

Tracergastechnieken

Hoewel in een operatiekamer gefilterde (stof- en kiemvrije) lucht wordt toegevoerd kan toch aëroge besmetting van de patiënt ontstaan wanneer de in het wondgebied binnendringende lucht verontreinigd is met kiemdragende deeltjes, die vaak afkomstig zijn van het operatieteam (o.a. huidschilfers en aerosolen). Ook kunnen de op de instrumententafels opgedekte steriele materialen via de lucht worden gecontamineerd, zoals in figuur 1 m.b.v. rook zichtbaar is gemaakt. Bij het toegepaste downflow-systeem kunnen de deeltjes die door het operatieteam worden afgegeven op de instrumententafel sedimenteren. De beheersing van de luchtkwaliteit en de luchtstromingen in de ruimte is daarom essentieel voor de beheersing van het infectierisico in de operatiekamer.

- door Ph.J.Ham*



Ph.J.Ham

Door onderzoek naar de transportwegen van de deeltjes kan inzicht worden verkregen in het feit of de in de ruimte aanwezige bacteriën gevaar op kunnen leveren voor de patiënt. In operatiekamers moet de luchtbeheersing vooral gericht zijn op het elimineren van verontreinigingen en weren van gecontamineerde lucht uit het wondgebied. De luchttoevoer en het circulatiepatroon in de operatiekamer moeten zodanig worden ontworpen, dat de lucht geen contaminatiebronnen passeert, voordat deze in het wondgebied komt. Deeltjes, afkomstig van de patiënt of van het operatieteam mogen niet via de luchtstroom in het wondgebied of op de

instrumententafel komen en moeten zo snel als mogelijk worden afgevoerd. Een stromingspatroon dat hieraan voldoet moet ook onder praktijkomstandigheden stabiel blijven, dus met ingeschakelde operatielampen en apparatuur en bij aanwezigheid van het operatieteam. Om meer inzicht te krijgen in de luchtbewegingen in een operatiekamer is in de cleanroom van TNO-Bouw een onderzoek uitgevoerd naar het contaminatierisico bij verschillende, op de praktijk afgestemde gebruikssituaties.

INFECTIERISICO

Ter vermindering van het infectierisico moet er in operatiekamers voor worden gezorgd dat er zo min mogelijk transport van kiemdragende deeltjes via de lucht naar het wondgebied plaatsvindt. Dit tracht men in Nederland voornamelijk te realiseren door downflowsystemen toe te passen, waarbij gefilterde lucht van een constante temperatuur en luchtvochtigheid over de operatietafel stroomt. De operatielamp(en) vormt hierbij een obstakel dat de downflow verstoort. Ook kan het gewenste stromingspatroon nadelig worden

beïnvloed door de aanwezigheid van het operatieteam zelf. Een ander aspect is de positie van de instrumententafels in de OK t.o.v. de downflow; mogelijk worden de opgedekte instrumenten gecontamineerd door het operatieteam zelf. Eén en ander is mede afhankelijk van de grootte en de uitblaassnelheid van het luchttoevoerplenum. Om het contaminatierisico kwantitatief te bepalen wordt o.a. gebruik gemaakt van tracergastechnieken en deeltjestellingen. Door Wiegersma [1] is reeds aangetoond dat tracergassen bruikbaar zijn voor studies naar het luchttransport van kiemdragende deeltjes.

Om de transportwegen van deeltjes, afkomstig van het operatieteam, te bestuderen wordt thans gebruik gemaakt van verwarmde etalagepoppen waarbij onder de kleding een tracergas wordt geïnjecteerd. Wordt dit tracergas teruggevonden in het wondgebied of op de instrumententafels dan is daarmee aangetoond dat kruisinfectie langs deze weg mogelijk is. Omdat het gebruik van poppen door Wiegersma niet is onderzocht vond, voorafgaand aan het onderzoek, eerst een validatie plaats van de tracergastechnieken met de etalagepoppen waaruit blijkt dat men het tracergas niet onder de kleding maar beter rond de hals kan laten vrijkomen. In de cleanroom van TNO-Bouw is op deze wijze een parameterstudie uitgevoerd naar het contaminatierisico bij diverse gebruikssituaties in de OK, zoals: stand van de lampen, inblaasluchtsnelheid, gehele of gedeeltelijke afzuiging via de vloer onder de operatietafel, posities van de instrumententafels.

Men moet bij dit onderzoek bedenken dat ervan wordt uitgegaan dat het operatieteam een bron kan zijn van bacteriedragende deeltjes. De bronsterkte is

* TNO-Bouw, divisie Binnenmilieu, Bouwfysica en Installaties



Luchtwervelingen achter het operatieteam, boven de instrumententafel

-FIGUUR 1-

daarbij sterk afhankelijk van de gedragen kleding en hoofddeksels; dit aspect komt bij een ander onderzoek aan de orde [2]. Bij dit onderzoek gaat het erom aan te tonen of de transportwegen potentieel aanwezig zijn.

MEETOPSTELLING EN MEETMETHODEN

De parameterstudie is uitgevoerd in de cleanroom bij TNO-Bouw van 6 x 6 x 3 m die was uitgevoerd met een downflow-plafond van 1,2 x 2,4 m. Een viertal verwarmde poppen fungeerde als 'operatieteam' en een vijfde verwarmde pop als patiënt op de operatietafel. De poppen worden op lichaamstemperatuur verwarmd zodat ze dezelfde convectieve warmte afgeven als een mens.

Ter weerszijden van het luchtplenum waren twee operatielampen geplaatst van het type Hanaulux 2004; de lampen waren tijdens het onderzoek bekrachtigd. Tenzij anders is vermeld vond afzuiging gelijk verdeeld plaats via 8 stuks hoog en laag geplaatste afvoerroosters in de hoeken. Aan het voeteneind en aan één zijde achter het operatieteam zijn instrumententafels opgesteld.

De poppen zijn eveneens uitgerust met een slangensysteem waarmee onder de operatiepakken een tracergas kan worden geïnjecteerd. Dit maakt het mogelijk met tracergastechnieken de transportweg van deeltjes, afkomstig van

Deeltjes-grootte (μm)	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
0°	0,42	0,33	0,31	0,15	0,00
90°	0,39	0,29	0,27	0,13	0,00
180°	0,41	0,32	0,30	0,15	0,00

Gemiddelde verhouding van de verschillende deeltjes t.o.v. de 0,3 μm deeltjes

-TABEL 1-

het operatieteam, te simuleren en d.m.v. een gevoelige gas-analyser (type Miran) te detecteren. Verder wordt gebruik gemaakt van een deeltjesverstuiver waarmee het mogelijk is aerosols met latexbolletjes van bekende afmeting in de schone ruimte te brengen. Na verdamping van de aerosols blijven alleen de zwevende latexbolletjes over waarvan met een 15-tal deeltjestellers de weg kan worden gevolgd. Er is keuze tussen bolletjes met een diameter van ongeveer 0,3 en 3,0 μm .

Er wordt beoogd bij diverse bedrijfsomstandigheden met tracergas- of deeltjesmeting te bepalen welke fractie van een door het 'operatieteam' gegenereerde bronsterkte in het wondgebied kan doordringen. Dit wordt als maat beschouwd om het infectierisico kwantitatief aan te geven.

DEELTJESTELLING

Bij het onderzoek wordt gebruik gemaakt van Laser Particle Counters (LPC's) met twee meetbereiken ($\geq 0,3$ en $\geq 3 \mu\text{m}$). Hierbij kwam de vraag naar voren of de positie van de aanzuigopening (isokinetische probe) van de deeltjestellers ten opzichte van de aanstroombichting van belang is voor de gemeten hoeveelheden deeltjes. Het kan zijn dat de grotere deeltjes $\geq 3,0 \mu\text{m}$ ten gevolge van massa-traagheid niet goed worden aangezogen wanneer de aanzuigrichting tegengesteld is aan de aanstroombichting. De grotere deeltjes zullen dan voorbij de LPC geleid en dus niet geteld worden. Daarom is er een afzonderlijke proef gedaan om te achterhalen wat het verband is tussen de verschillende posities van de probe ten opzichte van de flowrichting. Hierbij werd echter een meer geavanceerde LPC gebruikt met zes kanalen (0,3/0,5/1,0/2,0/3,0 en 5,0 μm).

Zowel de deeltjestoevoer als de aanzuig door de LPC's vindt via slangen plaats. Er is ook onderzocht in hoeverre de lengte van deze slangen een rol speelt op de nauwkeurigheid.

Onder het downflow-plafond werd hiertoe een deeltjesverstuiver voor latexbolletjes van 2,77 μm geplaatst op een hoogte van 1 m boven een probe van een LPC. Het blijkt dat er dan ook deeltjes met kleinere afmetingen worden verstoven. De probe wordt vervolgens 2 maal 90° gedraaid. Omdat het aantal deeltjes dat per tijdseenheid wordt gegenereerd niet constant is, wordt gekeken naar de verhouding van het aantal deeltjes van verschillende afmetingen ten opzichte van de 0,3 μm deeltjes. De 0,3 μm deeltjes zijn zo licht dat er vanuit kan worden gegaan dat ze onder elke hoek van de probe goed worden aangezogen. Wanneer de verhouding gelijk blijft is aangetoond dat de verschillende deeltjesgrootten dezelfde weg naar de probe hebben gevolgd. In tabel 1 zijn de meetresultaten samengevat; bij de stand 0° staat de probe loodrecht op de stromingsrichting en is de aanzuigrichting dus gelijk aan de stromingsrichting.

Er blijkt het volgende:

- de stand van de isokinetische probe t.o.v. de stromingsrichting is niet van invloed op de meetnauwkeurigheid voor deeltjes $\geq 3 \mu\text{m}$;
- bij de stand 90° vallen de waarden iets lager uit;
- er waren te weinig deeltjes van $\geq 5 \mu\text{m}$ aanwezig om hiervoor het verhoudingsgetal te bepalen.

Er is ook onderzocht in hoeverre de slanglengte van zowel de LPC als de -verstuiver een rol speelt. Bij de stand 0° werden metingen verricht waarbij de deeltjesverhouding eveneens als maat is aangehouden. Wanneer de verhouding voor deeltjes van 3 μm gelijk

blijft aan die in tabel 1 ($=0,15$), is aangetoond dat de slanglengte geen rol heeft gespeeld. Bij de metingen volgens tabel 1 bedroeg de lengte van de slang naar de LPC ca 5 cm en van de deeltjesverstuiver ca 30 cm.

Er blijkt het volgende:

- de slanglengte van de LPC mag tot 1 m worden verlengd;
- de lengte van de slang aan de deeltjesverstuiver moet zo kort mogelijk worden gehouden.

concentratie bij de wond en in de afvoerlucht overeenkomt met die van de deeltjesconcentratie is aangetoond dat de tracergasmethode een goede manier is om situaties in een operatiekamer te simuleren.

Om een betrouwbare vergelijking van de deeltjes- en tracergasconcentratie te kunnen maken is het noodzakelijk dat de metingen gelijktijdig en met hetzelfde luchtmonster plaatsvinden.

Om dit mogelijk te maken werd een gecombineerde aanzuigopening voor



Gecombineerde aanzuigopening voor de Miran en de LPC

-FIGUUR 2-

TRACERGASTECHNIEK

In [1] wordt overtuigend aangetoond dat het transport van tracergassen in een ruimte een betrouwbare overeenkomst vertoont met het transport van bacteriedragende deeltjes in de lucht van de operatiekamer. Thans wordt echter gebruik gemaakt van een methode waarbij het tracergas onder de kleding van een pop wordt gegenereerd. Er dient dan te worden aangetoond dat ook in dat geval de transportwegen van deeltjes en tracergas gelijk zijn. Dit valt echter te betwijfelen omdat het textiel van de operatiekleding weinig bacteriedragende deeltjes ($\geq 3 \mu\text{m}$) doorlaat, dit in tegenstelling tot tracergas dat atomaire afmetingen heeft. Daarom wordt er nagegaan of de tracergasmethode met slangenstelsel onder de kleding, een goede manier is om deze situaties te simuleren.

Om hier achter te komen werd in eerste instantie gebruik gemaakt van tracergas en een deeltjesverstuiver. Als de verhouding tussen de tracergascon-

beide meetsystemen ontworpen (zie figuur 2). Op de aanzuigslang voor de Miran is een PVC trechtervormige opening geplaatst waarin tevens de isokinetische probe van de LPC is ondergebracht. Men moet er op bedacht zijn dat de aanzuiging via een HEPA-filter voor de Miran vervangen is door een open verbinding zodat deze methode op den duur tot vervuiling van de Miran kan leiden. Omdat het hier steeds ging om zeer kleine deeltjes die minder snel kunnen neerslaan werd deze beperking geaccepteerd.

Een andere verbetering in de meettechniek betrof het gelijktijdig uitlezen van de Miran en de LPC. Dit werd mogelijk gemaakt door de Miran aan te sluiten op een datalogger zodat de deeltjesmetingen en de tracergasmetingen, zonder aanwezigheid van personen in de cleanroom gelijktijdig konden worden uitgelezen. Verder werd het met een koppelstuk mogelijk gemaakt om gelijktijdige toediening van tracergas en deeltjes via eenzelfde toevoerslang te realiseren.

Tracergas onder de kleding of rond de hals

Zoals reeds genoemd wordt er betwijfeld of de verspreiding van het tracergas via het onder de kleding van de pop aangebrachte slangensysteem een goede simulatie is van de transportweg van door de mens aan de omgeving afgegeven deeltjes. Om dit te controleren is de volgende werkwijze toegepast. De verwarmde pop werd buiten het downflowgebied van de cleanroom geplaatst zodat men voornamelijk te maken heeft met de convectieve luchtstroming die omhoog is gericht. Op borsthoogte vond gelijktijdige toediening van deeltjes en tracergas via een gecombineerde slang plaats. Met de gecombineerde aanzuigopening werden deeltjes en tracergas gemeten op verschillende plaatsen voor de pop. Het bleek dat overal emissie van tracergas plaatsvond maar dat de deeltjes alleen bij de hals vrijkwamen.

Vervolgens werden proeven genomen waarbij onder de kleding plastic panelen werden aangebracht om het tracergas ook bij de hals te laten uittreden. De best vergelijkbare resultaten werden verkregen door het tracergas niet onder de kleding maar via een slang met gaatjes rondom de nek (halsband) te genereren. Bij het verdere onderzoek werd deze methode vervolgens steeds toegepast.

Validatie van de tracergasmethode

Om de bruikbaarheid van de tracergastechniek te bepalen werden metingen uitgevoerd met een proefpersoon in de cleanroom die voorzien was van operatiekleding en een halsband met gaatjes rond de nek voor de toevoer van het voor de mens ongevaarlijke tracergas. De persoon werd op de plaats van de chirurg naast de operatietafel geplaatst; de overige leden van het operatieteam werd door 3 verwarmde poppen (zonder tracergas toevoer) geformeerd. Via de gecombineerde aanzuigopening voor deeltjes en tracergas werd de lucht in het wondgebied, boven de als patiënt fungerende verwarmde pop bemonsterd. Voor een zo realistisch mogelijke vergelijking waren de bekrachtigde operatielampen bij deze proef recht boven het wondgebied geplaatst. De gevonden concentraties werden vergeleken met die in de afgevoerde lucht. Wanneer dezelfde verhouding voor tracergas en deeltjes wordt gevonden is de tracergasmethode

gevalideerd. Zoals uit tabel 2 blijkt werd bij deze proef, zowel voor deeltjes van 0,3 als van 3 µm een goede overeenkomst tussen deeltjes- en tracergasconcentraties gevonden.

Om het goede resultaat verder te onderbouwen werd nog een aanvullende meting gedaan waarbij de plaats van de overige leden van het operatieteam ook door personen met operatiepakken en halsbandjes werd ingenomen. (zie tabel 3).

Er blijkt het volgende:

- het verhoudingsgetal tussen de concentratie op in het wondgebied en de afvoerlucht valt zowel voor deeltjes als tracergas lager uit omdat de bronnen nu meer verspreid rond de operatietafel zijn gegroepeerd terwijl het meetpunt op de tafel onveranderd blijft;



Situatie D; één lamp boven de borst en één lamp schuin achter.

-FIGUUR 4-



Geperforeerde vloer onder de tafel voor vloerafzuiging

-FIGUUR 3-



Situatie E; zittende chirurg met de lampen schuin achter en verhoogd tafelblad

-FIGUUR 5-

	Tracergas	0,3 µm Deeltjes	3,0 µm Deeltjes
Wondgebied/afvoerlucht	4,7	4,8	5,1

Concentratieverhoudingen tussen het wondgebied en de afvoerlucht bij één persoon met een halsband tussen 3 poppen

-TABEL 2-

	Tracergas	0,3 µm Deeltjes	3,0 µm Deeltjes
Wondgebied/afvoerlucht	2,0	3,2	1,9

Concentratieverhoudingen tussen het wondgebied en de afvoerlucht bij vier personen met een halsband

-TABEL 3-

- voor de deeltjes van 0,3 µm wordt een iets hogere waarde gevonden. Voor de potentieel bacteriedragende deeltjes ($\geq 3 \mu\text{m}$), wordt echter wederom een zeer goede overeenkomst gevonden.

Conclusies

- De tracergasmethode is bruikbaar voor het beoordelen van een mogelijk transport van bacteriedragende deeltjes, afkomstig van het operatieteam naar het wondgebied.
- De toevoer van het tracergas via de poppen dient plaats te vinden via een halsband rond de nek.

PARAMETERSTUDIE

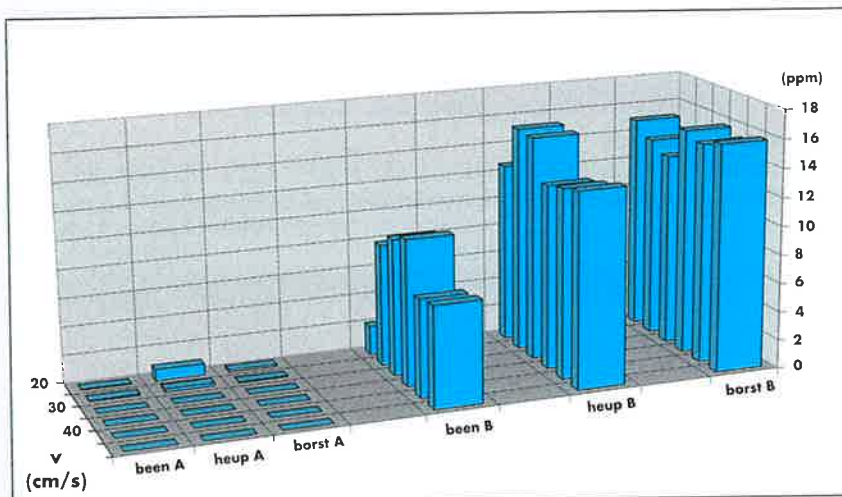
Na validatie van de tracergasmethode zijn er concentratiemetingen bij verschillende gebruiksomstandigheden verricht. Gekeken werd hoe hoog de tracergasconcentraties bij de borst, heup en de benen van de patiënt waren bij tracergastoevoer via de vier poppen.

Tevens werd op een tweetal instrumen-

tentafels de tracergasconcentratie gemeten. Behalve naar de invloeden van de inblaasluchtsnelheid en de lampstanden werd er ook onderzoek gedaan naar de eventuele toepassing van vloerafzuiging (zie figuur 3). Hoewel dit in een operatiekamer ondoenlijk lijkt is de mogelijkheid toch beschouwd omdat een praktische oplossing door b.v. afzuiging in de vaste zuil van de operatietafel toch tot de mogelijkheden zou behoren wanneer de resultaten een duidelijke verbetering te zien geven.

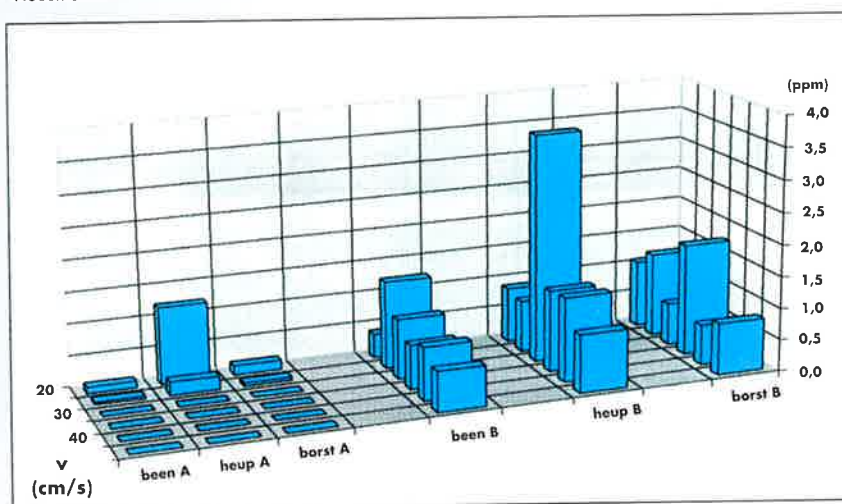
De volgende parameters werden gehanteerd.

- inblaasluchtsnelheid onder het aanwezige downflowplafond van 1,2 x 2,4 m:
0,20 / 0,25 / 0,30 / 0,35 / 0,40 / 0,45 m/s;
- vloerafzuiging; door plaatsing van geperforeerde vloerelementen in de verhoogde vloer werd gerealiseerd dat gehele of gedeeltelijke luchtafvoer onder de operatietafel plaatsvond:
- 0 % vloerafzuiging; alle lucht wordt via de vier laag en hoog ge-



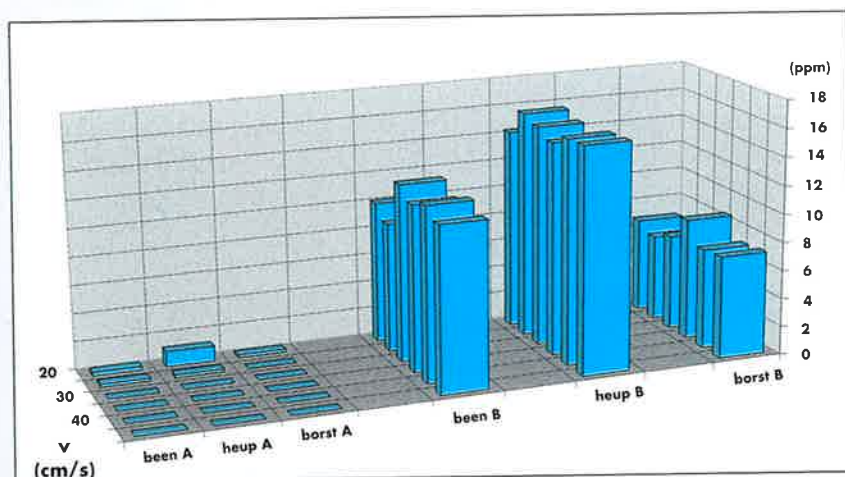
Tracergasconcentraties in het wondgebied met 0% vloerafzuiging; situatie A (geen lampen) en B (lampen recht boven tafel)

-FIGUUR 6A-



Standaarddeviatie bij de verschillende lampstanden; situatie A en B

-FIGUUR 6B-



Tracergasconcentraties in het wondgebied met 50% vloerafzuiging; situatie A (geen lampen) en B (lampen recht boven tafel)

-FIGUUR 7-

plaatste afvoerroosters afgevoerd;
- 50 % vloerafzuiging; de helft van het afgezogen luchtdebiet wordt onder de tafel en de rest via de hoog geplaatste roosters afgevoerd;
- 100 % vloerafzuiging; alle lucht wordt onder de tafel afgevoerd.

- lampstanden; er zijn vijf verschillende situaties te onderscheiden:
A Een operatieteam rond de operatietafel, met een patiënt op de operatietafel zonder operatielampen; de pop die als chirurg figureert staat met het hoofd licht

voorover gebogen,

B als situatie A, maar met de operatielampen recht boven de tafel,

C als situatie A, maar met de operatielampen schuin achter de chirurg.

C2 deze situatie is bedoeld om aan te tonen dat de andere poppen wellicht een andere invloed hebben. Daarom is de licht voorover gebogen pop van plaats gewisseld met een rechtop staande pop.

D als situatie A, maar met een operatielamp recht boven de borst en een lamp schuin achter de pop, die naast de chirurg staat,

E als situatie A, maar nu is de chirurg in zithouding geplaatst waarbij de operatielampen zich schuin achter de chirurg bevinden; de operatietafel is hoger geplaatst. Deze situatie wordt beschouwd omdat uit observaties in ziekenhuizen is geconstateerd dat sommige orthopedische chirurgen deze opstelling bij total-Hip operaties verkiezen.

Als voorbeeld van de meetopstelling zijn de situaties D en E in de figuren 4 en 5 weergegeven.

Situatie B wordt naar verwachting bij algemene chirurgie het meest toegepast. Situaties D en E zijn realistische opstellingen van de lampen en personen bij een Total Hip operatie (gewrichts-vervangende heupoperatie), die momenteel in ziekenhuizen gebruikt worden. Bij situatie E werd de tafel hoger geplaatst om zodoende een goede werksituatie voor de chirurg te creëren. Bij 0% vloerafzuiging is tevens de standaarddeviatie van de gemeten concentraties bepaald; hieruit kan een indruk worden verkregen van de stabiliteit van een optredend stromingspatroon.

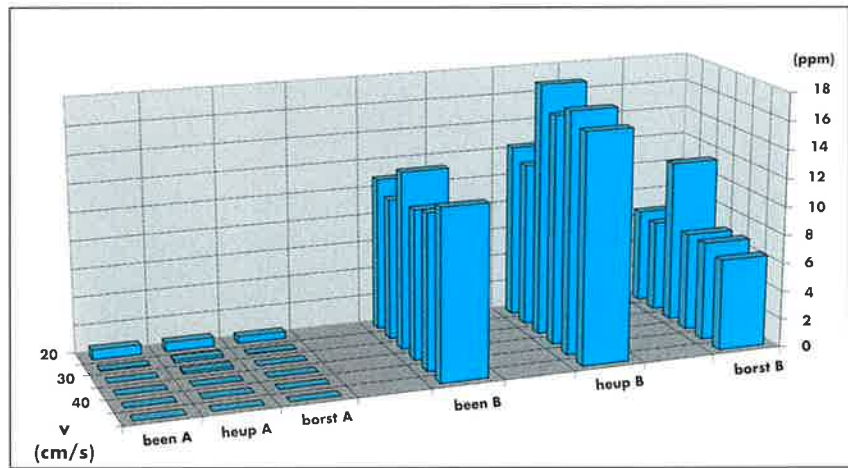
De belangrijkste meetresultaten zijn in de figuren 6 t/m 12 als staafdiagrammen weergegeven. De concentraties op de instrumententafels zijn in de figuren 'Cnaast' en 'Cachter' genoemd. Instrumententafel 'naast' staat naast de tafel (achter het operatieteam) en instrumententafel 'achter' staat aan het voeteneind achter de operatietafel. In de grafieken wordt tevens de situatie aangeduid; Anaast en Achter hebben respectievelijk betrekking op de gemeten concentraties op de instrumententafels bij situatie A.

CONCLUSIE EN BESPREKING

De parameterstudie is uitgevoerd in de cleanroom van TNO-Bouw die was uitgevoerd met een downflow-plafond van 1,2 x 2,4 m waarbij een viertal verwarmde poppen als 'operatieteam' fungeerde en een vijfde verwarmde pop als patiënt op de operatietafel. Ter weerszijden van het luchtplenum waren twee operatielampen geplaatst van het type Hanalux 2004; de lampen waren tijdens het onderzoek bekrachtigd. Tenzij anders is vermeld vond afzuiging gelijkmatig verdeeld plaats via 8 stuks hoog en laag geplaatste afvoerroosters in de hoeken.

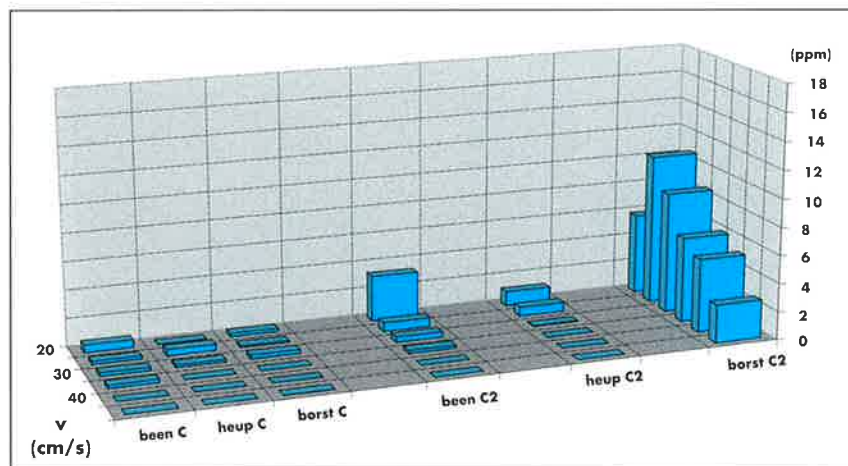
Uit de meetresultaten blijkt het volgende:

- uit figuur 6a blijkt dat bij toepassing van een downflowsysteem zonder lampen (situatie A) vrijwel geen contaminatierisico wordt geconstateerd. Alleen bij inblaassnelheden $< 0,3$ m/s wordt een geringe concentratie gemeten. Uit de standaardafwijking (figuur 6b) blijkt dat de stroming dan ook niet geheel stabiel is. *Hieruit kan worden geconcludeerd dat het downflowsysteem goed kan werken bij een minimale inblaasluchtsnelheid van 0,3 m/s;*
- bij toepassing van een downflowsysteem met twee lampen recht boven de tafel (situatie B; figuur 6a) blijkt dat het contaminatierisico vanaf het operatieteam naar het wondgebied zeer groot is. De luchtsnelheid heeft vrijwel geen invloed hierop omdat de fysieke aanwezigheid van de lampen een verstoring van de downflow veroorzaken. Bij een luchtsnelheid van 0,3 m/s treedt een hoge standaarddeviatie op ter hoogte van de heup (figuur 6b); bij herhaling werd deze afwijking geconstateerd. Er is geen verklaring voor gevonden; mogelijk heeft men te maken met een omslagpunt waarbij de convectieve krachten juist worden overwonnen. *Bij een situatie met de lampen recht boven de operatietafel zal de bescherming van de patiënt derhalve sterk afhangen van de kwaliteit van de beschermende kleding van het operatieteam;*
- vergelijking van de figuren 7 (50% vloerafzuiging) en 8 (100% vloerafzuiging) met figuur 6a leert dat vloerafzuiging, zowel met als zonder operatielampen, geen wezenlijke invloed heeft op het contaminatie-



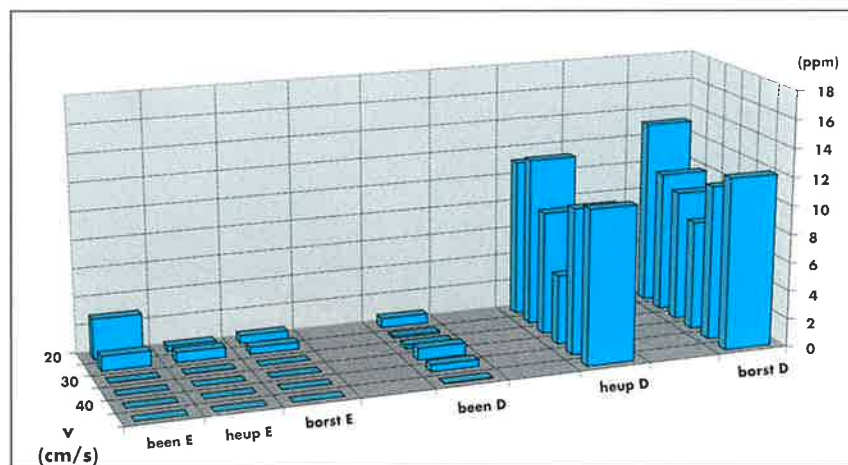
Tracergasconcentraties in het wondgebied met 100% vloerafzuiging; situatie A (geen lampen) en B (lampen recht boven tafel)

-FIGUUR 8-



Tracergasconcentraties in het wondgebied met 0% vloerafzuiging; situatie C (lampen schuin achter chirurg) en C2 (lampen schuin tegenover chirurg)

-FIGUUR 9-



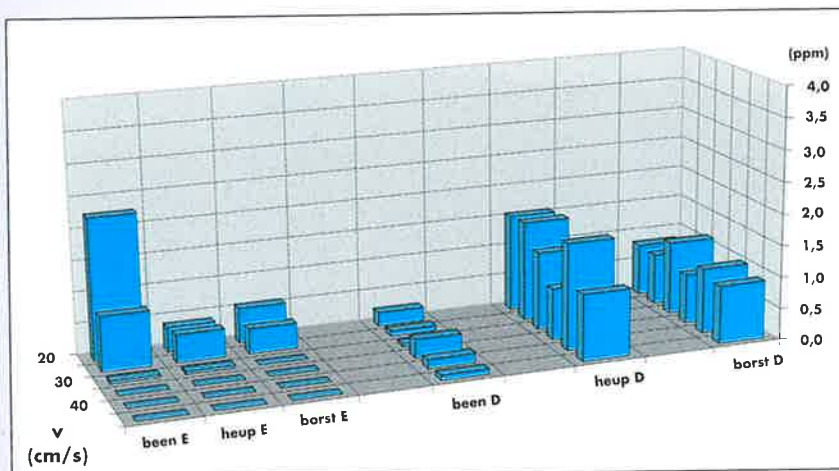
Tracergasconcentraties in het wondgebied met 0% vloerafzuiging; situatie E (zittende chirurg met lampen schuin achter) en D (lamp boven borst en schuin achter)

-FIGUUR 10A-

risico in het wondgebied. Alleen bij de borst worden lagere concentraties gemeten doordat er een sterkere downflow langs het afdeklaken bij het hoofd van de patiënt optreedt. Verder moet men bedenken dat de luchtverversing in de periferie af-

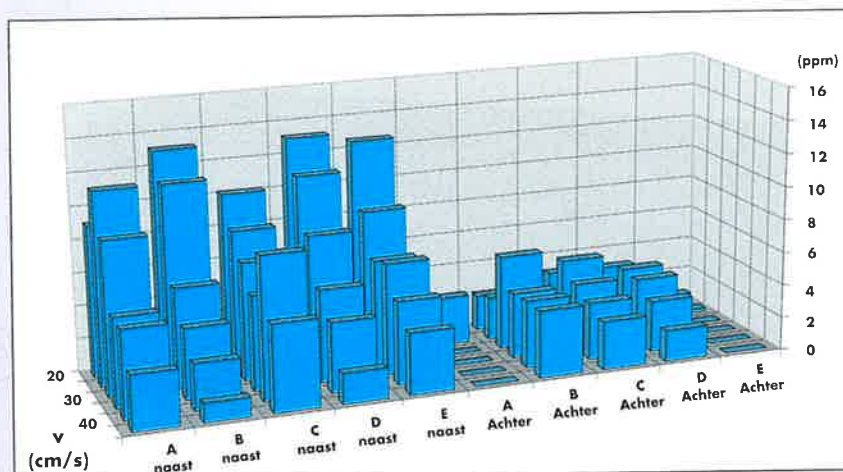
neemt zodat hier hogere kiemconcentraties kunnen ontstaan, afkomstig van het omlooppersoneel. Hier bevinden zich ook de instrumententafels. *Vloerafzuiging dient derhalve niet verder te worden overwogen;*

- uit figuur 9 blijkt dat plaatsing van



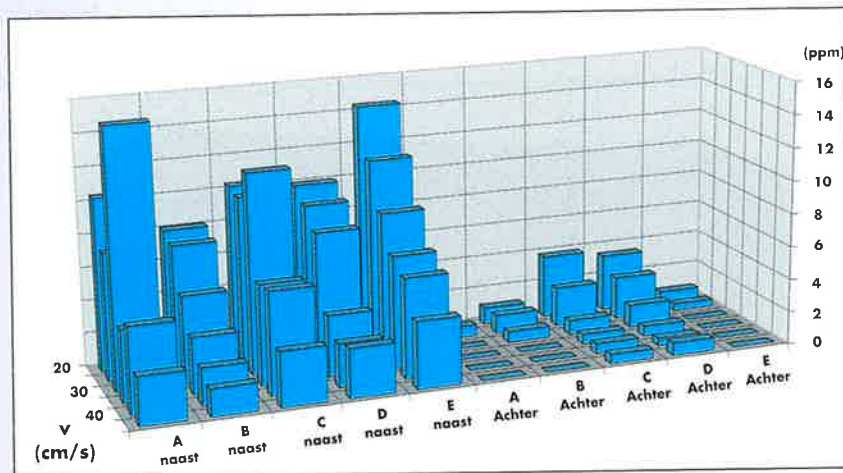
Standaarddeviatie bij verschillende lampstanden; situatie E en D

-FIGUUR 10b-



Tracergasconcentraties op de instrumententafels bij 100% vloerafzuiging

-FIGUUR 11-



Tracergasconcentraties op de instrumententafels bij 0% vloerafzuiging; naast OK-tafel (achter OK-team) en achter OK-tafel (bij voeteneind)

-FIGUUR 12-

de lampen schuin achter de chirurg (situatie C) een gunstig effect heeft op de concentraties in het wondgebied.

Uit situatie C2 blijkt echter dat het effect gedeeltelijk teniet gedaan wordt wanneer de pop tegenover de chirurg een voorover gebogen houding aanneemt; een toenemende inblaasluftsnelheid geeft hierbij weer

verbetering. Doordat deze pop bij de borst stond opgesteld is dit bij de heup en benen niet merkbaar; het blijkt dat er weinig contaminatierisico aanwezig is bij een zittende houding van de chirurg met de lampen schuin achter hem geplaatst (situatie E in de figuren 10a en b). Ook hier blijkt een luftsnelheid $\geq 0,3$ m/s een

voorwaarde te zijn;

- situatie D (één lamp boven de borst; één lamp schuin achter) geeft alleen een verbetering bij de benen te zien omdat daar de lamp voldoende is weg gedraaid (zie figuur 10a);
- uit figuur 11 blijkt dat er op de instrumententafel die naast de operatie-tafel, achter het chirurgenteam is geplaatst altijd, bij alle lampposities, een aanzienlijk contaminatierisico aanwezig is. Dit neemt af bij toenemende luftsnelheid $> 0,30$ m/s;
- uit figuur 11 blijkt tevens dat plaatsing van de instrumententafel aan het voeteneind (achter) onder alle omstandigheden gunstiger is. Bij de situaties A (geen lampen) en E (lampen schuin achter een zittende chirurg) valt daar zelfs geheel geen contaminatie te verwachten ($v \geq 0,3$ m/s).
- Vergelijking van figuur 12 met figuur 11 leert dat vloerafzuiging een enigszins gunstige werking heeft op het contaminatierisico op de instrumententafel aan het voeteneind.

LITERATUUR

1. Wiegersma, N.; *Bacterietransport in operatiekamers*; Eindverslag van het project dat ten doel had de efficiëntie van ventilatiesystemen in operatiekamers in bacteriologische zin te beoordelen; IG-TNO, rapport, F 1478; febr.1978
2. Ham, Ph.J. en J.Kastelein; *Onderzoek naar de relatie tussen deeltjes en bacteriën in de operatiekamer*, TVVL Magazine 11/1999
3. Kastelein, J; *Onderzoek naar de doorlatendheid van textielsoorten*