HOOFDSTUK VII.

LUCHTBESMETTING IN DE OPERATIEKAMER EN WONDINFECTIE MET STAPHYLOCOCCEN

Aangezien vele factoren een rol spelen bij het ontstaan van een wondinfectie meenden wij dat het buiten het bestek van dit proefschrift viel te zoeken naar de quantitatieve relatie tussen het voorkomen van staphylococcen in de lucht van de operatiekamer en het optreden van een postoperatieve wondinfectie. Deze relatie zal in dit hoofdstuk alleen met behulp van determinatie van de lucht- en ettertypen aan een onderzoek onderworpen worden.

De methode van de phaagtypering heeft ons een nauwkeurig hulpmiddel verschaft om een eventuele epidemiologische relatie op het spoor te komen. Ook indien er geen duidelijk quantitatief verband is tussen de staphylococcen neerdalend uit de lucht tijdens of vlak voor de operatie en het optreden van staphylococceninfecties in het algemeen, zou toch de mogelijkheid kunnen bestaan, dat deze relatie wel bestaat voor een bepaalde staphylococcenstam, gedetermineerd met behulp van de phaagtypering.

Zoals in hoofdstuk IV reeds beschreven is, werd iedere twee uur een sedimentatieplaat opengezet naast de operatietafel. Op 139 dagen werd meting van de luchtcontaminatie verricht met behulp van sedimentatieplaten. Van deze 139 operatiedagen werden op 91 dagen staphylococcen in de lucht aangetoond op één of meerdere sedimentatieplaten, terwijl op 48 dagen geen sedimentatie van staphylococcen aangetoond kon worden. In totaal werden 490 sedimentatieplaten uitgezet. Op 185 hiervan groeide Staphylococcus aureus.

Wanneer een sedimentatieplaat 2 uur heeft opengestaan tijdens activiteit op de operatiekamer groeiden er altijd micro-organismen. Het totale aantal kolonies per sedimentatieplaat bedroeg gemiddeld 25 kolonies. Indien er staphylococcen op de plaat voorkwamen, betrof het slechts een beperkt aantal kolonies, variërend van 1-7 kolonies, met een gemiddelde van 2 kolonies per plaat. Op deze 185 platen werden totaal 370 kolonies Staphylococcus aureus geïsoleerd. Een overzicht van de phaagtypen en bijbehorende antibiogrammen van deze 370 kolonies wordt gegeven in tabel 7. Er werden 32 verschillende typen gevonden, waarvan 24 slechts eenmaal in de onderzoekperiode werden gevonden. Drie phaagtypen, n.l. -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., -/29, 80, 77A, 44B/- en -/29, 53, 42E/- kwamen veel vaker voor. Slechts viermaal betrof het een niet-typeerbare stam. Het merendeel der gevonden staphylococcen bleek gevoelig te zijn voor de zeven getestte antibiotica (hoofdstuk V).

Het grote aantal gevonden phaagtypen (32 + 4 ontypeerbare stammen) wijst er op, dat er even zoveel bronnen moeten zijn, van waaruit de staphylococcen in de

operatiekamerlucht terecht komen. Het is vermoedelijk niet noodzakelijk dat deze bronnen op de operatiekamer aanwezig zijn om de staphylococcen te verspreiden. Het is voorstelbaar, dat staphylococcen vanuit een bron buiten de operatiekamer door het verkeer van personeel en patienten van en naar de operatiekamer, ondanks het sluissysteem, binnen de operatiekamer geraken. Dit zal vooral gelden voor de eenmalig voorkomende phaagtypen, welke incidenteel in de operatiekamer binnengebracht worden. Het veel vaker voorkomen van de drie bovengenoemde typen suggereert echter dat deze bronnen in de operatiekamer aanwezig waren en veelvuldig hun staphylococcen aan de lucht afstonden. Dit wordt nader aan de orde gesteld in hoofdstuk IX, waar het operatiekamerpersoneel als mogelijke bron van staphylococcen beschreven wordt.

Tabel 7

OVERZICHT VAN DE PHAAGTYPEN
EN ANTIBIOGRAMMEN VAN 370 STAPHYLOCOCCENKOLONIES,
GEVONDEN OP DE SEDIMENTATIEPLATEN IN DE OPERATIEKAMER

Phaagtype	Resistentiepatroon	Aantal kolonies
–/79,53,54,70,75/– 1000 X R.T.D.	++/+++/++	215
–/29,80,77A,44B/–	- +/+++/++	50
–/29,53,42E/–	++/+++/++	22
–/6,7,47,53,54,83A,75,77,77A/–	- +/+++/++	8
–/29/–	++/+++/++	3
–/53,83A/–	++/+++/++	3
–/3A,3B,3C,55,71/–	- +/+++/++	3
–/71,42E/–	- +/+++/++	2
–/3A,3B,55,71/52A,42E	++/+++/++	1
23 typen slechts éénmaal voorkomend		23 X 1
niet typeerbaar		4
niet getypeerd		36
Alle stammen van eenzelfde phaagtype hadden hetzelfde antibiogram	TOTAAL	370

Aangezien per operatie geen plaat uitgezet werd, was de "fall-out" (hoofdstuk IV) van staphylococcen van elke operatie niet exact bekend. Wij hebben daarom als staphylococcen "fall-out" aangenomen het totaal aantal kolonies staphylococcen dat sedimenteerde op de platen, welke openstonden tijdens de periode waarin de operatie werd uitgevoerd. Afhankelijk van de duur en het tijdstip van de operatie waren in de meeste gevallen slechts één of twee sedimentatieplaten per operatie betrokken. Omdat de periode van de operatie niet geheel samenviel met de tijd dat de platen openstonden, is het mogelijk dat sommige kolonies reeds voor de operatie of pas na de operatie op de plaat terecht gekomen waren. Aangezien wij echter niet precies het tijdstip kenden, waarop een met staphylococcen beladen

deeltje op de plaat belandde, hebben wij alle kolonies van de bijbehorende platen als "fall-out" beschouwd van de desbetreffende operatie.

Van de 626 door ons bestudeerde operaties, bleven 533 over voor het luchtonderzoek vanwege het uitvallen van sedimentatieplaten of de onbekendheid met het tijdstip van operatie. Bij 207 operaties werden staphylococcen op de bijbehorende platen gevonden (38,8%). In tabel 8 staat per maand aangegeven

Tabel 8

VERDELING IN MAANDELIJKSE PERIODEN
VAN DE OPERATIES MET STAPHYLOCOCCEN IN DE "FALL–OUT"

Maand	Totaal aantal operaties	Aantal operaties met staphylococcen in de "fall out"	Percentage
September	76	22	28,9
October	79	28	35,4
November	81	14	17,3
December	54	10	18,5
Januari	55	27	49,1
Februari	53	26	49,0
Maart	72	42	58,3
April	63	38	60,3
TOTAAL	533	207	38,8

hoeveel operaties een "fall-out" met staphylococcen hadden. Hieruit kan men aflezen dat er verschillen zijn in de staphylococcensedimentatie in verschillende maanden. Vooral in de maanden maart en april sedimenteerde er relatief meer staphylococcen. De "fall-out" met staphylococcen van deze 207 operaties is samengesteld uit 123 sedimentatieplaten welke staphylococcen bevatten. Herhaaldelijk werd één plaat gebruikt om de "fall-out" te bepalen van meerdere operaties, omdat deze gelijktijdig uitgevoerd werden of na elkaar in dezelfde periode als de sedimentatieplaat openstond. De gemiddelde "fall-out" met staphylococcen bedroeg per operatie 2,4 kolonies met een frequentiespreiding van 1-19. Zoals uit figuur 9 af te lezen is, blijken de meeste operaties een "fall-out" te hebben van slechts enkele kolonies. Deze "fall-out" is in dit onderzoek hoger in de maanden maart en april. Uit figuur 9 blijkt dat deze hogere sedimentatie veroorzaakt wordt door de drie eerder genoemde phaagtypen.

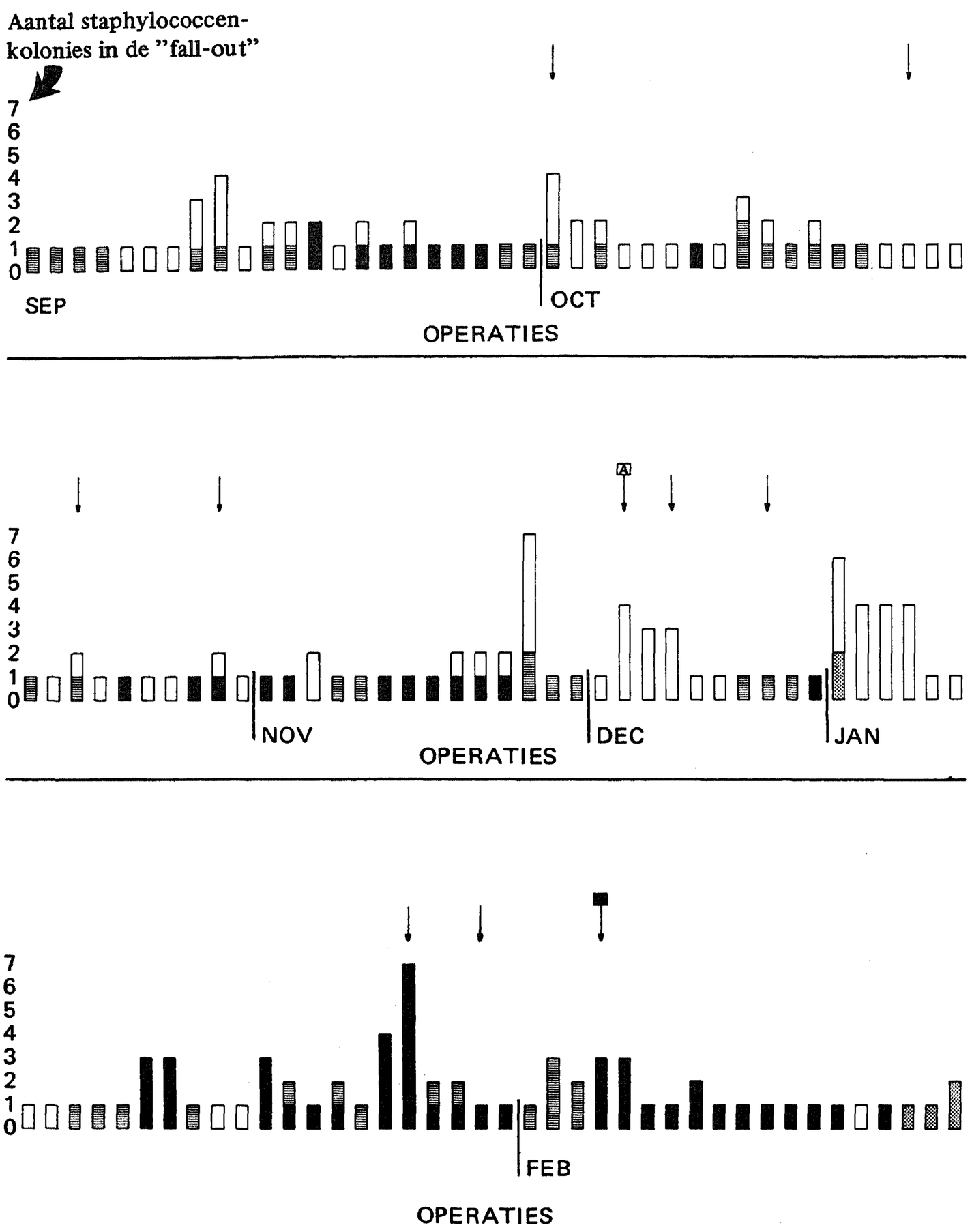
Van de 60 gevallen van postoperatieve wondinfectie met Staphylococcus aureus bleken 54 operaties voor het luchtonderzoek bruikbaar te zijn. Bij 27 gevallen bleek tijdens de operatie sedimentatie van staphylococcen aantoonbaar te zijn (50%). De andere 27 operaties kregen een infectie met staphylococcen, zonder dat er tijdens de operatie sedimentatie van staphylococcen aantoonbaar was. Dit

OVERZICHT VAN 10 PATIENTEN MET STAPHYLOCOCCENINFECTIE MET IDENTIEKE LUCHT– EN ETTERTYPE

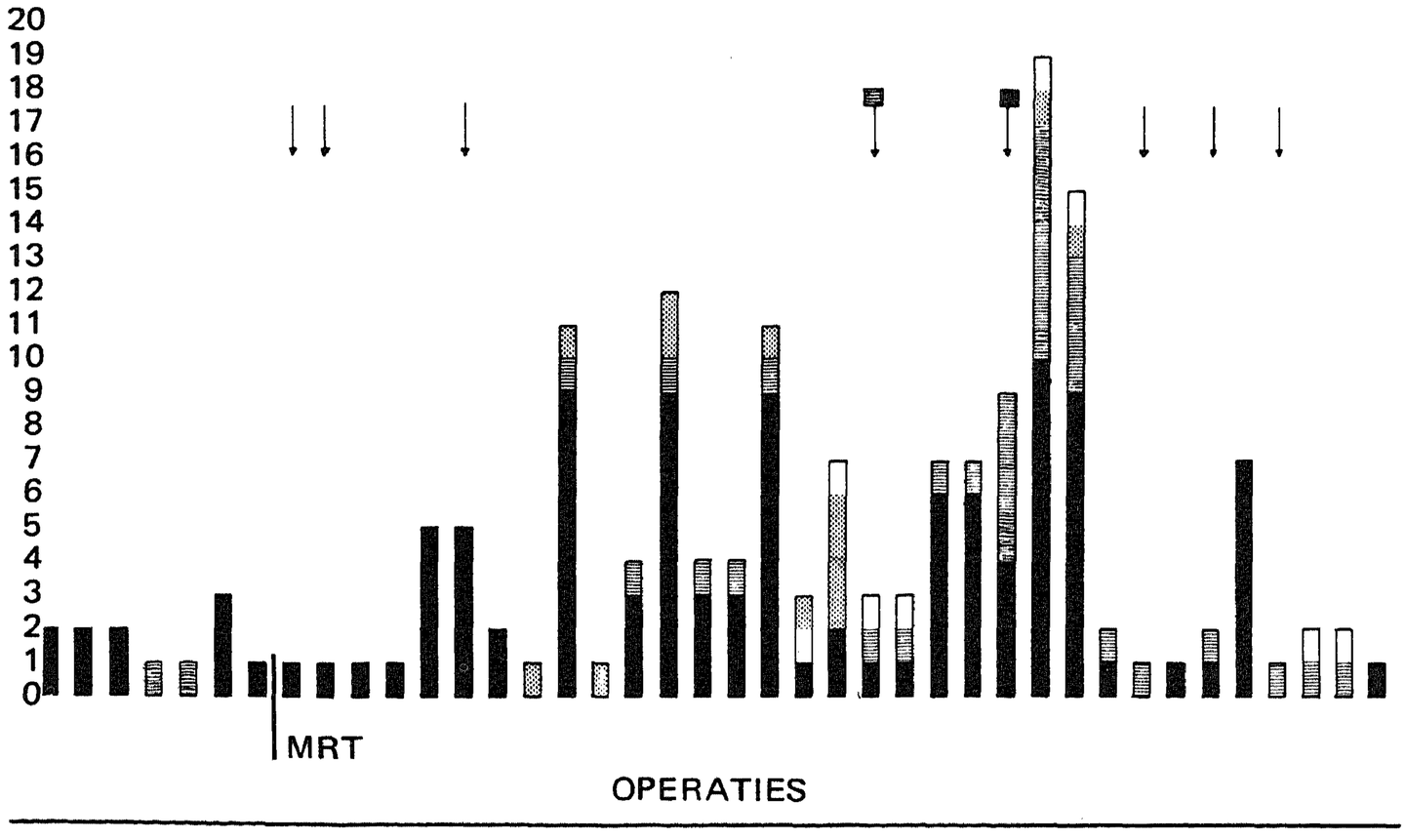
pat. no:	geslacht	leeftijd	operatie	infectie klasse	phaagtype in de etter	phaagtype op de sedimentatieplaten	opmerking
35	man	84 jaar	arthroplastiek heup	I	–/71,42E/–	–/71,42E/– –/53,77,77A/–	autoinfectie decubitus
50	man	71 jaar	herniotomie	II	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D E.coli communis	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	menginfectie coecumperforatie
59	man	4 mnd	herniotomie	I	–/83A/– 1000 X R.T.D. –/29,80,77A,44B/– Proteus mirabilis	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D –/29,80,77A,44B/– 83A/53,75,42E,44B/–	menginfectie
60	man	61 jaar	herniotomie	I	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D –/29,80,77A,44B/–	
65	vrouw	44 jaar	radicale mastectomie	I	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	drain
66	vrouw	75 jaar	hemicolectomie	II	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	drain
67	man	49 jaar	lumbale symphatectomie	I	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	
68	man	66 jaar	lumbale symphatectomie	I	–/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D	–/79.53,54,70,75/– 1000XR.T.D	gangreen voet
70	vrouw	68 jaar	hepato-gastrostomie	II	–/3A,3B,55,71/52A,42E	–/3A,3B,55,71/52A,42E	autoinfectie
78	man	60 jaar	lumbale symphatectomie, onderbinding a, hypogastrica	I	–/29,53,42E/– haemol. streptococcen	–/29,53,42E/– –/79,53,54,70,75/– 1000XR.T.D –/6,7,47,53,54,83A,75,77,77A/–	menginfectie

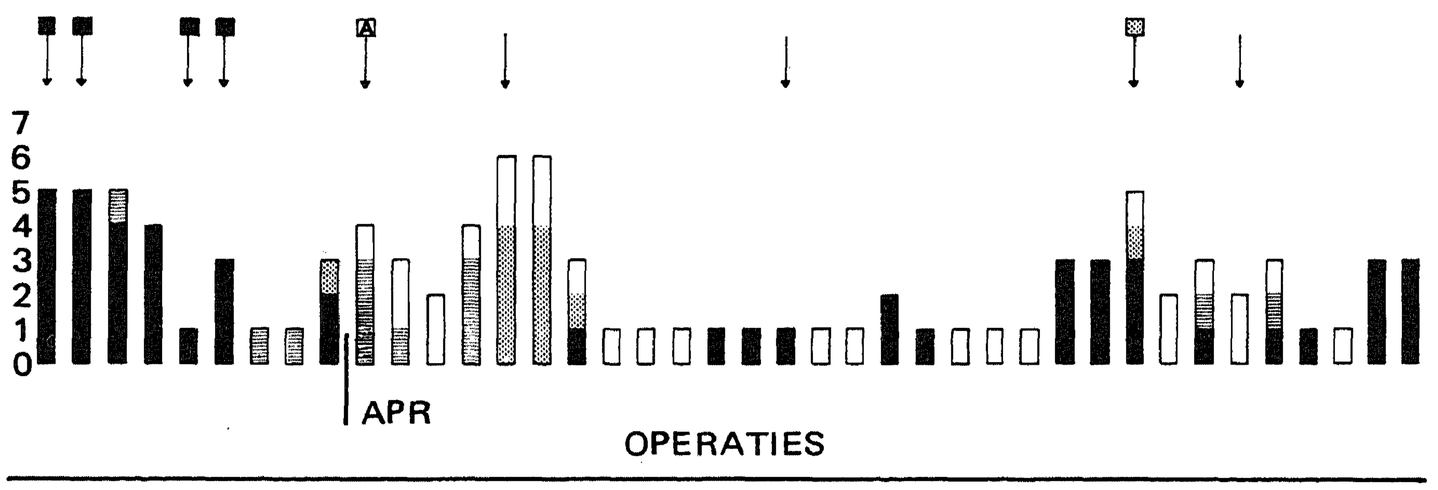
Figuur 9

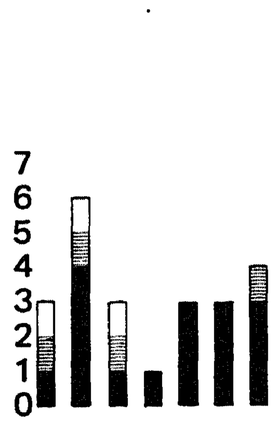
OVERZICHT VAN DE VERDELING VAN DE PHAAGTYPEN VAN DE STAPHYLOCOCCEN "FALL–OUT" VAN 207 OPERATIES



Figuur 9 (vervolg)







Toelichting:

- ■ "fall-out" met type –/79,53,54,70,75/– 1000 X R.T.D.
- ▒ "fall-out" met type –/29,80,72A,44B/–
- ▒ "fall-out" met type –/29,53,42E/–
- [A] "fall-out" met eigen type van de patient
- □ "fall-out" met andere luchttypen

| operatie gevolgd door een infectie met staphylococcen van een ander type dan in de "fall-out" voorkomt

Operatie, gevolgd door een infectie met hetzelfde phaagtype als in de "fall-out" voorkomt.

wijst er op dat bij deze operaties de contaminatie waarschijnlijk niet vanuit de lucht, doch via andere wegen (contactbesmetting) plaats gevonden heeft. Bij de 27 operaties met aangetoonde staphylococcen in de lucht tijdens de operatie zijn eveneens de meeste waarschijnlijk niet gecontamineerd vanuit de lucht. Epidemiologisch zijn slechts die typen belangrijk, die postoperatieve wondinfectie veroorzaken. Daartoe hebben wij de phaagtypen uit de etter van de 54 staphylococceninfecties vergeleken met de phaagtypen, welke gevonden zijn op de sedimentatieplaten tijdens de operatie. In 10 gevallen bleek het phaagtype, geïsoleerd van de etter, identiek te zijn met het phaagtype, dat tijdens de operatie op de sedimentatieplaten gevonden werd. In deze gevallen is een mogelijkheid van "air-borne" besmetting aanwezig. In de overige 17 gevallen, waarbij weliswaar staphylococcen in de lucht gevonden zijn, behoorden de staphylococcen uit de etter tot andere typen dan welke in de lucht voorkwamen.
In tabel 9 worden de desbetreffende typen bij deze 10 patienten genoemd. Het betreft patienten no. 35, 50, 59, 60, 65, 66, 67, 68, 70, en 78. Van elk van deze patienten volgt hieronder een korte klinische beschrijving.

Staphylococcus aureus, phaagtype -/71, 42E/-, resistentiepatroon -+/+++/++:

Patient no. 35, (man, 84 jaar). Deze patient werd op 5-12-'62 geopereerd wegens een mediale collumfractuur. Op grond van de hoge leeftijd en de kans op avasculaire botnekrose van het caput femoris werd een arthroplastiek volgens Moore verricht. Op de 7e postoperatieve dag ontwikkelde zich een wondabces waaruit een reincultuur van Staphylococcus aureus werd gekweekt, behorende tot het phaagtype -/71, 42E/-, resistentiepatroon --/+++/++.
De neusuitstrijk van de patient bij de operatie bevatte eveneens Staphylococcus aureus phaagtype -/71, 42E/-, resistentiepatroon -+/+++/++. In de neusuitstrijk op de 7e postoperatieve dag werd het phaagtype -/53, 77, 77A/- gevonden, resistentiepatroon --/+++/++. Praeoperatief had patient een praesacrale decubitus, waarvan niet gekweekt werd. Postoperatief werd op 24-1-'63 uit deze decubitus Proteus mirabilis en Staphylococcus aureus, phaagtype -/53, 77, 77A/- geïsoleerd, resistentiepatroon - -/+++/++
In de lucht tijdens de operatie werden 4 kolonies Staphylococcus aureus gevonden 2 kolonies van type -/71, 42E/- en 1 kolonie -/53, 77, 77A/-, terwijl 1 kolonie, eveneens voor penicilline en streptomycine resistent, niet werd getypeerd. Patient is 66 dagen na de operatie aan een longcomplicatie overleden.

Staphylococcus aureus, phaagtype -/3A, 3B, 55, 71/52A, 42E, resistentiepatroon ++/+++/++:

Patient no. 70, (vrouw, 68 jaar) onderging op 2-4-'63 een hepatogastrostomie wegens inoperabel carcinoom van de galwegen. Omdat de tractus digestivus geopend werd, is dit een potentieel gecontamineerde operatie (klasse II).
Op de 9e dag ontstond een diep wondabces met Staphylococcus aureus, phaagtype -/3A, 3B, 55, 71/52A, 42E, resistentiepatroon ++/+++/++. Deze stam werd ook gevonden in de neusuitstrijk op de operatie- en de infectiedag.
In de lucht tijdens de operatie werden twee typen aangetoond: 3 kol. phaagtype -/27, 80, 77A, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++ en 1 kol. phaagtype -/3A, 3B, 55, 71/52A, 42E, resistentiepatroon ++/+++/++. Door een aparte incisie werd een drain aangebracht.

Staphylococcus aureus, phaagtype -/29, 53, 42E/-, resistentiepatroon ++/+++/++:

Patient no. 78, (man, 60 jaar). Op 18-4-'63 werd deze patient geopereerd wegens arteriosclerosis obliterans van de beenvaten. Er werd een lumbale sympathectomie verricht met onderbinding van de arteria hypogastrica. De operatie werd beschouwd als een primair steriele operatie, behorende tot klasse I.
Als toegangsweg werd gekozen een lumbotomie.
Op de 8e postoperatieve dag manifesteerde zich een diep wondabces. Dit werd geopend en uit de pus werd een mengflora gekweekt, bestaande uit haemolytische streptococcen en Staphylococcus aureus. De phaagtypering van deze staphylococcen liet het patroon -/29, 53, 42E/- zien, gevoelig voor alle onderzochte antibiotica (++/+++/++).
De neusuitstrijk van de patient tijdens de operatie was negatief. De neusuitstrijk die gelijk met de etterkweek op de 8e postoperatieve dag werd afgenomen, was eveneens negatief. De "fall-out" van bacteriën waaraan de operatie was blootgesteld, bevatte drie staphylococcentypen: 3 kolonies van het type -/70, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++, 1 kolonie van het type -/29, 53, 42E/-, resistentiepatroon ++/+++/++ en 1 kolonie van het type -/6, 7, 47, 53, 54, 83A, 75, 77, 77A/-, resistentiepatroon -+/+++/++.

Staphylococcus aureus, phaagtype -/29, 80, 77A, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++:

Patient no. 59, (man, 4 maanden). Dit jongetje onderging op 19-3-'63 een dubbelzijdige herniotomie wegens een hernia inguinalis lateralis duplex. Deze operatie werd gerekend onder klasse I (steriele operaties).
Op de 3e postoperatieve dag werd een oppervlakkige wondinfectie geconstateerd aan één zijde. De andere wond in het liesgebied genas per primam intentionem.
Op de 6e postoperatieve dag vormde zich etter waaruit een mengflora gekweekt werd bestaande uit enkele kolonies Proteus mirabilis en veel kolonies Staphylococcus aureus. Er bleek een stam met licht pigment te groeien, phaagtype -/83A/-, 1000 x R.T.D., resistentiepatroon -+/+++/++ en een stam met donker pigment -/29, 80, 77A, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++.
De neusuitstrijk tijdens de operatie bevatte geen staphylococcen. De neusuitstrijk op de 6e postoperatieve dag ten tijde van de wonduitstrijk is verloren gegaan. In de lucht tijdens de operatie werden drie staphylococcentypen aangetoond: phaagtype -/29, 80, 77A, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++ en phaagtype 83A/ 53, 75, 42E, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++. Van elk type werd één kolonie gevonden.

Staphylococcus aureus, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.

Patient no. 50, (man, 71 jaar). Op 8-2-'63 werd wegens een hernia inguinalis lateralis een herniotomie verricht, gevolgd door een Bassiniplastiek. Bij deze operatie trad een accidentele coecumperforatie op. De operatie werd gerekend tot klasse II, vanwege de mogelijke kans op contaminatie op grond van het openen van de dikke darm.
Op de 10e postoperatieve dag waren er verschijnselen van een wondabces. Dit werd aanvankelijk gepuncteerd, waarbij duidelijk etter werd gevonden. Het abces werd toen geopend. Uit de etter werd Escherichia coli communis gekweekt.
Op de 14e en de 17e postoperatieve dag werd wederom een kweek van het purulente wondsecreet afgenomen. Beide keren werd wederom Escherichia coli communis gekweekt alsmede Staphylococcus aureus, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x

R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
De neusuitstrijk van de patient bij de operatie bevatte geen staphylococcen. Op de 10e postoperatieve dag werd in de neus 1 kolonie gevonden van het phaagtype -/53, 77, 77A/-, resistentiepatroon --/+++/++. De beide neusuitstrijken op de 14e en de 17e postoperatieve dagen waren negatief.
In de operatiekamerlucht werden tijdens de operatie 3 kolonies Staphylococcus aureus gevonden, behorende tot het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
De hospitalisatieduur, welke voor een liesbreuk-operatie gemiddeld 6-7 dagen telt, bedroeg bij deze patient 25 dagen.

Patient no. 60, (man, 61 jaar). Op 20-3-'63 werd patient geopereerd voor een dubbelzijdige liesbreuk, waarvoor een herniotomie met een Bassiniplastiek verricht werd.
Deze ingreep werd gerekend tot klasse I (steriele operatie).
Op de 6e dag werd een wondabces geopend, waaruit een reincultuur geïsoleerd werd van Staphylococcus aureus, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
De neusuitstrijken van de patient op de operatiedag en de 6e postoperatieve dag bevatten geen staphylococcen.
Op de sedimentatieplaten, welke betrekking hadden op deze operatie, groeiden 9 staphylococcenkolonies: 5 kolonies van het phaagtype -/29, 80, 77A, 44B/-, resistentiepatroon -+/+++/++ en 4 kolonies -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
De postoperatieve opnameduur bedroeg 9 dagen.

Patient no. 65, (vrouw, 44 jaar). Wegens een neoplasma mammae onderging patiente op 27-3-'63 een radicale mastectomie.
Deze operatie werd beschouwd als een primair steriele operatie (klasse I). Het wondgebied werd gedraineerd met behulp van een drain, welke door een aparte incisie naar buiten werd geleid. Deze drain mondde uit in een pak steriele gazen.
Op de 9e postoperatieve dag trad een infectie op van het drainkanaal: er was duidelijk roodheid en zwelling rond de drainijcisie met afvloed van etter. De drain was de 5e postoperatieve dag verwijderd. Uit deze etter werden Staphylococcus aureus geïsoleerd phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++. Op de 12e en de 14e postoperatieve dag werd eveneens ditzelfde type uit de drainwond gekweekt.
Eveneens op de 14e postoperatieve dag ontlastte zich etter uit de operatiewond. Klinisch was er sprake van een oppervlakkige wondinfectie. Hieruit werd hetzelfde phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++ gekweekt. Dit type heeft zich in de etter gehandhaafd bij het kweken op de 22e en de 44e dag.
In de neus van de patient bij de operatie werden geen staphylococcen aangetoond. Op de 9e en de 12e postoperatieve dag bevatte de neus het phaagtype -/81/-, resistentiepatroon ++/+++/++. De latere neusuitstrijken waren echter weer negatief.
In de lucht tijdens de operatie werden 5 kolonies staphylococcen gevonden van het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++. Waarschijnlijk mede onder invloed van de nabestraling, welke postoperatief werd toegepast, is er een vertraagde genezing van de wond opgetreden.
Er ontstond een huiddefect, dat op 7-6-'63 gesloten werd met "splitskin"- huidplastiek volgens Thiersch. Het granulerende wondoppervlak werd tijdens deze operatie uitgestreken. Deze uitstrijk gaf nog steeds groei te zien van het type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.

Patient no. 66, (vrouw, 75 jaar). Bij deze patiente werd een neoplasma van de flexura-hepatica van het colon gediagnostiseerd. Op 27-3-'63 werd een herniacolectomie rechts verricht. Hier was sprake van een potentieel gecontamineerde operatie (klasse II). Door een aparte incisie werd een drain in het peritoneum gebracht.
Op de 12e operatiedag ontstond een oppervlakkige wondinfectie. Uit de etter werd Staphylococcus aureus geïsoleerd, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
Op de 15e dag werd deze stam eveneens in de etter gevonden. De neusuitstrijk van de patient was op de operatiedag negatief. Op de 12e en de 15e postoperatieve dag werd in de neus Staphylococcus aureus aangetoond, phaagtype -/47, 53, 83A, 77, 77A, 44B/-, resistentiepatroon --/+++/++. In de lucht tijdens de operatie werden 5 kolonies Staphylococcus aureus gevonden, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++. Op de 33e postoperatieve dag werd de patient ontslagen.

Patient no. 67, (man, 49 jaar). Deze patient werd op 28-3-'63 geopereerd. Wegens arteriosclerosis obliterans van het linker been werd een linkszijdige lumbale sympathectomie verricht. Deze operatie werd geclassificeerd als primair steriel (klasse I).
Op de 28e dag werd een diep gelocaliseerd wondabces geopend. De etter bevatte een reincultuur van Staphylococcus aureus, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++. Deze stam heeft zich gehandhaafd in de drie volgende etterkweken, respectievelijk op de 29e, 42e en 47e postoperatieve dag, terwijl in deze uitstrijken geen andere micro-organismen werden gevonden.
De neusuitstrijk tijdens de operatie was negatief, evenals de neusuitstrijken op de 29e en de 42e dag. Op de 47e postoperatieve dag werden enkele kolonies van het phaagtype -/53, 77, 77A/-, resistentiepatroon --/+++/++ in de neus van de patient gevonden.
In de lucht tijdens de operatie werden 4 kolonies Staphylococcus aureus aangetoond. phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.

Patient no. 68, (man, 66 jaar). Deze patient leed aan ernstige arteriosclerosis obliterans van het rechter been. Tengevolge hiervan vertoonde de rechter voet reeds tekenen van beginnend gangraen. Op 28-3-'63 werd een lumbale sympathectomie rechts verricht om te trachten de extremiteit te behouden.
Op de 13e postoperatieve dag trad een oppervlakkige wondinfectie op. Uit het purulente wondsecreet werd een reincultuur geïsoleerd van Staphylococcus aureus, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
Het onderzoek op staphylococcen van de neus van de patient viel negatief uit, zowel bij operatie als op de infectiedag.
In de lucht tijdens de operatie werden 4 kolonies Staphylococcus aureus aangetoond, phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., resistentiepatroon ++/+++/++.
Wegens toenemend gangraen van de voet werd op 9-5-'63 het rechter been geamputeerd.

Om in de gevallen van postoperatieve wondinfectie uit te maken of deze veroorzaakt zijn door besmetting via sedimentatie van staphylococcen uit de operatiekamerlucht, moet aan de volgende voorwaarden voldaan zijn:

1e De operatie behoort tot klasse I, schone operatie.
2e De wondetter bevat een reincultuur van één staphylococcentype zodat een mede verantwoordelijkheid van andere typen of micro-organismen voor het optreden van de wondinfectie geëmineerd kan worden.

3e Het staphylococcentype dat de wondinfectie heeft veroorzaakt, moet op de sedimentatieplaten, die opengestaan hebben tijdens de operatie, kunnen worden aangetoond.

4e Een monster van de wondetter voor bacteriologisch onderzoek, moet direct na het, onder aseptische condities, openen van het wondabces worden afgenomen. Op deze wijze is de kans op secundaire besmetting met zaalstammen onwaarschijnlijk.

5e De patient mag tijdens de operatie geen drager zijn van de etterstam, omdat de mogelijkheid van auto-infectie moet zijn uitgesloten. De neusuitstrijk die vlak voor de operatie in de narcosekamer bij de patient wordt afgenomen, moet negatief zijn of een andere staphylococ bevatten, dan de etter.

6e Een mogelijke bron voor de infectie met staphylococcen moet afwezig zijn, b.v. een prae-operatief proces met de etterstammen met een andere localisatie dan het operatieterrein, b.v. furunkel, decubitus.

Het mogelijke epidemiologische verband tussen luchtbesmetting en wondinfectie op grond van het identiek zijn van het phaagtype van de lucht- en de etterstam bij de in dit hoofdstuk beschreven patienten, zullen we toetsen aan bovenstaande criteria.

Van de 10 bovengenoemde operaties behoorden 7 tot de z.g. schone operaties (klasse I), terwijl 3 operaties (no. 50, 66 en 70) tot de potentieel gecontamineerde operaties (klasse II) werden gerekend. Bij deze drie laatst genoemde operaties werd de darm geopend, zodat van hieruit besmetting zou hebben kunnen plaatsvinden. Bij deze drie patienten (no. 50, 59 en 78) werd een mengflora in de wondetter gevonden. Wat het aandeel in het tot stand komen van de infectie is van de in de lucht gevonden staphylococcen, kan in deze gevallen niet met zekerheid worden uitgemaakt. Bij patient no. 50 trad tijdens een liesbreuk operatie een perforatie van het coecum op. In de etter van het wondabces werd aanvankelijk alleen Escherichia coli gekweekt. Het ligt voor de hand dat de primaire infectieverwekker Escherichia coli is. Bij latere kweken werd het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. eveneens gevonden. Aangezien dit type tijdens de operatie als enige in de operatiekamerlucht voorkwam, is het mogelijk dat hiervan een luchtbesmetting heeft plaats gevonden. Mogelijkerwijs was deze stam bij de eerste etterafvloed in een dusdanige geringe hoeveelheid aanwezig, dat er geen groei is gevonden.

Hoewel type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 R.T.D. bijna alleen in de operatiekamer werd gevonden, blijft de mogelijkheid van een secundaire besmetting met dit type op de chirurgische zaal open. Dit type is namelijk in dezelfde periode in de neus van de patient op dezelfde zaal aangetoond en incidenteel in de lucht van de deze chirurgische zaal. Het type -/53, 77, 77A/- in de neus van de patient is een type dat epidemisch op de chirurgische zalen werd gevonden. Patient no. 35 heeft dit type eveneens in de neus geherbergd, evenals in zijn decubituswond (zie ook patient no. 47 hoofdstuk X). Beide patienten hebben echter op verschillende chi-

rurgische zalen gelegen. Gedurende 1 maand liep de opname periode van beide patienten parallel.
Patient no. 59 ontwikkelde een oppervlakkige wondinfectie met een mengflora bestaande uit Proteus mirabilis en twee staphylococcentypen. Aangezien er slechts enkele kolonies Proteus mirabilis gevonden werden, naast vele kolonies staphylococcen, lijkt het waarschijnlijk dat de infectie door de staphylococcen in de operatiekamerlucht is veroorzaakt. Het type -/83/- komt slechts sporadisch voor. Het type -/29, 80, 77A, 44B/- is in de lucht van de operatiekamer aangetoond. De mogelijkheid blijft dus aanwezig dat de infectie is veroorzaakt door luchtcontaminatie.
Tijdens de operatie bevonden zich nog twee andere staphylococcentypen in de lucht. Deze zijn niet in de etter van de wond teruggevonden. De reden hiervoor kan liggen in het feit, dat deze typen wel in de operatiewond zijn gesedimenteerd, doch door competitie met het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. niet tot groei zijn gekomen. Een andere verklaring zou gevormd kunnen worden door de lage staphylococcendichtheid van de operatiekamerlucht. Wij moeten ons dan voorstellen dat de "fall-out" van staphylococcen zo gering is, dat er toevallig wel een met staphylococcen beladen deeltje op de naburige sedimentatieplaat valt, doch niet in de wond. Inderdaad waren er maar 3 kolonies op de sedimentatieplaat gevonden, doch elk van een ander type.
De derde patient met een mengflora in de wondkweek was patient no. 78.
Naast het phaagtype -/29, 53, 42E/- werden haemolytische streptococcen uit de wond gekweekt. Aangezien van beide micro-organismen veel kolonies werden gevonden, mogen we aannemen dat beide causale betekenis voor het optreden van de postoperatieve wondinfectie hebben.
De stam -/29, 53, 42E/- is echter ook in de lucht tijdens de operatie aangetoond. De mogelijkheid dat de wondbesmetting vanuit de operatiekamerlucht ontstaan is, lijkt aannemelijk. Temeer daar dit type nooit buiten de operatiekamer is aangetoond (zie hoofdstuk IX).

Bij de overige 7 patienten (no. 35, 60, 65, 66, 67, 68,en 70) werd in de wondetter een zuivere kweek van staphylococcen gevonden van hetzelfde type dat ook in de lucht tijdens de operatie was aangetoond.
Aangezien de etter direct na het, onder aseptische condities, openen van het wondabces afgenomen werd voor kweek, lijkt de mogelijkheid voor secundaire besmetting op de chirurgische zaal uitgesloten.
De typen -/71, 42E/- en -/3A, 3B, 55, 71/52A, 42E, welke in de lucht en als reincultuur in de wond resp. van patient no. 35 en 70 gevonden werden, zijn ook gevonden in de neus van de patient prae-operatief. Het is echter mogelijk dat de patient ook huiddrager van dit type was. Hier zouden we dus beter van autoinfectie kunnen spreken (zie hoofdstuk VIII). Ook blijft het mogelijk dat bij patient no. 35 de praesacrale decubitus, welke helaas prae-operatief niet uitgestreken is, het type -/71, 42E/- reeds bevatte en aldus de huid van patient besmet heeft. Met

enige mate van zekerheid menen wij te mogen stallen, dat patient no. 35 een neusdrager en waarschijnlijk ook een huiddrager was van type -/71, 42E/- en dat hij dit type gesedimenteerd heeft tijdens de operatie. Via sedimentatie uit de lucht is waarschijnlijk het operatieterrein besmet geraakt.

Patient no. 35 en 70 zijn de enige patienten uit het gehele patienten materiaal, bij wie wij hebben kunnen aantonen dat zij hun eigen staphylococcentypen in de operatiekamer dispergeerden. Howe en Marston (1962) beschrijven eveneens een geval van een wondinfectie met het eigen type van de patient. Deze patient, die een maagresectie onderging, was prae-operatief drager van type 80/81, terwijl dit phaagtype tijdens de operatie in de lucht werd gevonden.
Opgemerkt dien te worden dat het type -/53, 77, 77A/-, resistentiepatroon --/+++/++, eveneens in de lucht is gevonden tijdens de operatie van patient no. 35. Postoperatief werd dit type zowel van de decubituswond als van de neus geïsoleerd. Ook hier blijft het de vraag of de decubituswond met dit type reeds was besmet voor de operatie. Het was namelijk de enige keer in dit onderzoek dat type -/53, 77, 77A/- in de operatiekamerlucht werd aangetoond.

Patient no. 60 kreeg een wondinfectie met type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., welke ook in de lucht voorkwam. De etter werd direct onderzocht na het openen van de wond. In de lucht kwam ook het type -/29, 80, 77A, 44B/- voor, dat bij patient no. 59 een wondinfectie vanuit de lucht heeft verwekt. Waarom dit type, hoewel in de lucht aanwezig bij patient no. 60 niet in de etter werd teruggevonden, is als volgt te verklaren. Het kan hier gaan om competitie met type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. of een gespreide "fall-out" welke de wond niet bereikt heeft.

Patient no. 65 kreeg een oppervlakkige wondinfectie met type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., welk type als enige staphylococcenstam in de operatiekamerlucht voorkwam. Hier lijkt ook een verband te bestaan tussen de besmette lucht en het optreden van de wondinfectie. De aanwezigheid van een drain laat de mogelijkheid open voor secundaire besmetting op de zaal (zie hoofdstuk X).
Suggestief hiervoor is het feit dat de infectie zich aanvankelijk gemanifesteerd heeft rond de drainopening. Aangezien het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- weinig op de chirurgische zalen wordt gevonden, doch frequent op de operatiekamer, ligt het voor de hand dat hier primair een operatiekamer-luchtinfectie aanwezig was. De drain heeft als corpus alienum mogelijk provocerend gewerkt.
De röntgenbestraling na de operatie heeft er aan mee gewerkt, dat de wond een trage genezingstendens vertoonde.
De neus van de patient bij de operatie was negatief, zodat deze niet als staphylococcenbron aangemerkt kan worden.

Patient no. 66 kreeg na een colonresectie een wondinfectie met een reincultuur van het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. Dit type kwam als enige voor in de lucht tijdens de operatie. Omdat het colon geopend werd behoorde deze operatie tot klasse II. De mogelijkheid van contaminatie uit de tractus digestivus is hier aanwezig. Aangezien wij geen bacteriologisch routine-

onderzoek van de faeces verricht hebben, is de samenstelling van de darmflora niet bekend.
Het type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. komt echter zelden in de neus van patienten voor, zodat het niet aannemelijk is dat de patient b.v. door inslikken, dit type in het maagdarmkanaal krijgt. De aanwezigheid van een drain betekent hier een mogelijke porte d'entré voor zaalbesmetting. Het type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. komt echter weinig op de chirurgische zalen voor.

Patient no. 67 kreeg een wondinfectie met een zuivere kweek van het type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D., welk type in de lucht aanwezig was. Hier kon geen andere bron aangewezen worden, omdat het een steriele operatie betrof, de patient geen andere infecties had en de neusuitstrijk bij operatie negatief was. Ook bij patient no. 68 werd in de wondetter een zuivere kweek van het type -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. gevonden, welk type als enige in de lucht voorkwam. De neusuitstrijk van de patient was bij de operatie negatief. Omdat hier tevens sprake was van een steriele operatie, lijkt het verband tussen de staphylococcen in de lucht en het optreden van de infectie causaal te zijn. Als enige andere bron kan genoemd worden het gangraen aan de voet. Dit is echter niet bacteriologisch onderzocht. Bij een latere kweek van dit gangraen op 8-5-'63 werd een staphylococ met het phaagtype -/81, 6, 47, 83A, 77A, 42E, 44B/-, resistentiepatroon ++/+++/++ gevonden. Het is dus niet waarschijnlijk dat de patient praeoperatief reeds drager was van phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D.

Van 54 patienten was de "fall-out" van staphylococcen bij de operatie bekend. Van de postoperatieve staphylococceninfecties heeft de besmetting bij 10 (18,5%) op de operatiekamer plaatsgevonden.
Op grond van de op pag. 75 genoemde zes criteria kunnen we slechts bij twee patienten (no. 60 en 67) met grote zekerheid dit epidemiologisch verband aantonen.
Tabel 9 geeft een overzicht weer van deze 10 patienten.
Op de vraag welke de bronnen van deze luchttypen zijn en hoe ze in de lucht geraken, zullen we trachten een antwoord te geven in hoofdstuk IX.
Het bleek dat van alle 10 patienten de bron van de luchttype terug te vinden was: tweemaal bij de patient zelf en achtmaal bij het operatiekamerpersoneel.
Uit tabel 7 blijkt, dat de bij het operatiekamerpersoneel gevonden staphylococcen veelvuldig op de sedimentatieplaten zijn gevonden. De typen -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. en -/29, 80, 77A, 44B/- komen in de gehele onderzoekperiode in de "fall-out" van vele operaties voor zonder dat deze door een wondinfectie gevolgd worden (figuur 9).
Waarom deze luchttypen, die waarschijnlijk in vele operatiewonden sedimenteren, bij relatief weinig patienten een wondinfectie gegeven hebben, is waarschijnlijk afhankelijk van biologische factoren van de patient.
Dat toevalsfactoren een rol spelen bij de sedimentatie lijkt minder waarschijnlijk voor phaagtype -/79, 53, 54, 75/- x 1000 R.T.D. waarvan 215 kolonies in de lucht zijn gevonden. Het is niet denkbaar, dat deze kolonies selectief op de sedimentatieplaten zouden neerdalen en niet in de naburige operatiewonden noch op

de steriel zône. Een grotere dichtheid van staphylococcen in de lucht vergroot mogelijk het risico voor het optreden van postoperatieve wondinfecties.

Uit tabel 7 blijkt overigens, dat van de 32 verschillende luchttypen, alleen die stammen infectie geven die veelvuldig in de operatiekamer voorkomen (zie ook tabel 9). Het phaagtype -/79, 53, 54, 70, 75/- 1000 x R.T.D. dat het meest in de operatiekamerlucht is gevonden, is in de etter van 6 van de 10 wonden aangetoond. Dit lijkt aannemelijk, omdat frequent in de lucht voorkomende typen meer kans krijgen in een operatiewond te sedimenteren dan sporadisch voorkomende stammen. Echter kunnen er incidenteel, door een onbekende bron die onvoorzien aanwezig is op de operatiekamer, plotseling coccen in de lucht voorkomen, die een infectie kunnen veroorzaken, getuige de infecties met de phaagtypen -/71, 42E/- (patient no. 35) en -/3A, 3B, 55, 71/52A, 42E (patient no. 70).

Uit sommige publikaties blijkt dat langere duur van de operatie de wondinfectiefrequentie doet toenemen (National Research Council, 1964; Public Health Laboratory Service, 1960; Lidwell, 1961). Uitgaande van gelijkmatige bacterieregen ("fall-out") die in de wond daalt, zouden langer durende operaties met meer bacteriën besmet raken. Aangenomen dat het optreden van een infectie afhankelijk is van het aantal besmettende bacteriën, zou dit een verklaring kunnen vormen voor het ontstaan van infecties door de lucht. Van bovengenoemde 10 patienten bedroeg de gemiddelde operatieduur 1.30 uur met variaties van 0.40 - 3.10 uur. Men mag aannemen dat deze tijdsduur groot genoeg is voor sedimentatie van staphylococcen in de wond. Aangezien de bacterieregen tengevolge van de wisselende activiteiten in de operatiekamer niet gelijkmatig zal zijn, menen wij dat de duur van de operatie slechts een ondergeschikte rol speelt. Ook de snelheid van sedimentatie zal hierbij een rol spelen, doch hierover zijn geen gegevens bekend. De graad van luchtcontaminatie zal waarschijnlijk ook van belang zijn. De "fall-out" van deze 10 operaties bedroeg gemiddeld 4,6 kolonies staphylococcen met een variatie van 3 - 9 kolonies. Bij alle operaties tezamen bedroeg de "fall-out" der staphylococcen 2,4 kolonies. Hieruit blijkt een aanwijzing te bestaan, dat verhoogde contaminatiegraad van de lucht met staphylococcen hogere kans op staphylococceninfectie geeft. Uit figuur 9 blijkt eveneens, dat de meeste operaties, gevolgd door een "air-borne" infectie, verricht werden in een periode (maart - april) waarin de sedimentatie met de ettertypen duidelijk hoger was.
Een duidelijke conclusie kunnen we hier niet trekken, omdat vele andere factoren bij het ontstaan der infectie een rol spelen. Met name is het niet onmogelijk dat operaties van langere duur juist uitgevoerd worden bij patienten die voor infectie een grotere gevoeligheid hebben.

In de literatuur wordt verschillend geoordeeld over de waarde van de luchtbesmetting voor het probleem van de postoperatieve wondinfecties.
Meer onderzoek zal nog verricht moeten worden (Shaffer, 1964, Lepper, 1964).
Artz en Grogan (1961) vonden in een uitgebreid onderzoek, waarbij ieder half uur sedimentatieplaten in de operatiekamer werden uitgezet, slechts enkele kolonies staphylococcen. Deze achtten zij niet belangrijk als oorzaak voor postopera-

tieve wondinfecties.
Cubertson (1961) kon geen relatie tussen infectie en lucht aantonen.
Ook Howe en Marston (1962, 1963) vonden weinig correlatie tussen bacteriedichtheid van de lucht en wondinfectie.

Bovenstaande eigen onderzoekingen hebben aangetoond dat een aanzienlijk deel (18,5%) van de wondinfecties met staphylococcen waarschijnlijk vanuit de lucht ontstaan.
Onder bepaalde omstandigheden zal de luchtbesmetting aan betekenis winnen, zoals bij het toenemen van het aantal infectie-gevoelige operaties (Shooter 1956, Blowers 1955). De sedimentatie is in het algemeen gering en deze zal pas infectie veroorzaken bij dalen van de weerstand van de gastheer en tevens afhankelijk zijn van de localisatie van het operatieterrein (Brockner e.a., 1963).
Naast een zorgvuldige asepsis in het kader van de infectiebestrijding zijn maatregelen die de bacteriedichtheid en in het bijzonder de staphylococcendichtheid van de operatiekamerlucht doen afnemen, van groot belang.