

Richtlijn Luchtbehandeling in operatiekamers en behandelkamers

INITIATIEF

Nederlandse Vereniging voor Medische Microbiologie

IN SAMENWERKING MET

Nederlands Oogheelkundig Gezelschap
Nederlandse Orthopedische Vereniging
Nederlandse vereniging voor Anesthesiologie
Nederlandse Vereniging voor Heelkunde
Nederlandse Vereniging voor Obstetrie en Gynaecologie
Nederlandse Vereniging voor Plastische Chirurgie
Nederlandse Vereniging voor Thoraxchirurgie
Nederlandse Vereniging voor Urologie
Nederlandse Vereniging voor Radiologie
Nederlandse Vereniging voor Cardiologie
Nederlandse Vereniging voor Dermatologie en Venerologie
Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica
Vereniging voor Hygiëne en Infectiepreventie in de Gezondheidszorg

MET ONDERSTEUNING VAN

Drs. B.S. Niël-Weise, zelfstandig richtlijnmethodoloog
Dr. M.A. Pols, senior adviseur, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten

FINANCIERING

De richtlijnontwikkeling werd gefinancierd uit de Kwaliteitsgelden Medisch Specialisten (SKMS)

Colofon

RICHTLIJN LUCHTBEHANDELING IN OPERATIEKAMERS EN BEHANDELKAMERS

© 2020

Nederlandse Vereniging voor Medische Microbiologie

Postbus 21020

8900 JA Leeuwarden

058 2939249

secretariaat@nvmm.nl

www.nvmm.nl

Alle rechten voorbehouden.

De tekst uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën of enige andere manier, echter uitsluitend na voorafgaande toestemming van de uitgever. Toestemming voor gebruik van tekst(gedeelten) kunt u schriftelijk of per e-mail en uitsluitend bij de uitgever aanvragen. Adres en e-mailadres: zie boven.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenstelling van de werkgroep.....	4
Samenvatting.....	5
Algemene inleiding	9
Verantwoording.....	12
Module 1 Luchtbehandelingsystemen.....	24
Module 2 Randvoorwaarden luchtbehandelingsstelsel	88
Module 3 Monitoring van het luchtbehandelingsstelsel	92
Module 4 Operatiekamerdiscipline	94
Module 5 Luchtbeheersplan	96
Kennislacunes	97
Implementatie.....	98
Appendix 1 Verslag invitation conference.....	100
Appendix 2 Zoekverantwoording oriënterende search.....	104

Samenstelling van de werkgroep

- Dr. J.J. Duvekot (voorzitter), gynaecoloog-perinatoloog, Erasmus MC, Rotterdam
- Prof. Dr. J. Kluytmans, arts-microbioloog, Amphia Ziekenhuis/Molengracht, Breda; Julius Center for Health Sciences and Primary Care, Universitair Medisch Centrum Utrecht, Utrecht
- Prof. Dr. A. Voss, arts-microbioloog, Radboud Universitair Medisch Centrum en Canisius Wilhelmina Ziekenhuis, Nijmegen
- Dr. I.J.B. Spijkerman, arts-microbioloog, Amsterdam Universitair Medische Centra, locatie AMC, Amsterdam
- Dr. M.V. Joesse, oogarts, Haaglanden MC, Den Haag
- Drs. Y. Henry, oogarts, Amsterdam Universitair Medische Centra, locatie VU Medisch Centrum, Amsterdam
- Dr. P.C. Jutte, orthopedisch chirurg, Universitair Medisch Centrum Groningen, Groningen
- Dr. F.O. Kooij, anesthesioloog, Amsterdam Universitair Medische Centra, locatie AMC, Amsterdam
- Dr. P.M.N.Y.H. Go, chirurg, St Antonius Ziekenhuis, Nieuwegein
- Dr. A.B. Steensma, gynaecoloog, Erasmus MC, Rotterdam
- Dr. M. Cromheecke, plastisch chirurg, Zipper Clinics, Enschede
- Dr. P. Segers, cardiothoracaal chirurg, Maastricht Universitair Medisch Centrum, Maastricht
- Dr. F. d'Ancona, uroloog, Radboud Universitair Medisch Centrum, Nijmegen
- Dr. Ir. L. Poot, klinisch fysicus, Isala, Zwolle
- Ir. R. Wientjes, klinisch fysicus, Universitair Medisch Centrum Utrecht, Utrecht
- Dhr. K. Ballemans, deskundige infectiepreventie, Unic Medical Services BV, Nieuwegein
- Dhr. P. Bergervoet, deskundige infectiepreventie, Tensen & Nolte Infectiepreventie, Nieuwe Niedorp
- Prof. dr. M.W. de Haan, interventieradioloog, Maastricht Universitair Medisch Centrum, Maastricht
- Prof. dr. M.J. Schalijs, interventiecardioloog, Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden
- Dr. G.A.M. Krekels, dermatoloog, MohsA, Venray

Met ondersteuning van:

- Drs. B.S. Niël-Weise, zelfstandig richtlijnmethodoloog, Deventer
- Dr. M.A. Pols, senior adviseur, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten

Samenvatting

De belangrijkste wijzigingen in deze richtlijn ten opzichte van de richtlijn 'Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1 (2014)' zijn de volgende.

In vergelijking met de WIP-richtlijn "Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1" uit 2014 bevat deze richtlijn belangrijke verschillen en vereenvoudigingen. Ten eerste behandelt deze richtlijn de luchtbehandeling in alle operatiekamers, opdekruimtes en behandelkamers. Verder werd als primaire uitkomstmaat voor het effect van luchtbehandelingsystemen gekozen voor de klinisch relevante maat postoperatieve wondinfecties. Tenslotte werd de in de vorige richtlijn gemaakte classificatie van operatiekamers klasse 1 op basis van luchtbehandelingssysteem vereenvoudigd en uitgebreid met klasse 2 operatiekamers en zelfstandige behandelkamers. Door wetenschappelijke verenigingen werden ingrepen ingedeeld naar deze classificatie.

Module 1 Luchtbehandelingsystemen

1.1 Van welk luchtbehandelingsstelsel moet een operatiekamer voorzien zijn om postoperatieve wondinfecties (POWI's) zo veel mogelijk te voorkomen?

Een operatiekamer klasse 1 of 2 is voorzien van een luchtbehandelingssysteem met een verdringend of een mengend luchtinblaassysteem.

1.2 Aan welke minimale criteria moet luchtkwaliteit voldoen op operatiekamers, behandelkamers en opdekruimtes?

	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
Luchtwisselingen/uur	Ten minste 20x	Ten minste 6x	Ten minste 4x
Luchtkwaliteit (isoklassen) [§]	ISO 7 (NEN EN ISO 14644-1)	ISO 7 (NEN EN ISO 14644-1)	Geen bijzondere vereisten
Hersteltijd (1:100)	≤20 min (NEN EN ISO 14644-3)	Niet van toepassing	Niet van toepassing
Filtering lucht	Ten minste HEPA-filter H13 (EN 1822)	Ten minste HEPA-filter H13 (EN 1822)	Geen specifieke eisen
Temperatuur*	18° – 23°	18° – 23°	Geen specifieke eisen
Relatieve vochtigheid*	< 65%	< 65%	< 65%
Drukhiërarchie/stroomrichting	3 in zuiverheid aflopende zones (op bouwtekening inzichtelijk gemaakt) ten opzichte van het overige gebouw.	2 in zuiverheid aflopende zones (op bouwtekening inzichtelijk gemaakt) ten opzichte van het overige gebouw	Niet van toepassing

[§] ISO 7 geldt voor de hele operatiekamer.

* De temperaturen en relatieve vochtigheid die worden aanbevolen zijn richtinggevend, zie toelichting.

Module 2 Randvoorwaarden luchtbehandelingsysteem

2.1 Aan welke randvoorwaarden dient een operatieafdeling te voldoen ten aanzien van luchtkwaliteit?

Vloer, wanden en plafond van een operatieafdeling

- Maak vloer-, wand- en plafondafwerkingen zo glad, naadloos en gesloten mogelijk.
- Neem maatregelen om te voorkomen dat deeltjes (stof) vanuit het verlaagde plafond in de operatiekamer en opdekruimte komen.

Beheersing kwaliteit toegevoerde lucht in een operatieafdeling

- Voer de buitengevel zodanig uit dat de luchtbehandeling niet negatief wordt beïnvloed.
- Zorg er voor dat de lucht op de operatieafdeling van de schoonste naar minder schone ruimten stroomt (van A naar B naar eventueel C).
- Breng in de operatiekamer en opdekruimte alleen deuren of luiken aan die op zone A of B van de operatieafdeling uitkomen.

Luchtfiltering in een operatieafdeling

- Zorg er voor dat de kwaliteit van de toegevoerde lucht naar zone B en C (klasse 1) of zone B (klasse 2) van de operatieafdeling minimaal gelijk is aan die van ePM1 90% gefilterde lucht (NEN-EN-ISO 16890). Voor zone A zijn de minimum eisen opgenomen in 1.2.

2.2 Aan welke randvoorwaarden dienen een operatiekamer en opdekruimte te voldoen ten aanzien van luchtbehandelingsystemen?

Inrichting operatiekamer

- Houd bij de inrichting van de operatiekamer klasse 1 en 2 rekening met het feit dat apparatuur invloed kan hebben op de luchtkwaliteit.

Signalering

- Voorzie de operatiekamer klasse 1 en 2 met eventuele bijbehorende opdekruimte binnen een operatieafdeling van een signalering die aangeeft of het luchtbehandelingsysteem goed functioneert en, zo nodig, alarmeert.

Module 3 Monitoring van het luchtbehandelingsysteem

Hoe dient de effectiviteit van luchtbehandelingsystemen te worden bewaakt?

Algemeen

- Controleer de juiste werking van het luchtbehandelingsysteem aan de hand van de signalering van procesparameters in de OK.
- Stel de relevante parameters en daarbij horende grenswaarden vast en leg deze vast in een luchtbeheersplan.
- Neem bij een alarmsituatie maatregelen zoals beschreven in het luchtbeheersplan.

Temperatuur ingeblazen lucht

- Verstel de temperatuur van de ingeblazen lucht op de operatiekamer en opdekruimte voorzien van een verdringend systeem alleen bij strikte noodzaak. Geef vervolgens het systeem de tijd weer goed ingesteld te raken.

Volume toegevoerde lucht aan de operatiekamer en opdekruimte

Monitor ten minste de hoeveelheid aan de operatiekamer en opdekruimte toegevoerde lucht.

Module 4 Operatiekamerdiscipline

Wat is het beleid rondom de discipline in de operatiekamer?

- Stel een OK-gedragscodex vast met hierin tenminste de volgende elementen:
 - het aantal aanwezigen in de operatiekamer (beperk het aantal aanwezigen en de aflossing zo veel mogelijk);
 - operatiekleding (operatiekleding moet voldoen aan NEN-EN 13795-2);
 - infectiepreventiemaatregelen;
 - deurbewegingen (beperk het aantal deurbewegingen zo veel mogelijk);
 - reiniging en desinfectie (conform betreffende richtlijnen).

Opdekken instrumentarium

- Dek tafels met steriel instrumentarium onder dezelfde luchtcondities op als waaronder zij gebruikt gaan worden.

Reinigen operatiekamer/opdekruimte

- Houd na schoonmaak van de operatiekamer/opdekruimte rekening met de hersteltijd.

Module 5 Luchtbeheersplan

Op welke wijze wordt de luchtkwaliteit beheerd?

- Stel een luchtbeheersplan op voor de operatieafdeling dat minimaal de volgende elementen bevat:
 - matrix met verantwoordelijkheden en bevoegdheden in relatie tot de luchtkwaliteit;
 - beschrijving van het technisch beheer en onderhoud;
 - beschrijving van de periodieke controle;
 - beschrijving van het operatiecomplex, waaronder zonering;
 - beschrijving van indeling ingrepen naar OK-klasse/zelfstandige behandelkamer
 - beschrijving van het luchtbehandelingsstelsel;
 - beschrijving van de procesparameters en grenswaarden;
 - beschrijving van de acties en verantwoordelijken bij afwijking van de procesparameters;
 - beschrijving hoe de registratie van de procesparameters plaatsvindt en gedurende welke periode de procesparameters bewaard blijven;
 - beschrijving hoe het personeel geïnstrueerd wordt over het omgaan met het luchtbehandelingsstelsel;
 - afspraken omtrent gedrag op de operatiekamer (gedragscodex);
 - procedure voor het in gebruik nemen van een operatiekamer/opdekruimte;
 - afspraken over ingebruikname na schoonmaak;
 - beschrijving van de controle van de sensoren ten behoeve van de bepaling van de procesparameters op functienauwkeurigheid;
 - procedure hoe te handelen wanneer tijdens het gebruik van een operatiekamer de procesparameters aangeven dat het luchtbehandelingsstelsel niet goed functioneert;

- beschrijving van de wijze van follow-up bij eventuele wijzigingen in het beleid of techniek.

Algemene inleiding

Aanleiding voor het maken van de richtlijn

Al direct na publicatie door de Werkgroep Infectie Preventie (WIP) was er veel discussie over de adviezen van de WIP-richtlijn “Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1 (2014)”. Deze adviezen hadden grote gevolgen voor de ziekenhuizen. De discussie over deze richtlijn betrof met name het feit dat bepaalde operatiekamers na metingen conform VCCN-RL 7 (RL7) niet bleken te voldoen aan de gestelde prestatie-eisen voor het beschermde gebied. Dit leidde er toe dat in 2016 een addendum door de regieraad van de WIP werd gepubliceerd. De conclusies van dit addendum waren dat er onduidelijkheid was over de standaardmethode voor testen van de prestaties van de luchtbehandeling, en dat naast de RL7 andere, gelijkwaardige methoden gebruikt konden worden. De regieraad van de WIP beval nader onderzoek aan op dit gebied. Begin 2018 besloot de Nederlandse Vereniging voor Medische Microbiologie, na opheffing van de WIP in 2017, om de revisie van deze richtlijn ter hand te nemen.

In het kader van het modulair maken van de oorspronkelijke WIP-richtlijn werd de volledige richtlijn opnieuw beoordeeld en, waar nodig, herzien. Deze richtlijn vervangt hiermee de WIP-richtlijn uit 2014.

Doel van de richtlijn

Deze richtlijn heeft tot doel om aanbevelingen te doen over de luchtkwaliteit in operatiekamers, opdekruimten en zelfstandige behandelkamers in ziekenhuizen en particuliere klinieken. De richtlijn beschrijft de minimale criteria van de luchtkwaliteit op basis van wetenschappelijk bewijs en de kennis van experts.

Er werd binnen de werkgroep geen consensus verkregen over het luchtbehandelingsysteem (module 1) bij grote orthopedische implantaatchirurgie. De richtlijn doet hierover geen uitspraak, de NOV zal los van deze richtlijn een standpunt opstellen.

Afbakening van de richtlijn

De richtlijn richt zich op de luchtkwaliteit van operatiekamers en behandelkamers in ziekenhuizen en particuliere klinieken zoals zelfstandige behandelcentra en privéklinieken: het type luchtbehandelingsysteem, de minimale criteria waaraan de luchtkwaliteit moet voldoen en de wijze waarop gebruikers met een specifiek luchtbehandelingssysteem moeten omgaan, en de operatiekamerdiscipline, om het ontstaan van postoperatieve wondinfecties (POWI) te beperken.

De specifieke vragen waarvoor deze richtlijn aanbevelingen geeft, zijn:

Module 1 Luchtbehandelingsysteem

- Van welk luchtbehandelingsysteem moet een operatiekamer voorzien zijn om postoperatieve wondinfecties (POWI's) zo veel mogelijk te voorkomen?
- Aan welke minimale criteria moet luchtkwaliteit voldoen op operatiekamers, behandelkamers en opdekruimtes?

Module 2 Randvoorwaarden luchtbehandelingsysteem

- Aan welke randvoorwaarden dient een operatieafdeling te voldoen ten aanzien van luchtkwaliteit?

- Aan welke randvoorwaarden dienen een operatiekamer en opdekruimte te voldoen ten aanzien van luchtbehandelingsystemen?

Module 3 Monitoring van het luchtbehandelingsstelsel

- Hoe dient de effectiviteit van luchtbehandelingsstelsels te worden bewaakt?

Module 4 Operatiekamerdiscipline

- Wat is het beleid rondom de discipline in de operatiekamer?

Module 5 Organisatie van zorg

- Op welke wijze wordt de luchtkwaliteit beheerd?

Beoogde gebruikers van de richtlijn

Deze richtlijn is primair geschreven voor medewerkers die beleid maken op het gebied van infectiepreventie, waaronder raden van bestuur van zorginstellingen, deskundigen infectiepreventie, artsen-microbiologen en internist-infectiologen, en alle medisch specialisten die interventies doen op operatiekamers en zelfstandige behandelkamers.

Definities en begrippen

Zelfstandige behandelkamer	Ruimte, niet gelegen in een operatieafdeling, bestemd voor het uitvoeren van operatieve ingrepen.
Contaminatie lucht	Aanwezigheid van grote en fijne (stof)deeltjes, vezels, aerosolen en/of micro-organismen in de lucht.
Contaminatie wond	Aanwezigheid van micro-organismen in de wond.
Luchtkwaliteit	Mate van afwezigheid van contaminatie van de lucht.
Luchtbehandelingsstelsel	Dit omvat het gehele stelsel van luchtbehandeling, inclusief de bewerking van de lucht (filteren, koelen, drogen, verwarmen en/of bevochtigen), de manier van transport, de manier van inblazen, de manier van afzuigen en de regeling hiervan.
Mengend luchtinblaassysteem	Een inblaassysteem dat zorgt voor verdunning van de contaminatie in de ruimte tot een lagere concentratie door menging met (gefilterde) schone lucht.
Unidirectioneel (UDF) of verdringend luchtinblaassysteem	Een luchtinblaassysteem met stroming in één richting die turbulentie-arm is ("unidirectional flow"). Dit systeem beoogt verontreinigingen in de lucht te verminderen door het verdringen van lucht uit het werkgebied en het voorkómen van het binnendringen van lucht uit de omgeving.

Operatieafdeling	Een afdeling van een zorginstelling met operatiekamers en indien van toepassing, opdekruimtes, verkoever, holding en bijkomende ruimtes.
Operatiekamer (OK) klasse 1 en 2	Ruimte, gesitueerd binnen een operatieafdeling, ingericht voor het uitvoeren van chirurgische ingrepen, die voldoet aan bepaalde criteria (zie tabel met aanbevelingen voor minimale criteria luchtkwaliteit).
Opdekruimte	Ruimte gelegen in of aanpalend aan een operatiekamer specifiek bedoeld voor het opdekken van instrumenten voorafgaand aan een operatie met een luchtkwaliteit gelijkwaardig (of beter) aan de operatiekamer.
Postoperatieve wondinfectie (POWI)	Surgical site infection (SSI) conform CDC (zie bijlage 2). Voor postoperatieve wondinfecties bij grote gewrichtsprothesen is de follow-up 1 jaar.

Verantwoording

Geldigheid

Uiterlijk in 2024 zal worden geïnventariseerd onder de wetenschappelijke verenigingen van medisch specialisten of de richtlijn nog actueel is. Indien één of meer van de wetenschappelijke verenigingen van medisch specialisten aangeeft dat herziening noodzakelijk is, zal het proces voor herziening worden opgestart. Zo nodig wordt een nieuwe werkgroep geïnstalleerd om de richtlijn te herzien. De geldigheid van de richtlijn komt eerder te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding zijn een herzieningstraject te starten.

De Nederlandse Vereniging voor Medische Microbiologie is als penvoerder van deze richtlijn de eerstverantwoordelijke voor de actualiteit van deze richtlijn. De andere aan deze richtlijn deelnemende wetenschappelijk verenigingen of gebruikers van de richtlijn delen de verantwoordelijkheid en informeren de eerstverantwoordelijke over relevante ontwikkelingen binnen hun vakgebied.

Algemene gegevens

De richtlijnontwikkeling werd ondersteund door drs. B.S. Niël-Weise, zelfstandig richtlijnmethodoloog, en dr. M.A. Pols, senior adviseur, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten, en werd gefinancierd uit de Kwaliteitsgelden Medisch Specialisten (SKMS).

Samenstelling werkgroep

Voor het ontwikkelen van de richtlijn is in 2018 een multidisciplinaire werkgroep ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers van specialismen die betrokken zijn bij de zorg voor patiënten die een ingreep ondergaan, medisch specialisten die interventies doen op operatiekamers en zelfstandige behandelkamers (zie hiervoor de samenstelling van de werkgroep) en (arts-)specialisten op het gebied van infectiepreventie.

De werkgroepleden zijn door hun beroepsverenigingen gemandateerd voor deelname. De werkgroep werkte gedurende een jaar aan de totstandkoming van de richtlijn.

De werkgroep is verantwoordelijk voor de integrale tekst van deze richtlijn.

Belangenverklaringen

De werkgroepleden hebben schriftelijk verklaard of ze in de laatste vijf jaar een (financieel ondersteunde) betrekking onderhielden met commerciële bedrijven, organisaties of instellingen die in verband staan met het onderwerp van de richtlijn. Tevens is navraag gedaan naar persoonlijke financiële belangen, belangen door persoonlijke relaties, belangen d.m.v. reputatiemanagement, belangen vanwege extern gefinancierd onderzoek, en belangen door kennisvalorisatie. De belangenverklaringen zijn op te vragen bij de Nederlandse Vereniging voor Microbiologie, een overzicht vindt u hieronder:

Werkgroep	Functie	Nevenfuncties	Persoonlijke financiële belangen	Persoonlijke relaties	Reputatie-management	Extern gefinancierd onderzoek	Kennis Valorisatie	Overige belangen
J.J. Duvekot	Gynaecoloog-perinatoloog	Directeur Medisch Advies en Expertise Bureau Duvekot	geen	geen	Voorzitter Advies-commissie Richtlijnen FMS	geen	geen	geen
J. Kluytmans	Arts-microbioloog Amphia Ziekenhuis Breda (0,6); onderzoeker UMC Utrecht (0,4)	- Voorzitter NVMM (onbetaald); - projectleider Interreg project i41 health (betaald)	Geen directe belangen (beleg in aandelen zonder te beleggen in specifieke bedrijven, maar mogelijk wel als onderdeel van pakketten en sectoren). Oefen daar geen directe invloed op uit. Lid advisory board 3M; Lid advisory board Destiny Farma.	geen	Voorzitter NVMM	geen	geen	geen
A. Voss	Arts-microbioloog. CWZ; Hoogleraar infectiepreventie Radboud UMC	- Lid bestuur NVMM (onbetaald); - Lid bestuur ISAC (onbetaald); - Lid bestuur SWAB (onbetaald)	geen	geen	geen	geen	geen	geen
I.J.B. Spijkerman	Arts-microbioloog, AMC, Amsterdam	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen

M.V. Joosse	Oogarts, opleider	- Bestuurslid BBC/NOG (vacatiegeld) - Secretaris concilium ophthalmologicum (onkostenvergoeding) - Lid Nederlandse intra-oculaire implantclub	Adviseur Microos Human Health BV en opties. Microos ontwikkelt geneesmiddelen en preparaten die bacteriofaagafgeleiden bevatten waarmee bacteriële infecties kunnen worden bestreden op de huid en in voedingsmiddelen.	CEO van Microos is broer van echtgenote.	- BBC/NOG bestuurslid	geen	geen	geen
--------------------	----------------------	---	---	--	-----------------------	------	------	------

P.C. Jutte	Orthopedisch chirurg	- Consulent firma Stryker, betaald werk waarbij de gelden ten goede komen aan de Kingma stichting voor orthopedisch onderzoek; - Lid commissie voor beentumoren (onbetaald); - Lid werkgroep orthopedische infecties (onbetaald); - Lid opleidingscommissie NOV (onbetaald); - Voorzitter tumorwerkgroep weke delen en bottumoren; UMCG; - Voorzitter Ondersteuning psychosociale zorg UMCG CCC.	geen	Geen	Lid wetenschappelijke commissie Sarcoom patiënten vereniging	ZonMW LEAK study. De beste behandeling van wondlekkage na heup of knieprothese.	geen	geen
F.O. Kooij	Anesthesioloog/MMT arts	- Repatrieringsarts (betaald); - diverse docentschappen (onbetaald)	geen	Geen	Deelname aan de vorige expertgroep, nog onder WIP regie	geen	geen	geen

P.M.N.Y.H. Go	Chirurg	- Voorzitter Medische Staf (VMS) van het St. Antonius ziekenhuis. Vergoeding van 0,4 fte van het ziekenhuis aan de maatschap.	geen	Geen	VMS St. Antonius ziekenhuis, Nieuwegein.	geen	geen	geen
A.B. Steensma	Gynaecoloog	- Vice voorzitter ok raad EMC (onbetaald) - Voorzitter Minimale Invasieve Chirurgie Commissie EMC (onbetaald) - Lid organisatie congres NVEC april Amsterdam (onbetaald) - Organisatie gyn echocursus ISUOG Rotterdam	geen	Geen	geen	geen	geen	Eerder echo apparatuur (GE Kretz) geleend; dit heeft niet geleid tot inmenging in onderzoek dan wel aankoop echo apparatuur.
M. Cromheecke	Plastisch chirurg; DGA privekliniek Zipper Clinics	- Lid commissie kwaliteit NVPC (onbetaald)	geen	Geen	geen	geen	geen	geen
P. Segers	Cardiothoracaal chirurg	geen	geen	Geen	geen	geen	geen	geen

F. d'Ancona	Uroloog, Radboudumc	- Een enkele keer consultant en teaching werkzaamheden voor Boston Scientific t.a.v. bijzondere expertise Green Light laser operatie techniek. Dit zijn dan kortdurende bezigheden die op basis van uren inzet betaald worden.	geen	Geen	geen	PI van tweetal door industrie gefinancierde klinische onderzoeken die in Radboudumc worden uitgevoerd: Storz; Neotract.	geen	geen
L. Poot	Klinisch Fysicus te Isala Zwolle	- Voorzitter NVKF; - Lid Raad van Toezicht Zorggroep Raalte (vrijwilligers-vergoeding)	geen	Geen	Voorzitter NVKF	geen	geen	geen
R. Wientjes	Klinisch Fysicus, UMC Utrecht	geen	geen	Geen	geen	geen	geen	geen
K. Ballemans	Deskundige infectiepreventie Unic Medical Services BV	geen	geen	Geen	geen	geen	geen	geen
P. Bergervoet	Deskundige infectiepreventie bij Tensen en Nolte infectiepreventie	geen	geen	Geen	geen	geen	geen	geen

M.W. de Haan	Interventieradiol oog	Voorzitter Centrale Opleiding Commissie Maastricht UMC+ (niet persoonsgebonden vergoeding aan afdeling radiologie)	geen	Geen	Voorzitter Centrale Opleiding Commissie Maastricht UMC+	Principal investigator: - COMER studie: contrast en straling reductie bij aorta- iliacale interventies (Philips). Deelname aan: - Avenew study: gebruik van stentgrafts in AV fistels (BARD) - PALI studies: Perfusie Angiografie bij patiënten met kritieke ischaemie (Philips); - SAVER studie: gebruik van drug eluting ballonnen in femoro- popliteaal traject (Spectrametrics) - Vernacular studie: gebruik van Venovo stent bij iliofemorale veneuze occlusie (BARD)	geen	geen
M.J. Schalijs	Hoofd Cardiologie UMC	geen	geen	Geen	geen	geen	geen	geen
G.A.M. Krekels	Dermatoloog (80%)/ Bestuurder Stichting Mohsa/Mohs Expert (20%)	geen	Vertegenwoordig de NVDV als dermatoloog / lid, tevens bestuurder van een huidcentrum	Geen	geen	geen	geen	geen

Inbreng patiëntenperspectief

In het kader van de knelpuntanalyse was de Patiëntenfederatie Nederland uitgenodigd voor een invitational conference. Zij hebben laten weten hieraan niet deel te nemen vanwege het technische karakter van de richtlijn. Ook tijdens de commentaarfase is de Patiëntenfederatie Nederland gevraagd om input.

Implementatie

In de verschillende fasen van de richtlijnontwikkeling is rekening gehouden met de implementatie van de richtlijn en de praktische uitvoerbaarheid van de aanbevelingen. Daarbij is uitdrukkelijk gelet op factoren die de invoering van de richtlijn in de praktijk kunnen bevorderen of belemmeren (zie implementatiehoofdstuk). Hiertoe is het concept van de richtlijn met de belangrijkste stakeholders besproken in het kader van haalbaarheid alvorens de richtlijn ter becommentariëring naar de wetenschappelijke verenigingen te sturen.

Werkwijze

AGREE

Deze richtlijn is opgesteld conform de eisen vermeld in het rapport Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0 van de adviescommissie Richtlijnen van de Raad Kwaliteit. Dit rapport is gebaseerd op het AGREE II instrument (Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation II; Brouwers et al., 2010), dat een internationaal breed geaccepteerd instrument is. Voor een stap-voor-stap beschrijving hoe een evidence-based richtlijn tot stand komt wordt verwezen naar het stappenplan Ontwikkeling van Medisch Specialistische Richtlijnen van het Kennisinstituut van Medisch Specialisten.

Knelpuntenanalyse

Tijdens de voorbereidende fase inventariseerden de voorzitter van de werkgroep, de werkgroepleden en de adviseurs de knelpunten: er is veel discussie over de WIP-richtlijn 'Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1 (2014)'. De discussie over deze richtlijn betrof met name het feit dat bepaalde operatiekamers, na metingen conform VCCN-RL 7 niet bleken te voldoen aan de gestelde prestatie-eisen voor het beschermde gebied.

Tevens zijn er via een invitational conference knelpunten aangedragen door vertegenwoordigers van de Inspectie voor de Gezondheidszorg, Nederlands Oogheelkundig Gezelschap, Nederlandse Orthopedische Vereniging, Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie, Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica, Nederlandse Vereniging voor Keel-Neus-Oorheelkunde en Heelkunde van het Hoofd-Halsgebied, Nederlandse Vereniging voor Plastische Chirurgie, Vereniging voor Hygiëne en Infectiepreventie in de Gezondheidszorg, Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen, Radboud UMC, UMC Groningen, UMC Utrecht, LUMC, VUMC, Ziekenhuis Tergooi, TNO, Kalibra, Surgicube en Vereniging Contamination Control Nederland. Een verslag van de invitational conference kunt u vinden in Appendix 1.

Uitgangsvragen en uitkomstmaten

Op basis van de uitkomsten van de knelpuntenanalyse zijn door de werkgroep uitgangsvragen opgesteld. Vervolgens inventariseerde de werkgroep per uitgangsvraag welke uitkomstmaten voor de patiënt relevant zijn, waarbij zowel naar gewenste als ongewenste effecten werd gekeken.

Strategie voor zoeken en selecteren van literatuur

Er werd eerst oriënterend gezocht naar bestaande buitenlandse richtlijnen en naar systematische reviews in de databases Medline en Embase (vanaf het jaar 2000). Voor de zoekstrategie zie Appendix 2. Vervolgens werd voor de uitgangsvraag over welk type luchtbehandelingsysteem aan de hand van specifieke zoektermen gezocht naar gepubliceerde wetenschappelijke studies in (verschillende) elektronische databases (vanaf het jaar 1990). Tevens werd aanvullend gezocht naar studies aan de hand van de literatuurlijsten van de geselecteerde artikelen. In eerste instantie werd gezocht naar studies met de hoogste mate van bewijs. De werkgroepleden selecteerden de via de zoekactie gevonden artikelen op basis van vooraf opgestelde selectiecriteria. De geselecteerde artikelen werden gebruikt om de uitgangsvraag te beantwoorden. De databases waarin is gezocht, de zoekactie of gebruikte trefwoorden van de zoekactie en de gehanteerde selectiecriteria zijn te vinden in het hoofdstuk van desbetreffende uitgangsvraag.

Kwaliteitsbeoordeling individuele studies

Individuele studies werden systematisch beoordeeld, op basis van op voorhand opgestelde methodologische kwaliteitscriteria, om zo het risico op vertekende studieresultaten (bias) te kunnen inschatten. Deze beoordelingen kunt u vinden in de risk-of-bias tabel.

Samenvatten van de literatuur

De relevante onderzoeksgegevens van alle geselecteerde artikelen werden overzichtelijk weergegeven in evidencetabellen. De belangrijkste bevindingen uit de literatuur werden beschreven in de samenvatting van de literatuur. Bij voldoende overeenkomsten tussen de studies werden de gegevens ook kwantitatief samengevat (meta-analyse) met behulp van Review Manager 5.

Beoordelen van de kracht van het wetenschappelijke bewijs

De kwaliteit van bewijs ('quality of evidence') werd beoordeeld met behulp van GRADE (Guyatt et al., 2008). GRADE is een methode die per uitkomstmaat van een interventie, of voor een risico- of prognostische factor, een gradering aan de kwaliteit van bewijs toekent op basis van de mate van vertrouwen in de schatting van de effectgrootte (tabel 1 en 2).

Tabel 1 Indeling van de kwaliteit van bewijs volgens GRADE

Hoog	Er is veel vertrouwen dat het werkelijke effect dicht in de buurt ligt van het geschatte effect.
Matig	Er is matig vertrouwen in het geschatte effect: het werkelijk effect ligt waarschijnlijk dicht bij het geschatte effect, maar er is een mogelijkheid dat het hiervan substantieel afwijkt.
Laag	Er is beperkt vertrouwen in het geschatte effect: het werkelijke effect kan substantieel verschillen van het geschatte effect.
Zeer laag	Er is weinig vertrouwen in het geschatte effect: het werkelijke effect wijkt waarschijnlijk substantieel af van het geschatte effect.

Tabel 2 De kwaliteit van bewijs wordt bepaald op basis van de volgende criteria

Type bewijs	<i>Voor studies over interventies:</i> RCT start in de categorie 'hoog'. Observationele studie start in de categorie 'laag'. Alle overige studietypen starten in de categorie 'zeer laag'. <i>Voor studies over een risico- of prognostische factor:</i> Prospectieve of retrospectieve cohortstudie start in de categorie 'hoog'. Voor andere studieontwerpen wordt afgewaardeerd via 'risk of bias'.	
Afwaarderen	'Risk of bias'	– 1 Ernstig – 2 Zeer ernstig
	Inconsistentie	– 1 Ernstig – 2 Zeer ernstig
	Indirect bewijs	– 1 Ernstig – 2 Zeer ernstig
	Onnauwkeurigheid	– 1 Ernstig – 2 Zeer ernstig
	Publicatiebias	– 1 Waarschijnlijk – 2 Zeer waarschijnlijk
Opwaarderen	Groot effect	+ 1 Groot + 2 Zeer groot
	Dosis-respons relatie	+ 1 Bewijs voor gradiënt
	Alle plausibele 'confounding'	+ 1 zou een effect kunnen reduceren + 1 zou een tegengesteld effect kunnen suggereren terwijl de resultaten geen effect laten zien.

Formuleren van de conclusies

Een conclusie verwijst niet naar één of meer artikelen, maar wordt getrokken op basis van alle studies samen (body of evidence).

Overwegingen

Voor het formuleren van een aanbeveling zijn naast de kwaliteit van het wetenschappelijk bewijs over de gewenste en ongewenste effecten van een interventie, of over de effectgrootte van een risico- of prognostische factor, vaak ook nog andere factoren van belang (Alonso-Coello et al., 2016).

Genoemd kunnen worden:

- kosten,
- waarden, voorkeuren en ervaringen van patiënten en behandelaars met betrekking tot interventies en uitkomsten van zorg,
- balans van gewenste en ongewenste effecten van interventies ten opzichte van geen of andere interventies,
- aanvaardbaarheid van interventies,
- haalbaarheid van een aanbeveling.

Deze aspecten worden besproken na de ‘conclusie’ onder het kopje ‘overwegingen’.

Formuleren van aanbevelingen

De aanbevelingen geven een antwoord op de uitgangsvraag en zijn gebaseerd op het beste beschikbare wetenschappelijke bewijs en de belangrijkste overwegingen. De kracht van het wetenschappelijk bewijs en het gewicht dat door de werkgroep wordt toegekend aan de overwegingen bepalen samen de sterkte van de aanbeveling. Conform de GRADE-methodiek sluit een lage bewijskracht van conclusies in de systematische literatuuranalyse een sterke aanbeveling niet uit, en zijn bij een hoge bewijskracht ook zwakke aanbevelingen mogelijk. Dit is afhankelijk van het gewicht dat wordt toegekend aan kosten, gewenste of ongewenste effecten en andere onder de overwegingen genoemde factoren.

Randvoorwaarden (Organisatie van zorg)

In de knelpuntenanalyse en bij de ontwikkeling van de richtlijn is expliciet rekening gehouden met de organisatie van zorg: alle aspecten die randvoorwaardelijk zijn voor het verlenen van zorg (zoals coördinatie, communicatie, (financiële) middelen, menskracht en infrastructuur). Randvoorwaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van een specifieke uitgangsvraag maken onderdeel uit van de overwegingen bij de bewuste uitgangsvraag. Meer algemene, overkoepelende, of bijkomende aspecten van de organisatie van zorg worden behandeld in module 5.

Kennislacunes

Tijdens de ontwikkeling van deze richtlijn is systematisch gezocht naar onderzoek waarvan de resultaten bijdragen aan een antwoord op de uitgangsvragen. Bij elke uitgangsvraag is door de werkgroep nagegaan of er (aanvullend) wetenschappelijk onderzoek gewenst is. Een overzicht van aanbevelingen voor nader/vervolg onderzoek staat in het hoofdstuk Kennislacunes.

Commentaar- en autorisatiefase

De conceptrichtlijn is aan de betrokken (wetenschappelijke) verenigingen voorgelegd voor commentaar. Tevens is de richtlijn voorgelegd aan de volgende organisaties ter becommentariëring: Inspectie voor de Gezondheidszorg, Zorgverzekeraars Nederland, Zorginstituut Nederland, Samenwerkende Topklinische Ziekenhuizen, Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen, Nederlandse Federatie van Universitair Medische Centra, Patiëntenfederatie Nederland, Nederlandse Vereniging voor Keel-Neus-Oorheelkunde en Heelkunde van het Hoofd-Halsgebied, Nederlandse Internisten Vereniging, Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie, Nederlands Huisartsen Genootschap, Nederlands Genootschap van Abortusartsen, Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde, NVMKA, TNO, VCCN. De commentaren werden verzameld en besproken met de werkgroep. Naar aanleiding van de commentaren werd de conceptrichtlijn aangepast en definitief vastgesteld door de werkgroep. De definitieve richtlijn zal aan de betrokken (wetenschappelijke) verenigingen worden voorgelegd voor autorisatie en door hen geautoriseerd.

Literatuur

- Alonso-Coello P, Oxman AD, Moberg J, Brignardello-Petersen R, Akl EA, Davoli M, Treweek S, Mustafa RA, Vandvik PO, Meerpohl J, Guyatt GH, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 2: Clinical practice guidelines. *BMJ* 2016;353:i2089.
- Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE Next Steps Consortium. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *CMAJ* 2010;182:E839-42.
- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008;336: 924-6.
- Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0 (2012). Adviescommissie Richtlijnen van de Raad Kwaliteit. http://richtlijndatabase.nl/over_deze_site/over_richtlijnontwikkeling.html
- Ontwikkeling van Medisch Specialistische Richtlijnen: stappenplan. Kennisinstituut van Medisch Specialisten.

Module 1 Luchtbehandelingsystemen

Uitgangsvragen

1.1 Van welk luchtbehandelingsstelsysteem moet een operatiekamer voorzien zijn om postoperatieve wondinfecties (POWI's) zo veel mogelijk te voorkomen?

1.2 Aan welke minimale criteria moet luchtkwaliteit op operatiekamers, behandelkamers en opdekruimtes voldoen?

1.1 Van welk luchtbehandelingsstelsysteem moet een operatiekamer voorzien zijn om postoperatieve wondinfecties (POWI's) zo veel mogelijk te voorkomen?

Inleiding

Een zo schoon mogelijke chirurgische werkplek wordt in algemene zin van groot belang geacht ter voorkoming van postoperatieve wondinfecties (POWI's). Luchtbehandeling is een van de mogelijkheden om luchtreinheid te beïnvloeden. Hoe groot de bijdrage van luchtbehandeling hieraan is, is - vergeleken met andere hygiënemaatregelen - niet bekend. Er zijn vele aanbieders van luchtbehandelingssystemen met verschillende (lucht)inblaastechnieken. Globaal is er onderscheid te maken tussen mengende en verdringende inblaassystemen. Het is van belang om te weten wat het effect is van de verschillende inblaassystemen op preventie van POWI's. De keuze voor een systeem en de gebruikte luchtcirculatie heeft zowel organisatorische als klinische implicaties.

De gebruikte definities zijn te vinden in de Algemene inleiding.

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden heeft de werkgroep een systematische literatuuranalyse verricht met de volgende PICO-vraagstelling:

Wat is het verschil in effect van de verschillende luchtbehandelingsystemen (zie tabel 1) ten opzichte van elkaar op de uitkomstmaat postoperatieve wondinfectie (POWI) bij patiënten die een chirurgische ingreep ondergaan?

In de databases Medline (OVID), Embase and Cochrane is in april 2018 een systematische search verricht voor deze PICO-vraagstelling. De zoekverantwoording is weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1 Selectiecriteria

Type studies	- systematische reviews van gerandomiseerde studies en/of observationele studies met een controlegroep (inclusief registratiestudies) - oorspronkelijk gerandomiseerde studies of observationele studies met een controlegroep
Type patiënten	- patiënten die een ingreep ondergaan
Interventie/control	- operatiekamer voorzien met een unidirectioneel luchtbehandelingssysteem (UDF) <i>versus</i> operatiekamer voorzien met een mengend luchtbehandelingsstelsysteem <i>versus</i> operatiekamer voorzien met systeem op basis van temperatuur-gecontroleerde luchtstroom

Type uitkomstmaten*	- postoperatieve wondinfectie (definitie zie bijlage 2)
	- infectie gewrichtsprothese
Type setting	- ziekenhuis of zelfstandig behandelcentrum
Exclusiecriteria	- publicatie voor 1990

* De werkgroep heeft de uitkomstmaat 'contaminatie van de OK-lucht en de instrumenten' niet meegenomen, omdat dit geen patiëntgerelateerde uitkomstmaat is en derhalve niet beslissend werd geacht bij het formuleren van de aanbeveling.

De literatuurzoekactie leverde 682 treffers op. Zesendertig studies werden geselecteerd op basis van titel en abstract. Na het lezen van de volledige artikelen voldeden hiervan uiteindelijk vijf studies aan de selectiecriteria en werden meegenomen in de literatuuranalyse (Bischoff et al., 2017; Agarwal et al., 2017; Pinder et al., 2016; Gruenberg et al., 2004; Fitzgerald et al., 1992), waaronder de systematic review van Bischoff (2017). In bijlage 3 staan de redenen van exclusie van de andere 31 studies vermeld.

Referentiecheck leverde geen extra artikelen op.

De systematic review van Bischoff (2017) voldeed aan de vereiste AMSTAR-kwaliteitscriteria (zie bijlage 4). De systematic review van Evans (2011), die aanvankelijk geselecteerd werd, voldeed niet aan de vereiste AMSTAR-kwaliteitscriteria en werd daarom geëxcludeerd (zie bijlage 5).

Samenvatting literatuur

Zie bijlage 6 voor gedetailleerde informatie betreffende studiebevolking, interventie, uitkomstmaten en resultaten. Voor gedetailleerde informatie over het risico op bias per studie zie bijlage 7.

De systematic review van Bischoff (2017) werd als uitgangspunt genomen en ge-update met twee recent gepubliceerde studies (Agarwal et al., 2017 en Pinder et al., 2016). Tevens werden door de werkgroep aan de review van Bischoff nog twee oudere studies toegevoegd (Gruenberg et al., 2004; Fitzgerald et al., 1992), die in de review van Bischoff geëxcludeerd werden. De redenen van exclusie door Bischoff et al. waren: de studie van Fitzgerald (1992) is weliswaar na 1990 gepubliceerd, echter voor 1990 uitgevoerd*. In de studie van Gruenberg (2004) is in de behandelarm UDF een additionele interventie toegevoegd, i.e. zogenaamde maanpakken waarbij volledige lichaam- en hoofdbedekking wordt gerealiseerd, in de controlegroep is deze additionele interventie niet toegevoegd (zie bijlage 6). De werkgroep besliste om deze twee oudere studies wel mee te nemen in tegenstelling tot de auteurs in de review van Bischoff. De redenen hiervoor waren dat de werkgroep het exclusie criterium "publicatie voor 1990" strikter hanteerde en dat de werkgroep van mening was dat het in de literatuur bewezen is dat het toevoegen van de interventie "total body exhaust gowns" geen effect heeft op POWI. Ter info: het artikel van Fitzgerald was in Nederland niet verkrijgbaar en is daarom uiteindelijk niet meegenomen in de analyse.

* In de review van Bischoff werden studies die voor 1 januari 1990 gepubliceerd werden, geëxcludeerd.

In de review van Bischoff zijn de volgende 12 studies opgenomen: Bosanquet et al., 2013; Brandt et al., 2008; Breier et al., 2011; Dale et al., 2009; Hooper et al., 2011; Jeong et al., 2013; Kakwani

et al., 2007; Miner et al., 2007; Namba et al., 2012; Namba et al., 2013; Pedersen et al., 2010; Song et al., 2012.

Onderzoeksdesign

Alle 15 studies betreffen observationele cohortstudies. De meesten hiervan waren retrospectief.

Land waar studie is verricht

Tabel 2 Land waar studie is verricht

Studie verricht in	Aantal studies
Argentinië	1 studie: Gruenberg et al.; 2004
Denemarken	1 studie: Pedersen et al., 2010
Duitsland	2 studies: Brandt et al., 2008; Breier et al., 2011
Nieuw-Zeeland	1 studie: Hooper et al., 2011
Noorwegen	1 studie: Dale et al., 2009
UK	3 studies: Kakwani et al.; 2007; Pinder et al., 2016; Agarwal et al.; 2017
Verenigde Staten	3 studies: Namba et al., 2012; Miner et al., 2007; Namba et al., 2013
Wales	1 studie: Bosanquet et al., 2013
Zuid Korea	2 studies: Song et al., 2012; Jeong et al., 2013

Studiepopulaties

De studies onderzochten patiënten die de volgende ingrepen ondergingen:

Tabel 3 Studiepopulaties

Ingreep	Aantal studies
Totale heupprothese	9 studies: Brandt et al., 2008; Breier et al., 2011; Dale et al., 2009; Hooper et al., 2011; Kakwani et al., 2007; Namba et al., 2012; Pedersen et al., 2010; Pinder et al., 2016; Song et al., 2012.
Totale knieprothese	6 studies: Brandt et al., 2008; Breier et al., 2011; Hooper et al., 2011; Miner et al., 2007; Namba et al., 2013; Song et al., 2012.
Orthopedische traumachirurgie	2 studies: Agarwal et al., 2017 en Pinder et al., 2016
Appendectomie	1 studie: Brandt et al., 2008
Colonchirurgie	1 studie: Brandt et al., 2008
Cholecystectomie	1 studie: Brandt et al., 2008
Herniorafie	1 studie: Brandt et al., 2008
Open vasculaire chirurgie	1 studie: Bosanquet et al., 2013
Maagoperatie	1 studie: Jeong et al., 2013
Dorsale spondylodese	1 studie: Gruenberg et al., 2004

Interventies

Alle 15 studies vergeleken een UDF (interventie) met een niet-UDF (controle). De controlegroep werd in sommige studies beschreven als een conventionele (turbulente) luchtbehandeling. Drie studies rapporteerden de aanwezigheid van HEPA-filtratie in zowel de interventie- als de controlegroep (Brandt et al., 2008; Breier et al., 2011; Song et al., 2012). Geen van de auteurs rapporteerde de technische specificaties van de gebruikte luchtbehandelingsystemen.

Nieuwe systemen:

Temperatuurgecontroleerde luchtinblaas anders dan via een plenum: geen van de studies onderzocht een systeem op basis van temperatuurgecontroleerde luchtinblaas anders dan via een plenum.

Studiekenarakteristieken van de 15 geïncludeerde studies

Tabel 4 Studiekenarakteristieken voor diepe 'surgical site' infectie

	Aantal ingrepen (interventie/controle)	Follow-up	Puntschatter (95% BI) voor UDF
Totale heupprothese			
Kakwani (2007)	435 (212/223)	1 jaar	RR 0,06 (0,00–0,95)*
Brandt (2008)	28 623 (17 657/10 966)	1 jaar	OR 1,63 (1,06–2,52)
Dale (2009)	93 958 (45 620/48 338)	dood / loss to follow-up/ revisie	RR 1,3 (1,1–1,5)
Pedersen (2010)	80 756 (72 423/8333)	dood / loss to follow-up/ revisie	HR 0,9 (0,7–1,14)
Breier (2011)	41 212 (29 530/11 682)	1 jaar	Artrose OR 1,10 (0,56–2,17); Fractuur OR 1,28 (0,67–2,43)
Hooper (2011)	51 485 (16 990/34 495)	6 maanden	RR 2,42 (1,35–4,32)*
Namba (2012)	30 491 (8478/22 013)	1 jaar	HR 1,08 (0,77–1,53)
Song (2012)	3186 (2037/1149)	1 jaar	RR 1,2 (0,6–2,16)*
Pinder (2016)	98 064 (85 567/12 497)	3 maanden	Na installatie UDF: OR 1,55 (1,17 to 2,00) Altijd LAF: OR 1,45 (1,17 to 1,80)
Totale knieprothese			
Miner (2007)	8288 (3513/4775)	90 dagen	RR 1,57 (0,75–3,31)
Brandt (2008)	9396 (5993/3403)	1 jaar	OR 1,76 (0,80–3,85)
Breier (2011)	20 554 (14 456/6098)	1 jaar	OR 0,95 (0,37–2,41)
Hooper (2011)	36 826 (13 994/22 832)	6 maanden	RR 1,92 (1,10–3,34)*
Song (2012)	3088 (2151/937)	1 jaar	RR 0,51 (0,29–0,89) †
Namba (2013)	56 216 (16 693/39 523)	1 jaar	HR 0,91 (0,71–1,16)
Orthopedische traumachirurgie			
Pinder (2016)	660631 (555 884/104 747)	3 maanden	OR 0,71 (0,46–1,09)
Agarwal (2017)	159 (85/74)	minstens 6 maanden	OR 2,64 (0,11–65,92)*

RR=relatief risico. HR=hazard ratio. OR=odds ratio. *Niet gecorrigeerd (puntschatter berekend met ruwe data, geen multivariate analyse). † Niet gecorrigeerd (relatief risico (RR) berekend met ruwe data, niet significant in multivariaat analyse).

Drie studies onderzochten alleen vroege prothese-infecties (follow-up korter dan een jaar) (Hooper et al., 2011; Pinder et al., 2016; Miner et al., 2007).

Tabel 5 Studiekenarakteristieken voor totale 'surgical site' infectie

	Aantal ingrepen (interventie/controle)	Follow-up	Gecorrigeerde OR (95% BI) voor UDF
Appendectomie			
Brandt (2008)	10 969 (7193/3776)	1 jaar	2,09 (1,08–4,02)
Colonchirurgie			
Brandt (2008)	8696 (6201/2495)	1 jaar	1,17 (0,65–2,11)

Cholecystectomie			
Brandt (2008)	20 676 (12 419/8257)	1 jaar	1,53 (0,9–2,45)
Herniorafie			
Brandt (2008)	20 870 (12 667/8203)	1 jaar	1,67 (0,9–2,91)
Open vasculaire chirurgie			
Bosanquet 2013	170 (56/114)	Niet gerapporteerd	0,38 (0,12–1,19)*
Maagoperatie			
Jeong (2013)	2091 (1919/172)	1 maand	0,13 (0,08–0,22)*
Dorsale spondylodese			
Gruenberg (2004)	179 (40/139)	> dan 2 jaar	OR 0.08 (0.00–1.38)*

OR=odds ratio. *Niet gecorrigeerd (puntschatter berekend met ruwe data, geen multivariate analyse).

Resultaten

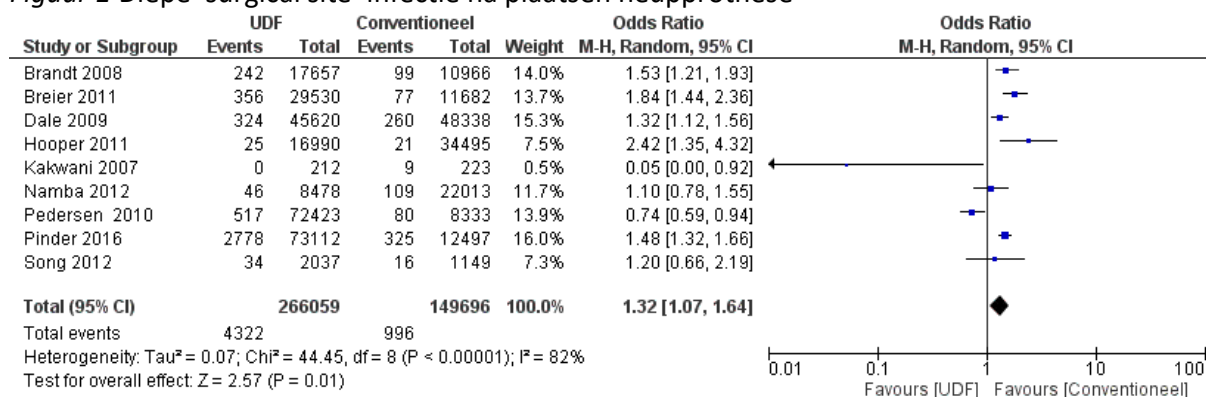
Leeswijzer:

Hieronder worden de resultaten per type ingreep gepresenteerd. Vervolgens wordt de kwaliteit van bewijs beoordeeld en op het einde van de review staan de conclusies.

Diepe 'surgical site' infectie na plaatsen heupprothese

In negen studies werd diepe 'surgical site' infectie als uitkomstmaat onderzocht. Pooling laat zien dat de kans op een diepe 'surgical site' infectie hoger is wanneer een heupprothese geplaatst wordt in een operatiekamer voorzien met een UDF (zie figuur 1).

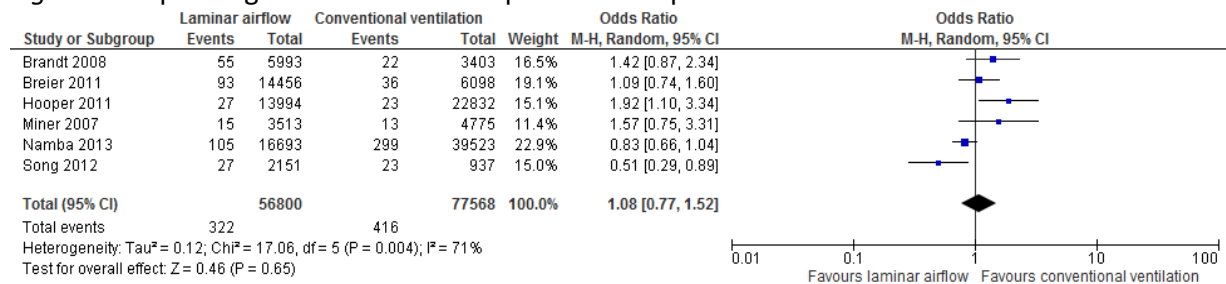
Figuur 1 Diepe 'surgical site' infectie na plaatsen heupprothese



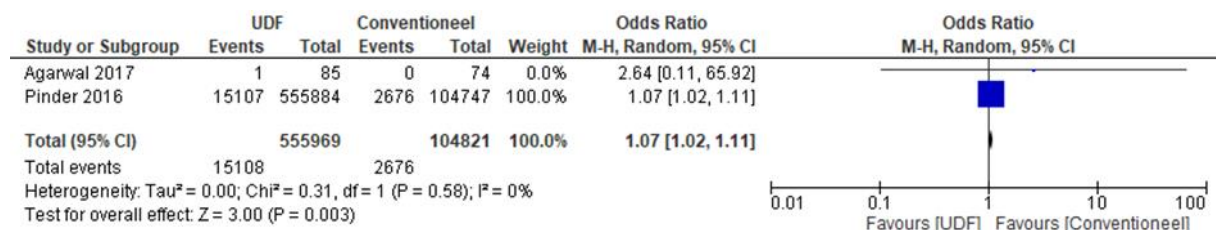
Het voorkomen van diepe 'surgical site' infectie neemt toe van 7 per 1000 naar 9 per 1000 wanneer een heupprothese geplaatst wordt in een operatiekamer voorzien met een UDF in plaats van met een mengend systeem.

Diepe 'surgical site' infectie na plaatsen knieprothese

In zes studies werd diepe 'surgical site' infectie als uitkomstmaat onderzocht. Pooling laat geen verschil zien in het aantal diepe 'surgical site' infecties tussen wanneer een knieprothese geplaatst wordt in een operatiekamer voorzien met een UDF of een mengend systeem (zie figuur 2).

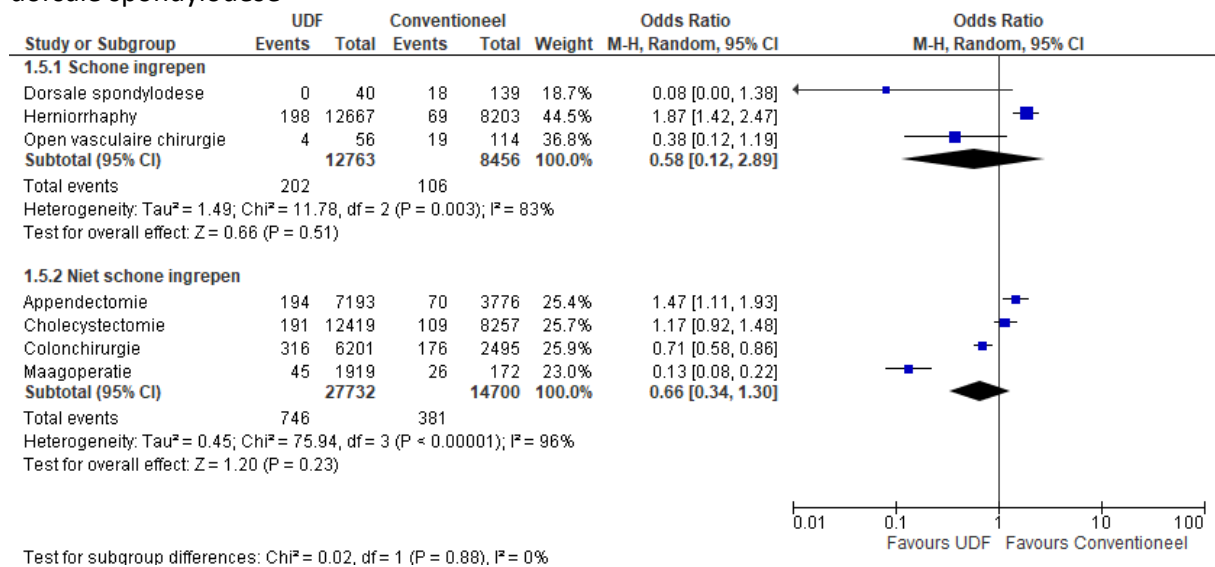
Figuur 2 Diepe 'surgical site' infectie na plaatsen knieprothese**Diepe 'surgical site' infectie na orthopedische traumachirurgie**

In twee studies werd diepe 'surgical site' infectie als uitkomstmaat onderzocht. Pooling laat een (zeer) klein voordeel zien in het aantal diepe 'surgical site' infecties wanneer orthopedische traumachirurgie verricht wordt in een operatiekamer voorzien met een mengend systeem (zie figuur 3).

Figuur 3 Diepe 'surgical site' infectie na Orthopedische traumachirurgie**Totale POWI**

In vier studies werd totale 'surgical site' infectie als uitkomstmaat onderzocht voor uiteenlopende chirurgische ingrepen (Brandt et al., 2008; Bosanquet et al., 2013; Jeong et al., 2013; Gruenberg et al., 2004). Pooling van schone ingrepen respectievelijk niet-schone ingrepen laat geen statistisch significant verschil zien in het totale aantal 'surgical site' infecties tussen wanneer deze ingrepen verricht worden in een operatiekamer voorzien met een UDF of een mengend systeem (zie figuur 4).

Figuur 4 Totale 'surgical site' infecties na abdominale chirurgie, open vasculaire chirurgie en dorsale spondylodese



Kwaliteit van bewijs

De werkgroep heeft de kwaliteit van bewijs beoordeeld volgens de GRADE-methodiek. Voor studies over interventies (het toepassen van een ander luchtbehandelingsysteem is een interventie) starten gerandomiseerde onderzoeken in de categorie hoog en observationele studies in de categorie laag. De evidence werd per uitkomstmaat getoetst aan de criteria beperkingen in onderzoeksopzet, inconsistentie, indirectheid, onnauwkeurigheid en publicatiebias.

Voor de uitkomstmaten diepe 'surgical site' infectie na plaatsen heupprothese / na plaatsen knieprothese / na orthopedische traumachirurgie; totale 'surgical site' infecties na abdominale chirurgie, open vasculaire chirurgie en dorsale spondylodese

Vanwege het observationele karakter van de onderzoeken start de kwaliteit van bewijs voor de uitkomstmaat diepe 'surgical site' infectie als laag. De bewijskracht werd afgewaardeerd van laag naar zeer laag vanwege de aanwezigheid van statistische heterogeniteit (inconsistentie) ($I^2 = 82\%$; 71% ; 83% respectievelijk 96%). Daarnaast is het onzeker of de studieresultaten extrapol eerbaar zijn naar de Nederlandse situatie, omdat in Nederland de huidige eisen voor een mengend/verdringend systeem mogelijk anders zijn dan de eisen die in de studies werden toegepast.

Ter info: in bijlage 7 kunt u de kwaliteitsbeoordeling van de individuele observationele studies zien.

Voor de uitkomstmaten diepe 'surgical site' infectie na orthopedische traumachirurgie

Vanwege het observationele karakter van de onderzoeken is de kwaliteit van bewijs voor de uitkomstmaat diepe 'surgical site' infectie laag.

Conclusies

Zeer laag GRADE	<i>Heupprothese</i> <i>Diepe 'surgical site' infectie</i> Het is onzeker of het plaatsen van een heupprothese in een operatiekamer voorzien van een UDF geassocieerd is met meer diepe 'surgical site' infecties in vergelijking met het plaatsen van een heupprothese in een operatiekamer voorzien van een mengend systeem. <i>Bron</i> <i>Bischoff et al., 2017; Pinder et al., 2016</i>
Zeer laag GRADE	<i>Knieprothese</i> <i>Diepe 'surgical site' infectie</i> Er lijkt geen verschil te zijn in het optreden van diepe 'surgical site' infectie wanneer een knieprothese geplaatst wordt in een operatiekamer voorzien van een UDF of in een operatiekamer voorzien van een mengend systeem. <i>Bron</i> <i>Bischoff et al., 2017</i>
Laag GRADE	<i>Orthopedische traumachirurgie</i> <i>Diepe 'surgical site' infectie</i> Het is onzeker of er minder diepe 'surgical site' infectie optreden wanneer orthopedische traumachirurgie verricht wordt in een operatiekamer voorzien van een mengend systeem. <i>Bron</i> <i>Bischoff et al., 2017</i>
Zeer laag GRADE	<i>Abdominale chirurgie, open vasculaire chirurgie en dorsale spondylodese</i> <i>Totale 'surgical site' infectie</i> Er lijkt geen verschil te zijn in het optreden van totale 'surgical site' infectie wanneer schone ingrepen respectievelijk niet-schone ingrepen verricht worden in een operatiekamer voorzien van een UDF of van een mengend systeem. <i>Bron</i> <i>Bischoff et al., 2017; Gruenberg et al., 20014</i>
—	Er werden geen studies geïdentificeerd die een UDF of mengend luchtbehandelingsysteem vergeleken hebben met een systeem op basis van een temperatuur gecontroleerde luchtstroom en POWI als uitkomstmaat.

Overwegingen

Kwaliteit van bewijs

De algehele kwaliteit van het bewijs is (zeer) laag vanwege het observationele karakter van de studies, de aanwezigheid van statistische heterogeniteit en de onzekerheid van de extrapolatie van de studieresultaten naar de Nederlandse situatie.

Waarden en voorkeuren

Niet van toepassing, omdat de aanbevelingen niet op het niveau van de individuele patiënt zijn.

Kosten en middelen

Bij de kosten van luchtbehandelingsystemen wordt onderscheid gemaakt in operationele kosten en investeringskosten. Operationele kosten zijn de kosten om een luchtbehandelingsstelsel operationeel te houden. Energiekosten en personeelskosten voor controle en onderhoud zijn hierbij de grootste kostenposten. In de WIP-richtlijn 'Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1' uit 2014 concludeerde de expertgroep dat op basis van het beschikbare bewijs geen uitspraak kan worden gedaan over de kosten van een mengend ten opzichte van een verticaal UDF systeem. Ook de huidige werkgroep kan niet inschatten of er een verschil is in operationele kosten tussen het gebruik van een UDF en een mengend systeem, omdat de grootte van deze kostenposten afhangt van veel verschillende lokale factoren. Hetzelfde geldt ook voor de schatting van de investeringskosten. Concluderend: op basis van het beschikbare bewijs kan de werkgroep geen uitspraak doen over de kosten van een mengend luchtbehandelingsstelsel ten opzichte van andere luchtbehandelingsystemen.

Professioneel perspectief

Het luchtbehandelingsstelsel kan niet los worden gezien van het gehele pakket aan maatregelen gericht op het voorkómen van POWI, zoals strenge naleving van werkafspraken, kledingvoorschriften, deurbeleid, juiste plaatsing operatielampen en andere apparatuur, gedisciplineerd gedrag op de operatiekamer en infectieregistratie en monitoring.

De luchtbehandelingsystemen dienen volgens vastgelegde criteria (zie 1.2) periodiek gecontroleerd en onderhouden te worden om de kwaliteit te waarborgen. Dit wordt lokaal vastgelegd in een luchtbeheersplan (zie module 5).

Algemene chirurgische ingrepen

Er is onvoldoende bewijs om een specifiek luchtbehandelingsstelsel aan te bevelen.

Orthopedische implantaatchirurgie

Voor orthopedische implantaatchirurgie zijn in de onderzochte literatuur geen aanwijzingen gevonden dat het plaatsen van een prothese in een operatiekamer voorzien van een mengend systeem geassocieerd is met meer diepe postoperatieve wondinfecties dan wanneer een prothese geplaatst wordt in een operatiekamer voorzien van een UDF. De kwaliteit van bewijs ten faveure van een mengend of een verdringend luchtinblaassysteem ter preventie van POWI's is (zeer) laag. Protheseregisterstudies lijken niet altijd betrouwbaar als databron voor prothesefinfecties. De studie van Hooper (2011) laat bijvoorbeeld 0,09% infecties zien, terwijl wereldwijd minimaal 1% gezien wordt. Daarnaast blijkt het rapporteren door chirurgen van welk luchtinblaassysteem aanwezig is op de OK ook niet altijd betrouwbaar (gemiddeld in 12% van de totale heupvervangingen verkeerd gerapporteerd) (Langvatn 2019). In geval van infecties van

implantaten, zoals bijvoorbeeld knie- en heupprotheses, zijn de consequenties van een POWI groot voor de patiënt en gaan POWI's gepaard met hoge kosten. Het kan zijn dat een prothese verwijderd moet worden, lange ziekenhuisopnames nodig zijn en/of langdurige antibioticatherapie gegeven moet worden. POWI's kunnen zelfs leiden tot weefseldestructie, amputatie en mortaliteit. De bewijskracht van de studies gebaseerd op de uitkomstmaat POWI is (zeer) laag. Derhalve wordt gesuggereerd dat het zinvol kan zijn in geval van implantaten te kijken naar een afgeleide uitkomstmaat als contaminatie van het wondgebied tijdens operaties. Theoretisch biedt een verdringend systeem bij goed gebruik hier voordelen. In de praktijk zijn er echter tijdens de operatie versturende factoren aanwezig die dit theoretische voordeel zouden kunnen verminderen.

Er is geen literatuur gevonden voor andere implantaatchirurgie, zoals voor ingrepen in de urologie, plastische chirurgie of thoraxchirurgie.

Aanbevelingen ten aanzien van luchtbehandelingsstelsel in internationale richtlijnen

Ter illustratie, de medische richtlijnen van de WHO (2016) en het CDC (2017) spreken geen voorkeur uit of een operatiekamer uitgerust moet zijn met een UDF of een mengend stelsel om het aantal POWI's zo laag mogelijk te houden/te reduceren. Enkele voorbeelden van dergelijke aanbevelingen is te vinden in bijlage 8. Technische richtlijnen en wetenschappelijke onderzoeken naar luchtbehandelingsstelsels zijn niet in het literatuuronderzoek betrokken.

Aanvaardbaarheid van de aanbeveling

In de aanbeveling wordt geen voorkeur uitgesproken voor een bepaald luchtbehandelingsstelsel. Er werd binnen de werkgroep geen consensus verkregen over het luchtbehandelingsstelsel bij grote orthopedische implantaatchirurgie. Ook voor de grote orthopedische implantaatchirurgie is er geen bewijs gevonden dat het ene stelsel beter is dan het andere, maar gezien de grote gevolgen van een postoperatieve wondinfectie voor de patiënt kiest de NOV er voor om het voorzorgprincipe zwaarder te laten wegen (voor deze categorie ingrepen). Derhalve is grote orthopedische implantaatchirurgie uitgezonderd van deze richtlijn en wordt door de NOV hiervoor separaat een advies geformuleerd. Dit advies staat los van deze richtlijn.

Haalbaarheid van de te implementeren aanbeveling

De aanbeveling is haalbaar omdat deze aansluit op de huidige praktijk. Er wordt niet voorgeschreven dat er één bepaald luchtinblaassysteem moet zijn.

Rationale van de aanbeveling

Leidend bij het opstellen van de aanbevelingen was het feit dat in de literatuur geen bewijs is dat het gebruik van een verdringend stelsel zich vertaalt in een lager aantal (diepe) postoperatieve wondinfecties. Hierbij was de bewijskracht van de literatuur zeer laag (retrospectieve observationele cohort studies). De werkgroep heeft geen gewicht toegekend aan de kosten, omdat deze afhangen van lokale factoren. De aanbevelingen zijn in lijn met veel van de internationale medische richtlijnen.

Er werd binnen de werkgroep geen consensus verkregen over het luchtbehandelingsstelsel bij grote orthopedische implantaatchirurgie, zoals hierboven aangeven. De richtlijn doet hierover geen uitspraak, de NOV zal los van deze richtlijn een standpunt opstellen.

Aanbeveling

Een operatiekamer klasse 1 of 2 is voorzien van een luchtbehandelingsstelsel met een verdringend of een mengend luchtinblaassstelsel.

Kennishiaat

Er is geen gerandomiseerd onderzoek waarin het effect van de verschillende luchtbehandelingsstelsels (inclusief stelselkarakteristieken) op postoperatieve wondinfecties vergeleken is ongeacht het type van de ingreep.

Literatuur

Geïncloseerde studies

- Agarwal, S. K., et al. Hip fracture surgery in mixed-use emergency theatres: is the infection risk increased? A retrospective matched cohort study. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 2017. 99(8): 641-644.
- Bischoff, P., et al. Effect of laminar airflow ventilation on surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases* 2017. 17(5): 553-561.
- Fitzgerald RH Jr. Total hip arthroplasty sepsis. Prevention and diagnosis. *Orthop Clin North Am* 1992; 23: 259–64.
- Gruenberg MF, Campaner GL, Sola CA, Ortolan EG. Ultraclean air for prevention of postoperative infection after posterior spinal fusion with instrumentation: a comparison between surgeries performed with and without a vertical exponential filtered air-flow system. *Spine* 2004; 29: 2330–34.
- Pinder, E. M., et al. Does laminar flow ventilation reduce the rate of infection? an observational study of trauma in England. *Bone & Joint Journal* 2016. 98-B(9): 1262-1269.

Internationale richtlijnen

- Advies van de Hoge Gezondheidsraad nr. 8573. Aanbevelingen voor de beheersing van de postoperatieve infecties in het operatiekwartier. Mei 2013 – Update 23/07/2014
- CDC guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, USA, 2017
- NICE guideline Surgical site infection, UK, 2013
- Robert Koch-Instituut. Prävention postoperativer Wundinfektionen Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut, 2018
- WHO Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2016

Overige literatuur

- Langvatn H, Bartz-Johannessen C, Schrama JC, et al. Operating room ventilation - Validation of reported data on 108 067 primary total hip arthroplasties in the Norwegian Arthroplasty Register. *J Eval Clin Pract.* 2019;1-8 <https://doi.org/10.1111/jep.13271>.

Bijlage 1 Zoekverantwoording PICO luchtbehandelingsystemen

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID) <1990 to 2018 April 17>	1 exp VENTILATION/ (5295) 2 (ventilatio* or airflow or temperature?controlled or opragon or "temperature controlled" or flow or laminar or unidirectional).tw. (742496) 3 (ventilatio* or airflow or temperature?controlled or opragon or "temperature controlled" or flow or laminar or unidirectional).kf. (25213) 4 1 or 2 or 3 (749732) 5 exp Environment, Controlled/ not exp VENTILATION/ (290429) 6 Air Pollution, Indoor/ (11829) 7 4 or 5 or 6 (1035173) 8 Surgical Wound Infection/ (33190) 9 (surgical wound infection? or ssi or surgical site infection?).tw. (11060) 10 (surgical wound infection? or ssi or surgical site infection?).kf. (1661) 11 8 or 9 or 10 (39194) 12 Operating Rooms/ (12474) 13 (operating adj3 (room? or theatre?)).tw. (27221) 14 (operating adj3 (room? or theatre?)).kf. (1077) 15 12 or 13 or 14 (33912) 16 7 and 11 and 15 (396) 17 (english or dutch or german or french or spanish).la. (25644477) 18 4 and 11 (833) 19 5 and 11 (195) 20 6 and 11 (19) 21 11 and 15 (1524) 22 4 and 21 (336) 23 19 or 20 or 22 (487) 24 17 and 23 (461) 25 24 (461) 26 limit 25 to yr="1990 -Current" (276) 27 18 or 19 or 20 (980) 28 17 and 27 (921) 29 28 (921) 30 limit 29 to yr="1990 -Current" (656) 31 Prosthesis-Related Infections/ (10491) 32 (prosthesis adj3 related adj3 infection?).tw. (59) 33 (prosthesis adj3 related adj3 infection?).kf. (56) 34 ((prosthesis?related adj3 infection?) or (prosthetic adj3 joint adj3 infection?) or PJI or (periprosthetic adj3 joint adj3 infection?)).tw. (2256) 35 ((prosthesis?related adj3 infection?) or (prosthetic adj3 joint adj3 infection?) or PJI or (periprosthetic adj3 joint adj3 infection?)).kf. (582) 36 or/31-35 (11491) 37 11 or 36 (49948) 38 7 and 15 and 37 (416) 39 (4 or 5 or 6) and 37 (1171) 40 4 and 37 and 15 (353) 41 38 or 39 or 40 (1171) 42 41 and 17 (1106) 43 limit 42 to yr="1990 -Current" (841) 44 "filter systematic reviews".ti. (0) 45 meta analysis.pt. (87335) 46 (meta-anal\$ or metaanal\$).af. (154666) 47 (quantitativ\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (7438) 48 (systematic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (134528) 49 (methodologic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (9707) 50 (quantitativ\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (40) 51 (systematic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (10808) 52 (methodologic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (54) 53 medline.tw. and review.pt. (69104) 54 (pooled adj3 analy*).tw. (14905) 55 (pooled adj3 analy*).kf. (160) 56 "cochrane\$.fc_jour. (13621) 57 or/45-56 (277699)	469 studies

	58 "sensitief filter voor RCT's van Cochrane".ti. (0) 59 randomized controlled trial.pt. (458941) 60 controlled clinical trial.pt. (92334) 61 (randomized or randomised).ab. (489764) 62 placebo.ab. (188340) 63 drug therapy.fs. (2010219) 64 randomly.ab. (288984) 65 trial.ab. (425459) 66 groups.ab. (1786392) 67 or/59-66 (4198958) 68 67 not (exp animals/ not humans/) (3630499) 69 "filter observational studies Medline".ti. (0) 70 epidemiologic studies/ (7656) 71 exp case-control studies/ (909745) 72 exp cohort studies/ (1732640) 73 cross-sectional studies/ (263225) 74 (case adj3 control).af. (289176) 75 (cohort adj5 (study or studies or analy\$)).af. (349527) 76 (follow-up adj5 (study or studies)).af. (630897) 77 (longitudinal or retrospective or prospective or (cross adj5 sectional)).af. (1962272) 78 (observational adj5 (study or studies)).af. (133712) 79 or/70-78 (2728683) 80 "filter obs Medline".ti. (0) 81 comparative study/ (1795652) 82 validation studies/ (88765) 83 79 or 81 or 82 (4197118) 84 43 and 57 (33) SR 85 (43 and 67) not 57 (192) trials 86 (43 and 83) not (57 or 67) (255) observat	
Embase <1990 to 2018 April 17>	1 air conditioning/ (22844) 2 (ventilatio* or airflow or temperature?controlled or opragon or "temperature controlled" or flow or laminar or unidirectional).tw. (1002901) 3 (ventilatio* or airflow or temperature?controlled or opragon or "temperature controlled" or flow or laminar or unidirectional).kw. (107494) 4 1 or 2 or 3 (1024593) 5 (microclimate/ or room ventilation/) not air conditioning/ (10859) 6 indoor air pollution/ (12372) 7 4 or 5 or 6 (1044157) 8 surgical infection/ (38371) 9 (surgical wound infection? or ssi or surgical site infection?).tw. (15924) 10 (surgical wound infection? or ssi or surgical site infection?).kw. (2770) 11 8 or 9 or 10 (44680) 12 operating room/ (31374) 13 (operating adj3 (room? or theatre?)).tw. (37066) 14 (operating adj3 (room? or theatre?)).kw. (1341) 15 12 or 13 or 14 (49276) 16 7 and 11 and 15 (272) 17 (english or dutch or german or french or spanish).la. (29536030) 18 4 and 11 (1076) 19 5 and 11 (40) 20 6 and 11 (8) 21 11 and 15 (1700) 22 4 and 21 (254) 23 19 or 20 or 22 (281) 24 17 and 23 (266) 25 18 or 19 or 23 (1102) 26 17 and 25 (1053) 27 26 (1053) 28 limit 27 to yr="1990 -Current" (953) 29 "filter systematic reviews & meta-analyses Embase".ti. (0) 30 meta analysis/ (142836) 31 "systematic review"/ (165791) 32 (meta-analy\$ or metaanaly\$).tw. (166050) 33 (systematic\$ adj4 (review\$ or overview\$)).tw. (162318)	48 studies

34	(quantitativ\$ adj5 (review? or overview?)).tw. (4216)
35	(methodologic adj5 (overview? or review?)).tw. (340)
36	(review\$ adj3 (database? or medline or embase or cinahl)).tw. (21875)
37	(pooled adj3 analy\$).tw. (22890)
38	(extensive adj3 review\$ adj3 literature).tw. (3144)
39	(meta or synthesis or (literature adj8 database?) or extraction).tw. (1263404)
40	review.pt. (2360631)
41	39 and 40 (124035)
42	(systematic\$ adj4 (review\$ or overview\$)).kw. (19550)
43	(quantitativ\$ adj5 (review? or overview?)).kw. (53)
44	(pooled adj3 analy\$).kw. (402)
45	or/30-38,41-44 (429112)
46	"filter rct embase".ti. (0)
47	controlled clinical trial/ or randomized controlled trial/ (680880)
48	randomization/ (77793)
49	Major Clinical Study/ (3083566)
50	random\$.tw. (1293793)
51	Double Blind Procedure/ (148944)
52	or/47-51 (4271947)
53	"einde filter rct embase".ti. (0)
54	"filter observationele studies embase".ti. (0)
55	Clinical study/ (153962)
56	Case control study/ (124728)
57	Family study/ (25417)
58	Longitudinal study/ (111267)
59	Retrospective study/ (639274)
60	Prospective study/ (442166)
61	Randomized controlled trials/ (143882)
62	60 not 61 (437689)
63	Cohort analysis/ (364368)
64	(Cohort adj (study or studies)).tw. (218453)
65	(Case control adj (study or studies)).tw. (112357)
66	(follow up adj (study or studies)).tw. (57922)
67	(observational adj (study or studies)).tw. (123962)
68	(epidemiologic\$ adj (study or studies)).tw. (96429)
69	(cross sectional adj (study or studies)).tw. (160060)
70	or/55-60,62-69 (2053445)
71	"filter observationele studies embase".ti. (0)
72	exp comparative study/ (1261818)
73	exp validation study/ (69359)
74	70 or 72 or 73 (3202170)
75	28 and 45 (35)
76	(28 and 52) not 45 (340)
77	*surgical infection/ (13542)
78	(surgical wound infection? or ssi or surgical site infection?).ti. (5103)
79	10 (2770)
80	77 or 78 or 79 (15745)
81	28 and 80 (318)
82	(81 and 52) not 45 (66)
83	(81 and 74) not (45 or 52) (29)
84	(28 and 74) not (45 or 52) (120)
85	(prosthesis adj3 related adj3 infection?).tw. (64)
86	(prosthesis adj3 related adj3 infection?).kw. (165)
87	((prosthesis?related adj3 infection?) or (prosthetic adj3 joint adj3 infection?) or PJI or (periprosthetic adj3 joint adj3 infection?)).tw. (2496)
88	((prosthesis?related adj3 infection?) or (prosthetic adj3 joint adj3 infection?) or PJI or (periprosthetic adj3 joint adj3 infection?)).kw. (730)
89	or/85-88 (2822)
90	11 or 89 (47294)
91	((prosthesis?related adj3 infection?) or (prosthetic adj3 joint adj3 infection?) or PJI or (periprosthetic adj3 joint adj3 infection?)).ti. (1352)
92	88 or 91 (1669)
93	80 or 92 (17368)
94	7 and 15 and 93 (163)

	95 94 and 17 (151) 96 limit 95 to yr="1990 -Current" (105) 97 96 and 45 (9) 98 (96 and 52) not 45 (20) 99 (96 and 74) not (45 or 52) (6) 100 7 and 15 and 90 (280) 101 100 (280) 102 limit 101 to yr="1990 -Current" (204) 103 102 and 45 (13) SR 104 (102 and 52) not 45 (42) trials 105 (102 and 74) not (45 or 52) (17) observat	
Cochrane Library (CENTRAL) < to 2018 April 17>	ID Search #1 (opragon or (temperature near/1 controlled near/1 airflow)):ti,ab #2 (ventilatio* or airflow or flow or laminar or unidirectional):ti,ab #3 (ventilatio* or airflow or flow or laminar or unidirectional):kw #4 MeSH descriptor: [Ventilation] explode all trees #5 #2 or #3 or #4 #6 MeSH descriptor: [Surgical Wound Infection] explode all trees #7 (surgical wound infection* or ssi or surgical site infection*):ti,ab #8 (surgical wound infection* or ssi or surgical site infection*):kw #9 MeSH descriptor: [Prosthesis-Related Infections] explode all trees #10 ((prosthesis-related near/3 infection?) or (prosthetic near/3 joint near/3 infection*) or PJI or (periprosthetic near/3 joint near/3 infection*)):ti,ab #11 #6 or #7 or #8 or #9 or #10 #12 #5 and #11 #13 MeSH descriptor: [Environment, Controlled] explode all trees #14 (#5 or #13) and #11	165 studies

Bijlage 2 Criteria surgical site infection

Superficial incisional SSI must meet the following criteria:

Date of event for infection occurs within 30 days after any NHSN operative procedure (where day 1 = the procedure date)

AND

involves only skin and subcutaneous tissue of the incision

AND

patient has at least **one** of the following:

- a. purulent drainage from the superficial incision.
- b. organisms identified from an aseptically-obtained specimen from the superficial incision or subcutaneous tissue by a culture or non-culture based microbiologic testing method which is performed for purposes of clinical diagnosis or treatment (foreexample, not Active Surveillance Culture/Testing (ASC/AST).
- c. superficial incision that is deliberately opened by a surgeon, attending physician** or other designee and culture or non-culture based testing is not performed.

AND

patient has at least one of the following signs or symptoms: pain or tenderness; localized swelling; erythema; or heat.

- d. diagnosis of a superficial incisional SSI by the surgeon or attending physician** or other designee.

** The term attending physician for the purposes of application of the NHSN SSI criteria may be interpreted to mean the surgeon(s), infectious disease, other physician on the case, emergency physician or physician's designee (nurse practitioner or physician's assistant).

Comments

There are two specific types of superficial incisional SSIs:

1. Superficial Incisional Primary (SIP) – a superficial incisional SSI that is identified in the primary incision in a patient that has had an operation with one or more incisions (for example, C-section incision or chest incision for CBGB)
2. Superficial Incisional Secondary (SIS) – a superficial incisional SSI that is identified in the secondary incision in a patient that has had an operation with more than one incision (for example, donor site incision for CBGB)

The following do not qualify as criteria for meeting the NHSN definition of superficial SSI:

- Diagnosis/treatment of cellulitis (redness/warmth/swelling), by itself, does not meet criterion "d" for superficial incisional SSI. Conversely, an incision that is draining or that has organisms identified by culture or non-culture based testing is not considered a cellulitis.
- A stitch abscess alone (minimal inflammation and discharge confined to the points of suture penetration).
- A localized stab wound or pin site infection- Such an infection might be considered either a skin (SKIN) or soft tissue (ST) infection, depending on its depth, but not an SSI
Note: A laparoscopic trocar site for an NHSN operative procedure is not considered a stab wound.
- Circumcision is not an NHSN operative procedure. An infected circumcision site in newborns is classified as CIRC and is not an SSI
- An infected burn wound is classified as BURN and is not an SSI.

➤ **Deep incisional SSI must meet the following criteria:**

The date of event for infection occurs within 30 or 90 days after the NHSN operative procedure (where day 1 = the procedure date) according to the list in Table 2

AND

involves deep soft tissues of the incision (for example, fascial and muscle layers)

AND

patient has at least **one** of the following:

- a. purulent drainage from the deep incision.
- b. a deep incision that spontaneously dehisces, or is deliberately opened or aspirated by a surgeon, attending physician** or other designee

AND

organism is identified by a culture or non-culture based microbiologic testing method which is performed for purposes of clinical diagnosis or treatment (for example, not Active Surveillance Culture/Testing (ASC/AST) or culture or non-culture based microbiologic testing method is not performed

AND

patient has at least **one** of the following signs or symptoms: fever (>38°C); localized pain or tenderness. A culture or non-culture based test that has a negative finding does not meet this criterion.

- c. an abscess or other evidence of infection involving the deep incision that is detected on gross anatomical or histopathologic exam, or imaging test.

** The term attending physician for the purposes of application of the NHSN SSI criteria may be interpreted to mean the surgeon(s), infectious disease, other physician on the case, emergency physician or physician's designee (nurse practitioner or physician's assistant).

Comments

There are two specific types of deep incisional SSIs:

1. Deep Incisional Primary (DIP) – a deep incisional SSI that is identified in a primary incision in a patient that has had an operation with one or more incisions (for example, C-section incision or chest incision for CBGB)
2. Deep Incisional Secondary (DIS) – a deep incisional SSI that is identified in the secondary incision in a patient that has had an operation with more than one incision (for example, donor site incision for CBGB)

➤ **Organ/Space SSI must meet the following criteria:**

Date of event for infection occurs within 30 or 90 days after the NHSN operative procedure (where day 1 = the procedure date) according to the list in Table 2

AND

infection involves any part of the body deeper than the fascial/muscle layers, that is opened or manipulated during the operative procedure

AND

patient has at least **one** of the following:

- a. purulent drainage from a drain that is placed into the organ/space (for example, closed suction drainage system, open drain, T-tube drain, CT guided drainage)
- b. organisms are identified from fluid or tissue in the organ/space by a culture or non-culture based microbiologic testing method which is performed for purposes of clinical diagnosis or treatment (for example, not Active Surveillance Culture/Testing (ASC/AST)).
- c. an abscess or other evidence of infection involving the organ/space that is detected on gross anatomical or histopathologic exam, or imaging test evidence suggestive of infection.

AND

meets at least **one** criterion for a specific organ/space infection site listed in Table 3. These criteria are found in the Surveillance Definitions for Specific Types of Infections chapter.

Table 2. Surveillance Periods for SSI Following Selected NHSN Operative Procedure Categories. Day 1 = the date of the procedure.

30-day Surveillance			
Code	Operative Procedure	Code	Operative Procedure
AAA	Abdominal aortic aneurysm repair	LAM	Laminectomy
AMP	Limb amputation	LTP	Liver transplant
APPY	Appendix surgery	NECK	Neck surgery
AVSD	Shunt for dialysis	NEPH	Kidney surgery
BILI	Bile duct, liver or pancreatic surgery	OVRV	Ovarian surgery
CEA	Carotid endarterectomy	PRST	Prostate surgery
CHOL	Gallbladder surgery	REC	Rectal surgery
COLO	Colon surgery	SB	Small bowel surgery
CSEC	Cesarean section	SPL	Spleen surgery
GAST	Gastric surgery	THOR	Thoracic surgery
HTP	Heart transplant	THYR	Thyroid and/or parathyroid surgery
HYST	Abdominal hysterectomy	VHYS	Vaginal hysterectomy
KTP	Kidney transplant	XLAP	Exploratory Laparotomy
90-day Surveillance			
Code	Operative Procedure		
BRST	Breast surgery		
CARD	Cardiac surgery		
CBGB	Coronary artery bypass graft with both chest and donor site incisions		
CBGC	Coronary artery bypass graft with chest incision only		
CRAN	Craniotomy		
FUSN	Spinal fusion		
FX	Open reduction of fracture		
HER	Herniorrhaphy		
HPRO	Hip prosthesis		
KPRO	Knee prosthesis		
PACE	Pacemaker surgery		
PVBY	Peripheral vascular bypass surgery		
VSHN	Ventricular shunt		

Note: Superficial incisional SSIs are only followed for a 30-day period for all procedure types.

Secondary incisional SSIs are only followed for a 30-day period regardless of the surveillance period for the primary site.

Table 3. Specific Sites of an Organ/Space SSI.

Code	Site	Code	Site
BONE	Osteomyelitis	MED	Mediastinitis
BRST	Breast abscess or mastitis	MEN	Meningitis or ventriculitis
CARD	Myocarditis or pericarditis	ORAL	Oral cavity (mouth, tongue, or gums)
DISC	Disc space	OREP	Other infections of the male or female reproductive tract
EAR	Ear, mastoid	PJI	Periprosthetic Joint Infection
EMET	Endometritis	SA	Spinal abscess without meningitis
ENDO	Endocarditis	SINU	Sinusitis
GIT	GI tract	UR	Upper respiratory tract
IAB	Intraabdominal, not specified	USI	Urinary System Infection
IC	Intracranial, brain abscess or dura	VASC	Arterial or venous infection
JNT	Joint or Bursa	VCUF	Vaginal cuff
LUNG	Other infections of the lower respiratory tract		

Bijlage 3 Tabel exclusie na het lezen van het volledige artikel

Auteur		Redenen van exclusie
Babkin et al. (2007)	Incidence and risk factors for surgical infection after total knee replacement. Scandinavian Journal of Infectious Diseases 2007; 39(10): 890-895.	Er worden geen luchtbehandelingsystemen vergeleken.
Blom et al. (2004)	Infection after total knee arthroplasty. Journal of Bone & Joint Surgery - British 2004. 86(5): 688-691.	Studie gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen op SSI.
Blood et al. (2017)	Risk and Protective Factors Associated with Surgical Infections among Spine Patients. Surgical Infections 2017. 18(3): 234-249.	In deze review is 1 artikel geïnccludeerd dat over luchtbehandelingsystemen gaat (Ferry 2013). Narratieve review.
Bosanquet et al. (2013)	Laminar flow reduces cases of surgical site infections in vascular patients. Annals of the Royal College of Surgeons of England 2013. 95(1): 15-19.	Dubbele referentie
Breier et al. (2011)		Dubbele referentie
Cristina et al. (2016)	Operating room environment and surgical site infections in arthroplasty procedures. Journal of Preventive Medicine and Hygiene 2016. 57(3): E142-E148.	Er worden geen luchtbehandelingsystemen vergeleken.
Evans (2011)	Current concepts for clean air and total joint arthroplasty: laminar airflow and ultraviolet radiation: a systematic review. Clinical Orthopaedics & Related Research 2011. 469(4): 945-953.	Geen systematic review: onduidelijke vraagstelling; geen selectiecriteria; geen methodologische beoordeling individuele studies; geen evidencetabellen (voldoet niet aan AMSTAR-criteria).
Fitzgerald et al. (1992)		Artikel is in Nederland niet verkrijgbaar.
Fu Shaw et al. (2018)	Factors influencing microbial colonies in the air of operating rooms. BMC Infectious Diseases 2018. 18 (1) (no pagination)(4).	Studie gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen op SSI.
Gastmeier et al. (2012)	Influence of laminar airflow on prosthetic joint infections: a systematic review. Journal of Hospital Infection 2012. 81(2): 73-78.	In de systematic review van Bischoff zijn alle studies geïnccludeerd die ook in de studie van Gastmeier opgenomen zijn. Gastmeier hanteerde striktere selectiecriteria dan Bischoff: "in order to exclude outdated technology, only studies published after 2000 were considered."
Graves et al. (2016)	A cost-effectiveness modelling study of strategies to reduce risk of infection following primary hip replacement based on a systematic review. Health Technology Assessment (Winchester, England) 2016. 20(54): 1-144.	Gaat over kostenanalyse van verschillende infectiepreventiemaatregelen, onder andere ook over luchtbehandelingsystemen. Kostenanalyse is gebaseerd op de review van Zheng (2014).
Kapadia et al. (2012)	Prevention methodologies against infection after total joint arthroplasty. Current Orthopaedic Practice 2012. 23(6): 533-539.	Geen systematic review: onduidelijke zoekstrategie; geen selectiecriteria; geen methodologische beoordeling individuele studies; geen evidencetabellen.
Kapadia et al. (2013)	Infection prevention methodologies for lower extremity total joint arthroplasty. Expert Review of Medical Devices 2013. 10(2): 215-224.	Geen systematic review: onduidelijke vraagstelling; geen selectiecriteria; geen methodologische beoordeling individuele studies; geen evidencetabellen.
Kelly et al. (1996)	An audit of early wound infection after elective orthopaedic surgery. Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh 1996. 41(2): 129-131.	Geen toegang tot PDF. Ter info: deze studie is niet in de review van Bischoff geïnccludeerd.

Knobben et al. (2006)	Evaluation of measures to decrease intra-operative bacterial contamination in orthopaedic implant surgery. J Hosp Infect 2006; 62: 174–80.	Geen zuivere vergelijking van verschillende luchtbehandelingsystemen: “Old conventional airflow + correct use of plenum versus new laminar airflow + work up in preparation room + proper wearing of body coverage + limiting needless activity” Zie evidencetabel voor gedetailleerde informatie.
Kramer et al. (2010)	Importance of displacement ventilation for operations and small surgical procedures from the infection preventive point of view. Zentralblatt fur Chirurgie 2010. 135(1): 11-17.	Geen systematic review
Kramer et al. (2010)		Dubbele referentie
Lauvrak, V. and I. N. Norderhaug (2011)	Knowledge Centre for the Health Services at The Norwegian Institute of Public Health (NIPH) NIPH Systematic Reviews 2011: Executive Summaries.	Noors; gepubliceerd in 2011; auteurs geven aan dat ze het geïncludeerde rapport van Segadal (2011) over luchtbehandelingsystemen niet ge-updatet hebben. Studie gaat niet specifiek over luchtbehandelingsystemen.
Lidwell et al. (1982)	Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomised study. British medical journal (clinical research ed.)1982. 285, 10-14	Gepubliceerd vóór 1-1-1990
Lowbury, E. and O. Lidwell (1978)	Multi-hospital trial on the use of ultraclean air systems in orthopaedic operating rooms to reduce infection: preliminary communication. Journal of the royal society of medicine 1978. 71, 800-806	Gepubliceerd vóór 1-1-1990
McHugh et al. (2015)	Laminar airflow and the prevention of surgical site infection. More harm than good? Surgeon Journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh & Ireland 2015. 13(1): 52-58.	Geen systematic review: geen selectiecriteria; geen methodologische beoordeling individuele studies; geen evidencetabellen. Ter info: referentie-check leverde geen extra artikelen op.
Murray et al. (2010)	Surgical site infection in colorectal surgery: a review of the nonpharmacologic tools of prevention. Journal of the American College of Surgeons 2010. 211(6): 812-822.	Gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen.
Oguz et al. (2017)	Airborne bacterial contamination during orthopedic surgery: a randomized controlled pilot trial. Journal of Clinical Anesthesia 2017. 38, 160-164	SSI was geen uitkomstmaat.
Parvizi et al. (2017)	Environment of care: Is it time to reassess microbial contamination of the operating room air as a risk factor for surgical site infection in total joint arthroplasty? American Journal of Infection Control 2017. 45(11): 1267-1272.	Studie gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen op SSI.
Peersman et al. (2001)	Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements. Clinical Orthopaedics & Related Research 2001. (392): 15-23.	Er worden geen luchtbehandelingsystemen vergeleken.
Sanderson, M. and G. Bentley (1976)	Assessment of wound contamination during surgery: a preliminary report comparing vertical laminar flow and conventional theatre systems. British Journal of Surgery 1976. 63, 431-432	Gepubliceerd vóór 1-1-1990
Sandiford, N. A. and J. Skinner (2009)	The prevention of infection in total hip arthroplasty. Orthopaedics and Trauma 2009. 23(1): 8-16.	Geen originele studie en ook geen systmatic review (mini-symposium).

Simsek Yavuz et al. (2006)	Analysis of risk factors for sternal surgical site infection: emphasizing the appropriate ventilation of the operating theaters. Infect Control Hosp Epidemiol 2006; 27: 958–63.	Geen zuivere vergelijking van verschillende luchtbehandelingsystemen: “plenum ventilation + generally doors were left open versus laminar-flow ventilation + the doors of the newer operating theaters were automatic and were always kept closed except, occasionally, when there was movement through them”. Zie evidencetabel voor gedetailleerde informatie.
Simsek Yavuz et al. (2006)		Dubbele referentie
Stocks et al. (2011)	Directed air flow to reduce airborne particulate and bacterial contamination in the surgical field during total hip arthroplasty. Journal of Arthroplasty 2011. 26, 771-776	SSI was geen uitkomstmaat.
Stocks et al. (2011)		Dubbele referentie en uitkomstmaat SSI ontbreekt
van Griethuysen et al. (1996)	Surveillance of wound infections and a new theatre: unexpected lack of improvement. J Hosp Infect 1996; 34: 99–106.	Geen vergelijking UDF met een mengend system. Zie evidencetabel voor gedetailleerde informatie.
Watts et al. (2015)	Surgical site infection (SSI) and airflow in spinal surgery-time for a national review? Spine Journal 2015. 1: S59.	Alleen abstract beschikbaar (supplement van de abstracts van proceedings of the conference).
Whyte et al. (1992)	The relative importance of the routes and sources of wound contamination during general surgery. II. Airborne. Journal of Hospital Infection 1992. 22(1): 41-54.	Studie gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen op SSI.
Wood et al. (2014)	Infection control hazards associated with the use of forced-air warming in operating theatres. Journal of Hospital Infection 2014. 88(3): 132-140	Gaat niet over het effect van luchtbehandelingsystemen.
Zheng et al. (2014)	Control strategies to prevent total hip replacement-related infections: a systematic review and mixed treatment comparison. BMJ Open 2014. 4(3): e003978.	In de volgende groepen in de review van Zheng worden luchtbehandelingsystemen vergeleken: 1) T2 versus T4: Salvati (1982); Fitzgerald (1992); Kelly (1996) Ter info: Bisschoff heeft de studies van Salvati en Fitzgerald geëxcludeerd, omdat de studies voor 1990 verricht zijn. Bisschoff heeft de studie van Kelly (1996) niet geïdentificeerd. 2) T6 versus T7: Brandt (2008) Brandt is opgenomen in de review van Bisschoff. In de review van Bisschoff zijn de studies van Fitzgerald (1992) en Kelly (1996) niet opgenomen. De studie van Brandt is in de review van Bisschoff wel opgenomen. Wij updaten de review van Bisschoff met de studies van Salvati en Fitzgerald.

Bijlage 4 AMSTAR-beoordeling review Bischoff (Effect of laminar airflow ventilation on surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis 2017)

Was an 'a priori' design provided?	Yes The authors followed the PRISMA guidelines.
Was there duplicate study selection and data extraction?	Yes Two independent reviewers (PB and PG) screened the titles and abstracts of retrieved references for potentially relevant studies. The full text of all potentially eligible articles was obtained and then reviewed independently by two authors (PB and PG) or eligibility. Any disagreements were resolved through discussion or after consultation with NZK, when necessary.
Was a comprehensive literature search performed?	Yes We searched MEDLINE, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials, and WHO regional medical databases. We used a comprehensive list of search terms—ie, “ventilation”, “surgical wound infection”, and “operating rooms”—including Medical Subject Headings (appendix pp 1, 2), for studies published between Jan 1, 1990, and Jan 31, 2014. We updated the search for MEDLINE for the period between Feb 1, 2014, and May 25, 2016.
Was the status of publication (i.e. grey literature) used as an inclusion criterion?	Unclear The authors did not report whether they searched for grey literature. Unpublished studies were not included in the analysis.
Was a list of studies (included and excluded) provided?	Partly The authors didn't provide a list of the excluded studies and they didn't reference the excluded studies in a clear way. 109 full-text articles were assessed for eligibility. The authors reported that 97 full-text articles were excluded. The reasons were: 89 studies were not relevant to PICO question; in 4 studies the intervention were combined with additional measures (ref: 41, 42, 43, 44), in 1 study the study period was out of date (ref 17), 1 review (ref?), 1 primary data not available (ref 45), 1 full text not available (ref?).
Were the characteristics of the included studies provided?	Yes See evidence tables in supplement.
Was the scientific quality of the included studies assessed and documented?	Yes Quality was assessed with the Newcastle–Ottawa Quality Assessment Scale (NOS) for cohort studies (appendix p 18). Any disagreements were resolved through discussion or after consultation with NZK, when necessary.
Was the scientific quality of the included studies used appropriately in formulating conclusions?	No The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) method (GRADEpro software) was used to assess the quality of evidence retrieved as appropriate. The evidence for laminar airflow ventilation vs. conventional ventilation for patients undergoing THA and TKA, was graded

	very low (see Grade tables, supplement). However, in the conclusions the authors didn't account for the level of evidence (i.e. very low). They should have stated that "laminar airflow compared to conventional ventilation may increase the risk of deep surgical site infection after total hip arthroplasty. However, we are unsure because the level of evidence is very low and we cannot exclude a null effect". They should have stated that "laminar airflow compared to conventional ventilation may <i>not</i> increase the risk of deep surgical site infection after total knee arthroplasty. However, we are unsure because the level of evidence is very low and we cannot exclude harm [appreciable harm ($OR \geq 1.25$) crosses the confidence interval (0.77-1.52)".
Were the methods used to combine the findings of studies appropriate?	Yes Meta-analyses of available comparisons were done with RevMan (version 5.3) as appropriate. Crude estimates were pooled as odds ratios (ORs) with 95% CIs by use of a DerSimonian and Laird random effect model for each comparison.
Was the likelihood of publication bias assessed?	Yes Funnel plots were created to assess whether publication bias occurred.
Was the conflict of interest included?	Yes The authors have declared that no competing interests exist.

Bijlage 5 AMSTAR-beoordeling review Evans 2011 (Current Concepts for Clean Air and Total Joint Arthroplasty: Laminar Airflow and Ultraviolet Radiation)

Was an 'a priori' design provided?	No The author didn't refer to an a priori protocol and there is no method paragraph. The research question is unclear (comparator to LAF?; study design?) and there are no selection criteria reported. Just the search strategy is presented.
Was there duplicate study selection and data extraction?	No There was just one author.
Was a comprehensive literature search performed?	Yes The author searched in several databases. Remark: the string does not include the term "ventilation".
Was the status of publication (i.e. grey literature) used as an inclusion criterion?	Unclear The authors did not report whether they searched for grey literature. Unpublished studies were not included in the analysis.
Was a list of studies (included and excluded) provided?	No
Were the characteristics of the included studies provided?	No
Was the scientific quality of the included studies assessed and documented?	No
Was the scientific quality of the included studies used appropriately in formulating conclusions?	No
Were the methods used to combine the findings of studies appropriate?	No
Was the likelihood of publication bias assessed?	No
Was the conflict of interest included?	Yes The author has received research support from Cubist Pharmaceuticals (Boston, MA) and is a consultant with DePuy (Warsaw, IN) and Smith and Nephew (Memphis, TN).

Bijlage 6 Evidencetabel

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
Namba et al (2013)	Retro-spective review of a pro-spectively followed cohort	To evaluate risk factors associated with deep surgical site infection (SSI) following total knee arthroplasty in a large U.S. integrated health care system	No. of Patients: Total: N=56216 Control group: N=39523 (70.3%) Intervention group: N=16693 (29.7%) Patient characteristics: Adult patients: average age: 67.4 yrs Procedures: Primary elective total knee arthroplasties only	Location: 45 locations in 6 regions in the USA Dates: April 1, 2001 – Dec 30, 2009 Scope: multicentre N=52034 patients (92.6%) received surgical antibiotic prophylaxis (SAP).	Control group: Operating rooms (ORs) without laminar airflow (LAF) Intervention group: Laminar airflow in the operating room.	Definitions: The CDC definitions were used for identifying deep surgical site infections (dSSI). Superficial wound infections were not considered. Statistical analysis: Chi-square test (or Fisher's exact test) was used to compare patient, surgeon/ hospital and procedure characteristics between groups with or without dSSI. Continuous variables were compared by using t-test for two independent samples. Univariable Cox proportional hazard models (CpHm) of the association between variables and dSSI were built. All factors found to be independently associated with dSSI were included in the multivariable CpHm.	Follow-up period: until the date of diagnosis of dSSI (CDC: 12 months) lost-to-follow-up: until date of termination of the insurance policy or death Control group: dSSI: 299/39523 (0.8%) (calculated) Intervention group: dSSI: 105/16693 (0.6%) LAF: no dSSI: N=16588 (29.7%) (compared with total of no dSSI) dSSI: N=105 (26%) (compared with total of dSSI), P= 0.102 Univariable (CpHm): Hazard Ratio (HR): 0.83 (95% CI: 0.66-1.04), P=0.1 Multivariable	Infection risk factors that are not collected in the registry cannot be evaluated (i.e. postoperative wound classification). The investigators did not provide additional information about the ventilation system of the ORs without LAF. Upon request they reported that they have regarded LAF as a "preventive measure" during the surgical procedure within their dataset.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						Collinearity and potential confounding by covariables were assessed. Data collected by a total joint replacement registry were combined with data from the patient's electronic health records.	(CpHm): Hazard Ratio (HR): 0.91 (95% CI: 0.71-1.16), P=0.436	
Namba et al (2012)	Retro-spective review of a pro-spectively followed cohort	To evaluate risk factors associated with dSSI following total hip replacement in a large U.S. integrated health care system	No. of Patients: Total: N=30491 Control group: N=22013 (72.2%) Intervention group: N=8478 (27.8%) Patient characteristics: Adult patients: average age: 65.5 yrs Procedures: Primary elective total hip replacement only	Location: 46 locations in 6 regions in the USA Dates: April 1, 2001 – Dec 30, 2009 Scope: multicentre N=27943 patients (91.6%) received SAP.	Control group: ORs without LAF Intervention group: The use of LAF in the operating room.	Definitions: The CDC definitions were used for identifying dSSI. Statistical analysis: Chi-square test (or Fisher's exact test) was used to compare patient, surgeon/ hospital and procedure characteristics between groups with or without dSSI. Continuous variables were compared by using t-test for two independent samples. Univariable CpHm of the association between variables and dSSI	Follow-up period: until the date of diagnosis of dSSI (CDC: 12 months) lost-to-follow-up: until date of termination of the insurance policy or death: Attrition rate of 2.7% (N=826) Control group: dSSI: 109/22013 (0.5%) (calculated) Intervention group: dSSI: 46/8478 (0.5%) <u>LAF:</u> no dSSI: N=8432 (27.8%)	Infection risk factors that are not collected in the registry cannot be evaluated (i.e. postoperative wound classification). The investigators did not provide additional information about the ventilation system of the ORs without LAF. Upon request they reported that they have regarded LAF as a "preventive measure" during the surgical procedure within their dataset.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						were built. All factors found to be independently associated with dSSI were included in the multivariable CpHm. Collinearity and potential confounding by covariables were assessed. Data collected by a total joint replacement registry were combined with data from the patient's electronic health records.	(compared with total of no dSSI) dSSI: N=46 (29.7%) (compared with total of dSSI) P=0.602 Unvariable (CpHm): Hazard Ratio (HR): 1.08 (95% CI: 0.77-1.53) P=0.651	
Song et al (2012)	Retro-spective cohort study	To characterize and identify the risk factors for SSIs after total hip arthroplasty (THA) and total knee arthroplasty (TKA) in a nationwide survey using shared case detection and recording systems	No. of Patients: Total: N=6848 THA: N=3422 TKA: N=3426 Patient characteristics: Mostly adult patients: average age: 67 yrs; range: 15 – 107 yrs Procedures: Total hip arthroplasty and total knee arthroplasty	Location: 26 hospitals (300 or more beds), Republic of Korea Dates: 2006 – 2009: total of 396 months Scope: multicentre N=6341 patients (92.6%) received SAP.	Group 1: HEPA filter and LAF ventilation Group 2: HEPA filter and conventional turbulent ventilation Group 3: no artificial ventilation No. of interventions: THA: Group 1:	Definitions: The CDC definitions were used for identifying SSIs. Statistical analysis: Differences between patients with or without SSI were analyzed using the χ^2 -test for categorical variables and the t-test for continuous variables. A stepwise multiple logistic regression model was used to	Follow-up period: 12 months Univariable Analysis: THA: Superficial AND deep SSIs: Total: N=78 Group 1: 50/78 (64%) "Reference" Group 2: 20/78 (26%) OR: 0.7 (95% CI: 0.47-1.19) Group 3: 8/78 (10%)	The investigators considered "HEPA filter and LAF ventilation" as the reference ventilation system. Thus, they compared "no artificial ventilation" with "HEPA filter and LAF ventilation". They did not compare "no artificial ventilation" with "conventional turbulent ventilation" in their analyses. Possible selection bias as smaller hospitals with <300 beds were excluded. No information about patients that were lost to follow-up/ attrition; 113 patients (of a total of N=6961 operations within the study) who did not

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
					N=2037 Group 2: N=1149 Group 3: N=236 TKA: Group 1: N=2151 Group 2: N=937 Group 3: N=338	identify independent risk factors for SSI. In univariable analysis variables with $p < 0.1$ were included in further analysis. Significance threshold in multivariable analysis was $p < 0.05$. Data were provided by the Korean Nosocomial Infections Surveillance System.	OR: 1.39 (95% CI: 0.65-2.98) TKA: Superficial AND deep SSIs: Total: N=83 Group 1: 37/83 (45%) "Reference" Group 2: 29/83 (35%) OR: 1.83 (95% CI: 1.12-2.99) Group 3: 17/83 (20%) OR: 3.03 (95% CI: 1.68-5.44) Multivariable Analysis: TKA: Group 1: "Reference" Group 2: Not significant Group 3: Superficial AND deep SSIs: OR: 2.82 (95% CI: 1.45-5.49) DSSIs only: OR: 2.81 (95% CI: 1.30-6.07) The author kindly provided data and numbers of dSSIs	complete the 1-year-follow-up period were not counted as attrition but excluded from the study.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							upon request for further calculation.	
Jeong et al (2013)	Prospective cohort study	To determine the incidence of and risk factors for SSI in patients undergoing gastric surgery	No. of Patients: Total: N=2091 Patient characteristics: Adult patients: average age: 60.1 yrs (SSI group) 58.5 yrs (non-SSI group) Procedures: Gastric surgery due to gastric tumor (99.5%), other (0.05%)	Location: 10 hospitals (>500 beds; 9 tertiary care, 1 secondary hospital), Republic of Korea Dates: June 1, 2010 – Aug 31, 2011 Scope: multicentre N=1998 patients (95.6%) received SAP	Hospital data about the operating room environment were evaluated for (1) presence of LAF ventilation, (2) presence of HEPA-filters and other variables.	Definitions: The CDC definitions were used for identifying SSIs. Statistical analysis: All variables were compared between the SSI group and the non-SSI group either using the t-test or the chi-square test. The associated effects of various variables on SSIs were assessed by a logistic regression model. P<0.05 was considered statistically significant.	Follow-up period: 1 month <u>Presence</u> of LAF: no SSI: N=1874 (92.8%) (compared with total of no SSI) SSI: N=45 (63.4%) (compared with total SSI) P<0.001 Multivariable analysis: <u>Absence</u> of LAF: OR: 2.45 (95% CI: 1.13-5.31) P=0.024	Almost all operations were performed in ORs with LAF ventilation (N=1919) and ORs equipped with HEPA filters (N=1963). The investigators did not provide additional information about the ventilation system of the ORs without LAF (N=172). Possible selection bias as smaller hospitals with <500 beds) were excluded. No information about patients that were lost to follow-up/ attrition.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						The authors reported results for the Mann-Whitney U test and Fisher's exact but they did not include the tests in their methods section. Data were provided by an SSI Surveillance Program.		
Bosanquet et al (2013)	Retro-spective review of a pro-spectively maintained database	To identify factors influencing the rate of infection after open vascular surgery.	No. of Patients: Total: N=170 Control group: N=114 Intervention group: N=56 Patient characteristics: Adult patients: average age: 64.8 yrs (non-laminar flow group) 69.1 yrs (laminar flow group) Procedures: Open vascular procedures (arterial and venous) including arterial bypasses	Location: 1 hospital (570 beds), Wales, United Kingdom Dates: not reported Scope: single centre All patients N=170 received SAP. Narrated that all patients underwent the same preparation procedure prior to surgery. Surgery was performed by	Surgery was performed in both LAF and conventional ORs with allocation randomly assigned via the waiting list. Surgery in LAF environment was considered as intervention.	Definitions: The CDC definitions were used for identifying SSIs. Statistical analysis: To compare both groups a two-tailed student's t-test was used for continuous variables and a two tailed chi-square or Fisher's exact test for categorical variables. The effects of various variables on SSIs were assessed by a logistic regression model. The Hosmer-Lemeshow test was used to assess model goodness of	Follow-up period: not reported Control group: SSI: 19/114 (16.7%) Intervention group: SSI: 4/56 (7.1%) Of the 23 SSIs, 14 were superficial and 9 were deep infections. The investigators did not state how many of the superficial and deep SSIs were in the control or in the intervention group.	Very high SSI rate. Small number of patients and large confidence intervals. Most likely some SSIs were not detected because the study lacked of a defined follow-up period. The authors note that the case mix is heterogeneous and not equally matched between the two OR environments, i.e. all five axillary bypass procedures were undertaken in a non-LAF room. The percent of patients that received SAP differed by group. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
				the same surgeon and assisting team.		fit. $p < 0.05$ was considered significant.	Comparison (SSI) between groups: $P = 0.1$ Non-LAF room: no SSI: $N = 95$ (64.6%) (compared with total of no SSI) SSI: $N = 19$ (82.6%) (compared with total SSI) $P = 0.108$ Multivariable analysis: <u>Absence</u> of LAF: OR: 4.02 (95% CI: 1.18-13.69) $P = 0.026$ Patients undergoing arterial graft insertion: Co: SSI: 15/46 (32.6%) In: SSI: 4/35 (11.4%) $P = 0.034$ Non-LAF room: no SSI: $N = 31$ (50%) (compared with total of no SSI) SSI: $N = 15$ (78.9%)	

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							(compared with total SSI) P=0.04 Multivariable analysis: <u>Absence</u> of LAF: OR: 3.47 (95% CI: 1.02-11.88) P=0.047	
Pedersen et al (2010)36	Population-based follow-up study using prospective data	To examine potential patient- and surgery-related risk factors for revision due to infection after primary total hip arthroplasty (THA)	No. of Patients: Total: N=80756 THAs in N=74639 patients Patient characteristics: Adult patients Procedures: Revision following primary elective total hip arthroplasties due to infection only	Location: hospitals (N=52) in Denmark Dates: Jan 1 1995 – Dec 31 2008 Scope: multicentre	Operations performed in ORs with a conventional ventilation system served as reference/control. Intervention group: Primary elective total knee arthroplasties performed in ORs with LAF ventilation.	Definitions: Infections were classified according to the International Classification of Diseases (ICD-8 up to 1995; ICD-10 after 1995). SSIs were identified by the surgeon. Statistical analysis: Cox's regression analysis was used to examine the association between variables and risk of revision due to infection. A hazard ratio was estimated as a measure of relative risk with 95% CI for each risk factor, crude and adjusted. Bilateral THAs were treated as 2 independent	Follow-up period: average 5 yrs (range 0-14) Follow up started on the day of primary THA until death, emigration or the day of revision. <u>Revisions due to infection:</u> Total: N=597/80756 (0.74%) Control group: 80/8333 (0.96%) Crude and adjusted (adj) HR: 1 "reference" Intervention group: 517/72423 (0.71%) Crude HR: 0.81 (95% CI: 0.64-1.03) Adj HR: 0.9	The effect of prior surgical procedures and systemic antibiotics were not studied due to the small sample size and low number of revisions. No data on SSI in general: severe infections leading to revision operation were assessed. Some possible confounders related to risk factors and infection rate that were not available in the dataset (i.e. weight, height, smoking, alcohol intake, medication) may have influenced the risk estimates in this study. Lack of registration of revisions may have caused underestimation of the overall revision rate. Inconsistent coding practices may have introduced residual confounding.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						cases. Data were obtained from the Danish Hip Arthroplasty Register.	(95% CI: 0.7-1.14)	
Dale et al (2009)	Observational cohort study	To assess the risk factors for revision due to deep infection after primary total hip arthroplasty (THA)	No. of Patients: Total: N=97344 THAs in N=79820 patients Patient characteristics: Adult patients; males 30%, females 70 % Procedures: Revision following primary elective total hip arthroplasties (cemented or not) due to infection only	Location: hospitals in Norway Dates: Sept 15, 1987 – Jan 1, 2008 Scope: multicentre The endpoint in analysis was removal or exchange of the whole or parts of the prosthesis due to infection. If infections were cured with the prosthesis in situ (i.e. isolated soft tissue revision) it was not considered. 92% (1987-1992) to 100% (1993-2007) of the patients received SAP.	Operations performed in ORs with (1) LAF and (2) in “green-house” environment were analyzed. Operations performed in ORs with a conventional ventilation system served as the reference for each variable.	Definitions: Definitions used for identifying dSSI were not reported. The infection was reported by the surgeon. Statistical analysis: As the follow-up period was 20 years, 4 time periods were compared. Revision rate ratios and p-values are relative to the first time period. It was adjusted for differences over time concerning various risk factors. Cox regression analyses with stratification factors were used to construct cumulative revision curves at mean values of the covariates, and to	Follow-up period: range 0-20 yrs Follow up was until death, emigration or the day of revision. Revisions due to deep infection: Total: N=614/97344 (0.63%) In analyses the variables are adjusted for all the other risk factors in addition to year of surgery: Control group: The relative revision risk for operations performed in ORs with a conventional ventilation system was used as reference. 260/48338 (0.54%)	Possible confounders related to risk factors and the infection rate which were not available in the dataset (i.e. obesity, diabetes) may have influenced the risk estimates in this study. ASA-score was only registered from 2005-2008. No data on SSI in general: severe infections leading to revision operation were assessed. Information about the AP application and possible changes over the years was not analyzed.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						assess 5-year survival percentages. Risk ratio analyses were performed for the different risk factors. $P < 0.5$ was considered significant. Data were obtained from the Norwegian Arthroplasty Register.	RR: 1 "reference" Intervention group: LAF 324/45620 (0.71%) RR: 1.3 95% CI: 1.1 – 1.5 P=0.006 "greenhouse" environment 30/3386 (0.89%) RR: 1.3 (95% CI: 0.9-2.0), P=0.2	
Brandt et al (2008)	Retro-spective cohort study	To evaluate whether OR ventilation with LAF effects SSI rates.	No. of Patients: Total: N=99230 THAs: N=28623 TKAs: N=9396 Appendectomy: N=10969 Cholecystectomy: N=20676 Colon surgery: N=8696 Herniorrhaphy: N=20870 Patient characteristics: not described but adjusted for patient characteristics in analysis	Location: 63 surgical departments in 55 hospitals in Germany Dates: Jan 2000 – June 2004 Scope: multicentre SAP administration was not documented in the surveillance data for each patient, but the authors reported that	Control group: Operations performed in ORs equipped with a conventional ventilation system Intervention: Operations performed in ORs equipped with a LAF ventilation system HEPA filters had been installed in both settings.	Definitions: The CDC definitions were used for identifying SSIs. Statistical analysis: Univariable analysis was performed and data were stratified by OR ventilation type. Comparison of these results by Fisher exact test. Multivariable analyses were performed using the generalized estimating equations method to control for	Follow-up period: until the date of SSI diagnosis (dSSI); CDC: 1 (12) month(s), but post discharge surveillance was not complete Total SSI: 1901/99230 (1.92%) THA: Control group: total SSI: N=144/10966 (1.31%) dSSI: N=99/10966 (0.9%)	Whether SAP was administered was not documented individually for each patient in the surveillance data. Possible critical confounders such as smoking, obesity, intraoperative temperature, glycaemia or cautery, are also missing in the surveillance data. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
			Procedures: Total hip arthroplasty (THA), Total knee arthroplasty (TKA), Appendectomy (App), Cholecystectomy (Chole), Colon surgery (Colon), Herniorrhaphy (Hern)	SAP was routinely administered in Germany. In 2004 98.3% of patients undergoing THA and 98.2% of patients undergoing TKA received PAP.		potentially confounding variables. Separate multiple logistic regression analyses were carried out for each operative procedure. Data were provided by the German National Nosocomial Infections Surveillance System. Additional data were obtained with a questionnaire in 08/2004.	Intervention group: total SSI: N=326/17657 (1.85%) adj OR: 1.44 (95% CI: 0.93-2.23) dSSI: N=242/17657 (1.37%) adj OR: 1.63 (95% CI: 1.06-2.52) TKA: Control group: total SSI: N=28/3403 (0.82%) dSSI: N=22/3,403 (0.65%) Intervention group: total SSI: N=80/5993 (1.33%) adj OR: 2.38 (95% CI: 0.89-6.33) dSSI: N=55/5993 (0.92%) adj OR: 1.76 (95% CI: 0.8-3.85) App: Control group: total SSI: N=70/3776 (1.85%) dSSI: N=41/3776 (1.09%) Intervention group: total SSI: N=194/7193 (2.70%)	

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							adj OR: 2.09 (95% CI: 1.08-4.02) dSSI: N=95/7193 (1.32%) adj OR: 1.52 (95% CI: 0.91-2.53) Chole: Control group: total SSI: N=109/8257 (1.32%) dSSI: N=40/8257 (0.48%) Intervention group: total SSI: N=191/12419 (1.54%) adj OR: 1.53 (95% CI: 0.95-2.45) dSSI: N=87/12419 (0.7%) adj OR: 1.37 (95% CI: 0.63-2.97) Colon: Control group: total SSI: N=176/2495 (7.1%) dSSI: N=68/2495 (2.73%) Intervention group: total SSI: N=316/6201 (5.1%) adj OR: 1.17 (95% CI: 0.65-2.11) dSSI: N=158/6201	

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							(2.55%) adj OR: 0.85 (95% CI: 0.49-1.49) Hern: Control group: total SSI: N=69/8203 (0.84%) dSSI: N=29/8203 (0.35%) Intervention group: total SSI: N=198/12667 (1.56%) adj OR: 1.67 (95% CI: 0.95-2.91) dSSI: N=73/12667 (0.58%) adj OR: 1.48 (95% CI: 0.67-3.25)	
Breier et al (2011)	Retro-spective cohort study	To determine the effect of LAF systems on SSI rates with emphasis on the size of the LAF ceiling.	No. of Patients: Total: N=61766 THAs due to arthrosis: N=33463 THAs due to fracture: N=7749 TKAs: N=20554 Patient characteristics: not described but adjusted for patient characteristics in analysis	Location: 48 hospitals included in the final analysis for HIP-A, 41 for HIP-F, and 38 for TKA in Germany Dates: July 2004 – June 2009 Scope: multicentre SAP administration was not documented in	Control group: Operations performed in ORs equipped with a conventional ventilation system Intervention: Operations performed in ORs equipped with a LAF ventilation system	Definitions: The CDC definitions were used for identifying SSIs. Statistical analysis: Univariable and multivariable analyses assessed the association of the following variables: sex, age, duration of operation, and American Association of	Follow-up period: until the date of diagnosis of dSSI (CDC); 12 months, but post discharge surveillance was not complete THAs due to arthrosis: Control group: dSSI: N=52/10446 (0.5%) Intervention group: total dSSI: N=196/23017	Whether SAP was administered was not documented individually for each patient in the surveillance data. Possible critical confounders such as smoking, obesity, intraoperative temperature, glycaemia or cautery, are also missing in the surveillance data. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
			Procedures: elective hip prosthesis procedures due to arthrosis, urgent hip prosthesis procedures due to fracture, knee prosthesis	the surveillance data for each patient, but the authors reported that SAP was routinely administered in Germany. In 2008, SAP was given for 99.2% of hip prosthesis procedures and for 99.4% of knee prosthesis procedures.	HEPA-filters had been installed in both settings.	Anesthesiologists (ASA) score. The size of the ceiling was considered in the group of hospitals with LAF (at least 3.2 m x 3.2 m vs less than 3.2 m x 3.2 m). In addition, large ceilings were compared with no LAF. For each operative procedure, separate multiple logistic regression analyses were performed with the generalized estimating equations method. Data were provided by the German National Nosocomial Infections Surveillance System. An online survey was sent to all departments to obtain information on the ventilation technology installed and routinely used in their ORs. The survey data on the ventilation techniques and the	(0.85%) LAF ceiling size <3.2 m x 3.2m: N=61/7291 (0.84%) LAF ceiling size ≥ 3.2 m x 3.2m: N=135/15726 (0.86%) adj OR for LAF/dSSI: 1.10 (95% CI: 0.56-2.17) THAs due to fracture: Control group: dSSI: N=25/1236 (2.02%) Intervention group: total dSSI: N=160/6513 (2.46%) LAF ceiling size <3.2 m x 3.2m: N=63/2326 (2.71%) LAF ceiling size ≥3.2 m x 3.2m: N=97/4187 (2.32%) adj OR for LAF/dSSI: 1.28 (95% CI: 0.67-2.43) TKA: Control group: dSSI: N=36/6098 (0.59%)	

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
						SSI surveillance data were merged.	Intervention group: total dSSI: N=93/14456 (0.64%) LAF ceiling size <3.2 m x 3.2m: N=23/4564 (0.5%) LAF ceiling size ≥ 3.2 m x 3.2m: N=70/9892 (0.71%) adj OR for LAF/dSSI: 0.95 (95% CI: 0.37-2.41)	
Hooper et al (2011)	Retro-spective cohort study	To determine, if the use of LAF and protective suits with hoods and self-contained exhaust systems (space suits) reduce the rate of early deep infections requiring revision procedures following total hip and knee replacement	No. of Patients: Total: N=88311 THA: N=51485 TKA: N=36826 Patient characteristics: not reported but the investigators stated that there were no significant differences between the groups Procedures: THA, TKA	Location: 64 hospitals in New Zealand Dates: 1999 – 2008 Scope: multicentre The registry indicated that in 96% of the procedures SAP was administered and in 60% of the procedures anti-microbial agents were used in the cement.	Control group: 1: operation performed without space suit 2: operation performed in conventional ORs 3: operation performed in conventional ORs with no space suit Intervention: 1: space suits used 2: operation performed in ORs equipped	Definitions: Any revision performed within 6 months of the initial operation for infection. Statistical analysis: The Chi-squared test or Fisher's exact test, when expected frequencies were low, were used to compare the percent of procedures in each group with revision for deep infection. A p-value of <0.05 was considered significant.	Follow-up period: minimum 6 months ORs equipped with LAF ventilation system were used for 33% of all THAs and for 38% of all TKAs. Note: Authors only provide percentages; "n" was calculated for analysis. THA: Early revision for deep infection: 46/51485 (0.089%) Intervention 1-	Authors only provide percentages; "n" was calculated. Infection risk factors that are not collected in the registry cannot be evaluated. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
					with a LAF ventilation system 3: space suits and LAF LAF: all hospitals confirmed that they had a regular maintenance program for filters.	Data were obtained from the New Zealand Joint Registry. The registry captures 98% of both primary and revision arthroplasties performed in New Zealand and records revision procedures secondary to deep infection.	space suit: 0.186% Control 1- no space suit: 0.064% (P<0.0001) Intervention 2 - LAF: 0.148% Control 2 - conventional ORs: 0.061% (P<0.003) Intervention 3 - space suit + LAF: 0.198% Control 3 - no space suit + conventional ORs: 0.053% (P<0.001) <u>TKA:</u> Early revision for deep infection: 50/36826 (0.136%) Intervention 1- space suit: 0.243% Control 1- no space suit: 0.098% (P<0.001) Intervention 2 - LAF: 0.193% Control 2 - conventional ORs: 0.100% (P<0.019) Intervention 3 -	

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							space suit + LAF: 0.25% Control 3 - no space suit + conventional ORs: 0.087% (P<0.001)	
Miner et al (2007)	Retro-spective cohort study	To assess the effects of LAF systems and body exhaust suits on the risk of deep infection after TKA	No. of Patients: TKA: N=8288 Patient characteristics: not reported Procedure: Unilateral primary TKA	Location: 256 hospitals in Illinois, Ohio, North Carolina and Tennessee, USA Dates: January 1 – August 30, 2000 Scope: multicentre The percent of procedures for which SAP was used was not reported	Control group: 1) Patients in hospitals that used exhaust suits at frequencies of “not at all”, “used in less than 26% of procedures,” “used in 26%-75% of procedures” 2) Patients in hospitals that used LAF at frequencies of “not at all”, “used in less than 26% of procedures,” “used in 26%-75% of procedures” Intervention: 1: Patients in hospitals that	Definitions: International Classification of Diseases, Ninth revision (ICD-9) diagnosis and procedures codes for evidence of postoperative deep infection that required additional operative procedures. Reoperations within 90 days Data were used from Medicare claims.	Follow-up period: 90 days Overall 90-day cumulative incidence of deep infection requiring reoperation: 28/8288 (0.34%) 1) Body exhaust suit Control group: dSSI N=18/4750 Intervention group: dSSI: N=10/3538 RR for use of body exhaust suit/dSSI: 0.75 (95% CI: 0.34-1.62) 2) LAF Control group: dSSI N=13/4775 Intervention group: dSSI:	Not adjusted for clustering of events within hospitals, because 22 of 25 hospitals with infections reported only one infection and because no hospital reported more than two infections. Very limited number of events. The focus of the investigators on the hospitals’ standard practice could have led to misclassification of individual procedures. Infections associated with hospitals that were classified as using one of the investigated techniques most of the time could have affected patients for whom the technique was not used. Limited information about each hospital’s case mix. The investigators did not provide additional information about the ventilation system of the ORs without LAF. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
					used exhaust suits in more than 75% of procedures 2: Patients in hospitals that used LAF in more than 75% of procedures Use of LAF and exhaust suit was distributed roughly independently among hospitals. Most hospitals reported that these methods were either part of their standard infection control practices (used >75% of time) or not at all.		N=15/3513 RR for LAF/dSSI: 1.57 (95% CI: 0.75-3.31)	
Kakwani et al (2007)	Cohort study	To assess the difference in the re-operation rate following Austin-Moore hemi-arthroplasty between procedures	No. of Patients: TKA: N=435 Patient characteristics: 337 females and 96 males Adults, mean age	Location: 1 hospital in the United Kingdom Dates: August 2000 – July 2004 Scope: single	Control group: Operations performed in ORs equipped with a conventional ventilation system	Definitions: Any revision for infection. Statistical analysis: The Fisher's exact test and Wilcoxon test were used to	Follow-up period: 1 year Control group: Reoperation for infection: N=9/223 (4%)	Very limited number of events. The investigators did not describe the number of patients that were lost to follow-up or the attrition rate.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
		performed under LAF to those performed in conventional (non-LAF) ORs	> 80 years Procedure: Austin-Moore hemiarthroplasty	centre SAP (three doses of intravenous cefuroxime, 1.5 g at induction and two post-operative doses of 750 mg at 8 and 16 h after the procedure) and water-impervious surgical gowns and drapes were used in all cases.	Intervention: Operations performed in ORs equipped with a LAF ventilation system	evaluate the difference in outcomes between the groups	Intervention group: Reoperation for infection: N=0/212 (0%)	
Pinder et al (2016)	Retrospective review of a prospectively maintained database	To determine how frequently orthopaedic trauma operations are performed in LF and PV theatres in England; to identify any difference in the rate of SSI 90 between these ventilation systems and to determine if	No. of Patients: Total N: 759134 Patient characteristics: Age: 45% 65+ Gender: 55% female Procedure: Orthopaedic trauma operations; subgroup analysis for hip	Location: NHS hospitals providing adult trauma services in England Dates: April 2008 – March 2013 Scope: Multicenter; 184 hospitals	Control group: Plenum ventilation Intervention: Operations performed in ORs equipped with a LAF ventilation system. LAF ventilation system was divided into four categories, taking into	Definitions: International Classification of Diseases, Ninth revision (ICD-10): T814, T845-T847, and T857 was used to identify SSI. Statistical analysis: Patient characteristics were compared across the groups using descriptive statistics.	Follow-up period: 90 days Lost-to-follow-up: Not reported Control group: <u>All orthopaedic trauma surgery:</u> SSI: 2.4% <u>Patients undergoing hemiarthroplasty:</u> SSI: 2.6%	Private hospitals (n=89), those where < 20 hemiarthroplasties performed annually (n=67), elective hospitals (n=21), children's hospitals (n=7), treatment centres (n=6), non-orthopaedic hospital (n=1), hospital no longer exists (n=1), invalid hospital code (n=10) were excluded. Therefore, selection bias can not be excluded. Only early infections were

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
		the risk of SSI90 is altered following the installation of LF	hemiarthroplasty.	No information on patients having received surgical antibiotic prophylaxis (SAP) was reported	account the time of installation relative to the operation: always LAF; installed LAF-before; installed LAF-year of installment; installed LAF-after	Simple comparisons of before versus after installation of LF are valid only in the absence of temporal trends in the rate of SSI90. Therefore tested for these trends in each group. Crude and adjusted odds ratios (OR) with 95% confidence intervals (CI) for the groups were derived using hierarchical logistic regression, with plenum ventilation acting as the reference group. Models were fitted with and without adjustment for financial year.	Intervention groups: <u>All orthopaedic trauma surgery</u> <u>SSI:</u> LAF group before install: 3.1% LAF group year of install: 3.0% LAF group after install: 2.9% Always LAF: 2.7% OR after installation (regression analysis): 0.71 (0.46 to 1.09) <u>Hemiarthroplasty</u> <u>SSI:</u> LAF group before install: 4.3% LAF group year of install: 4.4% LAF group after install: 3.9% Always LAF: 3.8% OR after installation (regression-analysis): 1.55 (1.17 to 2.00)	captured by the study design.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
							OR always LAF (regression analysis): 1.45 (1.17 to 1.80)	
Agarwal et al (2017)	Retrospective matched cohort study	Our null hypothesis is that patients who had their hip fracture surgery in a mixed-use plenum ventilated theatre have the same infection rate as those operated in an orthopaedic dedicated laminar flow operating theatre. We tested this by comparing the infection rate and other surrogate outcome measures with a matched group.	No. of Patients: N=159 patients for surgery for a proximal femur fracture. Patients in the “CEPOD” group were preceded by drainage of an abscess, laparotomy or other ‘dirty case’. Patient characteristics: “CEPOD” group: age: 85.1y gender: 52/74 female Matched group: age: 84.8y gender: 60/85 female matching variables: age,	Location: 1 hospital in the UK Dates: August 2010 and July 2014 Scope: Single centre N=159 patients (100%) received surgical antibiotic prophylaxis to the standard protocol.	Control group: Dedicated orthopaedic laminar flow theatre Intervention (“CEPOD”-group): Shared emergency theatre without laminar flow	Definitions: Any documentation of wound leakage, treatment with antibiotics and any microbiology culture or swabs from the hip, readmission or reoperation. Statistical analysis: Chi-square test	Follow period: At least 6 months Lost-to-follow-up: Not reported Control group: dSSI: 1/85 (repeat surgery) Intervention group: dSSI: 0/74	Very limited number of events No statistical analyses that corrected for known confounders were conducted.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
			American Society of Anesthesiologists (ASA) grade, abbreviated Mental Test score and residence status Procedure: Surgery for a proximal femur fracture					
Gruenberg et al. (2004)	Retrospective cohort study	To evaluate if the use of ultraclean air technology could decrease the infection rate after posterior spinal arthrodesis with instrumentation	No. of Patients: TOTAL N=179 Patient characteristics (according to type of operating room, conventional [c] or laminar flow [l]): Age: 47.3[c] – 40.9y[l] Females: 51[c]– 72.5%[l] Preoperative diagnosis: trauma (37%[c]-8%[l]); degenerative conditions (41%[c]-13%[l])	Location: Italian Hospital of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina Dates: May 1996 – December 2001 Scope: single centre All patients received prophylactic intravenous antibiotics: 1 g cephalothin before skin incision and every 6 hours	Control group: conventional operating room Intervention: Vertical exponential laminar flow operating room (Exflow 90, Howorth Airtech Ltd., BL, U.K.) in which the surgical team wore total body exhaust gowns (Kimberly Clark Corp., Roswell, GA).	Definitions: Any patient with positive cultures from wound exploration or aspiration was considered infected. The same criteria were applied in patients with spontaneous dehiscence of incision with purulent drainage, both with or without positive cultures. Not distinguished between superficial or deep wound infection, because this can sometimes be difficult to determinate and they can both	Follow-up period: 34.9 [c] - 28.4 months [l] Lost-to-follow-up: Not reported Control group: Wound infection (totale SSI): 12.9% (18/139) (calculated from table 1) Intervention group: Wound infection (totale SSI): 0% (0/40) (calculated from table 1) There were no significant differences between both	Very few events. No multivariate analysis controlling for confounders was conducted.

Authors (year)	Design	Objective	Population, Type of surgery	Setting, Scope	Control, Intervention	Methods	Results	Limitations
			Procedure: Posterior spinal arthrodesis with instrumentation	until drains were removed; those allergic to penicillin received 500 mg vancomycin before skin incision and every 12 hours until drains were removed		depend on intraoperative wound seeding. Statistical analysis: Discrete variables were analyzed with the chi-squared test whereas continuous, nonparametric data were studied with the Mann-Whitney Utest. A P <0.05 was considered statistically significant.	groups for age, diabetes, steroid therapy, previous surgeries, tumor cases, or previous radiotherapy. The number of levels fused, utilization of allograft, and operative time were significantly higher in the intervention group.	

Exclusie na discussie met werkgroepleden								
Knobben et al. (2006)	Before-after study	The aim of this study was to evaluate whether behavioural and systems measures decrease intraoperative contamination as monitored during 207 total hip or knee replacements. The influence of these measures on subsequent prolonged wound discharge, superficial surgical site infection and deep periprosthetic infection was also investigated during an 18-month follow-up period	No. of Patients: TKA, THA: N=207 Patient characteristics: not reported Procedure: total hip or knee arthroplasty in patients with osteoarthritis or rheumatoid arthritis	Location: University Medical Centre Groningen, Groningen, The Netherlands Dates: July 2001 - January 2004 Scope: single centre All patients received antimicrobial prophylaxis (cefazoline, 1000 mg intravenously) 20 min before the operation	Control group: original conditions (among other things: old conventional airflow) Intervention: 1. <u>Correct use of plenum</u> (Instrumentation unpacking in plenum ventilation alone, Instrumentation unpacking just before surgery, Instrumentation never leaves plenum, else considered unsterile, Head of patient always out of plenum) <u>Old conventional airflow</u> 2. <u>Work up in preparation room, not in operating room</u> (Anaesthetic work up, Shaving, Putting on blood bands and blankets, Positioning patient with leg support), <u>Proper wearing of body coverage</u> (No hair visible, No nose visible, Beard mask and safety	Definitions: SSI definition of the Surgical Infection Study Group. This definition relies solely on clinical observations in the absence of microbiological confirmation; dSSI defined by an increase of infection parameters caused by the prosthesis site, as judged by the orthopaedic surgeon. Statistical analysis: Pearson's Chi-square test for categorical data was used to test differences between the experimental groups and the control group when all cells of the contingency table contained at least five people. Otherwise, Fisher's Exact test was used.	Follow-up period: 18 months Lost-to-follow-up: None Control group: superficial SSI: eight 11.4% (8/70) deep periprosthetic infection: 7.1% (5/70) Intervention group 1: superficial surgical site infection: 14.9% (10/67) deep periprosthetic infection: 4.5% (3/67) Intervention group 2: superficial surgical site infection: 1.4% (1/70) deep periprosthetic infection: 1.4% (1/70)	Limited number of events for outcome measure deep prosthetic infection. No statistical analyses that corrected for known confounders were conducted.

					glasses for people working in plenum, Renew mouth mask after every operation, Change clothes each time after leaving the operating complex) <u>Limiting needless activity</u> (Number of people in operating room kept to minimum, Opening of doors kept to minimum, Use only smallest door to washing room, Movement of people kept to minimum, No changing of personnel during an operation, If other equipment necessary, use intercom, All communication with world outside via intercom, Only conversation if needed for surgery) <u>New laminar airflow</u>			
Simsek Yavuz et al. (2006)	Prospective cohort study	To determine the incidence of and identify risk factors for sternal surgical site infection (SSI).	No. of Patients: TOTAL N=991 CABG (n=748), other cardiac surgery (n=243) Patient characteristics (according to presence [p] or absence [a] of	Location: Siyami Ersek Thoracic and Cardiovascular Surgery Hospital (Uskudar, Turkey) Dates: January 1, 2002 - June 1, 2002 Scope: single centre	Control group: plenum ventilation (which includes a positive pressure air supply from clean to less clean areas, with a total of 27 changes of high-efficiency filtered air per hour. Although the doors of the older	Definitions: SSI was defined according to the criteria established by the Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Statistical analysis: Comparison of means was done with Student's t test. For categorical	Follow-up period: 3 months Lost-to-follow-up: (9 patients died within 4 days after surgery) Control group: Sternal SSI: 6.7% (30/445)	Some flaws in statistical procedures (p value in univariate analysis as a selection criterion for logistic regression was set too low).

			SSI): Age: 56y [p]–57y [a] Females: 46% [p]–27% [a] BMI: 26 (both) ASA 3 or 4: 68% [p]–58% [a] Procedure: Cardiac surgery with sternotomy	For antimicrobial prophylaxis, patients were given cefazolin (1 g every 8 hours) or, for patients who had hypersensitivity or suspected colonization with methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>, vancomycin (1 g twice per day); prophylaxis was started at the induction of anesthesia and stopped 24-48 hours after the operation.	operating theaters were automatic, they did not function properly any more and were generally left open. Intervention: laminar-flow ventilation systems. The doors of the newer operating theaters were automatic and were always kept closed except, occasionally, when there was movement through them.	variables, the χ^2 test or Fisher's exact test was used. Risk factors for sternal SSI were investigated by logistic regression analysis. All variables with a P value of <0.05 in the univariate analysis or that have been shown to be a risk factor for sternal SSI in the literature were included in logistic regression analysis. Discrete variables (eg, use of inotropic agents) were entered into the analysis only if they were present prior to the occurrence of the sternal SSI. Similarly, continuous variables (eg, duration of mechanical ventilation) were entered into the analysis according to duration of patient exposure to these variables before the onset of sternal SSI.	(calculated from table 1) Intervention group: Sternal SSI: 2.0% (11/546) (calculated from table 1) Results from logistic regression analysis: Surgery in older operating theater: OR=3.46 (95% CI: 1.72-7.11) controlled for other independently associated factors: female sex, diabetes mellitus, duration of surgery > 5hr., and second surgery required	
Van Griethuysen 1996	Before-after study	In this study we compared the results of an ongoing surveillance of postoperative wound infections (PWI) by an	No. of Patients: General surgery: n=2905; Orthopedic surgery: n=873 Patient characteristics:	Location: Canisius Wilhelmina Ziekenhuis, Nijmegen, The Netherlands. Dates: 1 July 1991-16 April 1992; 1 July 1992	Control group: Theatre area was divided by a major hospital corridor. Coffee-room and changing rooms for personnel and recovery rooms for patients	Definitions: PWI were defined according to CDC-guidelines. These include incisional and deep surgical wound infections. Incisional infection	Follow-up period: 12 months (in case of involvement of prostheses); one month in all other cases. Lost-to-follow-up:	Few events No multivariate analysis controlling for confounders was conducted.

		infection control nurse (ICN), during a nine-month period before and after moving to the new theatre.	not reported Procedure: general (including vascular and thoracic) surgery or orthopedic surgery	-16 April 1993 Scope: single centre Antibiotic prophylaxis was given for generally accepted indications, mostly in non-clean and prosthetic surgery. It consisted of cefazolin 1 g 1 h preoperatively; this was repeated if surgery lasted longer than 4 h. Metronidazole was added in abdominal surgery.	were separate from the theatre area. Intervention: Rooms were connected, and staff were not allowed to leave the theatre area without changing from theatre-dress (except anaesthetists). In addition to the Howorth system, a partial body exhaust was applied using one tube attached to the inside of the surgical coat.	occurs at incision site within 30 days after surgery and involves skin, subcutaneous tissue, or muscle located above the fascial layer. Deep infection occurs at operative site within 30 days after surgery if no implant is left in place or within one year if implant is in place, and infection appears related to surgery and infection involves the tissues or spaces at or beneath fascial layer. Statistical analysis: Results of the two periods were compared by a χ^2 -test with Yates' correction. The results of air sampling were analysed by the Mann-Whitney U-test.	Not reported Control group: SSI in clean general surgery: 1.5% (28/1909) SSI in clean orthopedic surgery: 1.2% (10/861) SSI in all general surgery (clean; clean-cont., contaminated, dirty): 2.4% (70/2905) dSSI in orthopedic prosthetic surgery: 0.4% (1/223) Intervention: SSI in clean general surgery: 1.9% (35/1891) SSI in clean orthopedic surgery: 1.6% (13/826) SSI in all general surgery (clean; clean-cont., contaminated, dirty): 2.2% (64/2935) dSSI in orthopedic	
--	--	---	--	--	--	---	--	--

							prosthetic surgery: 0.4% (1/252)	
--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------	--

CpHm: Cox proportional hazard model; adj: adjusted; dSSI: deep surgical site infections; LAF: laminar airflow; ORs: operating rooms; SSI: surgical site infection; THA: total hip arthroplasty; TKA: total knee arthroplasty; RR: relative risk; OR: odds ratio; CI: confidence interval; HEPA (filter): high efficiency particulate air (filter); “Greenhouse”: operating room environment that refers to the ultraclean ventilation systems with a tent within the room and body exhaust suits as described by Dr John Charnley in the 1960s.

Bijlage 7 Risk of bias table of the included studies

De kwaliteit werd beoordeeld met de 'Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (NOS)' voor cohortonderzoeken (Wells GA, Shea B, O'Connell D, et al. The Newcastle–Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality if nonrandomized studies in meta-analyses.

http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.)

Authors (year)	Selection 1)	Selection 2)	Selection 3)	Selection 4)	Comparability	Comparability	Outcome 1)	Outcome 2)	Outcome 3)	Total/ overall
Namba et al (2013)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- c)	7 *
Namba et al (2012)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	* b)	8 *
Song et al (2012)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- d)	7 *
Jeong et al (2013)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- d)	7 *
Bosanquet et al (2013)	-- c)	* a)	* a)	* a)	* a)	* b)	* a)	-- b)	-- d)	6 *
Pedersen et al (2010)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- c)	7 *
Dale et al (2009)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- c)	7 *
Brandt et al (2008)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- d)	7 *
Breier et al (2011)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- d)	7 *
Hooper et al (2011)	* b)	* a)	* a)	-- b)	--	--	* b)	* a)	-- d)	5 *
Miner et al (2007)	* b)	* a)	* a)	-- b)	--	--	* b)	* a)	-- d)	5 *
Kakwani et al (2007)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* a)	* a)	-- d)	7 *
Pinder et al (2016)	* b) ¹	* a)	* a)	-- b)	* a) ²	* b)	* b)	-- b) ³	-- d)	6 *
Agarwal et al (2017)	* b)	--b)	* a)	-- b)	* a)	-- ⁴	* b)	* a) ⁵	-- d)	5 *
Gruenberg et al. (2004)	* b)	* a)	* a)	* a)	--	--	* b)	* a)	-- d)	6 *
Exclusie na discussie met werkgroepleden										
Van Griethuysen et al. (1996)	* b)	* a)	* a)	-- b)	--	--	* b)	* a)	-- d)	5 *
Knobben et al. (2006)	* b)	* a)	* a)	-- b)	--	--	* b)	* a)	-- d)	5 *
Yavuz et al. (2006)	* b)	* a)	* a)	-- b)	* a)	* b)	* b)	* a)	-- d)	7 *

If applicable, a rating point (*) was awarded for each category and added to the total per study.

1. Sample pertains to NHS-hospitals. Note: also non-NHS hospitals offer orthopaedic surgical procedures.
2. BMI was not taken into account but socio-economic level of deprivation was taken into account. Deprivation level is usually correlated with BMI and thus captures BMI to some extent.
3. 90 days FU-duration was considered as being too short because late infections related to implants were missed.
4. None of the following confounders was taken into consideration: BMI, operation duration and comorbidities.
5. Minimum FU-period was six months. This was considered as being adequate. Authors did not report average follow-up duration.

Bijlage 8

Overzicht aanbevelingen ten aanzien van luchtbehandelingsystemen in internationale medische richtlijnen:

WHO (2016):

“The panel suggests that laminar airflow ventilation systems should not be used to reduce the risk of SSI for patients undergoing total arthroplasty surgery. (Conditional recommendation, low to very low quality of evidence)”

Robert Koch-Institut, Duitsland (2018):

Geven geen aanbevelingen met welk luchtbehandelingsstelsel een operatiekamer moet zijn voorzien.

“Die Kommission stellt fest

“Aus der Nutzung von LAF/TAV ergibt sich kein eigener infektionspräventiver Effekt (Kat. II). Aus der Trennung „reiner“ und „unreiner“ OP-Abteilungen ergibt sich kein eigener infektionspräventiver Effekt (Kat. II).”

Ter info:

Kategorien für die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO):

Kategorie IA: Diese Empfehlung basiert auf gut konzipierten systematischen Reviews oder einzelnen hochwertigen randomisierten kontrollierten Studien.

Kategorie IB: Diese Empfehlung basiert auf klinischen oder hochwertigen epidemiologischen Studien und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen.

Kategorie II: Diese Empfehlung basiert auf hinweisenden Studien/Untersuchungen und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen.

Kategorie III: Maßnahmen, über deren Wirksamkeit nur unzureichende oder widersprüchliche Hinweise vorliegen, deshalb ist eine Empfehlung nicht möglich.

Kategorie IV: Anforderungen, Maßnahmen und Verfahrensweisen, die durch allgemein geltende Rechtsvorschriften zu beachten sind.

Advies Hoge Gezondheidsraad, België (2013/14):

Bevelen geen specifiek luchtbehandelingsstelsel aan, ook niet voor orthopedische ingrepen.

“Niet mengende en mengende systemen:

Het voordeel van niet-mengende systemen vertaalt zich ook niet daadwerkelijk in een lager aantal wondinfecties, ook niet bij orthopedische heilkunde met plaatsing van prothesemateriaal. De beslissing voor deze dure investering moet in ieder geval plaatselijk genomen worden. Het voordeel is waarschijnlijk gering in vergelijking met de impact van correct nageleefde werkings- en hygiënemaatregelen.”

Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, USA (2017)

Er is niets over specifieke luchtbehandelingssystemen te vinden.

NICE Surgical site infection, UK (2013):

Er is niets over specifieke luchtbehandelingssystemen te vinden.

1.2 Aan welke minimale criteria moet luchtkwaliteit voldoen op operatiekamers, behandelkamers en opdekruimtes?

Inleiding

Postoperatieve wondinfecties zijn belangrijke complicaties van operatieve ingrepen. Om deze te voorkomen is het algemene uitgangspunt dat contaminatie van de wond tijdens de ingreep zoveel als mogelijk moet worden beperkt. Een van de potentiële besmettingsbronnen is de omgevingslucht. Het uitgangspunt is dan ook om schone lucht in te blazen en de gecontamineerde lucht af te voeren. Daartoe worden verschillende luchtbehandelingsystemen toegepast. Er is geen wetenschappelijk bewijs gevonden dat een bepaald luchtbehandelingsstelsel resulteert in minder wondinfecties dan een ander (zie systematische review module 1.1). Derhalve worden in deze richtlijn de minimale criteria gedefinieerd waaraan een luchtbehandelingsstelsel moet voldoen.

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te beantwoorden is geen systematische literatuuranalyse verricht, omdat het effect van de verschillende criteria op de uitkomstmaat 'postoperatieve wondinfectie' niet is onderzocht. Relevante literatuur, richtlijnen en normen werden geraadpleegd (zie literatuurlijst). De werkgroep is op basis van expert opinion tot aanbevelingen gekomen.

Overwegingen

De werkgroep kiest voor minimumcriteria omdat er geen bewijs is dat strengere criteria leiden tot minder postoperatieve wondinfecties. Indien het operatiecomplex voorzien is van een separate opdekruimte, dan worden voor een dergelijke opdekruimte dezelfde eisen gehanteerd als voor de operatiekamer.

Luchtwisselingen/uur

Het ventilatievoud van een ruimte is het getal dat aangeeft hoeveel keer per uur de ruimte van verse buitenlucht wordt voorzien. Een ruimte met ventilatievoud 20 is een ruimte waarin ieder uur 20 maal het volume van de ruimte aan verse buitenlucht wordt toegevoerd. Een deel van de lucht die wordt afgezogen uit de ruimte kan na behandeling (o.a. filteren, koelen, verwarmen) weer ingeblazen worden. Dit deel wordt recirculatievoud genoemd. Het totaal van het ventilatievoud en het recirculatievoud wordt aangeduid als het aantal luchtwisselingen per uur (ook wel aangeduid als circulatievoud (CV)). Dit is een maat voor de ventilatie van die ruimte wat resulteert in het "verdunnen" van de verontreinigingen in de lucht. Waar veel bronnen van verontreiniging aanwezig zijn en/of waar een lage verontreiniging van de lucht gewenst is, is een hoog aantal luchtwisselingen per uur noodzakelijk. Het is niet aannemelijk dat de kans op het ontstaan van een POWI wordt beïnvloed door de oorsprong van de lucht, mits voldoende filtering plaatsvindt.

De ervaring en de literatuurgegevens hebben internationaal geleid tot het voorstellen van minimale aanbevelingen inzake luchtbehandeling voor een operatiekamer in termen van aantal luchtwisselingen (15-20/uur). Bij een mengend systeem resulteert dit iedere 10 tot 13 minuten in een tienvoudige verdunning van een verontreiniging. Dergelijke systemen zijn steeds gebruikt in de vergelijkende studies tussen UDF en mengende systemen. In Nederland wordt sinds geruime tijd minimaal 20 luchtwisselingen per uur aangehouden, maar is het aantal luchtwisselingen vaak veel hoger. Het aantal luchtwisselingen is in belangrijke mate bepalend voor het maximaal aantal personen die in een operatiekamer of opdekruimte aanwezig mogen

zijn om een bepaalde maximale concentratie aan deeltjes of kolonievormende eenheden te kunnen realiseren.

Voor lagere klassen operatieruimtes worden zes luchtwisselingen per uur aangehouden. De relatie met de kans op het optreden van POWI is onbekend. Voor het afvoeren van dampvormige anesthetica kan een hogere ventilatievoud (dus hoger aandeel verse buitenlucht) noodzakelijk zijn.

Luchtkwaliteit (isoklassen)

ISO-klasse 7, 'in rust', voor $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (NEN-EN-ISO 14644-1) betekent dat er maximaal 352.000 deeltjes met een omvang gelijk aan of groter dan $0,5 \mu\text{m}$ per m^3 'in rust' mogen worden aangetroffen. Deze eis geldt voor de hele operatiekamer.

Het is onduidelijk wat de relatie is tussen het aantal (kleine) stofdeeltjes in de lucht en het optreden van POWI. Toch wordt hier een minimumeis opgenomen op basis van het eerder genoemde uitgangspunt dat besmetting van de wond tijdens de operatie zoveel als mogelijk moet worden beperkt. Een goed reinigbare/gereinigde operatiekamer klasse 1 of 2 met de juiste filters moet in rust *tenminste* aan ISO 7 kunnen voldoen.

Voorzie de operatieafdeling van een eigen luchtbehandelingsstelsel dat qua lucht onafhankelijk functioneert van het ventilatiesysteem van de rest van het gebouw. Dit geldt niet voor een zelfstandige behandelkamer.

Hersteltijd (1:100)

Hersteltijd (NEN-EN-ISO 14644-3) is de tijd die nodig is om, na een verhoging van de concentratie van deeltjes (met een omvang gelijk aan of groter dan $0,5 \mu\text{m}$), de concentratie met een factor 100 te verlagen ten opzichte van de situatie direct na het verhogen van de concentratie. Het is van belang te beseffen dat 'in rust' een bepaalde basisconcentratie niet met een factor 100 kan worden verlaagd. De hersteltijd geeft aan hoe snel een verstoring (verhoging) ten opzichte van de concentratie 'in rust' wordt weggewerkt door het systeem. Hoe meer schone lucht er aan een ruimte wordt toegevoerd hoe korter de hersteltijd zal zijn.

De 100-voudige hersteltijd ($t_{0,01}$) is in sterke mate gerelateerd aan het aantal luchtwisselingen

per uur (CV). Bij optimale menging geldt $t_{0,01} [\text{min}] = \frac{60}{\text{CV} [\text{h}^{-1}]} * \frac{\ln(\frac{1}{100})}{-\ln(2)}$.

De grens is opgenomen om vast te stellen dat de lucht ook effectief wordt gemengd en zodoende de verontreiniging wordt verdund en afgevoerd. De hersteltijd is geen verplichte wachttijd tussen twee ingrepen. De hersteltijd geeft slechts aan hoe lang het duurt om tot een 100-voudige verdunding van de contaminatie van de lucht te komen. Waar veel bronnen van verontreiniging aanwezig zijn en/of waar een lage verontreiniging van de lucht gewenst is, is een hoog aantal luchtwisselingen per uur noodzakelijk, wat resulteert in een korte hersteltijd (1:100).

Filtering lucht

Filters worden onderverdeeld in grofstoffilters, fijnstoffilters (NEN-EN-ISO 16890-1) en eindfilters/absoluutfilters (NEN-EN 1822).

HEPA-filter: High-Efficiency Particulate Air filter conform NEN-EN 1822.

ePM1 90% filter: fijnstoffilter conform NEN-EN-ISO 16890-1:2016 en "Technische specificaties, eisen en classificatiesysteem gebaseerd op vaste deeltjes rendement (ePM)". In de voorgaande WIP-richtlijn was F9-gefilterde (conform de inmiddels vervallen norm EN779:2012) lucht opgenomen als minimumeis voor de toegevoerde lucht voor zone A, B en C (voor zone A aangevuld met een HEPA eindfilter). Alhoewel dit een proceseis is en geen uitkomstmaat, is de werkgroep van mening dat hiermee de reinheid van de lucht in voldoende mate wordt

gewaarborgd. Voor een operatiekamer van Klasse 1 wordt in Nederland al geruime tijd minimaal HEPA H13 gehanteerd.

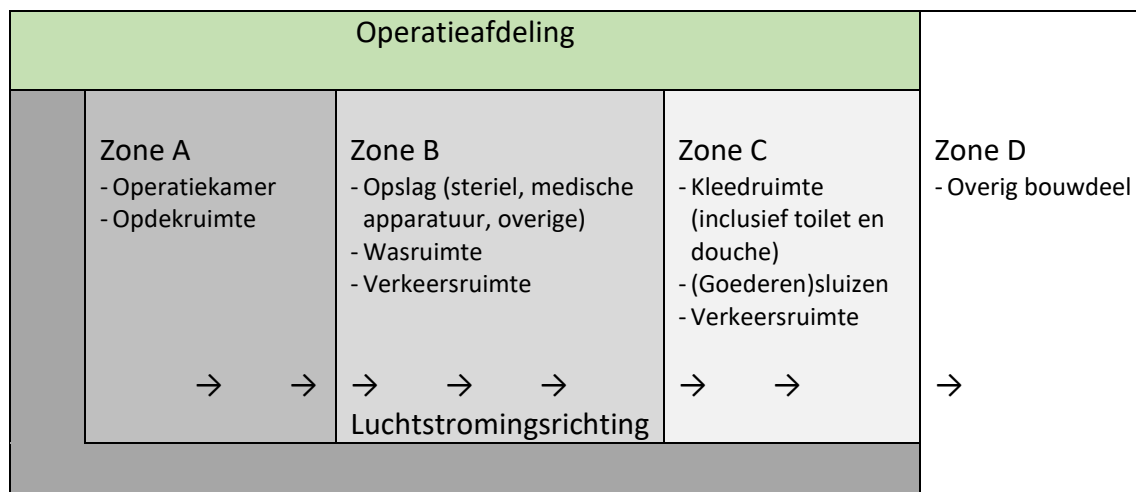
Aanbevolen wordt om de eisen m.b.t. herstellijd en ISO klassificatie conform NEN EN ISO 14644-3 vast te stellen op de volgende momenten:

- na aanpassingen in het luchtbehandelingsysteem;
- bij vervanging van de eindfilters indien niet alle bij het systeem behorende eindfilters gelijktijdig worden vervangen;
- als daar op andere gronden aanleiding toe is.

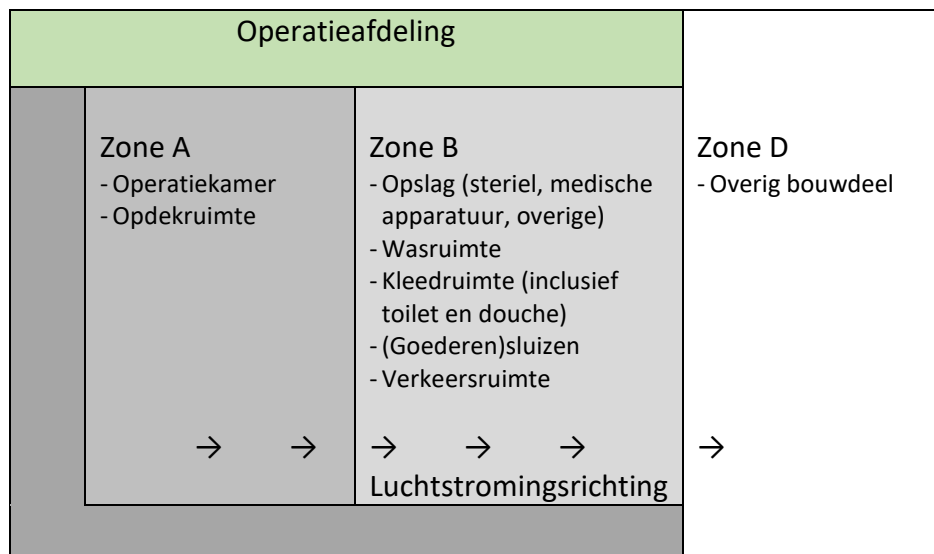
Het functioneren van de HEPA eindfilters moet na installatie, demontage en montage of vervanging worden aangetoond conform NEN EN ISO 14644-3 (installed filter test) of als daar om een andere reden noodzaak toe is.

Drukhiërarchie/stroomrichting

Om de lucht in de operatiekamer/opdekruijnte schoon te houden wordt, naast de aanvoer van schone lucht in de operatiekamer, ook een overdruk aangehouden in de operatiekamer ten opzichte van de aangrenzende ruimtes. In de aangrenzende ruimtes wordt een overdruk aangehouden ten opzichte van de ruimtes die verbonden zijn met de rest van het ziekenhuis (drie of twee zones; zie figuur 1). Tussen de operatieafdeling en de rest van het gebouw (zone D) zijn aerogene sluzen aangebracht om personen en goederen vanuit zone D naar het operatiecomplex te transporteren en vice versa. Ruimten zoals de holding, verkoever en kleedruimten (zone C) mogen naast hun primaire functie ook dienstdoen als sluis tussen de operatieafdeling en het overige deel van het gebouw. Hierbij geldt wel dat er een voorziening moet worden getroffen dat de drukhiërarchie over de zones bewaakt wordt. Het doel is dat de lucht op de operatieafdeling van de schoonste naar minder schone ruimten stroomt. Een drukverschil is in de regel makkelijker te bepalen dan een stromingsrichting. Bij een drukverschil van 5 Pa of meer mag worden aangenomen dat er een luchtstroom is. Andere methoden om aan te tonen dat de juiste stromingsrichting is gerealiseerd zijn ook acceptabel, als het ziekenhuis dit inzichtelijk kan maken, bijvoorbeeld door middel van rook.



Figuur 1 Voorbeeld van schematisch overzicht van de zone-indeling van de operatieafdeling klasse 1. Holding, verkoever, kantoren en koffiekamer kunnen in zone C worden ondergebracht, maar dat hoeft niet.



Figuur 2 Voorbeeld van schematisch overzicht van de zone-indeling van de operatieafdeling klasse 2

Temperatuur

Een lage lichaamstemperatuur van de patiënt is geassocieerd met een hogere kans op postoperatieve wondinfecties. De meest recente richtlijn van het CDC (Berríos-Torres et al., 2017) beveelt dan ook aan om tijdens de operatie normothermie na te streven. Ook de huidige richtlijn Preventie van postoperatieve wondinfecties (2011) beveelt aan om de lichaamstemperatuur van de patiënt tussen de 36 en 38 graden celsius te houden. Hoewel de temperatuur van de lucht op de operatiekamer zonder twijfel een effect heeft op de lichaamstemperatuur, is er geen wetenschappelijk bewijs dat de temperatuur van de lucht geassocieerd is met meer postoperatieve wondinfecties. De temperaturen die hieronder worden aanbevolen zijn richtinggevend. In voorkomende gevallen kan er afgeweken worden van de aanbevolen temperaturen, bijvoorbeeld bij ingrepen bij neonaten zou een hogere ruimtetemperatuur wenselijk kunnen zijn.

Relatieve vochtigheid

Er is geen relatie tussen relatieve vochtigheid van de lucht en POWI aangetoond. Redenen waarom de werkgroep voor de relatieve vochtigheid van de lucht toch minimum criteria stelt is dat een te hoge vochtigheid tot schimmelgroei kan leiden. Voor de relatieve luchtvochtigheid beveelt de werkgroep aan niet meer dan 1 week achtereen een waarde $\geq 65\%$. Een lagere relatieve luchtvochtigheid dan 40% verhoogt de kans op het opbouwen van elektrostatische lading.

Classificatie ingrepen op basis van minimale criteria

De werkgroep heeft aan alle snijdende specialismen gevraagd om per ingreep aan te geven in welke operatiekamer of behandelkamer deze bij voorkeur dient te worden verricht (zie bijlage 1). Deze classificatie is gedaan aan de hand van de minimale criteria (zie aanbevelingen). Het betreft hier een dynamisch document waarvan de regie over de inhoud ligt bij de betreffende wetenschappelijke verenigingen.

Aanbevelingen

Onderstaande aanbevelingen betreffen minimale criteria. Het verdient aanbeveling om een goede registratie van postoperatieve wondinfecties bij te houden, waardoor (onverwachte) effecten van eventuele wijzigingen in beleid of techniek kunnen worden gevolgd.

	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
Luchtwisselingen/uur	Ten minste 20x	Ten minste 6x	Ten minste 4x
Luchtkwaliteit (isoklasses) [§]	ISO 7 (NEN EN ISO 14644-1)	ISO 7 (NEN EN ISO 14644-1)	Geen bijzondere vereisten
Hersteltijd (1:100)	≤20 min (NEN EN ISO 14644-3)	Niet van toepassing	Niet van toepassing
Filtering lucht	Ten minste HEPA-filter H13 (EN 1822)	Ten minste HEPA-filter H13 (EN 1822)	Geen specifieke eisen
Temperatuur*	18° – 23°	18° – 23°	Geen specifieke eisen
Relatieve vochtigheid*	< 65%	< 65%	< 65%
Drukhiërarchie/stroomrichting	3 in zuiverheid aflopende zones (op bouwtekening inzichtelijk gemaakt) ten opzichte van het overige gebouw.	2 in zuiverheid aflopende zones (op bouwtekening inzichtelijk gemaakt) ten opzichte van het overige gebouw	Niet van toepassing

[§] ISO 7 geldt voor de hele operatiekamer.

* De temperaturen en relatieve vochtigheid die worden aanbevolen zijn richtinggevend, zie toelichting.

Literatuur

- Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW et al., for the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. JAMA Surg. 2017;152(8):784-791.
- NEN-EN 1822-1:2009 en Luchtfilters met een hoog rendement (EPA, HEPA en ULPA) - Deel 1: Classificatie, beproevingsmethoden, merken
- NEN-EN-ISO 14644-1 Stof- en kiemarme ruimten en omgevingen - Deel 1: Classificatie van luchtreinheid op basis van deeltjesconcentraties
- NEN-EN-ISO 14644-3 Stof- en kiemarme ruimten en omgevingen - Deel 3: Beproevingmethoden
- NEN-EN-ISO 16890-1:2016 en - Luchtfilters voor algemene ventilatie - Deel 1: Technische specificaties, eisen en classificatiesysteem gebaseerd op vaste deeltjes rendement (ePM)
- NEN-EN-ISO 16890-1:2016 en "Technische specificaties, eisen en classificatiesysteem gebaseerd op vaste deeltjes rendement (ePM)"
- Werkgroep Infectie Preventie. Luchtbehandeling in operatiekamer en opdekruimte in operatieafdeling klasse 1. 2014
- Werkgroep Infectie Preventie. Preventie van postoperatieve wondinfecties. 2011

Tabel voor classificatie ingrepen (ingevuld door de wetenschappelijke verenigingen)

De werkgroep heeft aan alle snijdende specialismen gevraagd om per ingreep aan te geven in welke operatiekamer of behandelkamer deze bij voorkeur dient te worden verricht. Deze classificatie is gedaan aan de hand van de minimale criteria (zie aanbevelingen), en de volgende criteria: grootte incisie, diepte incisie, duur ingreep, implantatie lichaamsvreemd materiaal, openen van steriele holten/ botten, gevolgen postoperatieve wondinfectie. Het betreft hier een dynamisch document waarvan de regie over de inhoud ligt bij de betreffende wetenschappelijke verenigingen. Voor verdere uitwerking en onderbouwing wordt verwezen naar de websites van de afzonderlijke wetenschappelijke verenigingen.

WV	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie	– Implantatie van elektroden en stimulators in het kader van neuromodulatie. – Implantatie van subcutaan geplaatste systemen voor neuraxiale toediening van medicatie		– neuraxiale injecties, inclusief plaatsen van catheters – perifere zenuwblokkades, inclusief plexusblokkades, met of zonder achterlaten van catheter – vasculaire toegang
Nederlandse Vereniging voor Cardiologie		– Percutane klepinterventies (waaronder TAVI, PPVI) – PCI, PFO/ASD sluiting, Mitraclip, congenitale stents – PM, ICD – Catheterablaties – Implanterbare looprecorder (ILR)	– SG inbrengen, tijdelijke PM-draad – Hartbiopten – CAG – Hartcatherisaties (R/L)
Nederlandse Vereniging voor Dermatologie en Venereologie		– Alle ingrepen onder algehele anesthesie	– Alle ingrepen onder plaatselijke verdoving. (Huidbiopsieën en shave excisies mogen op een spreek-/onderzoekskamer)
Nederlandse Vereniging voor Heelkunde	– Alle kinderheilkundige chirurgie waarbij kinderen onder algehele narcose moeten worden gebracht		
Nederlandse Vereniging voor Keel-Neus-Oorheelkunde en Heelkunde van het Hoofd-Halsgebied	– Brughoeckchirurgie – Ooroperaties (sanerend en reconstructief) uitgebreider dan myringoplastiek – Subtotale petrosectomie – CI & ABI – Endonasale intracraniele chirurgie – Rhinoplastieken met en zonder gebruik van synthetische implantaten	– Neus-bijholte operaties – Endonasale sinus-frontalischirurgie	– Trommelvliesbuisjes – ATE's – Myringoplastieken – M-plastieken – UPPP – Biopten – Mohs chirurgie

WV	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
	– HH-oncologische chirurgie – Parotis- en andere grote wekedelenchirurgie – Facelifts, voorhoofdlifts – Sinus-frontalischirurgie		– Ooglidchirurgie – Littekencorrecties, dermabrasie – Septumchirurgie
Nederlandse Vereniging voor Mondziekten, Kaak- en Aangezichtschirurgie		– Alle MKA-chirurgische ingrepen onder algehele anesthesie	– Alle MKA-chirurgische behandelingen op de polikliniek
Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie	– Alle neurochirurgische operaties die niet in klasse 2 of behandelkamer vallen.	– Ulnaristranspositie / -decompressie.	– Operatie carpaaltunnelsyndroom (CTS) – Ommaya verwijderen – Wondinfecties behandelen – Schedeltractie aanleggen.
Nederlandse Vereniging voor Obstetrie en Gynaecologie	– Vaginale prolapschirurgie met mesh – Vulvectomy +/- sentinel node – Therapeutische laparoscopie level 2/3 (>120 min) – Uitgebreide proeflaparotomie (benigne/maligne aandoeningen) – Robotgeassisteerde ingrepen level 3 wel of niet met mesh – Laparotomie met mesh – Laparotomie (> 60 min)	– Sectio caesarea (electief of spoed) – Korte vaginale ingrepen, abortuscurettage, verwijderen placentarest, manuele placentaverwijdering, klier van Bartholin – Vaginale prolapschirurgie – Hysteroscopie +/- therapeutisch – Laparotomie (max 60 min) – Diagnostische/ Therapeutische laparoscopie level 2/3 (max 120 min)	– Abortuscurettage, klier van Bartholin, hysteroscopie +/- therapeutisch
Nederlands Oogheelkundig Gezelschap¹		– Intra-oculaire chirurgie – Strabismuschirurgie – Orbitale chirurgie – Corneachirurgie	– Ooglidoperaties – Oppervlakte ablatie excimerlaser – Cross linking epi-off Intravitreale injecties en overige extra-oculaire

¹ Binnen de oogheelkunde wordt soms gebruik gemaakt van een modulaire unidirectioneel inblaassysteem (Surgicube). Dit betreft een modulaire downflow-systeem dat als overkapping in een behandelkamer kan worden geplaatst. Door bevestiging van de operatielakens aan de distale zijde van de overkapping kan continue flow van Hepa-gefilterde lucht verkregen worden over het operatiegebied en de instrumententafel. Dit systeem wordt toegepast bij ingrepen onder lokale anesthesie met een klein operatieveld, zoals bijvoorbeeld in de oogheelkunde en kan mits geplaatst in een behandelkamer een OK klasse 2 vervangen. Dit systeem is niet apart in de literatuuranalyse opgenomen.

WV	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
			verrichtingen, zoals en- en ectropion correctie en chalazionexcisie kunnen op spreek- of onderzoekskamer
Nederlandse Orthopaedische Vereniging	– De NOV stelt een apart standpunt op voor grote orthopedische implantaatchirurgie (wervelkolomoperaties met implantaten, operaties waarbij een groot implantaat wordt geplaatst (bijv. prothese, pen of plaat en vergelijkbare implantaten), operaties waarbij een groot gewricht wordt geopend (bijv. knie of enkel en vergelijkbare gewrichten), operaties waarbij een groot bot wordt vrij gelegd (bijv. bij fractuurchirurgie en vergelijkbare operaties))	– Operaties waarbij donormateriaal (auto- of allograft) en/ of klein implantaat (bijv. schroef) wordt geplaatst. (Bijv. kruisbandoperaties en schouderstabilisaties en vergelijkbare operaties.) – Operaties waarbij een klein bot wordt vrij gelegd. (Bijv. midden- of voorvoet reconstructies en vergelijkbare operaties, handchirurgie.) – Arthroscopische procedures waarbij geen implantaat of donormateriaal (auto- of allograft) wordt geplaatst. (Bijv. alle meniscectomieën en vergelijkbare operaties.) – Kleine orthopedische ingrepen zonder dat daarbij een gewricht wordt geopend. (bijv. tennisarm en vergelijkbare operaties.) – Alle kleine operaties onder lokaal anesthesie. (Bijv. hamerteencorrectie en vergelijkbare operaties.)	– Abcesincisie/ abcesdrainage – wondverzorging
Nederlandse Vereniging voor Plastische Chirurgie	– Borstreconstructie autoloog – Borstreconstructie met implantaat	– Mamma-augmentatie – Abdominoplastiek	– Ooglidcorrectie
Nederlandse Vereniging voor Radiologie	– Hybride vasculaire procedures met chirurgische incisie – Vasculaire endoprothesen bij (complexe) thoraco-abdominale aneurysmata.	– Percutane vasculaire interventies (incl. Port-a-cath. getunnelde centraal veneuze lijn plaatsing, TIPS) – Vertebroplastiek	– Percutane non-vasculaire interventies (biopten, drainage, ablaties, injectie contrast/medicatie) – Percutane thrombine injectie bij aneurysma spurium – Plaatsing ongetunnelde centraal veneuze lijn
Nederlandse Vereniging voor Thoraxchirurgie	– Hartchirurgie – Longchirurgie – Aortachirurgie – Overige chirurgische intrathoracale ingrepen		– Wondinfectie – Thoraxdrainage
Nederlandse Vereniging voor	– Endourologische ingrepen (percutaan)	– Transurethrale ingrepen	– Kleine genitale chirurgie

WV	Operatiekamer klasse 1	Operatiekamer klasse 2	Zelfstandige behandelkamer
Urologie	– Laparoscopische ingrepen met / zonder deviatie – Open ingrepen met / zonder deviatie – Implantatie / prothesiologie	– Endourologische ingrepen (ureteraal) –	– Kortdurende transurethrale ingrepen / diagnostiek

Module 2 Randvoorwaarden luchtbehandelingsysteem

Uitgangsvragen

2.1 Aan welke randvoorwaarden dient een operatieafdeling te voldoen ten aanzien van luchtkwaliteit?

2.2 Aan welke randvoorwaarden dienen een operatiekamer en opdekruimte te voldoen ten aanzien van luchtbehandelingsystemen?

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te beantwoorden is geen systematische literatuuranalyse verricht, omdat het effect van de verschillende randvoorwaarden die gesteld kunnen worden aan een operatieafdeling, operatiekamer en opdekruimte op de uitkomstmaat postoperatieve wondinfectie niet is onderzocht en waarschijnlijk ook nooit zal worden onderzocht, omdat dergelijk onderzoek niet realiseerbaar is. Relevante normen werden geraadpleegd (zie literatuurlijst). De werkgroep is op basis van expert opinion tot aanbevelingen gekomen. Deze module heeft in principe betrekking op operatiekamers klasse 1 en 2, tenzij anders aangegeven.

2.1 Aan welke randvoorwaarden dient een operatieafdeling te voldoen ten aanzien van luchtkwaliteit?

Overwegingen

Vloer, wanden en plafond

Hoeken en overgangen tussen vloeren en wanden hebben een vloeiend verloop om vuilophoping tegen te gaan en goede reiniging mogelijk te maken. De bouwkundige afwerking en inrichting van de operatiekamer en opdekruimte moet zodanig zijn, dat een effectieve reiniging en desinfectie met gangbare reinigingsmiddelen en toegelaten desinfectantia kan worden uitgevoerd.

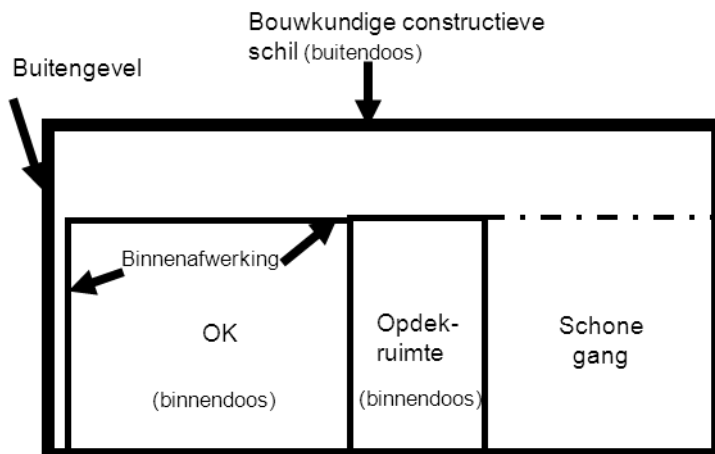
Het voorkomen van toetreding van deeltjes tot de opdekruimte en de operatiekamer kan op de volgende wijze worden gerealiseerd:

- De voorkeur van de werkgroep gaat uit naar de bouwkundige opzet als een doos-in-doos-constructie (zie onderstaande figuur). Omdat vanwege bijvoorbeeld pendels en OK-lampen er altijd gaten in het plafond zitten en afdichtingen nooit perfect zijn, moet boven het verlaagde plafond altijd een lagere druk heersen dan in de betreffende ruimte.
- Als er niet met een doos-in-doos-constructie gewerkt wordt moet zeker worden gesteld dat de lucht altijd van schoon naar minder schoon stroomt, en dus ook van de opdekruimte en de operatiekamer naar de ruimte boven het plafond of naar het inwendige van holle wanden.

Beheersing kwaliteit toegevoerde lucht

Voldoende en beheerste ventilatie is alleen mogelijk met mechanische ventilatie. Voorwaarde daarbij is echter dat de invloed van de onbeheerste infiltratie zo klein mogelijk wordt gehouden. Dit impliceert dat er sprake moet zijn van een goede geveldichtheid en dat er nergens op de afdeling te openen ramen aanwezig mogen zijn. Ook impliceert het dat er in de operatiekamers en opdekruimten (zone A) alleen deuren (of openingen) mogen worden aangebracht die uitkomen in zone A of B.

Om de invloed van de winddruk op de gevel op de stromingsrichting van de lucht binnen de operatieafdeling te minimaliseren kan worden overwogen om de operatiekamer en eventuele opdekruimte als zelfstandige bouwconstructie met een een lage mate van luchtdoorlatendheid (een maximale $q_{v,10}$ waarde van 1,5 maal het volume van de ruimte in m³ per uur) uit te voeren (zie onderstaande figuur 1). Deze vorm van constructie wordt ook wel als doos-in-doos-constructie aangeduid.



Figuur 1 Doos-in-doos constructie voor operatiekamer en opdekruimte.

Aanzuig- en afvoeropeningen voor het ventilatiesysteem bevinden zich buiten de gebouwschil. Hierdoor is windinvloed op de aanzuig- en afvoeropeningen onvermijdelijk. Daarom moet de plaats hiervan zorgvuldig worden gekozen, en wel zodanig dat de windaanval geen verstoring van de gewenste luchtstromingsrichtingen in het gebouw kan veroorzaken, en dat geen verontreinigde lucht kan worden aangezogen.

Luchtfiltering

Filters worden onderverdeeld in grofstoffilters, fijnstoffilters (voorheen NEN-EN 779, nu NEN-EN-ISO 16890-1:2016) en eindfilters (absoluutfilters) (NEN-EN 1822-1, 2009). NEN-EN 16798-3:2017 beschrijft de prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen voor utiliteitsgebouwen.

Aanbevelingen

Vloer, wanden en plafond van een operatieafdeling

- Maak vloer-, wand- en plafondafwerkingen zo glad, naadloos en gesloten mogelijk.
- Neem maatregelen om te voorkomen dat deeltjes (stof) vanuit het verlaagde plafond in de operatiekamer en opdekruimte komen.

Beheersing kwaliteit toegevoerde lucht in een operatieafdeling

- Voer de buitengevel zodanig uit dat de luchtbehandeling niet negatief wordt beïnvloed.
- Zorg er voor dat de lucht op de operatieafdeling van de schoonste naar minder schone ruimten stroomt (van A naar B naar eventueel C).
- Breng in de operatiekamer en opdekruimte alleen deuren of luiken aan die op zone A of B van de operatieafdeling uitkomen.

Luchtfiltering in een operatieafdeling

- Zorg er voor dat de kwaliteit van de toegevoerde lucht naar zone B en C (klasse 1) of zone B (klasse 2) van de operatieafdeling minimaal gelijk is aan die van ePM1 90% gefilterde lucht (NEN-EN-ISO 16890). Voor zone A zijn de minimum eisen opgenomen in 1.2.

Literatuur

NEN-EN 16798-3:2017 Energieprestatie van gebouwen - Ventilatie van gebouwen - Deel 3: Voor utiliteitsgebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en airconditioning systemen (Modules M5-1, M5-4)

NEN-EN 1822-1. Luchtfilters met een hoog rendement (EPA, HEPA en ULPA) - Deel 1: Classificatie, beproevingsmethoden, merken (2009).

NEN-EN 779. Stoffilters voor ventilatiedoeleinden - Bepaling van de filterprestatie (2012).

NEN-EN-ISO 14644-1 Stof- en kiemarme ruimten en omgevingen - Deel 1: Classificatie van luchtreinheid op basis van deeltjesconcentraties

NEN-EN-ISO 14644-3 Stof- en kiemarme ruimten en omgevingen - Deel 3: Beproevingsmethoden

NEN-EN-ISO 16890-1:2016 en - Luchtfilters voor algemene ventilatie - Deel 1: Technische specificaties, eisen en classificatiesysteem gebaseerd op vaste deeltjes rendement (ePM)

2.2 Aan welke randvoorwaarden dienen een operatiekamer en opdekruimte te voldoen ten aanzien van luchtbehandelingsystemen?

Overwegingen

Inrichting operatiekamer

Apparatuur kan invloed hebben op de luchtstroming en kan daarmee de luchtkwaliteit beïnvloeden. Dit geldt vooral voor verdringende systemen en minder voor mengende systemen.

Signalering

Het functioneren van het luchtbehandelingsysteem wordt gecontroleerd aan de hand van procesparameters. Om te voorkomen dat ingrepen plaatsvinden of dat wordt opgedekt zonder dat het luchtbehandelingsysteem goed functioneert, moet er een duidelijke signalering in de operatiekamer en eventuele opdekruimte aanwezig zijn, die aangeeft wanneer procesparameters buiten de gestelde grenswaarden komen.

Aanbevelingen

Inrichting operatiekamer

- Houd bij de inrichting van de operatiekamer klasse 1 en 2 rekening met het feit dat apparatuur invloed kan hebben op de luchtkwaliteit.

Signalering

- Voorzie de operatiekamer klasse 1 en 2 met eventuele bijbehorende opdekruimte binnen een operatieafdeling van een signalering die aangeeft of het luchtbehandelingsysteem goed functioneert en zo nodig alarmeert.

Module 3 Monitoring van het luchtbehandelingsysteem

Uitgangsvraag:

Hoe dient de effectiviteit van luchtbehandelingsystemen te worden bewaakt?

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te beantwoorden is geen systematische literatuuranalyse verricht, omdat het effect van verschillende manieren van monitoring op de uitkomstmaat postoperatieve wondinfectie niet is onderzocht. Belangrijk zijn duidelijke afspraken over de relevante parameters en een verantwoorde technische wijze om deze te bewaken. De werkgroep is op basis van expert opinion tot aanbevelingen gekomen.

Overwegingen

Algemeen

Tijdens het gebruik van de operatiekamer moet men zeker kunnen zijn dat het luchtbehandelingsysteem functioneert. Vandaar dat men te allen tijde op de hoogte moet zijn van de relevante parameters. In het luchtbeheersplan moet worden vastgelegd welke parameters worden gemonitord en op welke manier.

Temperatuur ingeblazen lucht

Voor systemen waarbij het temperatuurverschil een belangrijke procesparameter is voor het goed functioneren, heeft het veranderen van de temperatuur een (tijdelijke) negatieve invloed op de prestaties van het systeem. Na het veranderen van de inblaastemperatuur is tijd nodig voordat de luchtkwaliteit van een verdringend systeem weer voldoet aan de vereiste criteria. Er moet een nieuw evenwicht (temperatuurverschil) ontstaan. Geef het systeem de tijd weer goed ingesteld te raken.

Volume toegevoerde lucht aan de operatiekamer en opdekruimte

Monitor ten minste de hoeveelheid aan de operatiekamer en opdekruimte toegevoerde lucht. Dit betreft bij alle systemen een kritische procesparameter. Gekwantificeerd meten is kostbaar, het toepassen van een flowsensor kan een alternatief zijn. Omdat deze parameter vrij constant hoort te zijn, is periodiek meten voldoende. Dit moet in het luchtbeheersplan worden opgenomen.

Aanbevelingen

Algemeen

- Controleer de juiste werking van het luchtbehandelingsysteem aan de hand van de signalering van procesparameters in de operatiekamer.
- Stel de relevante parameters en daarbij horende grenswaarden vast en leg deze vast in een luchtbeheersplan.
- Neem bij een alarmsituatie maatregelen zoals beschreven in het luchtbeheersplan.

Temperatuur ingeblazen lucht

- Verstel de temperatuur van de ingeblazen lucht op de operatiekamer en opdekruimte voorzien van een verdringend systeem alleen bij strikte noodzaak. Geef vervolgens het systeem de tijd weer goed ingesteld te raken.

Volume toegevoerde lucht aan de operatiekamer en opdekruimte

- Monitor ten minste de hoeveelheid aan de operatiekamer en opdekruimte toegevoerde lucht.

Module 4 Operatiekamerdiscipline

Uitgangsvraag:

Wat is het beleid rondom de discipline in de operatiekamer?

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te beantwoorden is geen systematische literatuuranalyse verricht. De werkgroep is op basis van expert opinion tot aanbevelingen gekomen.

Overwegingen

Het is van belang om het aantal deeltjes in de lucht van een operatiekamer tot een minimum te beperken, omdat deze deeltjes bacteriën kunnen bevatten die in het operatiegebied of op de instrumenttafel kunnen neerdalen. Onder andere het aantal aanwezigen in een operatiekamer, het aantal deurbewegingen, het schoonmaakregime en (het goed dragen van) de kleding hebben invloed op het aantal deeltjes in de lucht. Vandaar dat het belangrijk is om een OK-gedragscodex te hebben waarin afspraken over deze zaken zijn vastgelegd.

Voor de operatiekleding wordt verwezen naar de WIP-richtlijn *Preventie van postoperatieve wondinfecties* (2011). Voor reiniging en desinfectie wordt verwezen naar WIP-richtlijn *Reiniging en desinfectie van ruimten, meubilair en voorwerpen* (2009).

Infectiepreventiemaatregelen

Zie richtlijn *Preventie van postoperatieve wondinfecties* (2011).

Opdekken instrumentarium

Bij voorbereidingen van de operatie wordt het instrumentarium op instrumententafels klaargelegd. Het is van belang dat tafels met steriel instrumentarium onder dezelfde luchtcondities worden opgedekt als waaronder zij gebruikt gaan worden. Hierbij moet worden voorkomen dat steriel instrumentarium gecontamineerd raakt waardoor het risico op postoperatieve wondinfecties toeneemt. Zie hiervoor de richtlijn *Preventie van postoperatieve wondinfecties* (2011).

Voor opdekken kunnen de volgende werkwijzen worden gevolgd:

- opdekken in een aparte opdekruiimte die slechts voor één operatiekamer wordt gebruikt;
- opdekken in een aparte opdekruiimte die voor meerdere operatiekamers wordt gebruikt;
- opdekken in de operatiekamer.

Reinigen operatiekamer/opdekruiimte

Direct na het reinigen van de operatiekamer/opdekruiimte kan er een toename optreden van het aantal deeltjes in de lucht. Geef het systeem daarom tijd om te herstellen (zie ook *Hersteltijd* in module 1.2).

Aanbevelingen

- Stel een gedragscode voor de operatiekamer vast met hierin tenminste de volgende elementen:
 - het aantal aanwezigen in de operatiekamer (beperk het aantal aanwezigen en de aflossing zo veel mogelijk);
 - operatiekleding (operatiekleding moet voldoen aan NEN-EN 13795-2);
 - infectiepreventiemaatregelen;
 - deurbewegingen (beperk het aantal deurbewegingen zo veel mogelijk);
 - reiniging en desinfectie (conform betreffende richtlijnen).

Opdekken instrumentarium

- Dek tafels met steriel instrumentarium onder dezelfde luchtcondities op als waaronder zij gebruikt gaan worden.

Reinigen operatiekamer/opdekruimte

- Houd na schoonmaak van de operatiekamer/opdekruimte rekening met de hersteltijd.

Literatuur

Werkgroep Infectie Preventie. Preventie van postoperatieve wondinfecties. 2011

Werkgroep Infectie Preventie. Reiniging en desinfectie van ruimten, meubilair en voorwerpen (2009).

Module 5 Luchtbeheersplan

Uitgangsvraag:

Op welke wijze wordt de luchtkwaliteit beheerd?

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te beantwoorden is geen systematische literatuuranalyse verricht. De werkgroep is op basis van expert opinion tot aanbevelingen gekomen.

Overwegingen

Een luchtbeheersplan is een document waarin procedures en verantwoordelijkheden zijn vastgelegd rond het systeem voor de luchtkwaliteit op de operatiekamer en opdekruimte. Dit is nodig om te kunnen borgen dat het geïnstalleerde luchtbehandelingsysteem werkt conform de specificaties van de ontwerper en de fabrikant.

Aanbevelingen

- Stel een luchtbeheersplan op voor de operatieafdeling dat minimaal de volgende elementen bevat:
 - matrix met verantwoordelijkheden en bevoegdheden in relatie tot de luchtkwaliteit;
 - beschrijving van het technisch beheer en onderhoud;
 - beschrijving van de periodieke controle;
 - beschrijving van het operatiecomplex, waaronder zonering;
 - beschrijving van indeling ingrepen naar OK-klasse/zelfstandige behandelkamer
 - beschrijving van het luchtbehandelingsysteem;
 - beschrijving van de procesparameters en grenswaarden;
 - beschrijving van de acties en verantwoordelijken bij afwijking van de procesparameters;
 - beschrijving hoe de registratie van de procesparameters plaatsvindt en gedurende welke periode de procesparameters bewaard blijven;
 - beschrijving hoe het personeel geïnstrueerd wordt over het omgaan met het luchtbehandelingsysteem;
 - afspraken omtrent gedrag op de operatiekamer (gedragscode);
 - procedure voor het in gebruik nemen van een operatiekamer/opdekruimte;
 - afspraken over ingebruikname na schoonmaak;
 - beschrijving van de controle van de sensoren ten behoeve van de bepaling van de procesparameters op functienauwkeurigheid;
 - procedure hoe te handelen wanneer tijdens het gebruik van een operatiekamer de procesparameters aangeven dat het luchtbehandelingsysteem niet goed functioneert;
 - beschrijving van de wijze van follow-up bij eventuele wijzigingen in het beleid of techniek.

Kennislacunes

Grote gerandomiseerde studies of grote observationele studies met een direct-vergelijkende opzet zijn nodig waarin het effect van de verschillende luchtbehandelingsystemen ten opzichte van elkaar vergeleken wordt bij patiënten die schone, hoog-risicoingrepen (bijvoorbeeld: implantaatchirurgie) ondergaan en waarbij de verschillende luchtbehandelingsystemen voldoen aan de minimale criteria in uitgangsvraag 3.2. De primaire uitkomstmaat is het optreden van postoperatieve wondinfecties in het jaar na de ingreep.

Implementatie

Implementatie

Dit implementatiehoofdstuk is opgesteld ter bevordering van de implementatie van de richtlijn Luchtbehandeling in operatiekamers en behandelkamers. Voor het opstellen van dit hoofdstuk heeft de richtlijnwerkgroep een advies uitgebracht over het tijdspad voor implementatie en de partijen die hiervoor verantwoordelijk zijn.

Werkwijze

De werkgroep heeft per aanbeveling geïnventariseerd per wanneer de aanbeveling overal geïmplementeerd moet kunnen zijn en wie de verantwoordelijke partij is voor de te ondernemen acties.

Implementatietermijnen

De aanbevelingen in deze richtlijn zijn niet strenger dan die in bestaande/voorgaande richtlijnen. Veel aanbevelingen zijn al onderdeel van de huidige praktijk en brengen daarom weinig of geen implementatieproblemen met zich mee. Sommige aanbevelingen bevatten echter elementen die zouden kunnen leiden tot bouwkundige aanpassingen. In dat geval moeten ziekenhuizen voldoende tijd krijgen om deze te implementeren, vooral als er geen aanwijzingen zijn dat de bestaande situatie een verhoogd risico op postoperatieve wondinfecties met zich meebrengt.

Te ondernemen acties per partij

Hieronder wordt per partij toegelicht welke acties zij kunnen ondernemen om de implementatie van de richtlijn in het algemeen te bevorderen.

Alle direct betrokken wetenschappelijk verenigingen/beroepsorganisaties

- Bekend maken van de richtlijn onder de leden.
- Publiciteit voor de richtlijn maken door over de richtlijn te publiceren in tijdschriften en te vertellen op congressen.
- Controleren van de toepassing van de aanbevelingen middels audits en de kwaliteitsvisitatie.
- Gezamenlijk afspraken maken over en opstarten van continu modulair onderhoud van de richtlijn.

De lokale vakgroepen/individuele medisch professionals

- Het bespreken van de aanbevelingen in de vakgroepsvergadering en lokale werkgroepen.
- Afstemmen en afspraken maken met andere betrokken disciplines om de toepassing van de aanbevelingen in de praktijk te borgen.

De initiërende wetenschappelijke vereniging zorgt ervoor dat:

- De richtlijn wordt toegevoegd aan de richtlijndatabase.
- het implementatieplan wordt opgenomen in 'aanverwante producten', zodat het voor alle partijen goed te vinden is.
- de kennislacunes worden opgenomen in 'aanverwante producten'.

Implementatie-advies per hoofdstuk

	Aanbeveling	Verantwoordelijk	Termijn	Toelichting
1.1	Luchtbehandeling-systeem	Ziekenhuis	<1 jaar	Alle operatiekamers klasse 1 of 2 zijn voorzien van een verdringend of mengend luchtbehandelingsysteem
1.2	Minimale criteria	Ziekenhuis	<1 jaar, tenzij bouwkundige of technische aanpassingen nodig zijn	<1 jaar zal in de meeste gevallen haalbaar zijn omdat de eisen voor klasse 1 en 2 gelijk zijn aan die in de richtlijn Omstandigheden (kleine) chirurgische en invasieve ingrepen uit 2006. Voor de zbk is de enige eis dat er 4 luchtwisselingen per uur zijn, en dat zou ook haalbaar moeten zijn. Alleen als er bouwkundige of technische aanpassingen nodig zijn kan dat langer in beslag nemen.
2.1	Randvoorwaarden luchtkwaliteit	Ziekenhuis	Variërend	Afhankelijk van of er aanpassingen nodig zijn. Bouwkundige of technische aanpassingen kunnen jaren in beslag nemen.
2.2	Randvoorwaarden luchtbehandeling	Ziekenhuis	Variërend	Afhankelijk van of er aanpassingen nodig zijn. Bouwkundige of technische aanpassingen kunnen jaren in beslag nemen.
3	Monitoring	Ziekenhuis en gebruiker OK	<3jaar	Opstellen luchtbeheersplan en tijd voor regelen monitoring.
4	Operatiekamer-discipline	Gebruiker OK	<1 jaar	Betreft hebben van protocol en uitvoeren daarvan
5	Luchtbeheersplan	Ziekenhuis	<1 jaar	Betreft opstellen luchtbeheersplan

Appendix 1 Verslag invitational conference

Notulen invitational conference richtlijn Luchtbehandeling in operatiekamers

Datum : 11 april 2018

Tijd : 19.00-21.00

Locatie : Domus Medica, Mercatorlaan 1200, Utrecht

Aanwezig : J.J. Duvekot (voorzitter richtlijnwerkgroep), A. Manschot (IGJ), C. Hofstra (IGJ), E.M.A. Salomons (IGJ), K.E. Veldkamp (LUMC), M.V. Joosse (NOG), Y.P. Henry (NOG), A.A.L. Traversari (namens TNO op uitnodiging van de NOV), R.H.M. ten Broeke (NOV), F. Kooij (NVA), T. van den Berg (NVA), J. Blok (NVKF), R. Wientjes (NVKF), J.W. Sepmeijer (NVKNO), M. Cromheecke (NVPC), M. Mureau (NVPC), A.Verkaar (NVZ), T. Hoofwijk (NVZ), J. Hopman (Radboud UMC), M. Jansen (Radboud UMC), H.J. Schotman (UMC Groningen), G. van Middelkoop (UMC Utrecht), J. Kanters (UMC Utrecht), K. Weijdemans (UMC Utrecht), A. van Tongeren (VCCN), F. Saurwalt (VCCN), P. Houtman (VHIG), S. Ruhe (VUMC), R. Hilberink (Surgicube), L. Aarts (LUMC), D. Leeuwenkuyl (Kalibra), W. van Houdt (Tergooi), B. Niël-Weise (richtlijnondersteuner), M.A. Pols (Kennisinstituut)

Genodigd maar niet aanwezig: Zorgverzekeraars Nederland, Zorginstituut Nederland, Nederlandse Zorgautoriteit, Samenwerkende Topklinische Ziekenhuizen, Patiëntenfederatie Nederland, Nederlandse Vereniging voor Medische Microbiologie, Nederlandse Internisten Vereniging, Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie, Nederlandse Vereniging voor Obstetrie en Gynaecologie, Nederlandse Vereniging voor Thoraxchirurgie, Nederlandse Vereniging voor Urologie, Nederlandse Vereniging voor Radiologie, Nederlands Huisartsen Genootschap, Nederlands Genootschap van Abortusartsen, Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde, Nederlandse Vereniging voor Cardiologie, Nederlandse Vereniging voor Dermatologie en Venereologie

1. Opening

Duvekot opent de bijeenkomst en heet iedereen welkom.

2. Voorstelronde (naam, organisatie en functie)

Zie bij 'aanwezigen'.

3. Toelichting doel van de avond

Duvekot licht toe: de aanleiding tot het opstellen van een nieuwe richtlijn is met name de onrust en onduidelijkheid die de bestaande richtlijn nog steeds veroorzaakt. Deze richtlijn stamt uit 2014. In 2016 is er een addendum verschenen, waar een aantal wetenschappelijke verenigingen achter staan, maar niet allemaal. De huidige richtlijn bevat veel vrij technische aanbevelingen en laat blijkbaar ruimte voor verschillende interpretaties. Een aantal ziekenhuizen heeft ondervonden dat hun operatiekamers niet als een prestatieniveau-1 operatiekamer kunnen worden geclassificeerd of dat het beschermde gebied daarbij onwerkbaar klein wordt. Het aanpassen hiervan kost geld waarbij men twijfels heeft of dit dus wel een zinvolle investering is die de patiëntveiligheid vergroot c.q. het aantal POWI's reduceert. Het streven is om nu te komen tot een richtlijn die met name gericht is op klinische aspecten en die voor alle ingrepen in alle operatie- en behandelkamers geldt.

Het doel van de avond is het verzamelen van input van verschillende partijen om uiteindelijk een gedragen richtlijn op te stellen.

4. Discussie

Algemeen

- Het doel op een operatiekamer moet risicobeheersing zijn: welk effect hebben de verschillende factoren op de luchtkwaliteit, zoals bij voorbeeld het gesloten houden van de deuren. Luchtbehandeling is daar maar een klein onderdeel van. De vraag is alleen wat we onder 'luchtkwaliteit' verstaan. Hoe schoon moet de lucht zijn? Hoe uit te drukken? In aantal deeltjes? KVEs?
- In ziekenhuizen is consternatie ontstaan, omdat in rust beschermd gebied meten zich anders manifesteert dan inspectie meet (→ meten conform VCCN-richtlijn).
- Tergooi: een deel van de onrust lijkt veroorzaakt te worden doordat in de richtlijn wordt verwezen naar Richtlijn 7 (RL7) van de VCCN. Deze is bedoeld voor metingen 'in rust' maar wordt ook toegepast in operationele situatie. Dit betekent dat het beschermde gebied is vastgesteld 'at rest' en op de vloer is gemarkeerd. In de operationele omstandigheid kan dit gebied door opstelling van mensen en apparatuur echter anders zijn, maar ondanks deze wetenschap wordt eraan vastgehouden dat de instrumenttafels en het OK-team zich binnen deze contouren moeten bevinden. Dit jaar komt een richtlijn 8 uit, die handvatten geeft hoe je kunt meten in operationele situatie.
- NVPC: Hoe groot is het effect van het luchtbehandelingssysteem ten opzichte van het geheel van factoren die invloed hebben op het infectierisico (gedrag, hygiëne, temperatuur, ...)? Arbeidsethos en operatieteam misschien belangrijker dan het aantal deeltjes in de lucht.
- Lage incidentie infectie + toch moeten verbouwen omdat luchtbehandelingssysteem niet conform richtlijn is: wanneer is het goed genoeg? Er moet een ratio zijn met wat het op gaat leveren. IGJ zou op uitkomsten moeten handhaven en niet op luchtbehandelings-systemen. Over een aantal jaren is er weer een andere richtlijn luchtbehandeling. Het is onduidelijk wat de bijdrage van luchtbehandelingssystemen op SSI is. Het totaal aan maatregelen is van belang.
- LUMC: de richtlijn moet nuance niet uit het oog verliezen en toch ongewenste praktijkvariatie verminderen.
- Binnen de WIP-richtlijn kan men tussen twee prestatieniveaus kiezen afhankelijk van het type ingreep.
- In de WIP-richtlijn staat dat de wetenschappelijke verenigingen het initiatief moeten nemen om tot een classificatie van ingrepen te komen: er zijn maar weinig wv die dat hebben gedaan. Inspectie geeft aan dat getoetst wordt op hetgeen wv aangeven.
- In richtlijn handvatten geven hoe de wv een classificatie kunnen verwezenlijken (% infecties; grootte wondoppervlak; hoeveelheid instrumentatie ect.). Classificaties samen met richtlijn publiceren.

Systemen

- Hoe moeten ziekenhuizen toetsen of systemen doen wat ze moeten doen? Is tussentijdse monitoring wel nodig? Risico-analyse hierbij belangrijk.
- De WHO-richtlijn beveelt geen specifieke luchtbehandelingssystemen aan. Hierbij moet meegewogen worden dat de WHO-richtlijn wereldwijd geldt en dus ook in minder rijke landen uitvoerbaar moet zijn. In Engeland (NICE-guideline) wordt de relevantie van luchtbehandelingssystemen ter discussie geteld.
- Welke systemen hebben het minst last van verstoring door bijvoorbeeld deurbewegingen?

Is downflow wel zoveel beter dan een mengend systeem? UDF lijkt erg gevoelig te zijn voor verstoringen. Hier zijn de meningen over verdeeld. Er wordt voorgesteld om ook te kijken naar nieuwe systemen.

- Studies die verschillende systemen vergelijken zijn moeilijk te interpreteren: het is uit deze studies vaak niet af te leiden wat de karakteristieken van de vergeleken systemen zijn. Er is alleen een vergelijking gemaakt van een naam die een typering van een systeem in zich heeft. Echter er zijn zeer veel verschillende uitvoeringsvormen met ieder eigen karakteristieken voor alleen door de naam getypeerde systemen.
- Hoe om te gaan met het plenum: moet men instrumententafels binnen of buiten het plenum neerzetten?

Uitkomstmaten

- Er is veel discussie over de keuze van uitkomstmaten. Gaat het alleen om klinische uitkomst (wondinfecties/SSI), of ook om contaminatie van de lucht? Deze vraag wordt zeker meegenomen in de werkgroep. Belangrijke aspecten hierbij zijn: patiëtereigenschappen, type operatie, consequenties van infecties. Bij orthopedische implantaten (biofilm-vorming; kwetsbare ouderen) kunnen daardoor andere overwegingen gelden dan bij borstimplantaten.
- Er is wel bewijs dat een UDF systeem een reducerend effect heeft op het aantal micro-organismen in de lucht, maar de klinische uitkomstmaat (POWI's) geeft een minder eenduidig beeld hetgeen mogelijk wordt veroorzaakt door het bovengenoemde punt: vergelijking van systemen op een foutieve basis.
- Er moet niet alleen naar het aantal infecties worden gekeken maar ook de ernst en het gevolg voor de patiënt moeten worden betrokken in de afwegingen.
- NOV: voor orthopedische implantaten geldt een langere risicoperiode voor postoperatieve infecties (minimaal 1 jaar) dan voor andere ingrepen.

Organisatie en implementatie

- Implementatieaspecten moeten onderdeel zijn van de richtlijn. Zo is het heel belangrijk bij deze richtlijn afspraken te maken over implementatietermijnen. En welke afspraken maak je over handhaving bij voortschrijdend inzicht? Ziekenhuizen kunnen dan niet steeds hun systemen aanpassen.
- Het hebben van verschillende luchtbehandelingsystemen kan leiden tot logistieke problemen in het ziekenhuis.
- Kosten: hierbij een onderscheid maken in operationele kosten – investeringskosten.
- De NVZ ziet graag een business-impactanalyse. Het is de vraag of dat haalbaar en nodig is. NVA: De werkgroep moet zeker een afweging maken tussen optimale patiëntveiligheid en acceptabele kosten (kosteneffectiviteit/doelmatigheid). Bij een nieuwbouwsituatie zijn de kosten van een UDF-systeem vergelijkbaar met die van een conventioneel systeem, als wordt uitgegaan van eenzelfde hoeveelheid lucht (verse lucht en recirculatie). Bij een renovatie zijn de kosten van een UDF-systeem mogelijk hoger dan indien een conventioneel systeem wordt toegepast bij gelijkblijvende uitgangspunten. De NOV geeft aan dat de kosten van één geïnfecteerde heup zeer vermoedelijk al hoger zijn dan het kostenverschil tussen de systemen.
- NVA: in de huidige richtlijn staat dat wetenschappelijke verenigingen zelf moeten aangeven welke operaties in welke klasse OK kunnen. Ziekenhuizen kiezen er voor om vanwege de planbaarheid alle OK's uit te rusten met prestatieniveau 1. De richtlijn schrijft

dat alleen voor voor gewrichtsvervangende operaties. De NVA pleit ervoor dat alle wv-en een lijst maken en dat die als addendum bij de richtlijn komt.

- Criteria die wv-en daarbij kunnen hanteren: landelijke cijfers over infectierisico (als die er zijn), grootte operatiegebied, duur operatie, mate van vervuiling.
- IGJ geeft aan te handhaven op normen die de verenigingen opstellen.
- VHIG: er moet voldoende tijd zijn voor implementatie. Doordat IGJ ging handhaven zijn ziekenhuizen overhaast besluiten gaan nemen.
- TNO/NOV (Traversari): er komt een Europese normering, die de huidige NEN-norm op termijn kan vervangen (mits 'aangewezen'). Deze is echter pas over 4 jaar klaar en bovendien zitten personen daar op persoonlijke titel in en niet met mandaat. Voor het lidmaatschap van deze commissie moet worden betaald en daardoor sluiten veelal partijen aan die een belang hebben.

Overige onderwerpen

- Hoe om te gaan met onderwerpen die niet direct over luchtbehandeling gaan?

5. Vervolgprocedure

De notulen van deze avond worden verspreid, en er is gelegenheid tot commentaar of aanvullingen hierop. De werkgroep zal alle besproken knelpunten bespreken, en een keuze maken hoe hiermee om te gaan in de richtlijn.

Als de conceptrichtlijn gereed is zal deze ter commentaar aan alle genodigden worden verstuurd, er is dan gelegenheid commentaar/suggesties te leveren. Dit commentaar wordt verwerkt in een voor autorisatie geschikte richtlijn. Autorisatie van de wetenschappelijke verenigingen in de werkgroep is nodig. Andere partijen krijgen de richtlijn ook ter informatie of autorisatie vastgesteld (procedures hiervoor verschillen per partij/vereniging).

6. Sluiting

Iedereen bedankt voor de komst en actieve participatie.

Appendix 2 Zoekverantwoording oriënterende search

Medline

Database: MEDLINE <1946 to 2018 February 14>

Search Strategy:

```

1  "update WIP richtlijn luchtbehandeling operatiekamers".ti. (0)
2  Operating Rooms/ (12397)
3  (operating adj3 (room? or theatre? or department?)).tw. (27220)
4  (operating adj3 (room? or theatre? or department?)).kf. (1057)
5  (surgical adj3 suite?).tw. (492)
6  (surgical adj3 suite?).kf. (1)
7  or/2-6 (34096) setting
8  ((clean or ultraclean or indoor) adj3 air).tw. (7309)
9  ((clean or ultraclean or indoor) adj3 air).kf. (640)
10 (air adj3 (particle? or flow or ventilation or handling or counts)).tw. (8072)
11 (air adj3 (particle? or flow or ventilation or handling or counts)).kf. (78)
12 ((turbulen* or displacement) adj3 ventilation).tw. (73)
13 ((turbulen* or displacement) adj3 ventilation).kf. (1)
14 (((ventilation or air) adj handling) or air-handling) adj3 system).tw. (34)
15 (((ventilation or air) adj handling) or air-handling) adj3 system).kf. (0)
16 Ventilation/ (5273)
17 ((laminar adj3 flow) or (laminar adj3 airflow) or (conventional adj3 flow) or (conventional adj3 airflow)).tw. (4903)
18 ((laminar adj3 flow) or (laminar adj3 airflow) or (conventional adj3 flow) or (conventional adj3 airflow)).kf. (88)
19 ((conventional or ultraclean or plenum or hori?ontal or vertical) adj3 ventilat*).tw. (2408)
20 ((conventional or ultraclean or plenum or hori?ontal or vertical) adj3 ventilat*).kf. (16)
21 or/8-20 (26185) lucht kenmerken
22 7 and 21 (933) kenmerken in operatieruimte
23 ((air or airborne) adj3 bacteri*).tw. (1331)
24 ((air or airborne) adj3 bacteri*).kf. (154)
25 Air Microbiology/ (7065)
26 Air Pollution, Indoor/ (11714)
27 ((air or airborne) adj3 (microbiol* or pollution or pollutant? or contamination?)).tw. (25380)
28 ((air or airborne) adj3 (microbiol* or pollution or pollutant? or contamination?)).kf. (6143)
29 or/23-28 (44198) luchtkwaliteit
30 Surgical Wound Infection/ (32966)
31 ((surgical or postoperative or site) adj3 infection?).tw. (30567)
32 ((surgical or postoperative or site) adj3 infection?).kf. (1737)
33 ((exogenous or wound? or injur*) adj3 infect*).tw. (33267)
34 ((exogenous or wound? or injur*) adj3 infect*).kf. (1393)
35 or/30-34 (78438) infectie risico onderdeel
36 22 and 29 (428) kenmerken operatieruimte en luchtkwaliteit
37 35 and 36 (227) kenmerken operatieruimte en luchtkwaliteit en infectie risico
38 37 (227)
39 limit 38 to yr="2000 -Current" (75)
40 (dutch or german or english).la. (24416262)
41 39 and 40 (72) spec search
42 "bischoff$.fc_auts. and "effect of laminar airflow".fc_titl. (1)
43 41 and 42 (0)
44 Infection Control/ (21623)
45 Infection/pc [Prevention & Control] (145)
46 Bacterial Infections/pc [Prevention & Control] (8707)
47 35 or 44 or 45 or 46 (105550) infectie risico
48 36 and 47 (254) kenmerken operatieruimte en luchtkwaliteit
49 7 and 21 and 47 (402)
50 49 (402)
51 limit 50 to yr="2000 -Current" (163)
52 40 and 51 (153) specifieke search
53 "Hospital Design and Construction"/ (9592)
54 47 and (21 or 29) and 40 (1112)= infectie risico en lucht kenmerken of luchtkwaliteit
55 54 (1112)

```


56 limit 55 to yr="2000 -Current" (487)
 57 guideline/ or practice guideline/ (30259)
 58 (guideline? or protocol? or standard?).ti. (165993)
 59 (guideline? or protocol? or standard?).kf. (17410)
60 57 or 58 or 59 (192870) richtlijnen
 61 "filter systematic reviews".ti. (0)
 62 meta analysis.pt. (84720)
 63 (meta-anal\$ or metaanal\$).af. (150663)
 64 (quantitativ\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (7235)
 65 (systematic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (130114)
 66 (methodologic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).tw. (9507)
 67 (quantitativ\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (35)
 68 (systematic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (10127)
 69 (methodologic\$ adj10 (review\$ or overview\$)).kf. (46)
 70 medline.tw. and review.pt. (67440)
 71 (pooled adj3 analy*).tw. (14519)
 72 (pooled adj3 analy*).kf. (152)
 73 "cochrane\$".fc_jour. (13431)
74 or/62-73 (270752) SR
75 56 and 60 (20)= guidelines
76 (56 and 74) not 60 (20)= SR
 77 42 and 47 (1)
78 (7 or 21 or 29) and 47 and 40 and 60 (106)= (operatie ruimte of lucht kenmerken of lucht kwaliteit) en infectie risico en talen en richtlijnen
 79 (7 or 21 or 29) and 47 and 40 and 74 (57))= (operatie ruimte of lucht kenmerken of lucht kwaliteit) en infectie risico en talen en SR

 80 79 (57)
 81 limit 80 to yr="2000 -Current" (55)
 82 78 (106)
83 limit 82 to yr="2000 -Current" (64) guidelines vanaf 2000
 84 78 (106)
 85 79 not 78 (54)
 86 85 (54)
87 limit 86 to yr="2000 -Current" (52) SR vanaf 2000

Embase

Database: Embase <1974 to 2018 February 14>

Search Strategy:

1 bacteriological standards for air in ultraclean operating rooms.ti. (1)
 2 *"air sampling"/ (4247)
 3 operating room/ (30635)
 4 (operating adj3 (room? or theatre? or department?)).tw. (36747)
 5 (operating adj3 (room? or theatre? or department?)).kw. (1307)
 6 (surgical adj3 suite?).tw. (640)
 7 (surgical adj3 suite?).kw. (9)
 8 ((clean or ultraclean or indoor) adj3 air).tw. (10717)
 9 ((clean or ultraclean or indoor) adj3 air).kw. (2476)
 10 (air adj3 (particle? or flow or ventilation or handling or counts)).tw. (11485)
 11 (air adj3 (particle? or flow or ventilation or handling or counts)).kw. (327)
 12 ((turbulen* or displacement) adj3 ventilation).tw. (131)
 13 ((turbulen* or displacement) adj3 ventilation).kw. (17)
 14 (((ventilation or air) adj handling) or air-handling) adj3 system).tw. (49)
 15 (((ventilation or air) adj handling) or air-handling) adj3 system).kw. (0)
 16 air conditioning/ (22739)
 17 exp microclimate/ (49264)
 18 ((laminar adj3 flow) or (laminar adj3 airflow) or (air adj3 condition*) or microclimate or (conventional adj3 flow) or (conventional adj3 airflow)).tw. (14935)
 19 ((laminar adj3 flow) or (laminar adj3 airflow) or (air adj3 condition*) or microclimate or (conventional adj3 flow) or (conventional adj3 airflow)).kw. (900)

- 20 ((conventional or ultraclean or plenum or hori?ontal or vertical) adj3 ventilat*).tw. (3222)
 21 ((conventional or ultraclean or plenum or hori?ontal or vertical) adj3 ventilat*).kw. (82)
 22 **or/3-7 (49072) operatie ruimte**
 23 **or/8-21 (79517) lucht kenmerken**
 24 ((air or airborne) adj3 bacteri*).tw. (1590)
 25 ((air or airborne) adj3 bacteri*).kw. (185)
 26 microbiology/ or environmental microbiology/ (278101)
 27 air sampling/ (13186)
 28 indoor air pollution/ (12266)
 29 ((air or airborne) adj3 (microbiol* or pollution or pollutant? or contamination?)).tw. (36821)
 30 ((air or airborne) adj3 (microbiol* or pollution or pollutant? or contamination?)).kw. (10262)
 31 **or/24-30 (339143) lucht kwaliteit**
 32 surgical infection/ (37425)
 33 ((surgical or postoperative or site) adj3 infection?).tw. (41170)
 34 ((surgical or postoperative or site) adj3 infection?).kw. (3459)
 35 ((exogenous or wound? or injur*) adj3 infect*).tw. (44606)
 36 ((exogenous or wound? or injur*) adj3 infect*).kw. (2291)
 37 wound infection/ (40718)
 38 exp infectious complication/ (148840)
 39 infection control/ (78408)
 40 **or/32-39 (260511)**
 41 **40 and 22 (3801) =infectie risico en operatie ruimte**
 42 **40 and 22 and (23 or 31) (669)=infectie risico en operatie ruimte en lucht kenmerken of lucht kwaliteit)**
 43 "construction work and architectural phenomena"/ (7883)
 44 hospital building/ (1533)
 45 hospital design/ (9404)
 46 (dutch or german or english).la. (27927468)
 47 **42 and 46 (584) infectie risico en operatie ruimte en lucht kenmerken of lucht kwaliteit) en talen**
 48 limit 47 to yr="2010 -Current" (184)
 49 "filter systematic reviews & meta-analyses Embase".ti. (0)
 50 meta analysis/ (138059)
 51 "systematic review"/ (156492)
 52 (meta-analy\$ or metaanaly\$).tw. (159554)
 53 (systematic\$ adj4 (review\$ or overview\$)).tw. (155503)
 54 (quantitativ\$ adj5 (review? or overview?)).tw. (4078)
 55 (methodologic adj5 (overview? or review?)).tw. (337)
 56 (review\$ adj3 (database? or medline or embase or cinahl)).tw. (21150)
 57 (pooled adj3 analy\$).tw. (22074)
 58 (extensive adj3 review\$ adj3 literature).tw. (3078)
 59 (meta or synthesis or (literature adj8 database?) or extraction).tw. (1243154)
 60 review.pt. (2328762)
 61 59 and 60 (119814)
 62 (systematic\$ adj4 (review\$ or overview\$)).kw. (18697)
 63 (quantitativ\$ adj5 (review? or overview?)).kw. (52)
 64 (pooled adj3 analy\$).kw. (387)
 65 **or/50-58,61-64 (413604)sr**
 66 48 and 65 (16)
 67 from 66 keep 1-16 (16)
 68 practice guideline/ or health care quality/ or good clinical practice/ (533007)
 69 (guideline? or protocol? or standard?).ti. (212896)
 70 (guideline? or protocol? or standard?).kw. (51376)
 71 **or/68-70 (695692) richtlijnen**
 72 48 and 71 (22)
 73 66 not 72 (12)
 74 exp health care facility/ (1387651)
 75 from 72 keep 1-22 (22)
 76 from 73 keep 1-12 (12)
 77 40 and 71 and 74 (3799)
 78 77 (3799)
 79 limit 78 to yr="2010 -Current" (2086)
 80 79 and (31 or air.tw.) (111)
 81 air monitoring/ or environmental monitoring/ (61869)

82 31 or 81 (391819)
 83 40 and (22 or 74) and (23 or 82) and 46 and 71 (255)
 84 83 (255)
 85 limit 84 to yr="2010 -Current" (127)
 86 85 not 72 (105)
 87 (40 and (22 or 74) and (23 or 82) and 46 and 65) not (66 or 85) (40)
 88 47 (584)
 89 47 and 71 (51)
 90 limit 89 to yr="2000 -Current" (45)
 91 47 and 65 (17)
 92 91 not 90 (13)
 93 92 (13)
 94 limit 93 to yr="2000 -Current" (12)
 95 40 and (23 or 31) and (22 or 43 or 44 or 45) (755)
 96 95 (755)
 97 limit 96 to yr="2000 -Current" (383)
 98 97 and 46 and 71 (63)
 99 (97 and 46 and 65) not 71 (12)
 100 46 and 47 and 71 (51)
 101 100 (51)
102 limit 101 to yr="2000 -Current" (45)=guidelines
 103 (46 and 47 and 65) not 71 (13)
 104 103 (13)
105 limit 104 to yr="2000 -Current" (12)=SR