

Händehygiene¹

Mitteilung der Kommission für Krankenhaus- hygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut

1 Zielsetzung

Die Hände des Personals sind das wichtigste Übertragungsvehikel von Krankheitserregern [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Deshalb gehört die Händehygiene zu den wichtigsten Maßnahmen zur Verhütung von Krankenhausinfektionen.

Die Hand kann darüber hinaus als Infektionsquelle fungieren, wenn sich Mikroorganismen in den oberen Schichten der Haut oder in infizierten Läsionen vermehren und von dort freigesetzt werden, was in der Infektionsprophylaxe zu berücksichtigen ist.

Die unterschiedlichen Maßnahmen der Händehygiene dienen dem Schutz vor der Verbreitung von Kontamination der Haut mit obligat oder potenziell pathogenen Erregern, der Entfernung und/oder Abtötung transients Mikroorganismen, der Reduktion der residenten Flora und der Entfernung von Verschmutzungen. Als Voraussetzung für die Händehygiene dürfen in Arbeitsbereichen mit erhöhter Infektionsgefährdung an Händen und Unterarmen keine Schmuckstücke, einschließlich Uhren und Eheringe, getragen werden [7] (Kategorie IV).

2 Schutz vor Kontamination

2.1 Nicht sterilisierte Schutzhandschuhe

Bei vorhersehbarem oder wahrscheinlichem Erregerkontakt sowie bei möglicher massiver Verunreinigung mit Körperausscheidungen, Se- und Exkreten sind Schutzhandschuhe anzulegen (Kategorie I B). Das betrifft z. B. die Pflege inkontinenter Patienten, das Waschen von MRSA-infizierten Patienten, den Umgang mit Beatmungsschläuchen, die Entleerung von Wasserfallen, endotracheales Absaugen, Tracheostomapflege, Entsorgung von Sekreten, Exkreten und Erbrochenem, Blutentnahmen, Entfernen von Drainagen, Verbänden u. a. mit Sekreten, Exkreten oder Fäzes kontaminierten Materialien (z. B. Stoma). Nach Beendigung der Tätigkeit, u. U. auch zwischen der Verrichtung verschiedener Tätigkeiten an einem Patienten, sind die Handschuhe im Allgemeinen abzulegen, und es ist eine hygienische Händedesinfektion durchzuführen, da Handschuhe keinen absolut sicheren Schutz vor einer Händekontamination gewährleisten (Perforation, ggf. auch Kontamination beim Ablegen) [8, 9], (Kategorie I B).

Eine hygienische Händedesinfektion behandschuhter Hände wird nicht allgemein empfohlen (Kategorie III), kann aber im Ausnahmefall erwogen werden, da auf angelegten Schutzhandschuhen eine höhere Keimzahlredukti-

on als auf der Haut der Hand selbst erreichbar ist [10, 11, 12]. Das betrifft vor allem Situationen, die einen sehr häufigen Handschuhwechsel erfordern würden (z. B. i.v.-Blutentnahme), der erfahrungsgemäß häufig nicht durchgeführt wird (bzw. wird in diesen Fällen vielfach kein Handschuh angelegt). Allerdings müssen dabei folgende Voraussetzungen beachtet werden:

- nachgewiesene Desinfizierbarkeit (Häufigkeit, Materialverträglichkeit, Handschuhfabrikat, Desinfektionsmittel),
- kein vorangegangenes Perforationsrisiko und keine bemerkte Perforation, keine Kontamination mit Blut, Se- und Exkreten,
- keine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Kontamination mit Viren oder multiresistenten Erregern [12].

2.2 Verhütung einer Infektionsübertragung von infizierter Haut

Bei Vorliegen infektiöser Krankheitsprozesse der Haut des Personals ist jede mit einem Infektionsrisiko verbundene Tätigkeit, z. B. Operieren, Pflege und Be-

¹Die Empfehlung wurde im Auftrag der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des Robert Koch-Institutes in Berlin wesentlich bearbeitet von: A. Kramer, Leiter der Arbeitsgruppe (Greifswald), B. Christiansen (Kiel), M. Exner (Bonn), M. Rotter (Wien).

handlung protektiv isolierter Patienten, Sterilabfüllung, Speisenzubereitung, bis zur Sanierung zu unterlassen [13], (Kategorie I B).

2.3 Verhinderung einer Kontamination der Umgebung bei Durchführung von Maßnahmen der Händehygiene

Waschplatz

Wasserhähne an Waschbecken mit fließendem warmen und kaltem Wasser, die von Beschäftigten mit direktem Patientenkontakt oder bei direktem Umgang mit Körperflüssigkeiten oder infektiösem Material (z. B. in Laboratorien) benutzt werden, müssen ohne Handkontakt (z. B. Fuß- oder Ellbogenbedienung) zu bedienen sein [7], (Kategorie II). In Arbeitsbereichen mit erhöhter Infektionsgefährdung müssen an Handwaschplätzen für alle Beschäftigten Wasserarmaturen ohne Handkontakt zu betätigen sein [7] (Kategorie IV). Der Wasserstrahl darf nicht direkt in den Siphon gerichtet sein, um ein Verspritzen keimhaltigen Wassers zu vermeiden (Kategorie III).

Spender

Spender sollten bequem per Ellenbogen, auf keinen Fall aber nur durch direktes Anfassen, zu betätigen sein. Ebenso sollte der Auslass am Spender nicht mit den Fingern berührt werden. Für die Benutzung von Desinfektionsmittelspendern ist deren bequeme Erreichbarkeit wesentlich [1, 14] (Kategorie I B).

Waschlotion-, Desinfektionsmittel- und Handtuchspender müssen leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein. Waschlotionenspender müssen vor dem erneuten Füllen gründlich gereinigt und desinfiziert werden. Dabei ist das System mehrfach gründlich mit heißem Wasser durchzuspülen, um Ablagerungen zu entfernen. Nicht vollständig entleerte Behälter dürfen nicht nachgefüllt werden [15]. Falls das Hautpflegemittel aus Spendern entnommen wird, gelten die gleichen Anforderungen.

Waschlotionen

Die Waschlotionen müssen frei von pathogenen Keimen sein. Empfehlenswert ist die Verwendung von Einmalflaschen, weil die Wiederaufbereitung und das

Nachfüllen mit Kontaminationsrisiken verbunden sind (Kategorie III).

Seifenstücke sind nicht zulässig (Kategorie I B).

Desinfektionsmittelflaschen

Entleerte Flaschen von Händedesinfektionsmitteln dürfen aufgrund des Arzneimittelgesetzes nur unter aseptischen Bedingungen in einer Krankenhausapotheke nachgefüllt werden [15], (Kategorie IV). Daher empfiehlt sich auch hier die Verwendung von Einmalflaschen.

3 Maßnahmen der Händehygiene

3.1 Hygienische Händedesinfektion

Bei tatsächlicher wie auch fraglicher mikrobieller Kontamination der Hände muss eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden [13], (Kategorie I A).

Bei mutmaßlicher oder wahrscheinlicher Viruskontamination muss ein gegen die entsprechenden Viren wirksames Präparat, sofern dafür valide Prüfergebnisse vorliegen, verwendet werden. (z. B. Isoliereinheit, Kinderstation, Verdacht oder gesicherte übertragbare Virusinfektion; Kategorie I B).

Die hygienische Händedesinfektion ist so durchzuführen, dass die Kontaminationsflora noch auf den Händen weitgehend abgetötet wird (Kategorie I A).

Zur hygienischen Händedesinfektion sind vorzugsweise Mittel auf Wirkstoffbasis von Alkoholen zu verwenden [13, 16]. Die zu verwendenden Mittel müssen den Standardzulassungen gemäß § 36 des AMG entsprechen [15], vorzugsweise sind DGHM-gelistete Mittel zu verwenden. Auf Mittel aus der Desinfektionsmittelliste des RKI ist bei behördlich angeordneten Entseuchungen zurückzugreifen (Kategorie IV).

Das alkoholische Präparat wird über sämtliche Bereiche der trockenen Hände unter besonderer Berücksichtigung der Innen- und Außenflächen einschließlich Handgelenke, Flächen zwischen den Fingern, Fingerspitzen, Nagelfalze und Daumen eingerieben und für die Dauer der Einwirkungszeit feucht gehalten [13, 17, 18].

Eine hygienische Händedesinfektion ist erforderlich (Kategorie I B):

- vor dem Betreten der reinen Seite der Personalschleuse von Operationsabteilungen, Sterilisationsabteilungen und anderen Reinraumbereichen,
- vor invasiven Maßnahmen, auch wenn dabei Handschuhe (steril oder nicht sterilisiert) getragen werden (z. B. Legen eines Venen- oder Blasenkatheters, vor Angiographie, Bronchoskopie, Endoskopie, Injektionen, Punktionen),
- vor Kontakt mit Patienten, die im besonderen Maße infektionsgefährdet sind (z. B. Leukämiepatienten, polytraumatisierte Patienten, bestrahlte oder sonstige schwer erkrankte Patienten, Verbrennungspatienten),
- vor Tätigkeiten mit Kontaminationsgefahr (z. B. Bereitstellung von Infusionen, Herstellung von Mischinfusionen, Aufziehen von Medikamenten),
- vor und nach jeglichem Kontakt mit Wunden,
- vor und nach Kontakt mit dem Bereich der Einstichstellen von Kathetern, Drainagen u. Ä.,
- nach Kontakt mit potenziell oder definitiv infektiösem Material (Blut, Sekret oder Exkremate) oder infizierten Körperregionen,
- nach Kontakt mit potenziell kontaminierten Gegenständen, Flüssigkeiten oder Flächen (Urinsammelsysteme, Absauggeräte, Beatmungsgeräte, Beatmungsmasken, Trachealtuben, Drainagen, Schmutzwäsche, Abfälle u. Ä.),
- nach Kontakt mit Patienten, von denen Infektionen ausgehen können oder die mit Erregern von besonderer krankenhaushygienischer Bedeutung besiedelt sind (z. B. MRSA),
- nach Ablegen von Schutzhandschuhen bei stattgehabtem oder wahrscheinlichem Erregerkontakt oder massiver Verunreinigung.

Vor aseptischen Maßnahmen (z. B. bei Verbrennungspatienten) kann ggf. vergleichbar einer chirurgischen Händedesinfektion eine Händewaschung vor der Händedesinfektion erforderlich sein.

In folgenden Situationen ist risikoabhängig die Entscheidung hygienische Händedesinfektion oder Händewaschung zu treffen (Kategorie I B):

- vor Essenzubereitung und Essenverteilung,

- vor und nach der Pflege bzw. Versorgung von Patienten, sofern nicht die zuvor genannten Indikationen für die hygienische Händedesinfektion zutreffen,
- nach Toilettenbenutzung (bei Diarrhoe besteht hohe Wahrscheinlichkeit einer massiven Ausscheidung von viralen, bakteriellen oder parasitären Krankheitserregern mit zum Teil extrem niedriger Infektionsdosis; Rotavirus, SRSV, EHEC, Cl. difficile, Cryptosporidien, deshalb zuerst Händedesinfektion),
- nach dem Naseputzen (bei Rhinitis besteht hohe Wahrscheinlichkeit einer viralen Infektion mit konsekutiver erhöhter Ausscheidung von S. aureus, deshalb zuerst Händedesinfektion).

3.2 Händewaschung

Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende genügt eine Händewaschung.

Vor allem wegen der geringeren Wirksamkeit ist die hygienische Händewaschung keine Alternative für die hygienische Händedesinfektion. Wird zusätzlich zur hygienischen Händedesinfektion eine Reinigung gewünscht, soll diese bis auf folgende Ausnahmen erst nach der Desinfektion durchgeführt werden [13] (Kategorie I B). Stark verschmutzte Hände werden zunächst vorsichtig abgespült und dann gewaschen, wobei darauf zu achten ist, dass Umgebung und Kleidung nicht bespritzt werden (z. B. bei Blutverunreinigung). Gegebenenfalls ist der Kontaminationsbereich ist danach zu desinfizieren und der Kittel zu wechseln. Im Anschluss sind die Hände zu desinfizieren. Bei punktueller Verunreinigung kann diese mit einem mit Händedesinfektionsmittel getränktem Papierhandtuch, Zellstoff o. Ä. entfernt und danach die Hand desinfiziert werden.

3.3 Chirurgische Händedesinfektion

Die chirurgische Händedesinfektion ist vor allen operativen Eingriffen durchzuführen (Kategorie I A).

Bedingungen sind (Kategorie I B):

- Fingernägel müssen kurz und rund geschnitten sein.
- Es dürfen keine Nagelbettverletzungen oder entzündliche Prozesse vorliegen sein.

- Ausschließlich Nägel und Nagelfalze sollen bei Bedarf mit weicher (!), (thermisch) desinfizierter Kunststoffbürste und hygienischem Handwaschpräparat gereinigt werden [19, 20].
- Bürsten der Hände und Unterarme ist wegen Hautirritation und höherer Keimabgabe zu unterlassen [13], (Kategorie I A).
- Armaturen und Spender dürfen nicht über Handkontakt bedient werden!

Ausführung (Kategorie I B)

Vor der am Op.-Tag erstmalig durchgeführten chirurgischen Händedesinfektion werden Hände und Unterarme bis zum Ellenbogen mit nach oben gerichteten Fingerspitzen und tief liegendem Ellenbogen während etwa 1 min mit einem Handwaschpräparat gewaschen.

Länger dauernde Händewaschungen sind wegen potenzieller Hautschädigung abzulehnen, zumal dadurch keine weitere Keimzahlverminderung erreicht wird [21, 22, 23]. Nach Abtrocknen mit einem keimarmen Einmalhandtuch [24] wird die Händedesinfektion durchgeführt [13].

Während der vom Hersteller der Präparate angegebenen Einwirkungszeit müssen Hände und Unterarme vollständig mit Desinfektionslösung benetzt sein. Eine Händetrocknung danach ist mit Rekontaminationsrisiko verbunden und nicht erforderlich (falls jedoch gewünscht, nur mit sterilem Tuch zur Einmalbenutzung); allerdings müssen die Hände vor dem Anlegen der Op.-Handschuhe lufttrocken sein, um Hautschäden vorzubeugen [13] und die Integrität des Op.-Handschuhs nicht zu gefährden [25].

Bei Aufeinanderfolge kurzer Eingriffe (Op. + Op.-Pause <60 min) mit geringer Kontaminationswahrscheinlichkeit (intakter Handschuh!) kann vor dem nächsten Eingriff die Händewaschung unterbleiben [26], (Kategorie II).

Ferner sind folgende Aspekte von Bedeutung:

Durch Einbürsten eines alkoholischen Desinfektionsmittels in den Nagelfalz kann eine Wirkungssteigerung erzielt werden [27]; dies empfiehlt sich, wenn eine hohe Keimarmut erforderlich ist, z. B. vor Implantation alloplastischer Materialien (Kategorie II).

Sofern bei der Händewaschung bereits die Op.-Bereichskleidung angelegt ist, sollte eine wasserundurchlässige keimarme Schürze [24] getragen werden, um ein Durchnässen der Op.-Bereichskleidung zu verhindern [28], (Kategorie I B).

Es ist darauf zu achten, dass Bereiche oberhalb des Ellenbogens (Ärmel!) nicht befeuchtet werden (Kategorie III).

3.4 Hautschutz und Hautpflege

Hautpflege an Händen und Unterarmen ist eine berufliche Pflicht, weil bereits kleinste Risse bzw. Mikrotraumen potenzielle Erregerreservoirs sind und sich eine nicht gepflegte Haut nicht sicher desinfizieren lässt [29], (Kategorie I B). Wichtig für die Bereitstellung von Hautpflegemitteln wie auch von Mitteln zur Händedesinfektion und Händewaschung ist neben der nachgewiesenen Wirksamkeit und einem akzeptablen Preis auch die Akzeptanz durch das Personal, was seinen Niederschlag in der Compliance bei allen Maßnahmen der Händehygiene finden wird.

Hautpflegemittel sollten aus Spendern oder Tuben entnommen werden [7] und wegen präparatabhängig nachgewiesener Wirkungsbeeinträchtigung der alkoholischen Händedesinfektion am günstigsten in Arbeitspausen bzw. nach der Arbeit angewendet werden, sofern vom Hersteller keine begründeten Anwendungshinweise gegeben werden [30].

Bei Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu sind feuchtheitsdichte Handschuhe zu tragen, eine gezielte arbeitsmedizinische Vorsorge zu gewährleisten, eine Betriebsanweisung zu erstellen und ein Hautschutzplan zu erarbeiten [31], (Kategorie IV). Dabei gilt als Feuchtarbeit auch das Arbeiten mit flüssigkeitsdichten Handschuhen länger als zwei Stunden.

4 Funktionelle Voraussetzungen und Ausstattung für die Händehygiene

Für jedes Patientenzimmer muss eine für die Beschäftigten leicht erreichbare Waschgelegenheit verfügbar sein. Waschgelegenheiten müssen ebenso in Räumen angebracht werden, in denen diagnostische oder invasive Maßnahmen bzw. Arbeiten durchgeführt werden, die Maßnahmen der Händehygiene erfordern

[14], (Kategorie II). Waschgelegenheiten sollen auch in der Nähe unreiner Arbeitsbereiche vorhanden sein.

Die Waschbecken sind mit fließendem warmen und kalten Wasser und Mischbatterie (vorzugsweise Einhebelmischbatterie) auszustatten. Die vom Personal benutzten Waschbecken sind mit je einem Spender für Händedesinfektionsmittel und Waschlotion sowie mit Hautpflegemittel in Spendern oder Tuben auszustatten [7], (Kategorie IV). Jede Waschgelegenheit, die das Personal benutzt, ist mit einem Handtuchspender auszustatten, da die gründliche Trocknung Hautirritationen vorbeugt und das Übertragungsrisiko für Infektionen vermindert [32], (Kategorie IV). Falls kein Retraktivspender verwendet wird [33], ist für gebrauchte Handtücher ein Sammelbehälter (Papierkorb bzw. Plastiksack) vorzusehen und für dessen regelmäßige Entleerung Sorge zu tragen.

Literatur

- Benzer H, Brühl P, Dietzel W et al. (Europäisches interdisziplinäres Komitee für Infektionsprophylaxe, EURIDIKI) (1996) **Meine Hände sind sauber. Warum soll ich sie desinfizieren? Leitfaden zur hygienischen Händedesinfektion.** mhp, Wiesbaden
- Casewell M, Phillips I (1977) **Hands as route of transmission for Klebsiella species.** Br Med J 2:5–7
- Larson EL (1995) **APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings.** Am J Infect Control, 251–269
- Larson EA (1988) **A causal link between handwashing and risk of infection? Examination of the evidence.** Infect Contr Hosp Epidemiol 9:28–36
- Bauer TM, Ofner E, Just HM, Just H, Daschner F (1990) **An epidemiological study assessing the relative importance of airborne and direct contact transmission of microorganisms in a medical intensive care unit.** J Hosp Infect 15:301–309
- Pittet D, Dharau S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger V (1999) **Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care.** Arch Int Med 159:821–826
- VBG 103 (1994) **Unfallverhütungsvorschrift Gesundheitsdienst v. 1.10.1982 i. d. F. v. 1.1.1997 (1. Nachtrag).** In: RKI-Richtlinie Krankenhaushygiene, Lieferung 15, 1998, Gustav Fischer, Stuttgart
- Doebbeling BN, Pfaller MA, Houston AK, Wenzel RP (1998) **Removal of nosocomial pathogens from the contaminated glove.** Ann Intern Med 109:394–398
- Olsen RJ, Lynch P, Coyle MB, Cummings J, Bokete T, Stamm WE (1993) **Examination gloves as barriers to hand contamination in clinical practice.** J Am Med Ass 270:350–353
- Mitchell R, Cumming CG, Mac Lennan ED, Ross PW, Peutherer JG, Baxter PM (1983) **The use of operating gloves in dental practice.** Br Dent J 154:372–374
- Gobetti JP, Cerminaro M, Shipman CJR (1986) **Hand asepsis. The efficacy of different soaps in the removal of bacteria from sterile, gloved hands.** J Am Dent Assoc 113:291–292
- Pitten FA, Müller P, Heeg P, Kramer A (1999) **Untersuchungen zur wiederholten Desinfizierbarkeit von Einweghandschuhen während des Tragens.** Zbl Hyg Umweltmed 201:555–562
- Rotter M (1999) **Hand washing and hand disinfection.** In: Mayhall CG (ed) Hospital Epidemiology and Infection Control. Williams Wilkins, Baltimore, pp 1339–1355
- Garner JS, Favero MS (1986) **Guideline for handwashing and hospital environmental control.** Centers for Disease Control, Atlanta 1985. Infect Control 7:231–235
- Arzneimittelgesetz, § 2 Abs. 1 und § 4 Abs. 14 (1994). BGBl. I, S 3018
- Eckert DG, Ehrenkranz NJ, Alfonso BC (1989) **Indications for alcohol or bland soap in removal of aerobic gram-negative skin bacteria: assessment by a novel method.** Infect Contr Hosp Epidemiol 10:306–311
- Ayliffe GAJ, Babb JR, Davies JG, Lilly HA (1988) **Hand disinfection: a comparison of various agents in laboratory studies and ward studies.** J Hosp Infect 11:226–243
- Taylor LS (1978) **An evaluation of handwashing techniques.** Nurs Times 74:54–55, 108–111
- McGinley KJ, Larson E, Leyden JJ (1988) **Composition and density of microflora in the subungual space of the hand.** J Clin Microbiol 26:950–953
- Hann JB (1973) **The source of the "resident" flora.** Hand 5:247–252
- Rotter M, Wewalka G, Koller W (1982) **Einfluss einiger Variablen auf die Ergebnisse von Prüfungen hygienischer Händedesinfektionsverfahren.** Hyg Med 7:157–166
- Heeg P, Oswald W, Schwenzer N (1986) **Wirksamkeitsvergleich von Desinfektionsverfahren zur chirurgischen Händedesinfektion unter experimentellen und klinischen Bedingungen.** Hyg Med 11:107–111
- Larson EL, Butz AM, Gullette DL, Laughon BA (1990) **Alcohol for surgical scrubbing.** Infect Control Hosp Epidemiol 11:139–143
- Robert Koch-Institut (1996) **Anforderungen der Hygiene an die Wäsche aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die Wäscherei und den Waschvorgang und Bedingungen für die Vergabe von Wäsche an gewerbliche Wäschereien.** Anlage zu den Ziffern 4.4.3 und 6.4 der Richtlinie Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
- Pitten FA, Herdemann G, Kramer A (2000) **Sicherheit im Umgang mit Latex-Handschuhen: Experimentelle und klinische Beobachtungen.** Stomatol 1/00
- Rehork B, Rüden H (1991) **Investigations into the efficacy of different procedures for surgical hand disinfection between consecutive operations.** J Hosp Infect 19:115–127
- Heeg P, Ulmer R, Schwenzer N (1988) **Verbessern Händewaschen und Verwendung der Handbürste das Ergebnis der chirurgischen Händedesinfektion?** Hyg Med 13:270–272
- Rudolph H, Herberhold H J (1990) **Desinfektion der Haut, hygienische und chirurgische Händedesinfektion.** In: Hierholzer G, Hierholzer S (Hrsg) Hygieneanforderungen an operative Einheiten. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, S 19–41
- Mäkelä P (1993) **Gesunde Haut als Voraussetzung für eine effektive Händedesinfektion.** In: Kramer A, Weuffen W, Gröschel D, Heeg P, Hingst V, Lippert H, Rotter M (Hrsg) Klinische Antiseptik. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, S 97–103
- Schubert R (1982) **Zur Kompatibilität von Hautpflege-Cremes mit Hautdesinfektions-Präparaten.** Umweltmed 3:56–58
- TRGS 531 – **Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu,** September 1996
- Patrick DR, Findon G, Miller TE (1997) **Residual moisture determines the level of touch-contact associated bacterial transfer following hand washing.** Epidemiol Infect 119:319–325
- Schmidt T, Kramer A (1996) **Einfluss von Textil- und Papierhandtuch auf Hautparameter und Beziehungen zur Akzeptanz in einem Modellversuch und in der Praxis.** Hyg Med 21:393–411