

Jak długo patogeny szpitalne mogą przetrwać na powierzchniach nieożywionych? Przegląd systematyczny.

Axel Kramer*(1), Ingeborg Schwebke (2) i Günter Kampf (1,3)

Adresy: (1) Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Ernst-Moritz-Amdt Universität, Greifswald, Niemcy; (2) Robert-Koch Institut, Berlin, Niemcy; (3) Bode Chemie GmbH & Co. KG, Scientific Affairs, Hamburg, Niemcy.
E-mail: Axel Kramer* - Kramer@uni-greifswald.de; Ingeborg Schwebke – schwebke@rki.de; Günter Kampf – guenter.kampf@bode-chemie.de

*Autor korespondujący

Opublikowano 16 sierpnia 2006

Streszczenie

Tło: Powierzchnie nieożywione są często opisywane jako źródło zakażeń szpitalnych. Celem niniejszego przeglądu jest podsumowanie dostępnych danych dotyczących okresu przeżywalności patogenów na powierzchniach nieożywionych.

Metody: Przeglądowi, bez ograniczeń językowych, poddano źródła literaturowe zawarte w bazie MedLine. Dodatkowo analizie poddano artykuły cytowane w badanych raportach oraz standardowe podręczniki dotyczące tematu. Uwzględniono wszystkie raporty zawierające doświadczalne dane dotyczące okresu przeżywania patogenów szpitalnych na wszelkiego rodzaju powierzchniach.

Wyniki: Większość bakterii Gram-dodatnich, takich jak *Enterococcus* sp. (w tym VRE), *Staphylococcus aureus* (w tym MRSA) lub *Streptococcus pyogenes*, ma zdolność przetrwania na powierzchniach suchych przez wiele miesięcy. Wiele bakterii Gram-ujemnych, tj. *Acinetobacter* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* lub *Shigella* spp. także posiada tę zdolność. Niektóre jednakże, np. *Bordetella pertusis*, *Haemophilus influenzae*, *Proteus vulgaris* lub *Vibrio cholerae* pozostają przy życiu przez zaledwie kilka dni. Mykobakterie, w tym *Mycobacterium tuberculosis*, oraz bakterie przetrwalnikowe, w tym *Clostridium difficile*, pozostają na powierzchniach przez wiele miesięcy. *Candida albicans*, najważniejszy szpitalny patogen grzybiczy, ma zdolność przeżywania na powierzchniach nawet do 4 miesięcy. Możliwości przetrwania wykazywane przez inne drożdże, tj. *Toluopsis glabrata*, są podobne (5 miesięcy) lub krótsze (*Candida parapsilosis*, 14 dni). Większość wirusów występujących w drogach oddechowych, np. wirusy z grupy corona, coxsackie, wirusy grypy, SARS lub wirusy *rhino*, pozostają na powierzchniach przez okres do kilku dni. Z kolei wirusy bytujące w przewodzie pokarmowym, jak na przykład astrowirusy, HAV, wirus polio lub rotawirusy, mają zdolność przetrwania przez około 2 miesiące. Wirusy przenoszone przez krew, takie jak HBV lub HIV, mają zdolność przetrwania przez ponad tydzień. Herpeswirusy – CMV lub HSV typu 1 i 2 – pozostają na powierzchniach przez okres od kilku godzin do 7 dni.

Wnioski: Najpowszechniej występujące patogeny szpitalne mogą pozostawać na powierzchniach przez długie miesiące, będąc tym samym stałym źródłem zakażeń, o ile nie zostaną przedsięwzięte regularne działania prewencyjne obejmujące dezynfekcję powierzchni.

Tło

W międzynarodowej społeczności osób zajmujących się kontrolą zakażeń toczy się nieustający spór dotyczący metod odpowiedniego postępowania z powierzchniami nieożywionymi w szpitalach, tak aby zapobiec przenoszeniu patogenów szpitalnych w obrębie danej placówki. Ponieważ brak danych epidemiologicznych dowodzących bezpośrednich korzyści płynących dla pacjenta z dezynfekcji powierzchni (np. na skutek znaczącego obniżenia częstości występowania zakażeń szpitalnych), niektórzy badacze twierdzą, że wystarczające jest zmywanie powierzchni detergentami nie posiadającymi właściwości biobójczych [1]. Inni, w oparciu o dane dotyczące ryzyka zakażenia na skutek skażenia mikroorganizmami i możliwej transmisji patogenów, opowiadają się za czyszczeniem powierzchni, przynajmniej w najbliższym otoczeniu pacjenta, przy pomocy środków biobójczych [2-4].

Nowe wytyczne regulujące postępowanie z powierzchniami w placówkach szpitalnych biorą pod uwagę większą ilość parametrów uważanych za istotne z punktu widzenia prewencji zakażeń szpitalnych. Parametry te obejmują typ oddziały oraz przewidywaną częstość bezpośredniego skórno-kontakt z powierzchnią [5,6]. Niezależnie od rozbieżności opinii dotyczących sposobów postępowania z powierzchniami szpitalnym, stały pozostaje jeden ważny parametr umożliwiający obiektywną naukową ocenę zjawiska – okres przeżywania patogenów szpitalnych na powierzchniach. Im dłużej patogen może pozostawać na powierzchni, tym dłużej stanowi potencjalne źródło zakażenia, a tym samym zagrożenie dla podatnych pacjentów czy pracowników służby zdrowia. Celem niniejszego przeglądu było więc zebranie i ocena danych opublikowanych w ciągu ostatnich dziesięcioleci, a dotyczących możliwości przetrwania różnych rodzajów patogenów szpitalnych na powierzchniach, zarówno w kontekście dezynfekcji powierzchni, jak i w kontekście kontroli epidemii zakażeń szpitalnych.

Metody

Strategia wyszukiwania

Źródła literaturowe zawarte w bazie MedLine zostały poddane systematycznemu przeglądowi, bez ograniczeń językowych, poprzez stronę domową National Library of Medicine. Wyszukiwanie przeprowadzono 29 grudnia 2005. Objęło ono wszystkie roczniki ujęte w bazie MedLine. W wyszukiwaniu zastosowano następujące terminy: persistence (utrzymywanie się), survival (przetrwanie, przeżywanie), surface (powierzchnia), fomite (materiały/substancje nieożywione ułatwiające przenoszenie zakażenia), bacteria (bakterie), virus (wirusy), pathogen (patogen), transmission (przenoszenie) i nosocomial (szpitalne). Oprócz tego, wszystkie odwołania i cytaty znalezione w przeglądanych artykułach były dodatkowo poddawane analizie. Informacji poszukiwano także w standardowych podręcznikach dotyczących kontroli zakażeń, bakteriologii i wirusologii.

Wybór badań

Do analizy włączono wszystkie raporty zawierające dane eksperymentalne dotyczące okresu przeżycia patogenów szpitalnych na wszelkich rodzajach powierzchni nieożywionych. Uwzględniono także informacje z podręczników, nawet jeśli dany rozdział nie zawierał danych doświadczalnych. Relewanca każdego raportu była oceniana przez co najmniej dwóch badaczy. Raporty nie zostały poddane zaślepieniu, a więc badacze znali nazwiska autorów analizowanych artykułów.

Interpretacja badań

Aby powstało znaczące klinicznie podsumowanie, wszystkie patogeny szpitalne zostały pogrupowane w zależności od ich wagi w wywoływaniu zakażeń szpitalnych przenoszonych poprzez kontakt skórny [7] oraz w zależności od sposobu ich transmisji w placówkach szpitalnych [8]. Okres przeżywalności na powierzchniach stanowił pierwszorzędowy wynik badania dla każdego patogenu szpitalnego. We wszystkich badaniach doświadczalnych oceniano także parametry, które mogły mieć potencjalny wpływ na przetrwanie patogenów.

Wyniki

Okres przeżywalności bakterii

Większość bakterii Gram-dodatnich, takich jak *Enterococcus* sp. (w tym VRE), *Staphylococcus aureus* (w tym MRSA) lub *Streptococcus pyogenes* ma zdolność przetrwania na powierzchniach suchych przez wiele miesięcy (Tabela 1). Nie zaobserwowano wyraźnej różnicy w okresie przetrwania wieloopornych lub podatnych na leczenie szczepów *Staphylococcus aureus* lub *Enterococcus* spp. [9]. Różnicę taką postulowano w jednym tylko badaniu, ale szczepy podatne na leczenie same w sobie wykazywały bardzo krótki okres przetrwania [10]. Wiele bakterii Gram-ujemnych, tj. *Acinetobacter* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* lub *Shigella* spp. ma zdolność pozostawania na powierzchniach nieożywionych przez długie miesiące. Są to jedne z patogenów najczęściej izolowanych u pacjentów cierpiących na zakażenia szpitalne [11]. Niektóre jednakże, np. *Bordetella pertussis*, *Haemophilus influenzae*, *Proteus vulgaris* lub *Vibrio cholerae* pozostają przy życiu przez zaledwie kilka dni (Tabela 1). Mykobakterie, w tym *Mycobacterium tuberculosis*, oraz bakterie przetrwalnikowe, w tym *Clostridium difficile*, pozostają na powierzchniach przez wiele miesięcy (Tabela 1).

W ujęciu ogólnym, bakterie Gram-ujemne zdają się przeżywać na powierzchniach dłużej niż bakterie Gram-dodatnie [12,13]. W warunkach podwyższonej wilgotności dla większości bakterii długość przeżycia poprawiała się, np. dla *Chlamydia trachomatis* [14], *Listeria monocytogenes* [15], *Salmonella typhimurium* [15], *Pseudomonas aeruginosa* [16], *Escherichia coli* [17] i innych relewantnych patogenów [18, 19]. Tylko *Staphylococcus aureus* przeżywa dłużej przy niższej wilgotności [16].

Niskie temperatury, 4°C lub 6°C, także poprawiają przeżywalność większości typów bakterii, np. *Listeria monocytogenes* [15], *Salmonella typhimurium* [15], MRSA [20], corynebacteria [21], *Escherichia coli* [17,22], *Helicobacter pylori* [23] i *Neisseria gonorrhoeae* [24].

Analiza pod kątem rodzaju materiału powierzchniowego nie daje spójnego wyniku. Choć niektórzy badacze twierdzą, że typ materiału nie ma wpływu na przeżywalność [25,26], inni opisują dłuższy okres przeżycia na powierzchniach plastikowych [27, 28], jeszcze inni wyższą przeżywalność obserwują na powierzchniach ze stali [29].

Tabela 1: Okres przeżywalności istotnych klinicznie bakterii na suchych powierzchniach nieożywionych.

Typ bakterii	Czas przeżycia (zakres)	Źródła
<i>Acinetobacter</i> spp.	3 dni do 5 miesięcy	[18, 25, 28, 29, 87, 88]
<i>Bordetella pertussis</i>	3-5 dni	[89,90]
<i>Campylobacter jejuni</i>	do 6 dni	[91]
<i>Clostridium difficile</i> (spory)	5 miesięcy	[92 – 94]
<i>Chlamydia pneumoniae</i> , <i>C. trachomatis</i>	≤ 30 godzin	[14, 95]

<i>Chlamydia psittaci</i>	15 dni	[90]
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	7 dni – 6 miesięcy	[90, 96]
<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	1-8 dni	[21]
<i>Escherichia coli</i>	1,5 godz. – 16 miesięcy	[12,16,17,22,28,52,90,97-99]
Enterococcus spp. w tym VRE i VSE	5 dni – 4 miesiące	[9,26,28,100,101]
<i>Haemophilus influenzae</i>	12 dni	[90]
<i>Helicobacter pylori</i>	≤ 90 minut	[23]
Klebsiella spp.	2 godziny do > 30 miesięcy	[12,16,28,52,90]
Listeria spp.	1 dzień – miesiące	[15,90,102]
<i>Mycobacterium bovis</i>	> 2 miesiące	[13,90]
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1 dzień – 4 miesiące	[30,90]
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	1 – 3 dni	[24,27,90]
<i>Proteus vulgaris</i>	1 – 2 dni	[90]
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6 godzin – 16 miesięcy, na suchej podłodze: 5 tygodni	[12,16,28,52,99,103,104]
<i>Salmonella typhi</i>	6 godzin – 4 tygodnie	[90]
<i>Salmonella typhimurium</i>	10 dni – 4,2 roku	[15,90,105]
Salmonella spp.	1 dzień	[52]
<i>Serratia marcescens</i>	3 dni – 2 miesiące, na suchej podłodze: 5 tygodni	[12,90]
Shigella spp.	2 dni – 5 miesięcy	[90,106,107]
<i>Staphylococcus aureus</i> , w tym MRSA	7 dni – 7 miesięcy	[9,10,16,52,99,108]
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	1 – 20 dni	[90]
<i>Streptococcus pyogenes</i>	3 dni – 6,5 miesiąca	[90]
<i>Vibrio cholerae</i>	1 – 7 dni	[90,109]

Inne czynniki były rzadko badane, nie dają więc spójnych wyników. Dłuższa przeżywalność towarzyszyła podwyższonemu inokulum [28], większej ilości białek [13], surowicy [13, 24] lub płwociny [30] oraz brakowi kurzu [10].

Okres przeżywalności grzybów

Candida albicans, najważniejszy szpitalny patogen grzybiczy, ma zdolność pozostawania na powierzchniach do 4 miesięcy (Tabela 2). Przeżywalność innych drożdży jest podobna (*Toluroopsis glabrata* 5 miesięcy) lub krótsza (*Candida parapsilosis* 14 dni).

Obecność surowicy lub albumin, niska temperatura i wysoka wilgotność prowadzą do przedłużenia okresu przeżywalności [31].

Okres przeżywalności wirusów

Większość wirusów dróg oddechowych, tj. koronawirusy, coxsackie, wirusy grypy, SARS czy rinowirusy, pozostaje na powierzchniach przez kilka dni. Wirusy pokarmowe, tj. astrowirusy, HAV, polio czy rotawirusy, mogą przetrwać około 2 miesięcy. Wirusy bytujące we krwi, np. HBV czy HIV, przeżywają ponad tydzień. Wirusy z grupy *Herpes*, w tym CMV i HSV typu 1 i 2, wykazują przeżywalność od kilku godzin do 7 dni.

Wpływ wilgotności na przeżywalność jest opisywany w sposób niespójny. Dla enterowirusów [32] i rinowirusów [33] – wyższa wilgotność towarzyszyła wyższej przeżywalności. HSV

[34] i HAV [35] przeżywiają dłużej w warunkach niższej wilgotności. W przypadku adenowirusów [32,34], rotawirusów [36, 37] i wirusa polio istnieją doniesienia o sprzecznych wynikach.

Dla większości wirusów, tj. astrowirusy [38], adenowirusy [34], polio [34], HSV [34] i HAV [35] niska temperatura oznacza dłuższy okres przetrwania.

Niespójne wyniki osiągnęto także w kwestii wpływu typu materiału powierzchniowego. Niektórzy autorzy donoszą o braku wpływu rodzaju materiału na przeżywalność echowirusa [39], adenowirusa [39-41], wirusa paragrypy [39], rotawirusów [41], RSV [39], polio [41] i norowirusa [42]. Według innych badań przeżywalność wirusa grypy była wyższa na powierzchniach nie-porowatych, wirusa RSV na laminacie typu formica i na rękawiczkach [44], a FCV na słuchawce telefonu [45].

Pozostałe parametry dłuższej przeżywalności wirusów obejmują obecność kału [38] i większe inokulum [46].

Tabela 2: Okres przeżywalności istotnych klinicznie grzybów na suchych powierzchniach nieożywionych.

Typ grzybów	Czas przeżycia (zakres)	Odniesienia
<i>Candida albicans</i>	1 – 120 dni	[31, 53, 99, 110]
<i>Candida parapsilosis</i>	14 dni	[110]
<i>Toluropsis glabrata</i>	102 – 150 dni	[31]

Okres przeżywalności innych patogenów szpitalnych

Kryptosporidium przeżywa na suchych powierzchniach przez zaledwie 2 godziny [47].

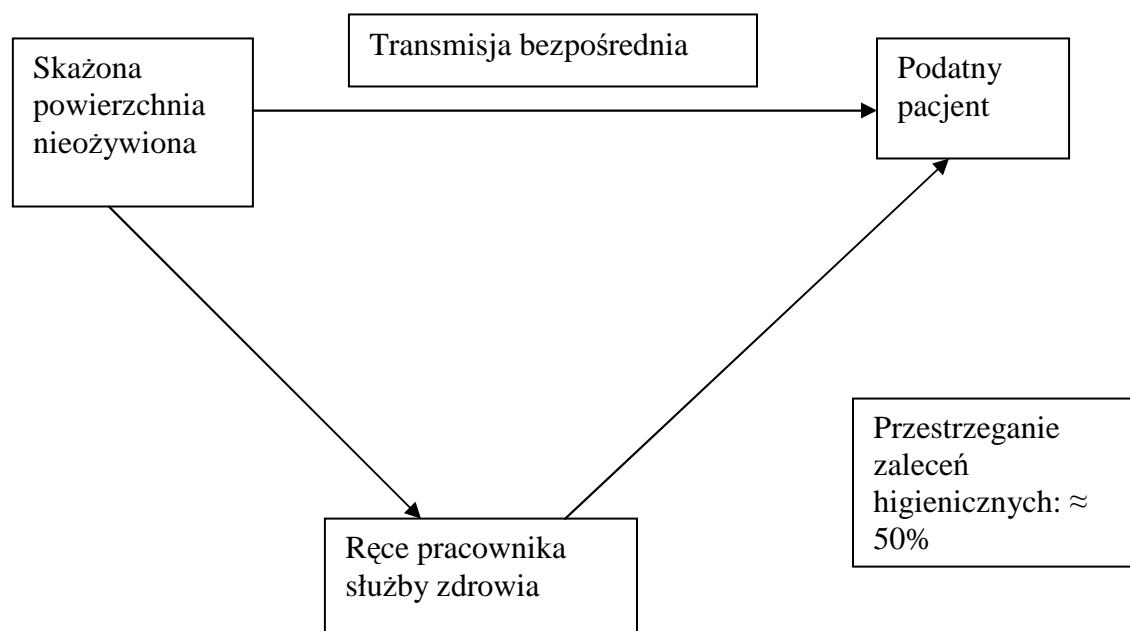
Dyskusja

Najistotniejsze patogeny szpitalne mają zdolność przeżywania na suchych nieożywionych powierzchniach przez wiele miesięcy. Oprócz samego okresu przetrwania niektóre badania skupiały się także na czynnikach wpływających na długość tego okresu. W przypadku większości bakterii, grzybów i wirusów niska temperatura (4-6°C) wiąże się z dłuższym okresem przetrwania. Podobnie podwyższona wilgotność (>70%) dla większości bakterii, grzybów i wirusów, choć w przypadku niektórych wirusów osiągnęte wyniki były sprzeczne. Niektóre badania wskazują też, że podwyższone inokulum sprzyja przedłużonej przeżywalności. Typ materiału powierzchniowego i rodzaj pożywki dają w badaniach niespójne wyniki. Podsumowując, najdłuższe przeżycie osiągnęte jest przy wysokim inokulum patogenu szpitalnego, w chłodnym pomieszczeniu o podwyższonym poziomie wilgotności względnej.

W większości badań eksperymentalnych przeżywalność badana była poprzez sztuczne skażenie standardowego typu powierzchni w warunkach laboratoryjnych. Bakterie umieszczane były na ogół na pożywce bulionowej, w wodzie lub roztworze soli, a wirusy na pożywkach do hodowli komórkowej [48]. Główną zaletą takiej sytuacji jest jednolitość warunków środowiskowych w kwestii temperatury i wilgotności powietrza. Co więcej, wpływ temperatury i wilgotności względnej może być analizowany tylko w ściśle kontrolowanych warunkach, które znacznie łatwiej jest osiągnąć w otoczeniu laboratoryjnym. Taki sposób badania nie zawsze jednak odzwierciedla dokładnie sytuację w warunkach klinicznych, gdzie dana powierzchnia jest równocześnie skażona różnymi typami patogenów

szpitalnych, różnymi rodzajami płynów ustrojowych i wydzielin. Pozostaje jednak pytanie: jakie są dowody kliniczne na rolę powierzchni w przenoszeniu zakażeń szpitalnych?

W placówkach służby zdrowia powierzchnie, do których dotykają pacjenci i pracownicy często są zakażone patogenami szpitalnymi [49-51], mogą więc służyć jako wektory w zakażeniach krzyżowych. Pojedynczy kontakt skórny ze skażoną powierzchnią może się w różnym stopniu przyczynić do przeniesienia patogenu. Przeniesieniu na skórę najłatwiej podlegają *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* (w 100% przypadków) [52], *Candida albicans* (90%) [53], rhinowirusy (61%) [54], HAV (22 – 33%) [55] i rotawirusy (16%) [56, 57]. Drobnoustroje znajdujące się na dłoniach mogą następnie zostać przeniesione na 5 dalszych powierzchni [58] lub 14 innych osób [59]. Zanieczyszczone ręce mogą także prowadzić do powtórzonego skażenia powierzchni, jak wykazano to dla HAV [55, 58]. Wskaźnik przestrzegania zaleceń dotyczących mycia rąk wśród pracowników służby zdrowia znajduje się na poziomie ok. 50% [7]. Ze względu na wszechobecne dowody niskiego poziomu przestrzegania zaleceń higienicznych, ryzyko związane ze skażonymi powierzchniami nie powinno być pomijane (ryc. 1).



Ryc. 1. Powszechny mechanizm transmisji drobnoustrojów z powierzchni nieożywionych na pacjenta.

Tabela 3: Okres przeżywalności istotnych klinicznie wirusów na suchych powierzchniach nieożywionych.

Typ wirusa	Czas przetrwania (zakres)	Źródło
Adenowirus	7 dni – 3 miesiące	[32,34,38-41,111]
Astrowirus	7 – 90 dni	[38]
Koronawirus	3 godziny	[112,113]
Wirusy związane z SARS	72 – 96 godzin	[114]
Wirus Coxsackie	> 2 tygodnie	[34,111]
Wirus cytomegalii	8 godzin	[115]
Echowirus	7 dni	[39]
HAV	2 godziny – 60 dni	[35,38,41]

HBV	> 1 tydzień	[116]
HIV	> 7 dni	[117-119]
Wirus Herpes Simplex, typ 1 i 2	4,5 godziny – 8 tygodni	[34,111,118,120]
Wirus grypy	1 – 2 dni	[39,43,121,122]
Norowirus i FCV	8 godzin – 7 dni	[42,45]
Papillomawirus 16	> 7 dni	[123]
Papowawirus	8 dni	[118]
Parwowirus	> 1 rok	[118]
Wirus polio typ 1	4 godziny - < 8 dni	[35,118]
Wirus polio typ 2	1 dzień – 8 tygodni	[34,38,111]
Wirus pseudowścieklizny	≥7 dni	[124]
Wirus syncytium nabłonka oddechowego (RSV)	do 6 godzin	[44]
Rhinowirus	2 godziny – 7 dni	[33,125]
Rotawirus	6 – 60 dni	[36-38,41]
Vacciniawirus	3 tygodnie - > 20 tygodni	[34,126]

Główna droga transmisji drobnoustrojów prowadzi poprzez przejściowo skażone ręce pracownika służby zdrowia [60-62]. Przykładem może być epidemia zakażeń szpitalnych wywoływanych przez *Acinetobacter baumannii*, która dotknęła jednostkę intensywnej opieki przy oddziale neurochirurgii. Zauważono bezpośrednią korelację pomiędzy ilością próbek wyizolowanych z otoczenia w czasie screeningu, a liczbą pacjentów, u których doszło do kolonizacji lub zakażenia tym samym szczepem w danym miesiącu kalendarzowym [63].

Dowody z badań eksperymentalnych wskazują, że środowisko może odgrywać znaczącą rolę w transmisji patogenów szpitalnych w czasie epidemii w placówkach służby zdrowia. Zdarzenia takie opisano dla wielu różnych mikroorganizmów, w tym *Acinetobacter baumannii* [64-66], *Clostridium difficile* [67-69], MRSA [65, 70], *Pseudomonas aeruginosa* [4, 65], VRE [65,71-77], SARS [78, 79] oraz rotawirusów [80, 81] i norowirusów [82]. Jednakże materiały doświadczalne dowodzące znaczenia skażenia środowiska nie są równie silne dla wszystkich rodzajów patogenów szpitalnych. W przypadku *Clostridium difficile*, MRSA i VRE dowody są silniejsze niż np. dla *Pseudomonas aeruginosa* czy *Acinetobacter baumannii*, którego liczne wykrywane w otoczeniu szczepy nie zawsze korelowały ze szczepami znajdowanymi u zakażonych [83].

Rola dezynfekcji powierzchni w kontroli zakażeń patogenami szpitalnymi jest dyskutowana od dość dawna [3]. Rutynowe stosowanie powierzchniowych środków dezynfekujących (których część wykazuje bardzo słabe właściwości biobójcze) na czystych podłogach nie ma istotnego wpływu na częstość występowania zakażeń szpitalnych [84]. Jednak dezynfekcja powierzchni w bezpośrednim otoczeniu pacjenta prowadzi do obniżenia zapadalności na zakażenia takimi patogenami jak VRE [85] czy *Acinetobacter baumannii* [86]. Zaleca się więc kontrolę rozprzestrzeniania patogenów szpitalnych przynajmniej w bezpośrednim nieożywionym otoczeniu pacjenta poprzez rutynową dezynfekcję powierzchni.

Wnioski

Większość patogenów szpitalnych ma zdolność przeżywania na powierzchniach nieożywionych przez wiele tygodni czy nawet miesiący. Przedstawiony przez nas przegląd uzasadnia obowiązujące obecnie wytyczne zalecające dezynfekcję określonych powierzchni

w otoczeniu pacjenta w celu obniżenia zagrożenia przeniesieniem patogenów szpitalnych z powierzchni nieożywionych na pacjenta.

Konkurencja interesów

GK jest opłacanym pracownikiem Bode Chemie GmbH & Co. KG, Hamburg, Niemcy.

Wkład autorów

Wszyscy autorzy mieli swój wkład w koncepcję artykułu, przegląd badań i analizę danych. Wszyscy autorzy wzięli udział w pisaniu i korekcie tekstu. Wszyscy autorzy zatwierdzili ostateczną wersję artykułu.

Bibliografia

1. Allerberger F, Ayliffe G, Bassetti M, Braveny I, Bucher A, Damani N, Daschner FD, Dettenkofer M, Ezpeleta C, Gastmeier P, Geffers C, Giamarellou H, Goldman D, Grzesiowski P, Gubina M, Haanen PE, Haydouchka I, Hubner J, Kalenic S, Van Knippenberg-Gordebeke G, Kranenburg AM, Krcmery V, Kropec A, Kruger W, Lemmen S, Mayhall CG, Meester M, Mehtar S, Munzinger J, Muzlovic I, Ojajarvi J, Rüden H, Scott G, Shah P, Tambic-Andraszevic A, Unertl K, Voss A, Weist K: **Routine surface disinfection in health care facilities: should we do it?** *American Journal of Infection Control* 2002, **30**:318-319.
2. Rutala WA, Weber DJ: **Surface disinfection: should we do it?** *Journal of Hospital Infection* 2001, **48**:64S-68S.
3. Cozad A, Jones RD: **Disinfection and the prevention of infectious disease.** *American Journal of Infection Control* 2003, **31**:243-254.
4. Engelhart S, Krizek L, Glasmacher A, Fischnaller E, Marklein G, Exner M: **Pseudomonas aeruginosa outbreak in a haematology-oncology unit associated with contaminated surface cleaning equipment.** *Journal of Hospital Infection* 2002, **52**:93-98.
5. Anonymous: **Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen.** *Bundesgesundheitsblatt* 2004, **47**:51-61.
6. Anonymous: **Guidelines for environmental infection control in health-care facilities.** *MMWR - Morbidity & Mortality Weekly Report* 2003, **52**:1-44.
7. Kampf G, Kramer A: **Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs.** *Clinical Microbiology Reviews* 2004, **17**:863-893.
8. Aitken C, Jeffries DJ: **Nosocomial spread of viral disease.** *Clinical Microbiology Reviews* 2001, **14**:528-546.
9. Neely AN, Maley MP: **Survival of enterococci and staphylococci on hospital fabric and plastic.** *Journal of Clinical Microbiology* 2000, **38**:724-726.
10. Wagenvoort JHT, Penders RJR: **Long-term in-vitro survival of an epidemic MRSA phage-group III-29 strain.** *Journal of Hospital Infection* 1997, **35**:322-325.
11. Rüden H, Gastmeier P, Daschner FD, Schumacher M: **Nosocomial and community-acquired infections in Germany. Summary of the results of the first national prevalence study (NIDEP).** *Infection* 1997, **25**:199-202.
12. Dickgiesser N: **Untersuchungen über das Verhalten grampositiver und gramnegativer Bakterien in trockenem und feuchtem Milieu.** *Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene, I Abt Orig B* 1978, **167**:48-62.
13. Hirai Y: **Survival of bacteria under dry conditions from a viewpoint of nosocomial infection.** *Journal of Hospital Infection* 1991, **19**:191-200.
14. Novak KD, Kowalski RP, Karenchak LM, Gordon YJ: **Chlamydia trachomatis can be transmitted by a nonporous plastic surface in vitro.** *Cornea* 1995, **14**:523-526.
15. Helke DM, Wong ACL: **Survival and growth characteristics of Listeria monocytogenes and Salmonella typhimurium on stainless steel and Buna-N rubber.** *Journal of Food Protection* 1994, **57**:963-968.
16. Gundermann KO: **Untersuchungen zur Lebensdauer von Bakterienstämmen im Staub unter dem Einfluß unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit.** *Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene, I Abt Orig B* 1972, **156**:422-429.
17. Williams AP, Avery LM, Killham K, Jones DL: **Persistence of Escherichia coli O157 on farm surfaces under different environmental conditions.** *Journal of Applied Microbiology* 2005, **98**:1075-1083.
18. Jawad A, Snelling AM, Heritage J, Hawkey PM: **Influence of relative humidity and suspending menstrua on survival of Acineto-**

- bacter spp. on dry surfaces. *Journal of Clinical Microbiology* 1996, 34:2881-2887.
19. Jawad A, Snelling AM, Heritage J, Hawkey PM: **Exceptional desiccation tolerance of *Acinetobacter radioresistens***. *Journal of Hospital Infection* 1998, 39:235-240.
 20. Noyce JO, Michels H, Keevil CW: **Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the healthcare environment**. *Journal of Hospital Infection* 2006, 63:289-297.
 21. Augustine JL, Renshaw HW: **Survival of *Corynebacterium pseudotuberculosis* in axenic purulent exudate on common barnyard fomites**. *American Journal of Veterinary Research* 1986, 47:713-715.
 22. Wilks SA, Michels H, Keevil CW: **The survival of *Escherichia coli* O157 on a range of metal surfaces**. *International Journal of Food Microbiology* 2005, 105:445-454.
 23. Boehmler G, Gerwert J, Scupin E, Sinell HJ: **Zur Epidemiologie der *Helicobacteriose* des Menschen; Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit des Erregers in Lebensmitteln**. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 1996, 103:438-443.
 24. Elmos T: **Survival of *Neisseria gonorrhoeae* on surfaces**. *Acta Dermato-Venereologica* 1977, 57:177-180.
 25. Wendt C, Dietze B, Dietz E, Rüden H: **Survival of *Acinetobacter baumannii* on dry surfaces**. *Journal of Clinical Microbiology* 1997, 35:1394-1397.
 26. Bale MJ, Bennett PM, Benninger JE, Hinton M: **The survival of bacteria exposed to desiccation on surfaces associated with farm buildings**. *Journal of Applied Bacteriology* 1993, 75:519-528.
 27. Pérez JL, Gómez E, Sauca G: **Survival of gonococci from urethral discharge on fomites**. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 1990, 1:54-55.
 28. Neely AN: **A survey of gram-negative bacteria survival on hospital fabrics and plastics**. *Journal of Burn Care and Rehabilitation* 2000, 21:523-527.
 29. Webster C, Towner KJ, Humphreys H: **Survival of *Acinetobacter* on three clinically related inanimate surfaces**. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2000, 21:246.
 30. Smith CR: **Survival of tubercle bacilli: the viability of dried tubercle bacilli in unfiltered roomlight, in the dark, and in the refrigerator**. *American Review of Tuberculosis* 1942, 5:334-345.
 31. Blaschke-Hellmessen R, Kreuz M, Sprung M: **Umweltresistenz und natürliche Keimreservoirs medizinisch bedeutsamer Sprosspilze**. *Zeitschrift für die gesamte Hygiene* 1985, 31:712-715.
 32. Hara J, Okamoto S, Minekawa Y, Yamazaki K, Kase T: **Survival and disinfection of adenovirus type 19 and enterovirus 70 in ophthalmic practice**. *Japanese Journal of Ophthalmology* 1990, 34:421-427.
 33. Sattar SA, Karim YG, Springthorpe VS, Johnson-Lussenburg CM: **Survival of human rhinovirus type 14 dried onto nonporous inanimate surfaces: effect of relative humidity and suspending medium**. *Canadian Journal of Microbiology* 1987, 33:802-806.
 34. Mahl MC, Sadler C: **Virus survival on inanimate surfaces**. *Canadian Journal of Microbiology* 1975, 21:819-823.
 35. Mbithi JN, Springthorpe VS, Sattar SA: **Effect of relative humidity and air temperature on survival of hepatitis A virus on environmental surfaces**. *Applied and Environmental Microbiology* 1991, 57:1394-1399.
 36. Ansari SA, Springthorpe VS, Sattar SA: **Survival and vehicular spread of human rotaviruses: possible relation to seasonality of outbreaks**. *Reviews of Infectious Diseases* 1991, 13:448-461.
 37. Sattar S, Lloyd-Evans N, Springthorpe VS: **Institutional outbreaks of rotavirus diarrhoea: potential role of fomites and environmental surfaces as vehicles for virus transmission**. *Journal of Hygiene, Cambridge* 1986, 96:277-289.
 38. Abad FX, Villena C, Guix S, Caballero S, Pintó RM, Bosch A: **Potential role of fomites in the vesicular transmission of human astroviruses**. *Applied and Environmental Microbiology* 2001, 67:3904-3907.
 39. Wladowetz VW, Dmitrijewa RA, Safjulin AA: **Die Persistenz von Viren auf Oberflächen und die Anwendung der UV-Strahlung zur Virusdesinfektion**. *Zeitschrift für die gesamte Hygiene* 1974, 7:173-176.
 40. Gordon YJ, Gordon RY, Romanowski E, Araullo-Cruz TP: **Prolonged recovery of desiccated adenoviral serotypes 5, 8, and 19 from plastic and metal surfaces in vitro**. *Ophthalmology* 1993, 100:1835-1839.

41. Abad FX, Pinto RM, Bosch A: **Survival of enteric viruses on environmental fomites.** *Applied and Environmental Microbiology* 1994, **60**:3704-3710.
42. d'Souza DH, Williams K, Jean J, Sair A, Jaykus L: **Persistence of Norwalk virus on environmental surfaces and its transfer to food;** Washington, D.C.: American Society for Microbiology; 2003.
43. Bean B, Moore BM, Sterner B, Peterson LR, Gerding DN, Balfour HH: **Survival of influenza viruses on environmental surfaces.** *The Journal of Infectious Diseases* 1982, **146**:47-51.
44. Hall CB, Douglas RG, Geiman JM: **Possible transmission by fomites of respiratory syncytial virus.** *The Journal of Infectious Diseases* 1980, **141**:98-102.
45. Clay S, Maherchandani S, Malik YS, Goyal SM: **Survival on uncommon fomites of feline calicivirus, a surrogate of norovirus.** *American Journal of Infection Control* 2006, **34**:41-43.
46. Faix RG: **Comparative efficacy of handwashing agents against cytomegalievirus.** *Infection Control* 1987, **8**:158-162.
47. Weber DJ, Rutala WA: **The emerging nosocomial pathogens *Cryptosporidium*, *Escherichia coli* O157:h7, *Helicobacter pylori*, and hepatitis C: epidemiology, environmental survival, efficacy of disinfection, and control measures.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2001, **22**:306-315.
48. Rzeutka A, Cook N: **Survival of human enteric viruses in the environment and food.** *FEMS Microbiology Reviews* 2004, **28**:441-453.
49. Bures S, Fishbain JT, Uyehara CF, Parker JM, Berg BW: **Computer keyboards and faucet handles as reservoirs of nosocomial pathogens in the intensive care unit.** *American Journal of Infection Control* 2000, **28**:465-471.
50. Catalano M, Quelle LS, Jeric PE, Di Martino A, Maimone SM: **Survival of *Acinetobacter baumannii* on bed rails during an outbreak and during sporadic cases.** *Journal of Hospital Infection* 1999, **42**:27-35.
51. Boyce JM, Potter-Bynoe G, Chenevert C, King T: **Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: possible infection control implications.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 1997, **18**:622-627.
52. Scott E, Bloomfield SF: **The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands and utensils.** *Journal of Applied Bacteriology* 1990, **68**:271-278.
53. Rangel-Frausto MS, Houston AK, Bale MJ, Fu C, Wenzel RP: **An experimental model for study of *Candida* survival and transmission in human volunteers.** *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 1994, **13**:590-595.
54. Gwaltney JM, Hendley JO: **Transmission of experimental rhinovirus infection by contaminated surfaces.** *American Journal of Epidemiology* 1982, **116**:828-833.
55. Mbithi JN, Springthorpe VS, Boulet JR, Sattar SA: **Survival of hepatitis A virus on human hands and its transfer on contact with animate an inanimate surfaces.** *Journal of Clinical Microbiology* 1992, **30**:757-763.
56. Ward RL, Bernstein DI, Knowlton DR, Sherwood JR, Young EC, Cusack TM, Rubino JR: **Prevention of surface-to-human transmission of rotaviruses by treatment with disinfectant spray.** *Journal of Clinical Microbiology* 1991, **29**:1991-1996.
57. Ansari SA, Sattar SA, Springthorpe VS, Wells GA, Tostawaryk W: **Rotavirus survival on human hands and transfer of infectious virus to inanimate and nonporous inanimate surfaces.** *Journal of Clinical Microbiology* 1988, **26**:1513-1518.
58. Barker J, Vipond IB, Bloomfield SF: **Effects of cleaning and disinfection in reducing the spread of norovirus contamination via environmental surfaces.** *Journal of Hospital Infection* 2004, **58**:42-44.
59. von Rheinbaben F, Schunemann S, Gross T, Wolff MH: **Transmission of viruses via contact in a household setting: experiments using bacteriophage strain phiX174 as a model virus.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **46**:61-66.
60. Laborde DJ, Weigle KA, Weber DJ, Kotch JB: **Effect of fecal contamination on diarrheal illness rates in day-care centers.** *American Journal of Epidemiology* 1993, **138**:243-255.
61. Mermel LA, Josephson SL, Dempsey J, Parenteau S, Perry C, Magill N: **Outbreak of *Shigella sonnei* in a clinical microbiology laboratory.** *Journal of Clinical Microbiology* 1997, **35**:3163-3165.
62. Farrington M, Ling J, Ling T, French GL: **Outbreaks of infection with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on neonatal and burns units of a new hospital.** *Epidemiology and Infection* 1990, **105**:215-228.
63. Denton M, Wilcox MH, Parnell P, Green D, Keer V, Hawkey PM, Evans I, Murphy P: **Role of environmental cleaning in controlling an outbreak of *Acinetobacter baumannii* on a neurosurgical intensive care unit.** *Journal of Hospital Infection* 2004, **56**:106-110.
64. Fierobe L, Lucet JC, Decre D, Muller-Serieys C, Deleuze A, Joly-Guilou ML, Mantz J, Desmonts JM: **An outbreak of imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii* in critically ill surgical patients.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2001, **22**:35-40.
65. Lemmen SW, Häfner H, Zolldann D, Stanzel S, Lütticken R: **Distribution of multi-resistant Gram-negative versus Gram-positive bacteria in the hospital inanimate environment.** *Journal of Hospital Infection* 2004, **56**:191-197.
66. Ling ML, Ang A, Wee M, Wang GC: **A nosocomial outbreak of multiresistant *Acinetobacter baumannii* originating from an intensive care unit.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2001, **22**:48-49.
67. Hanna H, Raad I, Gonzalez V, Umphrey J, Tarrand J, Neumann J, Champlin R: **Control of nosocomial *Clostridium difficile* transmission in bone marrow transplant patients.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2000, **21**:226-228.
68. Verity P, Wilcox MH, Fawley W, Parnell P: **Prospective evaluation of environmental contamination by *Clostridium difficile* in isolation side rooms.** *Journal of Hospital Infection* 2001, **49**:204-209.
69. Kaatz GW, Gitlin SD, Schaberg DR, Wilson KH, Kauffman CA, Seo SM, Fekey R: **Acquisition of *Clostridium difficile* from the hospital environment.** *American Journal of Epidemiology* 1988, **127**:1289-1294.
70. Fitzpatrick F, Murphy OM, Brady A, Prout S, Fenelon LE: **A purpose built MRSA cohort study.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **46**:271-279.
71. Falk PS, Winnike J, Woodmansee C, Desai M, Mayhall CG: **Outbreak of vancomycin-resistant enterococci in a burn unit.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2000, **21**:575-582.
72. Gray JW, George RH: **Experience of vancomycin-resistant enterococci in a children's hospital.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **45**:11-18.
73. McCarthy KM, Van Nierop W, Duse A, Von Gottberg A, Kassel M, Perovic O, Smego R: **Control of an outbreak of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* in an oncology ward in South Africa: effective use of limited resources.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **44**:294-300.
74. Hanna H, Umphrey J, Tarrand J, Mendoza M, Raad I: **Management of an outbreak of vancomycin-resistant enterococci in the medical intensive care unit of a cancer center.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2001, **22**:217-219.
75. Martinez JA, Ruthazer R, Hansjosten K, Barefoot L, Snyderman DR: **Role of environmental contamination as a risk factor for acquisition of vancomycin-resistant enterococci in patients treated in a medical intensive care unit.** *Archives of Internal Medicine* 2003, **163**:1905-1912.
76. Bonten MJM, Hayden MK, Nathan C, van Voorhis J, Matushek M, Slaughter S, Rice T, Weinstein RA: **Epidemiology of colonization of patients and environment with vancomycin-resistant enterococci.** *The Lancet* 1996, **348**:1615-1619.
77. Duckro AN, Blom DW, Lyle EA, Weinstein RA, Hayden MK: **Transfer of vancomycin-resistant enterococci via health care worker hands.** *Archives of Internal Medicine* 2005, **165**:302-307.
78. Mukhopadhyay A, Tambyah PA, Singh KS, Lim TK, Lee KH: **SARS in a hospital visitor and her intensivist.** *Journal of Hospital Infection* 2004, **56**:249-250.
79. Chen YC, Huang LM, Chan CC, Su CP, Chang SC, Chang YY, Chen ML, Hung CC, Chen WJ, Lin FY, Lee YT: **SARS in hospital emergency room.** *Emerging Infectious Diseases* 2004, **10**:782-788.
80. Butz AM, Fosarelli P, Dick J, Cusack T, Yolken R: **Prevalence of rotavirus on high-risk fomites in day-care facilities.** *Pediatrics* 1993, **92**:202-205.
81. Wilde J, Van R, Pickering L, Eiden J, Yolken R: **Detection of rotaviruses in the day care environment by reverse transcriptase polymerase chain reaction.** *The Journal of Infectious Diseases* 1992, **166**:507-511.
82. Chadwick PR, Beards G, Brown D, Caul EO, Cheesbrough J, Clarke I, Curry A, O'Brien S, Quigley K, Sellwood J, Westmoreland D: **Management of hospital outbreaks of gastro-enteritis due to**

- small roundstructured viruses. *Journal of Hospital Infection* 2000, **45**:1-10.
83. Hota B: **Contamination, disinfection, and cross-colonization: are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection?** *Clinical Infectious Diseases* 2004, **39**:1182-1189.
 84. Dharan S, Mourouga P, Copin P, Bessmer G, Tschanz B, Pittet D: **Routine disinfection of patients' environmental surfaces. Myth or reality?** *Journal of Hospital Infection* 1999, **42**:113-117.
 85. Hayden MK, Bonten MJM, Blom DW, Lyle EA, van de Vijver DAMC, Weinstein RA: **Reduction in acquisition of vancomycin-resistant enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures.** *Clinical Infectious Diseases* 2006, **42**:1552-1560.
 86. Wilks M, Wilson A, Warwick S, Price E, Kennedy D, Ely A, Millar MR: **Control of an outbreak of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*-calcoacetatus colonization and infection in an intensive care unit (ICU) without closing the ICU or placing patients in isolation.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2006, **27**:654-658.
 87. Musa EK, Desai N, Casewell MW: **The survival of *Acinetobacter calcoacetatus* inoculated on fingertips and on formica.** *Journal of Hospital Infection* 1990, **15**:219-227.
 88. Getchell-White SI, Donowitz LG, Groschel DH: **The inanimate environment of an intensive care unit as a potential source of nosocomial bacteria: evidence for long survival of *Acinetobacter calcoacetatus*.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 1989, **10**:402-407.
 89. Hahn H, Arvand M: **Bordetellen.** In *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* 4th edition. Edited by: Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE and Ullmann U. Berlin, Springer; 2001:320-325.
 90. Mitscherlich E, Marth EH: **Microbial survival in the environment.** Berlin, Springer; 1984.
 91. Boucher SN, Chamberlain AHL, Adams MR: **Enhanced survival of *Campylobacter jejuni* in association with wood.** *Journal of Food Protection* 1998, **61**:26-30.
 92. Kim KH, Fekety R, Batts DH, Brown D, Cudmore M, Silva J, Waters D: **Isolation of *Clostridium difficile* from the environment and contacts of patients with antibiotic-associated colitis.** *The Journal of Infectious Diseases* 1981, **143**:42-50.
 93. Mulligan ME, George WL, Rolfe RD, Finegold SM: **Epidemiologic aspects of *Clostridium difficile*-induced diarrhea and colitis.** *The American Journal of Clinical Nutrition* 1980, **33**:2533-2538.
 94. McFarland LV, Stamm WE: **Review of *Clostridium difficile*-associated diseases.** *American Journal of Infection Control* 1986, **14**:99-109.
 95. Falsey AR, Walsh EE: **Transmission of *Chlamydia pneumoniae*.** *The Journal of Infectious Diseases* 1993, **168**:493-496.
 96. Crosbie WE, Wright HD: **Diphtheria bacilli in floor dust.** *The Lancet* 1941, **1**:656.
 97. Maule A: **Survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157 in soil, water and on surfaces.** *Symposium Series (Society for Applied Microbiology)* 2000, **29**:715-785.
 98. Abrishami SH, Tall BD, Bruursema TJ, Epstein PS, Shah DB: **Bacterial adherence and viability on cutting board surfaces.** *Journal of Food Safety* 1994, **14**:153-172.
 99. Kampf G, Dietze B, Große-Siestrup C, Wendt C, Martiny H: **The microbiocidal action of a new silver-containing polymer (SPI-ARGENT II).** *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 1998, **42**:2440-2442.
 100. Noskin GA, Stosor V, Cooper I, Peterson LR: **Recovery of vancomycin-resistant enterococci on fingertips and environmental surfaces.** *Infection Control and Hospital Epidemiology* 1995, **16**:577-581.
 101. Wendt C, Wiesenath B, Dietz E, Rüden H: **Survival of vancomycin-resistant and vancomycin-susceptible enterococci on dry surfaces.** *Journal of Clinical Microbiology* 1998, **36**:3734-3736.
 102. Mielke M, Hahn H: **Anthropozoonoseerreger ohne Familienzugehörigkeit: Listerien, Brucellen, Francisellen und Erysipelothrix.** In *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* 4th edition. Edited by: Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE and Ullmann U. Berlin, Springer; 2001:330-340.
 103. Gould JC: ***Pseudomonas pyocyanea* infections in hospitals.** In *Infection in hospitals* Edited by: Williams REO and Shooters RA. Oxford, Blackwell; 1963:119-130.
 104. Panagea S, Winstanley C, Walshaw MJ, Ledson MJ, Hart CA: **Environmental contamination with an epidemic strain of *Pseudomonas aeruginosa* in a Liverpool cystic fibrosis centre, and study of its survival on dry surfaces.** *Journal of Hospital Infection* 2005, **59**:102-107.
 105. Robertson MH: **Survival of *S. typhimurium* in floor dust: a possible reservoir of infection in institutions.** *Public Health* 1972, **97**:39-45.
 106. Nass W: **Zur Überlebensdauer von Shigellen auf Plastikwerkstoffen.** *Zeitschrift für die gesamte Hygiene* 1977, **23**:395-397.
 107. Islam MS, Hossain MA, Khan SI, Khan MN, Sack RB, Albert MJ, Huq A, Colwell RR: **Survival of *Shigella dysenteriae* type 1 on fomites.** *Journal of Health, Population, and Nutrition* 2001, **19**:177-182.
 108. Wagenvoort JH, Sluijsman W, Penders RJ: **Better environmental survival of outbreak vs. sporadic MRSA isolates.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **45**:231-234.
 109. Barua D: **Survival of cholera vibrios in food, water and fomites.** *Public Health Papers* 1970, **40**:29-31.
 110. Traore O, Springthorpe VS, Sattar SA: **A quantitative study of the survival of two species of *Candida* on porous and non-porous environmental surfaces and hands.** *Journal of Applied Microbiology* 2002, **92**:549-555.
 111. Gerth HJ: **Viren und virale Erkrankungen.** In *Hygiene und Infektionen im Krankenhaus* Edited by: Thofern E and Botzenhart K. Stuttgart, Fischer; 1983:55-106.
 112. Szun J, Yu MW, Talbot PJ: **Survival of human coronaviruses 229E and OC43 in suspension and after drying on surfaces: a possible source of hospital-acquired infections.** *Journal of Hospital Infection* 2000, **46**:55-60.
 113. Gagneur A, Legrand MC, Picard B, Baron R, Talbot PJ, de Parscau L, Szun J: **Nosocomial infections due to human coronaviruses in the newborn.** *Archives of Pediatrics* 2002, **9**:61-69.
 114. Duan SM, Zhao XS, Wen RF, Huang JJ, Pi GH, Zhang SX, Han J, Bi SL, Ruan L, Dong XP: **Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation.** *Biomedical and Environmental Sciences* 2003, **16**:246-255.
 115. Roger G, Faix MD: **Survival of cytomegalovirus on environmental surfaces.** *The Journal of Pediatrics* 1985, **106**:649-652.
 116. Bond WW, Favero MS, Petersen NJ, Gravelle CR, Ebert JW, Maynard JE: **Survival of hepatitis B virus after drying and storage for one week.** *The Lancet* 1981, **1**:550-551.
 117. Barré-Sinoussi F, Nugeyre MT, Chermann JC: **Resistance of AIDS virus at room temperature.** *The Lancet* 1985, **II**:721-722.
 118. von Rheinbaben F, Wolff MH: **Handbuch der Virusdesinfektion.** Berlin, Springer; 2002.
 119. Tjøtta E, Hungnes O, Grinde B: **Survival of HIV-1: activity after disinfection, temperature and pH changes, or drying.** *Journal of Medical Virology* 1991, **35**:223-227.
 120. Nerurkar LS, West F, May M, Madden DL, Sever JL: **Survival of herpes simplex virus in water specimens collected from hot spa facilities and on plastic surfaces.** *The Journal of the American Medical Association* 1983, **250**:3081-3083.
 121. Brady MT, Evans J, Cuartas J: **Survival and disinfection of parainfluenza viruses on environmental surfaces.** *American Journal of Infection Control* 1990, **18**:18-23.
 122. Pirtle EC, Beran GW: **Virus survival in the environment.** *Revue Scientifique et Technique* 1991, **10**:733-748.
 123. Roden RBS, Lowy DR, Schiller JT: **Papillomavirus is resistant to desiccation.** *The Journal of Infectious Diseases* 1997, **176**:1076-1079.
 124. Schoenbaum MA, Freund JD, Beran GW: **Survival of pseudorabies virus in the presence of selected diluents and fomites.** *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1991, **198**:1393-1397.
 125. Reed S: **An investigation of the possible transmission of rhinovirus colds through direct contact.** *Journal of Hygiene, London* 1975, **75**:249-258.
 126. Mahnel H: **Experimentelle Ergebnisse über die Stabilität von Pockenviren unter Labor- und Umweltbedingungen.** *Zentralblatt für Veterinärmedizin* 1987, **34**:449-464.

Pre-publication history

The pre-publication history for this paper can be accessed here:

<http://www.biomedcentral.com/1471-2334/6/130/prepub>