Henke der Firma Steripower GmbH & Co. KG für die Bereitstellung des „Steripower“-Gerätes bedanken.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Mitteilung des Robert Koch-Institutes. Vorwort und Einleitung der Kommission zur Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2004, 47:409–411.
2. RKI (2009) Bestätigter Fall von Neuer Influenza A/H1N1 bei einem Neugeborenen. Epid Bull 31/2009.
3. Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Wie viele gibt es wirklich? Eine Schätzung für das Jahr 2006. P. Gastmeier, C. Geffers. Dtsch Med Wochenschr 2008; 133:1111–1115.
4. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. Händehygiene. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2000, 43:230–233.
5. Statistisches Bundesamt (2005) Kinder im Krankenhaus: Ursache ist oft Mandelentzündung. Pressemitteilung 387 vom 15.09.2005.
6. RKI (2007) Norovirus-Infektionen: Gegenwärtig starke Ausbreitung in Deutschland. Epid Bull 05/2007.
7. RKI (2007) Zur Situation bei wichtigen Infektionskrankheiten in Deutschland: Rückblick auf die Influenza-Saison 2006/07. Epid Bull 43/2007.
8. RKI (2008) Norovirus Infektionen – Norovirus-Winterepidemie 2007/2008 übertrifft die Infektionszahlen der Vorjahre. Epid Bull 6/2008.
9. Hygiene-Tipps für Kids. Konzept und Umsetzungsbeispiele. J. Gebel, U. Teichert-Barthel, S. Hornbach-Beckers et al. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2008; 51:1304–1313.
10. Kampf G, Reichel M, Feil Y, Eggerstedt S, Kaulfers PM. Influence of the rub-in-technique on required time and hand coverage in hygienic hand disinfection. BMC Infect Dis. 2008; 8: 149.
11. Gebel J., Werner H.-P., Kirsch-Altena A., Bansemir K.: Standardmethoden der DGHM zur Prüfung chemischer Desinfektionsverfahren, Stand 1. September 2001. 2002, mhp-Verlag GmbH, Wiesbaden.
12. Rotter M., Suchomel M., Weinlich M., Kundi M. Auswirkungen einer Verkürzung der Anwendungsdauer und der standardisierten Bewegungsabfolge sowie Verringerung des Desinfektionsmittelvolumens bei der hygienischen Händedesinfektion mit 2-Propanol (60 % V/V). Hyg Med 2009; 34 [1/2]: 19–23.
13. Widmer AF, Conzelmann M, Tomic M, Frei R, Stranden AM. Introducing alcohol-based hand rub for hand hygiene: the critical need for training. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2007;28(1):50–54.