HOOFDSTUK IV

METHODIEK VAN HET ONDERZOEK IN DE KLINIEK.

De beschrijving van het onderzoek naar de betekenis van verschillende bronnen van staphylococcen voor de postoperatieve wondinfectie zullen we in 3 afzonderlijke gedeelten splitsen:

A. De observatie van de postoperatieve wondinfectie.
B. Het onderzoek van de bronnen.
C. De meting van de luchtcontaminatie op de operatiekamer.

A. DE OBSERVATIE VAN DE POSTOPERATIEVE WONDINFECTIE:

Een van de redenen, dat in vele publikaties het postoperatieve infectiepercentage zo wisselend wordt opgegeven, zal ongetwijfeld liggen in het feit, dat de beoordeling van een operatiewond niet uniform is (Ljungquist, 1964). De vraag of een wond wel of niet geïnfecteerd is, wordt door verschillende onderzoekers niet steeds op dezelfde wijze beantwoord. Daarom is het een primaire eis, dat objectieve criteria gehanteerd worden bij het beoordelen van een wond.
Alleen afgaan op het bacteriologisch onderzoek van de wond is onbetrouwbaar, omdat het voorkomt, dat van een duidelijk geïnfecteerde wond de bacteriologische kweek van het purulente secreet negatief is, en dat de kweek van sereus vocht uit een wond of drainopening, die niet duidelijk klinisch geïnfecteerd is, soms groei van micro-organismen te zien geeft. In het eerste geval kan de afname van het materiaal niet op de juiste plaats zijn geschied, of op de juiste wijze verwerkt zijn; in het tweede geval kan het materiaal met huidflora zijn besmet. Ook is het mogelijk dat door toediening van antibiotica de micro-organismen gedood zijn. Bij een steriele kweek kan het Gram-preparaat een aanwijzing geven, dat er sprake is van ettervorming.
De volgende definitie van wondinfectie hebben wij aangehouden op klinische gronden:
Een wond is geïnfecteerd, wanneer er roodheid, of pijnlijkheid, zwelling en oedeem aanwezig is met afvloed van etter of purulent secreet.
Dit laatste hebben wij obligaat gesteld. Omdat wij de wondinfecties bestudeerden in hun epidemiologische relatie was bacteriologisch onderzoek van de etter vereist.
Alle gevallen van lichte infectie met alleen roodheid of infiltraatvorming zonder ettervorming hebben wij niet als infectie geregistreert. Vaak verdwijnen deze lichte wondreacties snel, verlengen het ziekenhuisverblijf van de patient niet en hebben geen betekenis als besmettingsbron.
De infecties werden op klinische gronden in 3 groepen verdeeld en dit werd ook

op het registratieformulier vermeld:

a. oppervlakkige infectie
b. diepe wondinfectie
c. klinisch zeer ernstige wondinfectie.

a. De oppervlakkige infectie wordt gekenmerkt door localisatie in de huid en het oppervlakkige deel van de subcutis met vaak een kleine dehiscentie van de huid over slechts een gedeelte van de wond, en door geringe etterafvloed. Ook ettervorming rond de steekgaatjes van de hechtingen werd als een oppervlakkige infectie beschouwd. Manifeste infectie van een drainopening werd ook als een oppervlakkige infectie gezien, hoewel de wond per primam intentionem genezen kan zijn. De drain werd meestal niet door de wond, doch door een aparte steekopening op enige afstand van de operatiewond naar buiten geleid. Het secreet van een drainopening kan vaak een positieve bacteriekweek te zien geven. Dit is echter niet voldoende om van oppervlakkige infectie te spreken. Daarvoor moet er roodheid en infiltratie rond de drainopening zijn met duidelijke purulente afscheiding.
Bij oppervlakkige infectie zijn meestal geen algemene verschijnselen van ontsteking, zoals temperatuursverhoging, te zien.

b. De diepe wondinfectie wordt gekenmerkt door het optreden van een tot dieper onder de huid zich uitbreidend absces met veel etterafvloed. Hierbij is dan meestal ook temperatuursverhoging aanwezig.

c. De klinisch zeer ernstige wondinfectie wordt gekenmerkt door heftige algemene ontstekingsverschijnselen, zeer hoge temperatuur of het optreden van algemene sepsis. Verder hebben we hier ook onder gerangschikt de infecties met aantasting (vaak met blijvende schade) van belangrijke organen bijv. een arthritis of geïnfecteerde vaatprothese of osteomyelitis na osteosynthese van een fractuur.

Het is duidelijk, dat er een arbitraire grens ligt tussen de oppervlakkige en de diepe wondinfectie.
De wonden werden geobserveerd door verschillende personen. nl. de zaalassistenten, soms mede beoordeeld door de chef de clinique of het hoofd van de afdeling Hierin lag het gevaar verscholen, dat sommige wonden ten onrechte geïnfecteerd of niet geïnfecteerd genoemd zouden worden en dat ook de indeling naar infectiegraad zou geschieden naar het persoonlijk inzicht van de behandelende arts.
Hoewel deze subjectieve component bij de beoordeling van de wonden niet te elimineren viel hebben wij dit zoveel mogelijk trachten te compenseren door de volgende maatregelen.

a. het geven van duidelijke instructies aan de artsen en verpleegsters over de de criteria van de wondinfectie en de indeling ervan,
b. op verzoek van de behandelende geneesheer bij twijfelgevallen persoonlijk de wond te beoordelen,
c. door het registratieformulier na ontslag te vergelijken met de ziektegeschiedenis en een mogelijke discongruentie met de zaalarts of de bacterio-

loog te bespreken en zodoende achteraf nog tot een juiste beoordeling van de wond te komen,

d. door persoonlijke observatie van alle wonden, die geen primaire genezing vertoonden.

Wat deze persoonlijke observatie betreft zijn wij in de gelegenheid geweest om de laatste 8 maanden van de onderzoekperiode zoveel mogelijk zelf alle voor infectie verdachte operatiewonden te zien en te beschrijven en bacteriologische monsters af te nemen (zie later).

Het epidemiologisch onderzoek omvatte de operaties, die plaats gevonden hebben in de periode van 1 sept. 1962 tot 1 mei 1963. Het nadeel van deze periode was, dat zij in de winter viel en eventuele seizoenverschillen niet tot uiting kwamen. Deze seizoenverschillen, die bij bepaalde infectieziekten duidelijk aan de dag treden, zijn bij de postoperatieve wondinfecties waarschijnlijk van minder belang zoals uit de literatuur blijkt (Nationaal Research Council, 1964).

In deze periode werd iedere wond als geïnfecteerd aangemerkt en geclassificeerd en bacteriologisch gecontroleerd door één en dezelfde persoon. Dit kwam de uniformiteit van het onderzoek zeer ten goede. Wij geloven, dat in deze periode weinig infecties onopgemerkt zijn gebleven.

Iedere geïnfecteerde wond, waarbij etterafvloed aanwezig was, werd bacteriologisch onderzocht door van deze etter een monster af te nemen door middel van een steriele wattentampon, welke in een steriele reageerbuis bewaard bleef.

Bij iedere wonduitstrijk werd ook een uitstrijk gemaakt van de neus van de patient voor epidemiologisch onderzoek (zie pag. 41).

Deze bacteriologische monsters werden zo gauw mogelijk (meestal binnen 1–2 uur) naar het bacteriologisch laboratorium gebracht.

Het uitstrijken van wond en neus geschiedde, –behalve de laatste 8 maanden door onszelf–, door de zaalarts of één van de oudere verpleegsters, die met de verbandwisseling belast was. Deze waren van te voren geïnstrueerd over de techniek van het uitstrijken en wij hebben dit regelmatig gecontroleerd.

Sereus vocht uit een klinisch niet duidelijk geïnfecteerde wond werd als routine uitgestreken, omdat wij bij een mogelijk later optredende infectie van deze wond zo vroeg mogelijk de wondflora wilden kennen. Afvloed uit een drainwond werd wel in principe doch niet als routine uitgestreken, omdat

a. deze drainwond onvermijdelijk is en niet als uiting van gestoorde wondgenezing gezien moet worden,
b. de drainage meestal spoedig stopt,
c. dikwijls het drainvocht van een niet infectieus proces afkomstig is (oud bloed, sereus vocht, gal).

Een drainopening werd wel als routine uitgestreken, wanneer er sprake was van:

a. infectie van de drainopening (oppervlakkige wondinfectie),
b. duidelijk purulente afvloed van de drainopening,
c. primair reeds aanwezig infectieproces, dat drainage vereist,
d. langdurige afvloed uit het drainkanaal, nadat de drain verwijderd was.

Bij een primair geïnfecteerde operatie werd er ook tijdens de operatie materiaal voor kweek afgenomen.
Een wond, verdacht van infectie, waarbij echter nog geen etterafvloed was, werd eerst onder steriele omstandigheden gepuncteerd teneinde door aspiratie de aanwezigheid van etter te kunnen aantonen. Deze punctie had het voordeel, dat een ontstekingsinfiltraat, dat nog spontaan zou kunnen resorberen, niet nodeloos geopend werd. Is dit geopend, dan is er kans op een secundaire infectie. Opgemerkt dient te worden, dat niet iedere roodheid of infiltraatvorming gepuncteerd werd, doch alleen bij verdenking op de aanwezigheid van een abces. Wanneer er enig punctaat werd verkregen, werd dit voor kweek ingestuurd, Soms bleef deze kweek steriel. Kwam het op een later tijdstip niet tot pusvorming, dan werd de wond niet als infectie geclassificeerd. Groeiden er wel micro-organismen, dan werd de wond als geïnfecteerd gekenmerkt. Indien bij een groot fluctuerend wondabces veel pus werd verwacht, hebben wij de wond eerst gepuncteerd, alvorens deze te openen. Dit voorkwam een besmetting van de huid en kleding van de patient, alsmede van het beddegoed door overvloedig afstromen van etter.
Bij aanwezigheid van een abces werd dit geopend door enkel hechtingen te verwijderen en de wond door middel van een arterieklem volgens Kocher stomp te openen. Van de etter werd dan direct gekweekt. Dan werd na afname van het verband zo gauw mogelijk etter voor bacteriologisch onderzoek afgenomen. Op deze wijze menen wij zo veel mogelijk een representatief bacteriologisch monster afgenomen te hebben om zonder verontreiniging van buitenaf de voor de infectie verantwoordelijke wondflora te kunnen kweken.

Een enkele maal is dit niet gelukt, en werd het wondvocht (resp. etter) pas gekweekt, nadat er reeds enige tijd afvloed aanwezig was. Hierbij was dus de mogelijkheid van een secundaire besmetting niet uitgesloten. Deze situatie hebben wij zoveel mogelijk geregistreerd. Ook hebben wij deze gevallen voor epidemiologisch bronnenonderzoek in aanmerking laten komen, omdat een secundaire besmetting uiteraard niet obligaat is en omdat de eventueel op de operatiekamer in de wond gekomen bacteriën misschien toch gekweekt konden worden.

In de bovengenoemde periode van 8 maanden werden etterende wonden enige tijd bacteriologisch vervolgd door de kweek één of meerdere malen te herhalen. Bij langdurige afvloed werd dit in principe éénmaal per week gedaan. De opzet hiervan was om aan te tonen:

a. de mogelijkheid van secundaire besmetting,
b. de hardnekkigheid, waarmee de causale bacterie zich handhaaft,
c. de betekenis van de desbetreffende wond als bron voor een andere infectie,
d. de aanwezigheid van de causale bacterie alsnog bij een aanvankelijk steriele eerste kweek.

In dit laatste geval was het mogelijk, dat wij in de latere kweek toch een secundaire, op de zaal binnengekomen flora kweekten, doch de mogelijkheid was niet uitgesloten, dat dit toch de primair verantwoordelijke bacteriestam was. Deze gevallen hebben wij daarom ook in aanmerking laten komen voor epidemiologisch

onderzoek. Bovendien hebben wij van reeds geïnfecteerde operaties (klasse III) waarbij vaak de wond open bleef postoperatief gekweekt, omdat het niet was uitgesloten, dat op de operatiekamer een nieuwe besmetting ontstaan was. In deze gevallen blijft de vraag uiteraard moeilijk te beantwoorden in hoeverre deze secundaire besmetting het voortduren van het infectieproces onderhoudt of beinvloedt.

Als dag waarop de postoperatieve wondinfectie zich demonstreerde ("infectiedag" op het registratieformulier) werd aangegeven het tijdstip van het begin van de ettervloed. Dit kwam overeen met de datum waarop de kweek werd afgenomen. Wanneer echter de tekenen van een wondabces eerder optraden dan de kweekdatum, werd voor infectiedag aangehouden de datum, waarop het abces (de pusafvloed) voor het eerst vermeld werd. In een enkel geval, waarbij uit de beschrijving van het wondverloop niet duidelijk het tijdstip van ontstaan bleek, werd als infectiedag de kweekdatum aangenomen.

De observatieduur van een operatiewond bedroeg in het algemeen die periode, welke de patient in het ziekenhuis verbleef na de operatie. Minimaal was dit de periode tot aan het verwijderen der hechtingen. De hechtingen werden in het algemeen door de zuster verwijderd na toestemming van de zaalarts, zodat een goede observatie gewaarborgd was.

In geval van her-operatie zeer kort na de eerste ingreep b.v. 2 of 3 dagen, waarbij bij het openen van de oude wond geen tekenen van infectie te zien waren, werd de wond als niet geinfecteerd beschouwd, hoewel mogelijk zonder tweede interventie b.v. op de 7e dag een infectie ontstaan zou kunnen zijn.

Geheel juist is bovenstaand criterium (opnameduur) niet voor de observatieduur omdat bekend is, dat wondinfectie soms pas laat ontstaat wanneer de patient reeds weer thuis is. En zeer nauwkeurige indruk van de postoperatieve wondinfectie-frequentie verkrijgt men door de klinische observatie aan te vullen met een controle na ontslag van de patient (Williams 1960).

Wij hebben dit achterwege gelaten, omdat wij van mening waren, dat dit de omvang van ons onderzoek te buiten ging en omdat vele infecties, die buiten het ziekenhuis optreden, zich aan bacteriologisch en dus epidemiologisch onderzoek onttrekken. Alleen die infecties, die zich kort na het ontslag op de polikliniek meldden, met een wond die zeer recent purulente afvloed vertoonde, hebben wij alsnog als postoperatieve infectie laten meetellen.

B. HET ONDERZOEK VAN DE BRONNEN.

In de literatuur wordt aangegeven, dat de Staphylococcus aureus ubiquitair in het ziekenhuis voorkomt en een vrij hardnekkige overlevingsduur heeft, ook in gedroogde toestand. (Rountree, 1963, Maltman 1960). Staphylococcen zijn te isoleren op vele plaatsen van de omgeving van de patient: vloer (huisstof), dekens beddegoed, bedgordijnen, wanden, meubilair, gebruiksvoorwerpen.

Op grond van hun eigenschap in droge stof (b.v. dekens, vloeren) te kunnen blijven leven, kunnen ze ook in de lucht voorkomen (Corn en Stein 1966). Echter kun-

nen wij bovenstaande plaatsen niet als bronnen aanmerken, hoogstens als reservoirs, omdat de staphylococcen zich hier niet voortplanten (koloniseren), doch uiteindelijk te gronde gaan. (Lidwell and Lowbury, 1950).

De bron:

Als bron wordt het menselijk lichaam aangenomen, waar de neus en het perineum als kolonisatie-plaatsen het meest op de voorgrond staan. Hare en Thomas (1956) en Hare en Ridley (1958) hebben op dit gebied fundamenteel onderzoek gedaan. Zij onderzochten personen, die staphylococcen in de neus herbergden.
Bij deze dragers konden zij ook staphylococcen op andere plaatsen van het lichaam aantonen. Hierbij bleek dat vooral huidcontaminatie gevonden werd op die plaatsen, die in contact stonden met de neus, nl. de huid rond mond en neus en en de vingers. Hare nam aan dat deze huid besmet raakte na contactbesmetting vanuit de neus. Tijdens een collegeuur bestudeerde hij 9 studenten. Deze bleken gemiddeld 15 maal met de hand de neus aan te raken.
De huidbesmetting was aanzienlijk groter bij neusdragers, dan bij personen met een negatieve neusuitstrijk. In de meeste gevallen betrof het een identiek phaagtype. De neusdragers bleken dus meestal ook huiddragers te zijn. Waarschijnlijk echter is de neus de primaire kolonisatieplaats en de huid secundair besmet.

Primair huiddragerschap heeft Hare echter ook aangetoond. Een aantal onderzochte personen bleek een negatieve neusuitstrijk te hebben, doch bij herhaling een positieve huidkweek. In deze gevallen bleek voornamelijk het perineum zwaar te zijn besmet. Men spreekt daarom ook wel van "perineumdragers".

Ook de haren bleken bij vele dragers staphylococcen te bevatten.
Summer e.a. (1965) vonden dat de haren van een ander type bevatten dan de neus. Zij spreken in dat geval van "haardragers".
Soortgelijke waarnemingen heeft Hare tijdens een sympasium over ziekenhuisinfecties in Londen meegedeeld (Hare, 1963).
De keel en de darm (faeces) nemen wat het herbergen van staphylococcen betreft een veel minder belangrijke plaats in.

Bovendien hebben Hare en zijn medewerkers de kleding van "dragers" onderzocht met behulp van de kweekmethode volgens Blowers en Wallace (1955). De meeste besmetting werd gevonden aan de achterzijde van de pantalon, de voorzijde van de jas en de zakdoek. Deze laatste waarneming doet het gevaar voor de verspreiding van staphylococcen zien van het neussnuiten op de operatiekamer of op de chirurgische zalen. Op grond van de zware besmetting van de voorzijde van de jas mag worden gesteld dat uittrekken van deze jas voor het betreden van de operatiekamer als een eenvoudige sluismaatregel zinvol is. Bij de verpleging van voor infectie gevoelige patienten, b.v. op een afdeling voor intensieve behandeling, is het daarom van belang, dat het ziekenhuispersoneel de jas of de schort verwisselt voor het binnentreden.

Bij 75% van de neusdragers bleek de kleding hetzelfde phaagtype te herbergen

als de neus en bij 25% was het type verschillend. In dit laatste geval had de besmetting van de kleding waarschijnlijk plaatsgevonden vanuit de omgeving. Dit wijst er op dat de kleding van ziekenhuispersoneel een rol kan spelen bij het optreden van kruisinfecties.
Ook het beddegoed van patienten die neusdrager zijn kan met het "eigen type" secundair besmet raken.

Dispersie

Reeds in 1948 vonden Duguid en Wallace dat staphylococcendragers, die gedurende enige tijd bewegingen maakten in een daarvoor ingericht kamertje, hun staphylococcen aan de lucht afstonden. Dit verschijnsel wordt dispersie genoemd. Hoe groter de activiteit was, des te groter was de dispersie. Zij vonden dat de wrijving ("friction") tussen kleding en huid de dispersie veroorzaakte. De normale operatiekleding zou dus de dispersie niet tegengaan. Speciale kleding, welke nauw om polsen en enkels sloot, gaf minder dispersie.
Hare heeft deze dispersieproeven herhaald. Hij vond dat alleen dragers hun stammen dispergeerden, doch dat personen met een negatieve neusuitstrijk geen dispersie vertoonden. Belangwekkend is ook zijn waarneming dat een naakte drager tijdens activiteiten minder dispersie gaf, dan het uitschudden van zijn gedragen kleding in de dispersiekamer. Waarschijnlijk gaat de dispersie van dragers via de secundaire besmetting van hun kleding. Dit zou een argument zijn om bij het sluizen van de operatiekamer (zie hoofdstuk II) het personeel te instrueren zich om te kleden. Bovendien toonde Hare aan dat de dispersie in het algemeen niet direct vanuit de neus optreedt. Bij rustig ademhalen en spreken was er geen duidelijke dispersie, wel echter bij niezen. Een spreekverbod op de operatiekamer heeft waarschijnlijk weinig betekenis voor het voorkómen van dispersie, hoewel het om disciplinaire redenen wel wenselijk is.
De dispersie is waarschijnlijk afhankelijk van de mate van besmetting. Solberg (1965) vond dat het appliceren van antibiotica in de neus een daling te zien gaf van het aantal staphylococcen op de huid en een vermindering van de dispersie. Bovendien toonde hij aan dat perineumdragers in een enkel geval vijfmaal zo sterk dispergeerden als neusdragers.
De dispersie kan ook uitgaan van het beddegoed en met name van de dekens. Het opmaken van bedden geeft vaak in sterke mate dispersie van de staphylococcen behorende bij de patient die het desbetreffende bed bezet. (Solberg, 1965, Rubbo e.a. 1963, Noble, 1962).
Waarschijnlijk is dispersie bij zeer zieke patienten groter (Rountree, 1965, Solberg, 1965, Lidwell, Polakow e.a. 1966).
Door Speers e.a. (1965) en Bethune e.a. (1965) is aangetoond, dat bij het dragen van steriele operatiekleding over de gewone kleding toch dispersie optrad. Ook bleek dat het douchen een vermeerdering van dispersie te zien gaf welke een half uur na het douchen een maximum bereikte. Pas na twee uur was deze dispersie weer verdwenen.

Bij de dispersie komen de bacteriën waarschijnlijk niet direct in de lucht, doch gehecht aan vaste deeltjes. Dit kunnen textielvezels zijn, waarbij katoenvezels belangrijker zijn dan wol. Davies en Noble (1962) hebben de lucht onderzocht op ziekenzalen. Zij toonden aan dat de deeltjes, die staphylococcen bevatten, huidschilfers waren. Waarschijnlijk berust de dispersie op desquamatie van huidschilfers, welke beladen zijn met staphylococcen van de drager. De vraag, waarom slechts enkele dragers in sterke mate dispersie vertonen, is nog niet beantwoord. Een droge of schilferende huid zal een praedisponerend moment kunnen vormen.

Deze dispersie was het uitgangspunt van ons verder onderzoek. Wij wilden dus staphylococcendragers uit de omgeving van de operatiepatient opsporen en nagaan of zij al dan niet de bron van de infectie zouden kunnen zijn. Daarnaast lag het voor de hand om de lucht als transmissie-medium te bestuderen. Omdat het perineum voor massaonderzoek sociaal gezien minder toegankelijk is en ook minder vaak staphylococcen herbergt, hebben wij in navolging van vele auteurs de neus als bron (= kolonisatie-plaats) van de Staphylococcus aureus gekozen. Wij hebben de volgende bronnen onderzocht:

1. neus van het personeel, dat mogelijkerwijs contact met de patient gehad zou kunnen hebben, dus zowel operatiekamer- als zaalpersoneel,
2. de neus van de patient zelf om een eventuele autoinfectie aan te tonen
3. een infectieuse laesie elders op het lichaam bij de patient, bij het personeel (furunculosis) of bij de hem omringende patienten.

Het onderzoek van de infectieuse laesie bij de patient zelf of bij de andere patienten was gelijk aan dat van de postoperatieve wondinfectie. Ieder infectieus proces bij de zaalpatienten werd eventueel bij herhaling uitgestreken. Dit gold ook voor infectieuse laesies van patienten, die niet geopereerd werden. Van deze patienten was geen infectie-registratieformulier aanwezig.

Het was mogelijk dat een etterend proces (b.v. furunkel, decubitus, geïnfecteerd grangraen) zowel bij niet- als bij wel geopereerde patienten een staphylococcenbron zou kunnen zijn. Alder en Gillespie (1964) vonden dat decubitus bij orthopaedische patienten in 28% resistente staphylococcen bevatten. Deze patienten bleken regelmatig dispersie van staphylococcen te geven. Thom en White (1962) en Selwijn (1965) constateerden dispersie vanuit septische leasies. Zowel patienten als personeel kunnen hun kleding vanuit een septische leasie (b.v. furunkel) besmetten en op deze wijze de staphylococcen dispergeren.

Het personeel werd geïnstrueerd zoveel mogelijk eigen infectieuse leasies, b.v. furunkels, bij de hoofdzuster of personeelsarts te melden. Deze zorgden ervoor, dat het desbetreffende personeelslid bacteriologisch onderzocht werd. Zonodig werd een personeelslid tijdelijk uit de werkkring verwijderd.

Het onderzoek van de neus geschiedde door middel van één droge steriele wattentampon, waarmee het vestibulum nasi van beide neusgaten uitgestreken werd. De tampon werd enkele malen circulair over het slijmvlies gedraaid, zodat de tampon aan alle zijden met het slijmvlies in aanraking geweest was en zodat

ook zoveel mogelijk alle delen van het slijmvlies bereikt werden.
Door Borst (1960) wordt aangegeven, dat tampons, die met steriele physiologische zoutoplossing bevochtigd zijn, meer kans op een positieve neusuitstrijk geven. Bij een staphylococcenonderzoek in 1958 op de verloskundige afdeling (Rottinghuis en Huysmans), waarbij naast elkaar de droge en vochtige tampon werden vergeleken, bleek geen verschil aantoonbaar, zodat wij besloten de droge tampon als routine toe te passen.
Een tweede vraag, die zich aan ons voordeed, was de mogelijkheid van een grotere staphylococcen dichtheid op het slijmvlies hogerop in de neus (Rubbo, Christie, 1960). Dit hebben wij onderzocht door bij 100 proefpersonen de uitstrijk van het vestibulum nasi te vergelijken met de hoge neusuitstrijk, welke werd uitgevoerd door de keel,- neus en oorarts Dr. Dokkum door middel van rhinoscopia anterior. Hierbij is geen duidelijk verschil in uitkomst te voorschijn gekomen, zodat we besloten de uitstrijk van het vestibulum nasi als routine te gebruiken.
De neus werd uitgestreken op boven beschreven wijze bij al het personeel (artsen, verpleegsters, verplegers, narcosepersoneel, huishoudelijk personeel), dat regelmatig op de operatiekamer of op de chirurgische zalen werkzaam was.
Iedere 2 weken werd bij ongeveer 100 mensen de neus uitgestreken. Dit werd gedaan door steeds dezelfde analyste, die hiermee door de infectiecommissie belast was. Van ieder betreffend personeelslid werd een kaart bijgehouden, waarop de tweewekelijkse neusuitstrijk was vermeld. Op deze wijze werd een goed overzicht verkregen over de "drager status" van een personeelslid. Ieder nieuw personeelslid, dat op de operatiekamer of op de chirurgische afdeling te werk werd gesteld, werd direct in dit kaartsysteem opgenomen, nadat bij hen op drie achtereenvolgende dagen de neus was uitgestreken.
De neus van de patient zelf werd uitgestreken op de operatiekamer, vlak voordat de narcose begon. Dit werd op de boven beschreven wijze gedaan door de anaesthesist, die hiervoor speciale instructies ontvangen had. Deze neusuitstrijk werd binnen enkele uren naar het bacteriologisch laboratorium gebracht. Bij het optreden van een postoperatieve wondinfectie was op deze wijze na te gaan of de neus van de patient hierbij mogelijk als bron gefungeerd had.
Om een dieper inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de neusflora van de patient en zijn eventuele wondinfectie hebben wij systematisch bij iedere wonduitstrijk een neusuitstrijk van de patient afgenomen. Op deze wijze konden wij geïnformeerd worden over het persisteren van het dragerschap van de patient en over de waarde van de neus als indicator voor algehele besmetting van de patient.

C. DE METING VAN DE LUCHTCONTAMINATIE OP DE OPERATIEKAMER.

Wij gaan bij de mogelijkheid van de lucht als besmettingsweg voor de operatiewond in de operatiekamer uit van de grondgedachte, dat er op een of andere manier bacteriën aan de lucht worden afgestaan; hetzij direct vanaf het menselijk lichaam (strooien of dispergeren), hetzij indirect vanaf verschillende oppervlakken (vloer) door opwerveling. Deze bacteriën, die aan kleinere of grotere stof-

deeltjes gehecht zijn, zweven kortere of langere tijd in de lucht en dalen dan weer op horizontale oppervlakken neer (sedimenteren) met een snelheid, die afhankelijk is van de deeltjesgrootte. Deze snelheid is daarnaast ook afhankelijk van enkele physische grootheden, zoals turbulentie, temperatuur en vochtigheid van de lucht. Deze "bacterie-regen" wordt de "fall-out" genoemd. Deze fall-out daalt dus ook neer op het steriele operatieterrein: dit wordt gevormd door de geopende wond en de omgevende steriele zône van afdek-materiaal en instrumententafel.

Uit sedimentatieproeven blijkt, dat op een voedingsbodem aanzienlijk minder staphylococcen neerdalen dan andere micro-organismen. Het verschil in sedimentatie tussen staphylococcen en andere micro-organismen zou theoretisch kunnen berusten op een verschil in sedimentatiesnelheid. Deze sedimentatiesnelheid is afhankelijk van de grootte van de stofdeeltjes die de bacteriën transporteren. Het is niet goed te verklaren dat staphylococcen zich hechten aan kleinere deeltjes dan andere micro-organismen. Waarschijnlijk is dit verschil in sedimentatiefrequentie te danken aan de geringe dichtheid van staphylococcen in de lucht. De grootte van de deeltjes, welke staphylococcen dragen, varieert van 8-16μ (Noble, 1963). Deze grootte komt overeen met een groepje epitheelcellen, waaraan de staphylococcen verbonden zijn. Dit is een aanwijzing dat deze staphylococcen afkomstig zijn van huiddragers (huidschilfers).
Deeltjes met een gemiddelde grootte van 12μ hebben een sedimentatie snelheid van 30-60 cm/minuut (Williams, 1967). Dit is voldoende om de operatiewond van een operatie van enige duur te bereiken.
Uiteindelijk heeft de hoeveelheid bacteriën in de operatiekamerlucht op zichzelf geen betekenis voor de contaminatie. Alleen de sedimentatie in de wond geeft begrijpelijkerwijs kans op een postoperatieve wondinfectie.
Dalen bacteriën in de wond neer en veroorzaken ze hier een klinische infectie, dan spreken we van "airborne-infection" = luchtinfectie. Wanneer bacteriën neerdalen op de steriele instrumenten (dus niet direct in de wond) en door deze instrumenten in de wond geraken en hier een infectie geven, menen wij dit ook als "airborne" infectie te moeten aanmerken en niet als contact infectie.
Williams (1960) toonde aan, dat het gehalte aan bacteriën van de lucht in de operatiekamer sterk beïnvloed wordt door de activiteit ter plaatse. Er blijkt tijdens het binnenrijden en overtillen van de patient een sterkere luchtbesmetting te ontstaan dan tijdens een rustige fase gedurende de operatie, wanneer de activiteit van het operatiekamerpersoneel gering is. Ook bleek duidelijk, dat in een operatiekamer, waar de activiteit sterk gereduceerd werd door een rigoureuze discipline van het personeel, de luchtbesmetting aanzienlijk lager is dan bij een ongedisciplineerde activiteit, zelfs bij gelijktijdig aanwezig zijn van een overdruk ventilatiesysteem.
Daarenboven is uit de literatuur bekend, dat er verschuivingen in de luchtbesmetting optreden in de loop van de dag. Met name is de luchtbesmetting later op de dag vaak hoger.
We onderscheiden dus twee begrippen: nl. de luchtbesmetting, d.i. de aanwezig-

heid van bacteriën in de lucht, en de fall-out van deze bacteriën; d.i. het neerdalen ervan.
Het bacteriologisch onderzoek van de lucht kan op tweeërlei manier geschieden; door het gebruik van: a. de slitsampler,
b. sedimentatie- of "fall-out"platen.
Met de slitsampler volgens Bourdillon (1946) meten we luchtbesmetting in een bepaalde korte periode: het aantal bacteriën per volume-eenheid per tijdseenheid. Dit geeft een quantitatieve indruk over het bacterie-gehalte van de lucht. Bij de slitsampler wordt door een smalle spleet gedurende een bepaalde tijdseenheid (2,6 of 18 minuten) een regelbare hoeveelheid lucht aangezogen (b.v. 20 liter per minuut). Deze lucht wordt geleid over een roterende voedingsbodem, een horizontaal geplaatste Petrischaal, welke 360° ronddraait in één van de bovengenoemde tijdsperioden. Daarna wordt deze voedingsbodem in het bacteriologisch laboratorium verder onderzocht: quantitatief wat betreft het totaal aantal kolonies en qualitatief op staphylococcen.
Deze methode geeft wel een quantitatieve maat voor de luchtbesmetting, doch geen informatie over de fall-out. De fall-out wordt gemeten met de zogenaamde sedimentatieplaat. Dit is een Petrischaal met een doorsnede van 9 cm. gevuld met 5% bloedagar, welke gedurende een bepaalde tijd horizontaal opgesteld staat in de operatiekamer. De uitslag hiervan (het totaal aantal kolonies) geeft aan de mate van fall-out, welke er in de desbetreffende periode plaatsvindt.

Uit een vergelijkend onderzoek, dat Cole en Bernard (1962) uitvoerden met de quantitatieve methode en de sedimentatieplaten toonden zij aan, dat zij met luchtafzuiging gedurende 10 minuten door een slitsampler vijf maal zoveel kolonies vingen als op een sedimentatieplaat, die 1 uur openstond. Verder toonde de slitsampler de aanwezigheid aan van kleinere deeltjes (<1 mikron), welke niet op de sedimentatieplaat vielen, doch in de lucht bleven zweven. Dit onderzoek zou de slitsamplermethode als superieur moeten duiden boven de sedimentatieplaat voor de meting van de luchtbesmetting.
Wat dit laatste betreft moge hun conclusie juist zijn, maar het was onze bedoeling om de "airborne" contaminatie van de wond aan te tonen en juist dit doen we beter met de sedimentatieplaat. Wanneer kleinere deeltjes in de lucht blijven zweven en niet op de sedimentatieplaat vallen, mogen we aannemen, dat ze in de gestelde periode ook niet in de wond vallen.
Het bovenstaande heeft voor ons de motivering gevormd om niet de slitsampler te gebruiken bij het luchtonderzoek, doch alleen de sedimentatieplaat.
Deze sedimentatieplaat werd 2 uur opengezet en daarna vervangen door een andere gedurende de tijd dat er geopereerd werd. De plaat werd geplaatst op de steriele bijzettafel, op dezelfde hoogte als de operatietafel vlak naast de steriele zône. Hierdoor meenden wij te bereiken, dat de zo gemeten fall-out representatief was voor de fall-out op de steriele zône en de open wond. (Huijsmans-Evers en van der Kolk, 1966).
Om de relatie tussen luchtbesmetting en wondinfectie te bestuderen zou het beter

zijn geweest om de luchtbesmetting tijdens één operatie te meten: met andere woorden een sedimentatieplaat aan de lucht bloot te stellen gedurende de periode van de huidincisie tot de laatste hechting. Een dergelijke sedimentatieplaat geeft een betrouwbare weerslag van de "bacterieregen" waaraan de operatiewond heeft blootgestaan.

Deze bacterieregen of "fall-out" tijdens een operatie geeft meer nauwkeurig aan hoe de besmetting van de lucht in de operatiekamer is ten tijde van de operatie, dan de gemiddelde waarden van de gehele operatiedag.

De sedimentatieplaten werden gedurende het gehele twee jaar durende onderzoek arbitrair gedurende twee-uursperioden uitgezet om de volgende redenen:

1. Er bestond in het begin behoefte aan enige informatie over de bacteriële besmetting van de operatiekamerlucht, zonder speciaal de "fall-out" per operatie te willen weten.
2. Door constante observatieduur te nemen was het mogelijk om over langere tijd het verloop van de luchtbesmetting te bestuderen en de invloed van bijvoorbeeld seizoen of bepaalde maatregelen (ventilatie, sluissysteem) waar te nemen.
3. Het was mogelijk door steeds vaste tijdstippen te nemen, het verloop van de luchtbesmetting over één dag te meten.
4. Bij langdurige operaties kan een sedimentatieplaat, die de gehele duur van de operatie openstaat, zoveel kolonies bevatten, dat het bacteriologisch onderzoek bemoeilijkt wordt.
5. Bij het gebruik van één sedimentatieplaat per operatie zouden er twee platen uitgezet moeten worden, omdat aan twee tafels tegelijk geopereerd werd. Dit zou organisatorisch-technisch meer werk met zich meebrengen en de kans op fouten vergroten. Bovendien bleek bij een vergelijkend onderzoek met meer platen die tegelijk uitgezet waren, dat de sedimentatie daarop over het algemeen gelijk was, zodat één sedimentatieplaat, centraal geplaatst tussen beide tafels, voldoende informatie gaf.

Om de "fall-out" van iedere operatie te weten werd deze berekend door de operatietijd te vergelijken met de sedimentatieplaten, die gedurende die tijd aan de lucht blootgesteld waren.

De operatietijd was bekend uit de infectie-registratieformulieren, waarop het begin- en eindtijdstip genoteerd stonden.

De sedimentatieplaten waren bloed agar platen, welke door het bacteriologisch laboratorium genummerd aan de operatiekamer verschaft werden. De hoofdzuster van de operatiekamer, hiervoor speciaal geïnstrueerd, heeft deze platen opengezet en na twee uur weer afgedekt.

De platen werden dezelfde dag nog naar het bacteriologisch laboratorium gebracht voor verder onderzoek. Hierbij gevoegd was een lijst, waarop de hoofdzuster van de operatiekamer noteerde: het nummer van de plaat en de periode, waarin deze aan de lucht had blootgestaan; b.v. 8-10 uur of 10-12 uur. Een en-

kele maal is het uitzetten van een sedimentatieplaat mislukt, omdat dit vergeten was ten gevolge van de drukte of de spanning tijdens een enerverende gebeurtenis op de operatiekamer. Dit uitvallen van een sedimentatieplaat werd op bovenstaanlijst genoteerd. Dit kon op het bacteriologisch laboratorium gecontroleerd worden, omdat er geen enkele kolonie op groeide en omdat kleine stofdeeltjes of haartjes e.d. niet op de plaat aanwezig waren; welke men wel ziet op platen, die een tijdlang hebben opengestaan. Wij hebben de ervaring, dat wanneer een plaat twee uur heeft opengestaan tijdens activiteit op de operatiekamer, na bebroeden bij 37°C er altijd groei van bacteriën is.