

Wybór i eksploatacja bezdotykowych systemów dezynfekcji pomieszczeń.

Jak technologie sterylizacji promieniami ultrafioletowymi (UV) oraz zamgławianie nadtlenkiem wodoru (HPV) zmieniają procesy utrzymania szpitali w czystości.

Larry Garrone

Dyrektor Badań i Rozwoju Sodexo Health Care

Tłumaczenie: Hubert Syrek

Wybór i zastosowanie bezdotykowych metod dezynfekcji pomieszczeń czyli jak technologie sterylizacji promieniami ultrafioletowymi (UV) oraz zamgławianie nadtlakiem wodoru (HPV) zmieniają procesy utrzymania szpitali w czystości.

Skrót artykułu:

Firma Sodexo jako światowy lider w dostarczaniu usług środowiskowych dla szpitali, bardzo poważnie podchodzi do zagadnień czystości oraz dezynfekcji w jednostkach medycznych. Kilka lat temu, nasza firma zaczęła się bacznie przyglądać bezdotykowym metodom dezynfekcji pomieszczeń, rozpatrując je jako możliwość poprawy naszych już znajdujących się na najwyższym poziomie usług dążących do zapobiegania infekcjom. Naszym celem jest zapewnienie pacjentom czystego środowiska jednocześnie wspierając działania operacyjne jednostek medycznych. Wiele się nauczyliśmy podczas testowania różnych bezdotykowych metod dezynfekcji pomieszczeń. Celem niniejszego artykułu jest podzielenie się naszymi doświadczeniami zdobytymi w trakcie testów różnych bezdotykowych metod dezynfekcji z jednostkami medycznymi oraz innymi dostawcami usług środowiskowych dla szpitali, co pozwoli nam zapewnić wszystkim pacjentom najbardziej bezpiecznego środowiska w procesie leczenia.

- Opiszemy co kryje się pod pojęciem bezdotykowych metod dezynfekcji pomieszczeń
- Przeprowadzimy przegląd dostępnych na rynku bezdotykowych metod dezynfekcji pomieszczeń.
- Przedstawimy doświadczenia jako zdobyła firma Sodexo podczas wyboru metody bezdotykowej dezynfekcji pomieszczeń
- W podsumowaniu, przedstawimy argumenty, dlaczego uznaliśmy metodę dezynfekcji promieniami ultrafioletowymi emitowanymi przez xenonową lampę błyskową (PX-UV) za najlepszą do sterylizacji szpitalnych sal operacyjnych.

Co to są bezdotkowe systemy dezynfekcji?

Bezdotykowe systemy dezynfekcji, znane również jako systemy dezynfekcji obszarowej – są to systemy przeznaczone do dezynfekcji pomieszczeń zamkniętych. Systemy bezdotykowej dezynfekcji opierają się na promieniowaniu ultrafioletowym (UV) lub na zamgławianiu nadtlakiem wodoru (HPV). W obu przypadkach, urządzenie do dezynfekcji umieszczane jest na pewien czas (tak zwany cykl sterylizacyjny) w zamkniętym, pomieszczeniu (sala chorych, sala operacyjna, lub inne pomieszczenie wymagające sterylizacji) W obydwu przypadkach w pomieszczeniu nie może przebywać człowiek. W zależności od zastosowanej technologii cykl sterylizacyjny może trwać od 8 do 240 minut. Obecnie dostępnych na rynku jest wiele urządzeń obu typów.

Czy potrzebuję bezdotykowej metody dezynfekcji pomieszczeń?

Krótko mówiąc – TAK. W literaturze naukowej z zakresu nauk medycznych przytoczonych jest wiele znaczących dowodów na to, że tradycyjne metody utrzymania czystości nie są w stanie zapewnić wymaganego poziomu sterylności. Philip Carling (profesor z Bostońskiego Uniwersytetu Medycznego) w kilku badaniach udowodnił że skuteczność standardowych metod dezynfekcji mierzona na najczęściej dotykanych powierzchniach (jak ramy łóżka, stoliki łóżkowe, wózki transportowe itp.) wynosi trochę poniżej 50%.¹ Firma Sodexo w kooperacji z naukowcami oraz producentami sprzętu dekontaminacyjnego przez wiele lat szukała rozwiązania, które pozwoliłoby poprawić wydajność procesu dezynfekcji. Po wielu próbach udało się znacznie poprawić wydajność procesu dekontaminacji, jednakże ryzyko zakażenia *C.difficile* pozostało realnym zagrożeniem dla zdrowia pacjentów.

Uznaliśmy że poziom ryzyka zakażeniem *C.difficile* uzyskany przy użyciu dotychczasowych metod dezynfekcji jest nieakceptowalny, tym bardziej że na rynku dostępne są nowe metody sterylizacji bezdotykowej, które w znacznym stopniu zmniejszają wpływ błędów ludzkich na proces dekontaminacji.

Czy czystość otoczenia ma aż taki wpływ?

Wiele badań wykazało, iż w przypadku wprowadzenia pacjenta na salę, na której wcześniej przebywała osoba zakaźnie chora, prawdopodobieństwo zachorowania na tą samą chorobę jest czterokrotnie wyższe. Innymi słowy – sterylność pomieszczenia, w którym przebywa pacjent jest ma znaczny wpływ na poziom ryzyka zakażenia szpitalnego (ang. Hospital Acquired Infection) Narażenie pacjentów na takie ryzyko jest nieakceptowalne i wskazuje na różny poziom standardów ośrodków medycznych. Ryzyko zinfekowania szpitalnego (HAI) wzrasta każdego dnia wraz z pojawianiem się trudnych do usunięcia zagrożeń między innymi takich jak virus New Dehli, *Acinetobacter baumannii*, MRSA, VRE, Norovirus oraz *C.diff*.

Żeby lepiej przedstawić zagadnienie, zadajmy sobie pytanie czy w przypadku hospitalizacji chcielibyśmy my lub żeby nasi najbliżsi przebywali w pomieszczeniu intensywnej opieki medycznej, w którym wcześniej znajdował się zakaźnie chory pacjent, opierając nasze bezpieczeństwo na manualnych procesach czyszczenia pomieszczeń? Czy jednak wolelibyśmy żeby poza manualnym sprzątnięciem przeprowadzono w tym pomieszczeniu proces dekontaminacji metodą bezdotykową?

¹ Carling PC, Briggs JL, Perkins J, Highlander D. Improved cleaning of patient rooms using a new targeting method. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2006;42(3):3858.

Available at:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16392086>.

Czy nie można po prostu usprawnić proces sterylizacji rąk?

Utrzymanie wysokiego poziomu czystości rąk jest niezbędne dla wszystkich obiektów szpitalnych, sama sterylizacja powierzchni dłoni nie jest wystarczająca. Nie tylko trudno jest utrzymać wysoki poziom sterylizacji powierzchni dłoni (według badań skuteczność dostępnych metod waha się od 40% do 60%) ale również ciężko jest utrzymać powierzchnie dłoni w czystości. Badania pokazują, że powierzchnia dłoni zostaje zakażona tak samo szybko w przypadku dotknięcia zainfekowanej powierzchni jak w przypadku dotyku zakaźnie chorego pacjenta. Podsumowując – zainfekowane powierzchnie mają, mimo procesów sterylizacji dłoni – mają znaczący wpływ na wystąpienie zakażenia.

Cel – zero zakażeń wewnątrzszpitalnych.

Ostatnimi czasy APIC (Stowarzyszenie Epidemiologiczne) postawiło za cel zredukowanie do zera ilości zakażeń wewnątrzszpitalnych. Mimo wprowadzenia usprawnień w redukcji ryzyka wystąpienia zakażenia wewnątrzszpitalnego – środowisko obiektów szpitalnych nadal stawia przed nami wielkie wyzwania. Poza środkami czystości, proces sprzątania nie uległ zmianie od wielu dziesiątków lat. Nie osiągniemy poziomu „Zero Zakażeń Wewnątrzszpitalnych” jeśli nie wprowadzimy nowych technologii, które pomogą oczyszczać także środowisko obiektów szpitalnych. Innymi słowy – im bardziej poprawimy jakość procesów sterylizacji dłoni, oraz procedury, mające na celu zredukowanie ryzyka zakażenia – tym większy wpływ na poziom ryzyka zainfekowania pacjenta będzie miało środowisko, w którym się on znajdzie.

Wybór najbardziej odpowiedniej do twoich potrzeb metody dekontaminacji bezdotykowej.

W pierwszej kolejności należy zapoznać się z dostępnymi technologiami dezynfekcji bezdotykowej, oraz nomenklaturą użytą w celu przedstawienia jak one działają.

Dezynfekcja promieniami ultrafioletowymi (UV)

Dezynfekcja promieniami UV znajduje powszechne zastosowanie zarówno w laboratoriach jak i odkurzaczach. Promieniowanie ultrafioletowe z zakresu UV-C (długość fali: 100–280 nm) emitowane jest przez lampy rtęciowe jak i xenonowe. Promieniowanie UV-C jest w stanie przez ścianki komórek bakterii, wirusów oraz endospor. Po przeniknięciu do wnętrza komórki promienie absorbowane są przed DNA, RNA oraz białko i doprowadza do uszkodzenia łańcucha DNA organizmu, co uniemożliwia dalsze rozmnażanie bakterii oraz wirusów. Technicznie proces ten nazywa się „deaktywacją”. Optymalna długość fali promieniowania UV-C przy której występuje największa absorpcja promieni przed DNA organizmu zawiera się między 260-265 nm. Dla Pałeczki Okrężnicy

(*Escherichia coli*) fale o długości 265 nm wykazują 15% lepszy efekt bakteriobójczy niż fale o długości 253,7 nm. Dla Laseczki Siennej (*Bacillus subtilis*) fale o długości 270 nm wykazują 40% lepszy efekt bakteriobójczy niż o długości 253,7 nm. Dodatkowo promieniowanie UV-A (długość fali: 315–380 nm) oraz UV-B (długość fali: 280–315 nm) również odgrywają rolę w procesie dezynfekcji.

Rtęciowe emitery promieniowania UV

Naprawdopodobnie najpowszechniejsze w użyciu są lampy UV oparte na rozprężonych parach rtęci. Ta metoda pozwala na uzyskanie ciągłego promieniowania o długości fali 253,7 nm a więc zbliżonej do wartości, w której zachodzi szczyt absorpcji promieni przez DNA organizmu (260-265 nm)

Błytkowe xenonowe emitery promieniowania UV (PX-UV)

Promieniowanie UV-C może być także emitowane przez błyskowe lampy xenonowe. Metoda ta (pozostająca w użyciu od 1970 r) pozwala na generowanie błysków promieni w zakresie między 200 a 320 nm. W tym zakresie zawierają się wszelkie promienie UV o działaniu bakteriobójczym. Dzięki szerokiego spektrum długości oraz wysokiemu natężeniu światła proces oparty o błyskowe lampy pulsacyjne jest kilkakrotnie szybszy niż proces dekontaminacji oparty o emitery rtęciowe.

Zamgławianie nadtlakiem wodoru

Metoda zamgławiania wykorzystuje reakcje chemiczne, do produkcji par nadtlaku wodoru, które są rozpylane w dezynfekowanym pomieszczeniu. Tlen zawarty w oparach nadtlaku wodoru doprowadza do rozkładu bakterii i mikroorganizmów. Metoda polega na wypełnieniu dezynfekowanego pomieszczenia oparami zawierającymi nadtlak wodoru, które osiadają na znajdujących się w pomieszczeniu powierzchniach.

Każdy producent wskazuje inne aspekty bezdotykowej metody dezynfekcji. Niezwykle ważne jest zrozumienie każdej z nich, co pozwoli wybrać tę, która najlepiej spełni nasze wymagania. Poniżej znajduje się lista kryteriów, które brałimy pod uwagę przy wyborze najlepszej metody spełniającej oczekiwania firmy Sodexo.

Aspekt efektywności procesu dekontaminacji

Oczywiście najważniejszym kryterium przy wyborze była dla nas efektywność procesu. Ogromne ilości danych historycznych potwierdzają efektywność zarówno metody opartej na promieniowaniu UV (UV) jak i opartej na zamgławianiu nadtlakiem wodoru (HPV). Jednakże ocena efektywności procesu dekontaminacji, niezbędna do przeprowadzenia analizy porównawczej obydwu metod nie może opierać się jedynie na ocenie stopnia dezynfekcji. Na przykład metoda HPV wymaga

kilku godzin do osiągnięcia maksymalnego, możliwego dla tej metody poziomu dezynfekcji. Tak wysoki poziom dezynfekcji nie jest wymagany dla wszystkich powierzchni. Dodatkowo długi cykl dekontaminacji jest trudny do przeprowadzenia w rutynowej pracy jednostki medycznej. W metodzie bezdotykowej dezynfekcji wystarczające jest usunięcie 99,9% mikroorganizmów z najczęściej dotykanych powierzchni aby uchronić kolejnego pacjenta przed zakażeniem. Wybierając metodę dezynfekcji bezdotykowej, należy ocenić, która zapewni wysoki poziom usuwania mikroorganizmów nie zaburzając codziennej pracy ośrodka medycznego.

Kryterium: Wielkość powierzchni, która zostanie zdezynfekowana w jednostce czasu.

Kosz dezynfekcji w przeliczeniu na pomieszczenie.

Poprawnie wdrożone metody dezynfekcji bezdotykowej przyniosą znaczne oszczędności finansowe. Koszty dostępnych na rynku systemów, które pozwolą na osiągnięcie wymaganego poziomu dezynfekcji w mniej niż pięć godzin na pomieszczenie wachają się między 50 k\$ a 120 k\$

Czynnikiem, który warto wziąć pod uwagę jest koszt urządzenia w przeliczeniu na ilość oczyszczonych pomieszczeń w jednostce czasu. Należy wziąć pod uwagę zarówno czynniki chemiczne wykorzystywane w metodzie HPV jak i wymianę emitera UV (żarówki). Należy też ocenić koszty pracy przy każdej metodzie.

Kryterium: Najniższy osiągalny koszt dekontaminacji w przeliczeniu na pomieszczenie przy uwzględnieniu kosztów pracy, materiałów, części zamiennych, energii oraz czas braku dostępności pomieszczenia.

Czas cyku dekontaminacji

Czas potrzebny na dezynfekcję pomieszczenia, w którym pomieszczenie jest wyłączone z użycia jest bardzo ważnym kryterium wyboru odpowiedniej metody dezynfekcji bezdotykowej. W większości przypadków czas wyłączenia z eksploatacji pomieszczenia jest podstawowym wskaźnikiem efektywności serwisu sprzątającego.

Kryterium: Najkrótszy możliwy czas dekontaminacji potrzebny do osiągnięcia wymaganego poziomu dezynfekcji.

Wymagany personel

Oczywiście urządzenie do bezdotykowej dekontaminacji pomieszczeń nie działa samodzielnie. Ktoś musi przewozić urządzenie między pomieszczeniami szpitalnymi. Wymagania stawiane operatorowi są bardzo ważnym kryterium przy doborze najbardziej odpowiedniej metody. Im wymagane kwalifikacje będą wyższe tym koszt pracownika również będzie wyższy.

Kryterium: Urządzenie musi być łatwe w obsłudze, co pozwoli niewykwalifikowanemu personelowi sprzątającemu na pełną obsługę.

Dostęp do pomieszczenia

Podczas dekontaminacji w pomieszczeniu nie może przebywać żaden człowiek. Może zająć nagła potrzeba wejścia do pomieszczenia, w którym odbywa się proces dekontaminacji. Urządzenie musi pozwolić na zdalne wyłączenie, a wybrana metoda pozwolić na wejście do pomieszczenia bez narażania personelu na utratę zdrowia.

Kryterium: Zdalne sterowanie urządzeniem oraz możliwość wejścia do pomieszczenia natychmiast po przerwaniu procesu.

Bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo jest oczywiście najważniejsze. Chodzi o bezpieczeństwo zarówno operatora, personelu jak i pacjenta. Wybrane urządzenie musi być wyposażone w wyłącznik bezpieczeństwa, pozwalający w przypadku pojawienia się zagrożenia, na natychmiastowe wyłączenie.

Kryterium: Obecność automatycznego wyłącznika bezpieczeństwa.

Wpływ na środowisko

Firma Sodexo kładzie szczególny nacisk na dobór produktów, które mają możliwie najmniej negatywny wpływ na środowisko, dlatego dążymy do redukcji użycia środków żrących jak i odpadów stałych.

Kryterium: Minimalny lub żaden negatywny wpływ na środowisko.

Wpływ na ilość zakażeń wewnątrzszpitalnych

Ostatni rozpatrywany, lecz najważniejszy aspekt to jaki jest stopień redukcji zakażeń wewnątrzszpitalnych przy zastosowaniu każdej z metod bezdotykowej dezynfekcji pomieszczeń. Najnowsza metoda wykorzystująca xenonową lampę błyskową (PX-UV) daje zauważalne rezultaty w redukcji ilości zakażeń wewnątrzszpitalnych.

Kryterium: Obiektywne dowody redukcji ilości zakażeń wewnątrzszpitalnych.

	HPV	UV z lampy rtęciowej	PX-UV
Wydajność metody	Badania wykazały 95% redukcja ilości bakterii i wirusów ¹	Badania wykazały 99% redukcja ilości bakterii i wirusów ²	Badania wykazały 99% redukcja ilości bakterii i wirusów ³
Koszt na pomieszczenie*	\$110,27	\$15,75	\$2,80
czas cyklu dekontaminacji	3-4 godzin ¹	od 12 minut do 2 godzin ⁴	12 minut dla typowych pomieszczeń szpitalnych ³
Operator	Przeszkolony technik	Pracownik serwisu sprzątającego	Pracownik serwisu sprzątającego
Możliwość wejścia w przypadku przerwania procesu	Nie	Możliwość zdalnego zatrzymania i wejścia do pomieszczenia w przerwie cyklu	Możliwość zdalnego zatrzymania i wejścia do pomieszczenia w przerwie cyklu
Bezpieczeństwo	Opary są niebezpieczne.	Promienie UV mogą podrażniać siatkówkę oka.	Promienie UV mogą podrażniać siatkówkę oka.
Wpływ na środowisko	Brak. Nadtlenek wodoru degradowuje się do postaci wody.	WHO rozważa wprowadzenie zakazu urzywania lamp rtęciowych w zastosowaniach medycznych	Brak wpływu na środowisko ³
Poziom redukcji zakażeń wewnątrzszpitalnych	Nie potwierdzone	Nie potwierdzone	82% redukcji w przypadku C.diff, MRSA zredukowane do poziomu "0" ⁶

1.(Manian et al., 2011)

2.(Rutala, Gergen, & Weber, 2010)

3.(Stibich et al., 2011)

4.(Boyce, Havill, & B. a Moore, 2011)

5.CoolyDickinson Hospital Press Release, 2010

6.Cone Health Study, 2011

*Skalkulowane na podstawie kosztu urządzenia (zakup i eksploatacja) podzielonych przez ilość pomieszczeń, którą można poddać procesowi dekontaminacji w jednostce czasu. Nie wzięto pod uwagę kosztów pracy.

Dodatkowe zagadnienia pojawiające się wraz z wprowadzeniem bezdotykowych metod dezynfekcji pomieszczeń.

Mobilność.

Jednym z najważniejszych zagadnień związanych z bezdotykowymi metodami dezynfekcji jest ich mobilność. Należy poświęcić należytą uwagę podczas przemieszczania oraz operowania urządzeniem do bezdotykowej dekontaminacji.

Zmiany w procedurach czyszczenia pomieszczeń

Dzięki odpowiedniej modyfikacji procedury sprzątnięcia pomieszczeń można osiągnąć dodatkową optymalizację procesu. Każda zmiana w procesie jest dobrą okazją do przeglądu całej procedury i takiemu uszeregowaniu czynności, aby osiągnąć największą możliwą wydajność. Oczywiście nie da się ustalić jednej procedury dla wszystkich jednostek medycznych – każda z nich powinna być rozpatrywana indywidualnie.

Komunikacja zewnętrzna i wewnętrzna

W przypadku wprowadzania nowego systemu rozwiązań, komunikacja zarówno wewnętrzna jak i zewnętrzna jest bardzo ważnym aspektem. W komunikacji wewnętrznej należy przedstawić nowe rozwiązanie personelowi i rozwiązać wszelkie wątpliwości, które się pojawią, tak, aby personel zrozumiał potrzebę wprowadzenia nowego systemu. Zewnętrzna komunikacja jest również bardzo ważna. Pacjenci i ich rodziny ale również otoczenie jednostki medycznej należy poinformować, iż metody dekontaminacji bezdotykowej nie są wprowadzane w reakcji na pojawiający się problem, lecz jako element procesu ciągłego doskonalenia jednostki i szukania najlepszych dostępnych rozwiązań pozwalających zadbać o pacjenta w najlepszy możliwy sposób.

Podsumowanie: Jak firma Sodexo zdecydowała się na wprowadzenie dekontaminacji metodą z zastosowaniem pulsujących promieni UV z emitera xenonowego (PX-UV)

Bardzo ważnym zagadnieniem w środowisku szpitalnym jest ochrona pacjenta przez wystąpieniem zakażenia wewnątrzszpitalnego. Na podstawie ostatnich badań można stwierdzić że bezdotykowe metody dekontaminacji odgrywają ogromną rolę w dążeniu do poziomu „Zero zakażeń wewnątrzszpitalnych”

Firmy świadczące usługi sprzątnięcia, dezynfekcji jak również jednostki medyczne, przed wyborem najbardziej odpowiedniej dla nich metody dekontaminacji bezdotykowej, muszą wziąć pod uwagę kilka aspektów. Po szczegółowej analizie Sodexo postanowiło nawiązać współpracę z Xenex Healthcare Services. Firma Xenex produkuje urządzenia oparte na błyskowych lampach xenonowych, które spełniają nasze wymagania.

Pozostałe metody dekontaminacji również dawały zadowalające efekty procesu dezynfekcji, lecz znacznie zaburzały dostępność pomieszczeń szpitalnych. Firma Sodexo rozumie że w mocno obłożonych jednostkach medycznych należy zwrócić szczególną uwagę na dostępność pomieszczeń i mieszczącego się w nich sprzętu. Zbyt powolny proces może generować niewspółmiernie wysokie koszty.

System Xenex PX426 spełnił wszystkie nasze oczekiwania. Koszt w przeliczeniu na pomieszczenie jest niski, co spowodowane jest krótkim cyklem dekontaminacji oraz brakiem zastosowania w metodzie jakichkolwiek środków chemicznych. System PX426 umożliwił na dezynfekcję największej liczby pomieszczeń w ciągu jednego dnia w porównaniu do innych dostępnych metod dekontaminacji bezdotykowej. Koszty pracownika przy zastosowaniu systemu PX426 są znacznie niższe niż przy innych. Wynika to z faktu, iż cykl dekontaminacyjny jest znacznie krótszy.

Firma sodexo wzięła również pod uwagę bezpieczeństwo użytkownika systemu. Jeśli używane prawidłowo – wszystkie bezdotykowe metody dekontaminacyjne są bezpieczne. Przy każdej metodzie w pomieszczeniu poddawanemu dekontaminacji nie może przebywać żaden człowiek. System PX426 wyróżnia się pod względem bezpieczeństwa ponieważ wyposażone jest w czujnik ruchu oraz zdalny wyłącznik, co pozwala na nagłe przerwanie procesu i wejście do pomieszczenia poddawanego procesowi dekontaminacji. Operator systemu PX426 może przejść proste szkolenie w celu używania systemu bez narażania się na niebezpieczeństwo. System Xenex PX426 wyposażony jest w lampy, w których znajduje się gaz obojętny dla środowiska (w przeciwieństwie do lamp rtęciowych)

Pozytywne wyniki redukcji ilości zakażeń wewnątrzszpitalnych tylko umocniły nas w wyborze rozwiązania PX426, które jest najtańsze, najszybsze i najprostsze w zastosowaniu z dostępnych na rynku metod. Jesteśmy w stanie bardzo szybko przeszkolić operatorów i łatwo wpisać proces dekontaminacji bezdotykowej w nasze procedury sprzątnia. Łatwość wdrożenia oznacza możliwość natychmiastowego zastosowania metody.

Firma Sodexo jest całkowicie przekonana do rozwiązania opartego na PX-UV przez co podjeliśmy kroki do wprowadzenia powyższego systemu do standardowej procedury sprzątnia.

Drees M, Snyderman DR, Schmid CH, et al. Prior environmental contamination increases the risk of acquisition of vancomycin-resistant enterococci. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2008;46(5):67885.

Available at:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18230044>

[Accessed July 11, 2011].

Stiefel U, Cadnum JL, Eckstein BC, et al. Contamination of Hands with Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* after Contact with Environmental Surfaces and after Contact with the Skin of Colonized Patients. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2011;32(2):205-211.

APIC. Targeting Zero HAIs. 2008. Available at:

<http://www.apic.org/AM/CM/ContentDisplay.cfm?ContentFileID=11707>

[Accessed August 18, 2011].

Kowalski W. Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection. 2009:74-81.

Manian FA, Griesenauer S, Senkel D, et al. Isolation of *Acinetobacter baumannii* Complex and Methicillin-Resistant

Staphylococcus aureus from Hospital Rooms Following Terminal

Cleaning and Disinfection: Can We Do Better? *Infection Control and Hospital Epidemiology* : the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America. 2011;32(7):667-672.

Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21666397>

[Accessed July 11, 2011].

Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Room decontamination with UV radiation. *Infection Control and Hospital Epidemiology* : the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America. 2010;31(10):1025-1031.

Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20804377>

[Accessed July 11, 2011].

Stibich M, Stachowiak J, Tanner B, et al. Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet room

disinfection device for impact on hospital operations and microbial reduction. *Infection Control and Hospital Epidemiology* : the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America. 2011;32(3):286-291.

Available at:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21460515>.

Boyce JM, Havill NL, Moore B a. Terminal Decontamination of Patient Rooms Using an Automated Mobile UV Light Unit. Infection control and hospital epidemiology : the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America. 2011;32(8):73742.

Available at:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21768755>

[Accessed July 28, 2011].

Business Wire. Cooley Dickinson Press Release: Infection Rates at Cooley Dickinson Hospital Drop with Xenex System. 2011.

Cone Health and Cepheid. Cone Health Five Campus Health System Fulfills Senior Management Challenge to Dramatically Reduce HAIs. 2011.

Sodexo. Sodexo, World`s Largest Healthcare Environmental Services Provider, Chooses Xenex Room Disinfection System. 2011. Available at:

<http://www.reuters.com/article/2011/07/18/idUS78221+18Jul2011+ BW20110718>