

RIVM rapport 210601005/2004

**PREZIES: PREventie van ZIEkenhuisinfecties  
door Surveillance. Component wondinfecties  
na hartchirurgie, pilotstudie 2001-2002**

E.L.P.E. Geubbels, S. van den Hof, A.E. van der  
Zeeuw, J.C. Wille, A.S. de Boer

Meewerkende organisaties:

Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO en deelnemende ziekenhuizen

Correspondentieadres:

S. van den Hof, projectleider PREZIES  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu  
Centrum voor Infectieziekten Epidemiologie (PB 75)  
Susan.van.den.Hof@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en de Inspectie voor de Gezondheidszorg, in het kader van project V21061, PREZIES Surveillance van Ziekenhuisinfecties.

## Rapport in het kort

In Nederland ondergaan jaarlijks ongeveer 14.000 patiënten een openhartoperatie in één van de 13 gespecialiseerde hartcentra. Als complicatie van openhartoperaties kunnen postoperatieve wondinfecties optreden. Zowel bij het borstbeen (sternum) als bij de plaats, meestal het been, waar het vervangende bloedvat voor een by-pass vandaan wordt gehaald (donorplaats), kunnen wondinfecties ontstaan. Surveillance, het doorlopend registeren van het vóórkomen van deze wondinfecties, is een belangrijk hulpmiddel om de infectiepreventie te verbeteren. In 2001-2002 is een proefonderzoek uitgevoerd door zeven Nederlandse hartcentra om een gestandaardiseerde registratiemethode voor wondinfecties na hartchirurgie uit te testen en om te bepalen voor welke risicofactoren gecorrigeerd zou moeten worden, voordat infectiepercentages van ziekenhuizen met elkaar vergeleken kunnen worden. Op basis van de resultaten van dit proefonderzoek is een definitief protocol vastgesteld voor de surveillance van wondinfecties na hartchirurgie.

De hartcentra verzamelden informatie over 1612 openhartoperaties en over het gevolgde infectiepreventiebeleid bij openhartoperaties. Er werden 21 diepe infecties van de sternumwond (incidentie 1,3%) en 24 oppervlakkige infecties van de sternumwond (incidentie 1,5%) geregistreerd. Bij de 1013 patiënten met een donorwond werd bij 43 een donorwondinfectie (incidentie 4,2%) geregistreerd. Ongeveer de helft van de sternumwondinfecties en 84% van de donorwondinfecties trad op na ontslag uit het hartcentrum. Bij patiënten die langer gevolgd werden in de surveillance, werd dan ook een hoger infectiepercentage gevonden. De belangrijkste risicofactoren voor het krijgen van een wondinfectie waren hogere leeftijd, vrouwelijk geslacht, hoger lichaamsgewicht, insuline-afhankelijke suikerziekte, langere tijd gebruik hart-longmachine, hogere laagste temperatuur tijdens de operatie, en het ondergaan van een spoedeisende operatie of een re-incisie van de sternumwond. Deze risicofactoren kunnen gebruikt worden om referentiecijfers te genereren die gecorrigeerd zijn voor de belangrijkste versturende factoren.

## **Abstract**

### **Prevention of Nosocomial Infections through Surveillance. Report on a pilot study on surveillance of wound infections after heart surgery**

Yearly, about 14,000 patients undergo open heart surgery at one of the 13 specialized heart centres in the Netherlands. Since surgical site infections can occur as a complication, surveillance of these infections is an important tool for prevention. In 2001/2002 a pilot study was carried out in seven Dutch heart centres to test a standardized registration method for wound infections after heart surgery. Additionally, the study was to assess which risk factors should be adjusted for to allow comparison of infection rates among the centres. A definitive protocol for the surveillance of wound infections after heart surgery has now been established on the basis of the results of this pilot study. For the study the heart centres collected information on 1612 open heart operations and on the infection prevention policy for open heart surgery. Twenty-one deep sternal wound infections (incidence 1.3%) and 24 superficial sternal wound infections (incidence 1.5%) occurred. Of the 1013 patients with a leg graft, 43 contracted a wound infection at the harvest site (incidence 4.2%). About 50% of the sternal wound infections and 84% of the donor wound infections were contracted after discharge from the heart centre. Patients with a longer follow-up period after the operation were more often recognized as having a wound infection. The most important risk factors for contracting an infection were higher age, being female, higher body mass index, having insulin-dependent diabetes, longer perfusion time, higher lowest body temperature during the operation, and undergoing an emergency operation or a re sternotomy after the original operation. These risk factors can be used to generate reference data for wound infections after heart surgery, which are adjusted for the most important confounding factors.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 <i>Openhartoperaties</i>	6
1.2 <i>Postoperatieve wondinfecties</i>	6
1.3 <i>Wie loopt risico?</i>	6
1.4 <i>Zijn postoperatieve wondinfecties te voorkomen?</i>	7
1.5 <i>Surveillance</i>	7
1.6 <i>De PREZIES pilotstudie voor postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie</i>	8
<b>2. Methoden</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Protocolontwikkeling</i>	9
2.2 <i>Standaardisatie van de surveillance</i>	9
2.3 <i>Dataverzameling</i>	9
2.4 <i>Data-analyse</i>	10
2.4.1 <i>Gegevensstromen</i>	10
2.4.2 <i>Opschonen</i>	10
2.4.3 <i>Analyse in sub-sets</i>	10
2.4.4 <i>Bewerking gegevens</i>	10
2.4.5 <i>Beschrijving gegevens</i>	11
2.4.6 <i>Ontwikkeling voorspellende modellen</i>	11
2.4.7 <i>Analyse per hartcentrum</i>	12
2.4.8 <i>Overige analyses</i>	12
2.5 <i>Evaluatie van de pilotstudiemodule</i>	12
2.5.1 <i>Evaluatie van de benodigde tijdsinvestering</i>	12
2.5.2 <i>Evaluatie van de registratie van risicofactoren</i>	12
2.5.3 <i>Evaluatie van surveillance na ontslag</i>	13
<b>3. Resultaten</b>	<b>14</b>
3.1 <i>Beschrijving gegevens</i>	14
3.1.1 <i>Univariate analyse</i>	14
3.1.2 <i>Multivariate analyse</i>	25
3.1.3 <i>Verwachte en geobserveerde infectiepercentages per ziekenhuis</i>	28
3.1.4 <i>Infectiepreventiebeleid</i>	30
3.1.5 <i>Micro-organismen</i>	32
3.2 <i>Evaluatie van de pilotstudiemodule</i>	32
3.2.1 <i>Tijdsinvestering van de ziekenhuishygiënist</i>	32
3.2.2 <i>Haalbaarheid van de registratie van risicofactoren</i>	32
3.2.3 <i>Haalbaarheid van surveillance na ontslag</i>	33
3.3 <i>Wijzigingen in het protocol</i>	33
<b>4. Discussie</b>	<b>34</b>
<b>Dankwoord</b>	<b>35</b>
<b>Literatuur</b>	<b>36</b>

# 1. Samenvatting

In Nederland ondergaan jaarlijks ongeveer 14.000 patiënten een openhartoperatie in één van de 13 gespecialiseerde hartcentra. Als complicatie van openhartoperaties kunnen postoperatieve wondinfecties optreden. Alhoewel deze infecties niet altijd te voorkomen zijn, kunnen een zorgvuldige operatietechniek, goede hygiëne voor, tijdens en na de ingreep en een optimale immuunstatus en antibioticaprofylaxe er wel voor zorgen dat hun aantal tot een minimum beperkt blijft.

Surveillance is een belangrijk hulpmiddel om de infectiepreventie te verbeteren. Dit is het proces van meten, analyseren, interpreteren en terugkoppelen van gegevens over het voorkomen van infecties, waarna er zonodig verbeteringen in het beleid doorgevoerd kunnen worden, waarvan het effect weer bepaald kan worden met dezelfde meetmethode.

In 2001/2002 is binnen het PREZIES-netwerk een pilotstudie uitgevoerd door zeven Nederlandse hartcentra om een gestandaardiseerde registratiemethode uit te testen en om te bepalen voor welke risicofactoren gecorrigeerd zou moeten worden, voordat infectiepercentages van ziekenhuizen met elkaar vergeleken kunnen worden.

De hartcentra verzamelden informatie over 1612 openhartoperaties en over het gevolgde infectiepreventiebeleid bij openhartoperaties. Er werden 21 diepe sternuminfecties (incidentie 1,3%) en 24 oppervlakkige sternuminfecties (incidentie 1,5%) geregistreerd. Van de 1013 patiënten met een donorwond werd bij 43 een donorwondinfectie (incidentie 4,2%) geregistreerd. Ongeveer de helft van de sternuminfecties en 84% van de donorwondinfecties werd gevonden na ontslag uit het hartcentrum. Logischerwijs gaf een langere follow-up na de operatie dan ook een hoger infectiepercentage. De belangrijkste risicofactoren voor het krijgen van een wondinfectie waren: hogere leeftijd, vrouwelijk geslacht, hogere Quetelet index, insuline-afhankelijke diabetes, langere perfusieduur, laagste temperatuur, een spoedoperatie en een rethoracotomie volgend op de operatie. Opgemerkt dient te worden dat de identificatie van risicofactoren niet bedoeld is om directe aanknopingspunten te bieden voor interventies om de kwaliteit van zorg te optimaliseren. Wel kunnen de geregistreerde risicofactoren gebruikt worden om referentiecijfers te genereren die gecorrigeerd zijn voor de belangrijkste versturende factoren. Na correctie voor de belangrijkste versturende risicofactoren varieerden de infectiepercentages nog steeds sterk tussen de ziekenhuizen. Op basis van de ervaringen in deze pilotstudie is in het voorjaar van 2003 een definitief protocol vastgesteld voor de surveillance van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie binnen het PREZIES-netwerk. De belangrijkste wijziging is dat surveillance na ontslag voor donorwonden en de afname van preoperatieve neuskweken optioneel zijn geworden. Factoren die geen discriminerende risicofactoren bleken te zijn tijdens deze pilotstudie, worden in het definitieve protocol niet meer geregistreerd. De identificatie van ziekenhuizen met een –in de tijd- consistent laag infectierisico en de inventarisatie van hun infectiepreventiebeleid is een mogelijke eerste stap op weg naar het delen van ‘best practices’, waarbij ziekenhuizen kunnen leren van elkaars ervaringen.

# 1. Inleiding

## 1.1 Openhartoperaties

In Nederland ondergaan jaarlijks ongeveer 14.000 patiënten een openhartoperatie in één van de 13 gespecialiseerde hartcentra verdeeld over het land.<sup>1</sup> Veel van deze patiënten worden geopereerd vanwege een verstopping in de kransvaten, een slecht functionerende hartklep of een combinatie van beide. In het eerste geval wordt er een bypassoperatie uitgevoerd, ofwel de patiënt krijgt een of meer coronair-arteriele bypass grafts (CABG). In geval van een klepoperatie wordt er een kunstklep geïmplantéerd of vindt er een klepplastiek plaats. Bij alle openhartoperaties wordt een incisie gemaakt in het sternum om het hart te kunnen benaderen. Bij sommige CABG-operaties, waarvoor een donorvat elders uit het lichaam gebruikt wordt, wordt er nog een incisie gemaakt. Bij andere CABG-operaties is zo'n extra incisie niet nodig, omdat er gebruik wordt gemaakt van één of beide interne thoracale arteriën (mammaria arteriën of ITA) om de omleiding te maken. Het doel van openhartoperaties is om patiënten die vaak ernstig beperkt worden in hun functioneren een betere kwaliteit van leven te geven en om sterfte als gevolg van verstopte kransvaten te voorkomen.

## 1.2 Postoperatieve wondinfecties

Bij openhartoperaties kunnen complicaties optreden tijdens of na de operatie, bijvoorbeeld postoperatieve wondinfecties. Postoperatieve wondinfecties kunnen ontstaan in de sternumwond en/of in de wond die gemaakt is om het donorvat uit ten nemen. In het vervolg verdelen we postoperatieve wondinfecties naar type: 1) diepe sternumwondinfecties 2) oppervlakkige sternumwondinfecties 3) diepe donorwondinfecties en 4) oppervlakkige donorwondinfecties.

De in de literatuur gerapporteerde incidentie van wondinfecties na hartchirurgie loopt uiteen van 0,2% tot 7,6 % voor diepe sternuminfecties<sup>2,3,4,5,6,7,8,9,10,11</sup>, van 1,9% tot 6,4% voor oppervlakkige sternuminfecties<sup>8,9</sup> en van 3,4% tot 6,2% voor donorwondinfecties.<sup>5,10</sup> Postoperatieve wondinfecties hebben aanzienlijke extra sterfte, ziekte en kosten tot gevolg. Hollenbeak rapporteerde dat een diepe sternumwondinfectie de opnameduur met 20 dagen verlengde, leidde tot een 36 keer zo hoge kans op sterfte en € 19.000,- extra kostte.<sup>12</sup> Het is dan ook belangrijk om deze infecties zoveel mogelijk te voorkómen.

## 1.3 Wie loopt risico?

In principe kan iedere geopereerde patiënt een postoperatieve wondinfectie oplopen, maar voor sommige patiënten is het risico hoger: voor patiënten met suikerziekte, overgewicht, vrouwen, patiënten bij wie na de operatie de borstkas weer opnieuw opengemaakt moet worden (bijvoorbeeld vanwege een bloeding) en patiënten bij wie beide intrathoracale vaten zijn gebruikt voor een bypass.<sup>3,4,5,6,7,8,9,12,13,14,15,16</sup> Minder vaak genoemde risicofactoren voor postoperatieve wondinfecties zijn onder andere: hoge leeftijd, roken, COPD, een eerdere hartoperatie, neusdragerschap van *Staphylococcus aureus*, perifeer vaatlijden, lange preoperatieve opnameduur, soort operatie, slechte hartfunctie voor de operatie, hoge serumglucosewaarde preoperatief, peri-operatieve bloedtransfusie, gebruik van een Intra Aortic Balloon Pump, verlengde operatie- of perfusieduur, nierdialyse na de operatie, opnameduur op de intensive care en beademingsduur.<sup>2,3,4,5,6,8,9,10,13,14</sup>

## 1.4 Zijn postoperatieve wondinfecties te voorkomen?

Alhoewel het onmogelijk is om deze infecties volledig te voorkomen, kan het aantal patiënten met een postoperatieve wondinfectie wel tot een minimum worden teruggebracht. De meeste diepe postoperatieve wondinfecties worden waarschijnlijk veroorzaakt door bacteriën die de patiënt zelf bij zich draagt.<sup>10</sup> Een zorgvuldige operatietechniek en goede hygiëne voor, tijdens en na de ingreep moeten voorkomen dat micro-organismen de kans krijgen de wond te besmetten. Verder is de afweer belangrijk, d.w.z. een zo goed mogelijke immuunstatus van de patiënt en optimale antibioticaprofylaxe.

Om postoperatieve wondinfecties na openhartchirurgie te voorkomen dienen de algemene infectiepreventiemaatregelen die opgesteld zijn door de Werkgroep Infectie Preventie (WIP) nageleefd te worden.<sup>17,18</sup> Tenminste twee studies hebben laten zien dat invoering van een actief infectiepreventie en –controlebeleid het percentage postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie in een ziekenhuis verlaagt.<sup>11,19</sup> Daarnaast is specifiek voor hartchirurgische patiënten aangetoond dat met strikte optimalisatie van het perioperatieve serumglucose het risico voor diabetici verlaagd kan worden tot het risico dat niet-diabetici hebben.<sup>20,21</sup>

Ook eliminatie van neusdragerschap met *S. aureus* leidt tot een reductie van het percentage infecties, zo is gebleken uit een studie onder hartchirurgische patiënten met een historische controlegroep<sup>22</sup>, en uit een gerandomiseerde klinische trial in onder andere hartchirurgische patiënten.<sup>23</sup>

Voor wat betreft de operatietechniek is gerapporteerd dat zelfs bij hoogrisico patiënten een lage incidentie van sternumwondinfectie bereikt kan worden door een techniek te gebruiken waarbij het sternum lateraal ondersteund wordt.<sup>24</sup> Wanneer bij het vrijmaken van de ITA's een techniek gebruikt wordt waarbij weefselschade geminimaliseerd is, is ook gerapporteerd dat het risico op postoperatieve sternumwondinfectie lager is.<sup>25,26</sup>

## 1.5 Surveillance

Om de preventie van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie te optimaliseren is het nodig om te weten hoe vaak en bij welke patiënten deze infecties optreden. Vervolgens kan nagegaan worden of de infectiepreventie verbeterd kan worden en zo ja, op welke punten. Het monitoren van variatie in de incidentie van postoperatieve wondinfecties tussen ziekenhuizen, of binnen één ziekenhuis over de tijd, is een belangrijk hulpmiddel om de kwaliteit van de preventie van deze infecties te verbeteren. Er moet echter wel aan twee voorwaarden voldaan worden om de incidentie van postoperatieve wondinfectie als indicator van kwaliteit te kunnen gebruiken. Ten eerste moeten de methoden gestandaardiseerd zijn: er moeten vastgestelde infectiedefinities gebruikt worden, en moet er een gestandaardiseerde methode zijn om die infecties op te sporen. Ten tweede moet de variatie in incidentie veroorzaakt door versturende factoren weggefilterd worden. Het gaat dan om risicofactoren voor postoperatieve wondinfectie die niet beïnvloedbaar zijn door het zorgproces. Om vervolgens daadwerkelijk kwaliteitsverbetering te bereiken, is het nodig dat de gemeten informatie wordt teruggekoppeld naar de (para-)medici en verpleegkundigen die de hartpatiënten behandelen, zodat zij zo nodig de infectiepreventie kunnen aanpassen. Daarna kan gemeten worden of de aanpassingen geresulteerd hebben in een lager infectiepercentage. Dit proces van meten, analyseren, interpreteren, terugkoppelen, verbeteren en opnieuw meten, vatten we samen onder de noemer 'surveillance'.

## **1.6 De PREZIES pilotstudie voor postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie**

Voor algemene, orthopedische en gynaecologische chirurgie is al bekend dat het haalbaar is om een gestandaardiseerd systeem voor surveillance van postoperatieve wondinfecties op te zetten.<sup>27</sup> Ook is aangetoond dat met zo'n systeem de preventie van postoperatieve wondinfecties verbetert<sup>28,29</sup> en dat dit kosten bespaart.<sup>30</sup>

In 2000 is gestart met de ontwikkeling van een surveillancemodule voor postoperatieve wondinfecties na openhartchirurgie. Deze pilotstudie is opgezet om de haalbaarheid van het (registratie)protocol te testen, inclusief de surveillance na ontslag uit het ziekenhuis. Tevens was het doel om te bepalen welke risicofactoren de meeste variatie in het voorkomen van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie teweegbrengen. Op basis van de gegevens uit de pilotstudie kan de haalbaarheid van verzameling van bepaalde factoren afwogen worden tegen hun belang als versturende variabele. Tenslotte werden de gegevens gebruikt om het infectiepreventiebeleid in de deelnemende ziekenhuizen te inventariseren en, indien mogelijk, te spiegelen aan de infectiepercentages.

Op basis van de ervaringen met en de resultaten van de pilotstudie, is in het voorjaar van 2003 een definitief protocol vastgesteld voor de module postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie.



## 2. Methoden

### 2.1 Protocolontwikkeling

Het PREZIES team heeft medio 2000 een protocol ontwikkeld en dat gestuurd aan de maatschappen hartchirurgie en de infectiecommissies in de 13 Nederlandse hartcentra. Na een mondelinge bespreking in november 2000 en een schriftelijke commentaaronde in januari 2001 is het protocol op een workshop in oktober 2001 voorgelegd aan potentiële deelnemers. Voor de workshop waren vertegenwoordigers van de maatschappen hartchirurgie en ziekenhuishygiëne uitgenodigd uit alle 13 hartcentra. Deelnemers uit 10 hartcentra waren aanwezig. Met een aantal wijzigingen is vervolgens het protocol voor de pilotstudie vastgesteld en zijn zeven hartcentra begonnen met gegevensverzameling.

### 2.2 Standaardisatie van de surveillance

Om de surveillance te standaardiseren werd een aantal afspraken gemaakt. De betreffende afdelingen en operateurs dienden ingelicht, betrokken en akkoord te zijn. Vooraf moesten schriftelijke afspraken zijn gemaakt over de patiëntengroepen en operaties die geregistreerd zouden worden binnen het ziekenhuis. De procedure om infecties op te sporen bij patiënten die de bepaalde operaties ondergingen diende te zijn vastgelegd. Diegenen die de surveillance uitvoerden dienden over voldoende ervaring en opleiding beschikken om dit te doen. Als in het ziekenhuis meerdere personen de surveillance uitvoerden, moest het surveillancesysteem ook intern gevalideerd worden. Dit om verschillen bij het toepassen en de uitleg van de definities te voorkomen. De definities en de begrippen in het kader van de surveillance van ziekenhuisinfecties zoals gehanteerd binnen het PREZIES netwerk moesten in het ziekenhuis zijn geaccepteerd. Dit betrof o.a. de definities van ziekenhuisinfecties zoals gedefinieerd in richtlijn 25b van de WIP.<sup>31</sup> In het kader van de pilotstudie was het vaststellen van neusdragerschap van *S. aureus* bij de patiënten verplicht. Voor registratie van de gegevens moest men beschikken over adequate software en diende men vastgestelde specificaties (format, coderingen) te gebruiken voor het aanleveren van het ziekenhuisbestand. Aangezien veel hartchirurgische patiënten vanuit een ander ziekenhuis zijn doorverwezen en daar kort na de operatie ook weer naar terugkeren, was surveillance na ontslag van de patiënt uit het hartcentrum verplicht. Gedurende de pilotstudie werd om praktische redenen voor alle operaties en infecties een postoperatieve wondinfectie die binnen zes weken (42 dagen) na de operatie optrad als ziekenhuisinfectie meegeteld. Dit in tegenstelling tot de definities in de CDC/WIP, waar een termijn van 30 dagen geldt, of van een jaar in geval van implantatie van lichaamsvreemd materiaal.

### 2.3 Dataverzameling

De gegevensverzameling vond in ieder ziekenhuis plaats gedurende 3 opeenvolgende maanden die vielen in de periode november 2001 tot en met april 2002. De volgende gegevens werden vastgelegd over de patiënt: patiënt-identificatienummer, geboortedatum, geslacht, preoperatieve lengte en gewicht, insuline-afhankelijke diabetes mellitus, chronische obstructieve longaandoeningen, neusdragerschap *S. aureus* (op basis van één neuskweek), serumglucose (hoogste waarde 24 uur preoperatief), creatinine (hoogste waarde 24 uur preoperatief), opnamedatum, ontslagdatum IC (van de IC periode aansluitend aan de operatie), ontslagdatum uit het ziekenhuis waar de operatie werd uitgevoerd en datum waarop over de patiënt voor het laatst informatie verkregen is in het kader van surveillance na ontslag. De

volgende gegevens werden geregistreerd over de operatie: code chirurg (degene die de verantwoording had voor de operatie), code anesthesist, operatiedatum, soort operatie, aanwezigheid van een beenwond, gebruik van bilaterale mamma-arteriën als bypass, operatieduur, of de operatie gepland was of tijdens spoedeisende omstandigheden plaatsvond, of de operatie een heroperatie betrof, of er een rethoracotomie plaatsgevonden heeft binnen de vervolgperiode van zes weken (uitgezonderd rethoracotomie vanwege infectieuze complicatie), gebruik van de hartlongmachine en zo ja, de perfusietijd en de laagste temperatuur tijdens de operatie (nasale meting). Indien een postoperatieve wondinfectie optrad werd vastgelegd: de datum waarop de infectie manifest werd, of het de sternumwond en/of donorwond betrof, of er een verwekker geïsoleerd was en zo ja de soort(en) micro-organismen. De afzonderlijke criteria op grond waarvan de diagnose postoperatieve wondinfectie gesteld kan worden werden ook geregistreerd. In geval van een oppervlakkige infectie: pus, positieve wondkweek, bevestigd door arts, wond geopend. In geval van een diepe infectie: pus, wond geopend, bevestigd door arts, abces of tekenen van infectie macroscopisch of histopathologisch vastgesteld. Indien een patiënt neusdrager was van *S. aureus* en ook uit de wondkweek een *S. aureus* werd geïsoleerd, dan werd ook deze stam getypeerd.

## 2.4 Data-analyse

### 2.4.1 Gegevensstromen

Deze gegevens werden in het ziekenhuis volgens vastgestelde specificaties ingevoerd in software en opgestuurd naar het kwaliteitsinstituut CBO. Daar kregen de bestanden een ziekenhuisnummer toegekend, zodat ze geanonimiseerd naar ziekenhuis geanalyseerd konden worden. Op het RIVM werden de gegevens samengevoegd en vervolgens geanalyseerd in SAS voor Windows, versie 8.

### 2.4.2 Opschonen

Dubbele records werden verwijderd en de datumvelden werden gecontroleerd op logische opeenvolging en tyfouten. Gecheckt werd of de continue variabelen binnen de toegestane grenzen vielen.

Openhartoperaties anders dan bypass- en klepoperaties werden niet meegenomen in de analyses vanwege het zeer kleine aantal van deze overige operaties (n=10).

### 2.4.3 Analyse in sub-sets

De analyses werden uitgevoerd voor drie analysegroepen: diepe sternuminfecties, oppervlakkige sternuminfecties en donorwondinfecties. In de gegevensverzameling van deze pilotstudie werd alleen geregistreerd of er een beenwond was. Hoewel het been de meest gebruikte donorlocatie is, is een andere locatie (bijvoorbeeld de arm) ook mogelijk. Daarom werden de analyses beperkt tot die patiënten voor wie een beenwond geregistreerd was. In het definitieve protocol is de registratie op dit punt aangepast, zodat in de toekomst onderscheid gemaakt kan worden tussen de verschillende locaties van de donorplaats.

### 2.4.4 Bewerking gegevens

De Quetelet index werd berekend door het gewicht te delen door de lengte in het kwadraat. Het gebruik van bilaterale mamma-arteriën werd verwerkt in de soort operatie. De datum van surveillance na ontslag werd gebruikt om de follow-upduur te bepalen. Alle continue geregistreerde variabelen, i.e., leeftijd, Quetelet Index, serumglucose, creatinine,

preoperatieve opnameduur, operatieduur, perfusietijd, laagste temperatuur tijdens OK, opnameduur op de IC en de follow-up duur werden daarnaast ook als categorale risicofactor getest met verschillende klasse-indelingen. Voor operatieduur en perfusieduur werd zowel een operatiecategorie-specifieke als overall indeling in percentielklassen (P25, P50 en P75) gemaakt. Waar verschillende klasse-indelingen voor de continue risicofactoren getest zijn, is alleen degene met de sterkste associatie weergegeven in de resultaten. Dit kan voor de drie soorten infecties een verschillende indeling zijn. Zo is de percentielverdeling van de operatieduur voor patiënten met een donorwond anders dan voor patiënten zonder donorwond.

Er werden een aantal interactievariabelen aangemaakt, te weten een variabele voor de aanwezigheid van obesitas en/of diabetes, een variabele die de aanwezigheid van diabetes in combinatie met een verhoogde serumglucosespiegel weergaf, een variabele waarin het gebruik van de hartlongmachine en de perfusietijd gecombineerd werd (perfusieduur werd op 0 gezet als geen hart-longmachine werd gebruikt) en een variabele waarin het gebruik van de hart-longmachine en de laagste temperatuur tijdens OK gecombineerd werd.

#### **2.4.5 Beschrijving gegevens**

Met een univariate analyse werd het infectiepercentage naar categorale risicofactoren beschreven en werden relatieve risico's met 95% betrouwbaarheidsintervallen berekend. De associatie tussen categorale risicofactoren en infectiekansen werd getest met  $\chi^2$ , Cochran-Armitage test voor trend of Fisher exact test waar nodig.

Voor de continue risicofactoren werd de verdeling beschreven voor wel en niet geïnfecteerden, d.m.v. de mediaan en 5e en 95e percentiel. De associatie tussen continue risicofactoren en infectie werd getest met de Wilcoxon test.

De follow-up duur werd als 'risicofactor' beschouwd, omdat deze de detectiekans en dus de infectiepercentages van individuele ziekenhuizen kan beïnvloeden.

Patiënten die een oppervlakkige sternuminfectie hadden werden niet meegeteld als controle voor diepe sternuminfecties en vice versa. Patiënten met een donorwondinfectie werden wel meegeteld als controle voor sternumwondinfecties en vice versa.

#### **2.4.6 Ontwikkeling voorspellende modellen**

Alle risicofactoren met een p-waarde  $<0.25$  in de univariate analyse werden beschouwd als potentiële factoren in een voorspellend logistisch regressiemodel. Variabelen werden één voor één toegevoegd aan het model. Telkens werd de variabele die de c-index van het model het meest verhoogde in het model gehouden. De c-index is een maat voor voorspellende capaciteit en geeft de proportie weer waarin het model een hogere kans op POWI voorspelt voor patiënten die ook daadwerkelijk een POWI ontwikkelen, ten opzichte van patiënten die geen POWI ontwikkelen. Bij een c-index van 0,5 is de voorspellende capaciteit minimaal, bij 1 is die perfect.<sup>32</sup> Het eindmodel was bereikt wanneer geen van de factoren meer de c-index met minimaal 0,005 verhoogde. Op deze manier leveren de logistische regressiemodellen voorspellende algoritmen op. Door de verdeling van verschillende risicofactoren in te vullen in de voorspellende algoritmen kan voor een patiëntenpopulatie een verwacht infectiepercentage berekend worden.

Er werden 5 voorspellende modellen ontwikkeld, betreffende diepe c.q. oppervlakkige sternuminfecties voor alle patiënten samen, diepe c.q. oppervlakkige sternuminfecties voor patiënten die een CABG of een CABG + klepoperatie hadden ondergaan en donorwondinfecties voor patiënten met een beenwond. Vanwege het kleine aantal patiënten met donor(been)wondinfecties werd er geen onderscheid gemaakt tussen diepe en oppervlakkig donorwondinfecties.

### **2.4.7 Analyse per hartcentrum**

Eerst werden de geobserveerde infectiepercentages per soort infectie per hartcentrum berekend. Vervolgens werden de verwachte infectiepercentages bepaald op basis van de gegevens van alle hartcentra samen. Tenslotte werd met behulp van de hierboven beschreven modellen de gestandaardiseerde infectieratio's berekend (SIR, van 'Standardised Infection Ratio' = geobserveerde infectiepercentage / het verwachte infectiepercentage). De 95% betrouwbaarheidsintervallen om de SIR's werden berekend op basis van alleen de onzekerheid in de geobserveerde infectiepercentages. Wanneer de SIR groter is dan 1 worden er meer infecties gezien dan verwacht op grond van de kenmerken van de patiëntenpopulatie. In feite is deze SIR dus een manier om te corrigeren voor verschillen in infectierisico tussen de patiëntenpopulaties van verschillende ziekenhuizen. Door deze SIR's te gebruiken is het daarom mogelijk de gegevens uit de hartcentra aan elkaar te spiegelen.

### **2.4.8 Overige analyses**

Tenslotte werd het infectiepreventiebeleid in de hartcentra beschreven en werden de geïsoleerde micro-organismen geanalyseerd.

## **2.5 Evaluatie van de pilotstudiemodule**

### **2.5.1 Evaluatie van de benodigde tijdsinvestering**

Om de tijdsinvestering voor de pilotstudie hartchirurgie te evalueren werd de tijdsinvestering van de afdeling ziekenhuishygiëne van 1 ziekenhuis nauwkeurig vastgelegd. De betreffende afdeling heeft tijdens de registratie van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie gedurende één maand bijgehouden hoeveel tijd de hygiënist die de surveillance uitvoerde, bezig was met de registratie en de verwerking van de verkregen gegevens. Door de geïnvesteerde tijd met drie te vermenigvuldigen kon de totale investering ten behoeve van de pilotstudie berekend worden.

Van de volgende onderdelen werd de tijdsinvestering genoteerd:

- Bezoek aan de afdeling en verzamelen gegevens
- In ziekenhuisinformatiesysteem/operatiesysteem patiëntengegevens opzoeken en controleren of patiënten inderdaad geopereerd zijn en nagaan of er patiënten geopereerd zijn die (nog) niet in de registratie opgenomen zijn.
- Uitslagen neuskweken verzamelen en invoeren.
- Achter uitslagen neuskweken aangaan welke niet terugkomen.
- Invoeren gegevens in AICE! en verzendklaar maken.
- Bij vragenlijsten over surveillance na ontslag die niet worden teruggezonden telefonisch contact hierover.
- Verwerken teruggezonden vragenlijsten over surveillance na ontslag.
- Nazoeken van ontbrekende gegevens in statussen. Opvragen oude statussen van reeds ontslagen patiënten bijvoorbeeld bij poliklinische controle.

### **2.5.2 Evaluatie van de registratie van risicofactoren**

Tijdens een workshop op 27 maart 2003 met vertegenwoordigers van de deelnemende ziekenhuizen werd geëvalueerd welke risicofactoren in de praktijk lastig te registreren waren..

### **2.5.3 Evaluatie van surveillance na ontslag**

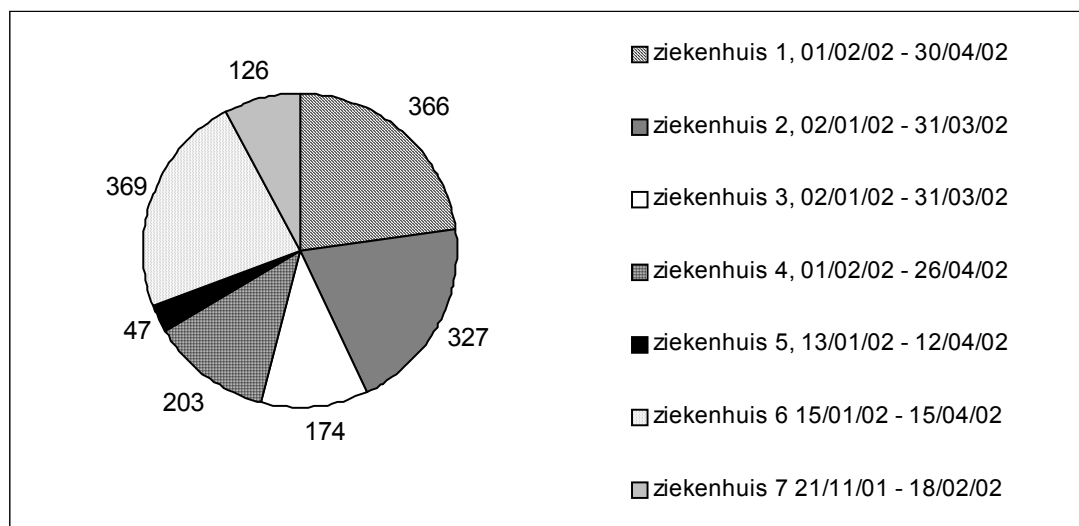
Tijdens een workshop op 27 maart 2003 met vertegenwoordigers van de deelnemende ziekenhuizen werd geëvalueerd of de registratie van surveillance na ontslag in de praktijk haalbaar was.

## 3. Resultaten

### 3.1 Beschrijving gegevens

De zeven hartcentra verzamelden informatie over 1612 openhartoperaties (CABG en/of klepoperaties). De aantallen operaties en periode waarin ze uitgevoerd zijn weergegeven in figuur 1.

In totaal werden 104 infecties geregistreerd maar hiervan traden er 16 (14 donorwond-, één oppervlakkige en één diepe sternumwondinfectie) op na de in het protocol afgesproken termijn van 42 dagen post-OK (mediane tijd tot infectie: 58 dagen). Binnen de afgesproken termijn van 42 dagen ontstonden er 21 diepe sternuminfecties (incidentie 1,3%) en 24 oppervlakkige sternuminfecties (incidentie 1,5%). Van de 1013 patiënten met een donorwond aan het been kregen er 43 een donorwondinfectie (incidentie 4,2%), 7 betroffen een diepe infectie van de donorwond. Ongeveer de helft van de diepe en oppervlakkige sternuminfecties en 36 van de 43 (84%) donorwondinfecties werden gevonden na ontslag uit het hartcentrum.



Figuur 1 Aantal operaties en registratieperiode, per ziekenhuis

Voor een goede vergelijking van ziekenhuis-opnameduur bij patiënten met en zonder infectie zou de totale opnameperiode in het opererend ziekenhuis en het ziekenhuis waarnaar de patiënt aansluitend overgeplaatst werd, bekend moeten zijn. Omdat de opnameperiode in het ziekenhuis waarnaar een patiënt aansluitend werd opgenomen niet geregistreerd wordt in deze module, is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over het effect van een infectie op de totale verblijfsduur in het ziekenhuis.

#### 3.1.1 Univariate analyse

Voor oppervlakkige en diepe sternuminfecties is de verdeling van infecties naar categorale risicofactoren weergegeven in tabel 1a en de uitkomsten van de univariate analyse in tabel 1b. De interactievariabelen zijn alleen weergegeven wanneer ze geassocieerd bleken met infectie. Tabel 1c geeft de verdeling en univariate analyse voor continue risicofactoren voor deze infecties.

Het hebben van alleen diabetes of obesitas gaf een niet tot matig verhoogd risico op sternumwondinfecties, maar de aanwezigheid van beide verhoogde het risico sterk, zowel voor oppervlakkige als voor diepe sternumwondinfecties (zie ook tabel 3). Er waren onvoldoende patiënten met een lage Quetelet-index ( $<20$ ) om ook het effect van een laag gewicht op de infectiekans te bestuderen. Een verhoogde serumcreatininewaarde was geassocieerd met een groter risico op diepe sternumwondinfecties. Het ondergaan van één of meer rethoracotomiën gaf een sterk verhoogde kans op sternuminfecties, net als een verlengde perfusieduur.

Tabellen 2a t/m c geven de resultaten van de univariate analyses voor donorwondinfecties weer. Hier waren andere risicofactoren belangrijk. Hogere leeftijd en vrouwelijk geslacht gaven een statistisch significant verhoogde kans op infectie van de donorwond. Bij patiënten die niet aan de hart-longmachine hadden gelegen was hypothermie geassocieerd met infectie. Voor de patiënten die wel aan de hart-longmachine gelegen hadden was hypothermie juist beschermend voor infectie. Een langere opnameduur op de IC aansluitend aan de operatie was geassocieerd met een verlaagd risico op infectie.

*Tabel 1a Verdeling van categorale risicofactoren voor patiënten met diepe en oppervlakkige sternuminfecties en controle patiënten zonder sternuminfectie.*

<b>Variabele</b>	<b>Aantal (%) patiënten met diepe sternuminfectie (n=21)</b>	<b>Aantal (%) patiënten met oppervlakkige sternuminfectie (n=24)</b>	<b>Aantal (%) controlepatiënten zonder sternuminfectie (n=1567)</b>
<i>Soort ingreep</i>			
Bypass zonder beide ITA	11 (52,4)	15 (62,5)	1064 (67,9)
Bypass met beide ITA	2 (9,5)	3 (12,5)	101 (6,5)
Klepooperatie	5 (23,8)	2 (8,3)	258 (16,5)
Bypass met klepooperatie	3 (14,3)	4 (16,7)	144 (9,2)
<i>Geslacht</i>			
Man	13 (61,9)	15 (62,5)	1149 (73,3)
Vrouw	8 (38,1)	9 (37,5)	418 (26,7)
<i>Leeftijd</i>			
< 65 jr	9 (42,9)	11 (45,8)	679 (43,4)
65-74 jr	7 (33,3)	7 (29,2)	584 (37,3)
≥ 75 jr	5 (23,8)	6 (25,0)	303 (19,4)
<i>Quetelet index</i>			
< 30 kg/m <sup>2</sup> (geen obesitas)	12 (60,0)	15 (62,5)	1194 (80,0)
≥ 30 kg/m <sup>2</sup> (obesitas)	8 (40,0)	9 (37,5)	298 (20,0)
<i>Diabetes type I</i>			
Nee	15 (75,0)	19 (82,6)	1381 (92,6)
Ja	5 (25,0)	4 (17,4)	111 (7,4)
<i>Obesitas / diabetes</i>			
Geen van beide	10 (50,0)	14 (60,9)	1112 (74,9)
Alleen obesitas	5 (25,0)	5 (21,7)	263 (17,7)
Alleen diabetes	2 (10,0)	1 (4,4)	75 (5,1)
Beide	3 (15,0)	3 (13,0)	35 (2,4)
<i>Serumglucose</i>			
< 11.1 mmol/l	5 (100)	10 (83,3)	800 (90,4)
≥ 11.1 mmol/l	0 (0)	2 (16,7)	85 (9,6)
<i>Diabetes/glucose</i>			
Geen diabetes		19 (90,5)	1384 (95,5)
Diabetes en gluc. < 11.1 mmol/l		1 (4,8)	44 (3,0)
Diabetes en gluc. ≥ 11.1 mmol/l		1 (4,8)	22 (1,5)
<i>Creatinine</i>			
< 168 μmol/l	15 (88,2)	23 (100)	1352 (96,9)
≥ 168 μmol/l	2 (11,8)	0 (0)	44 (3,2)
<i>Preoperatieve opnameduur</i>			
0 of 1 dag	12 (57,1)	19 (79,2)	1072 (68,8)
≥ 2 dagen	9 (42,9)	5 (20,8)	486 (31,2)
<i>Neusdrager S. aureus</i>			
Nee	11 (57,9)	14 (77,8)	1017 (73,6)
Ja	8 (42,1)	4 (22,2)	365 (26,4)
<i>COPD</i>			
Nee	15 (75,0)	19 (82,6)	1197 (81,0)
Ja	5 (25,0)	4 (17,4)	281 (19,0)
<i>Operatieduur</i>			
< 210 minuten	11 (52,4)	10 (41,7)	781 (49,8)
210-264 minuten	6 (28,6)	5 (20,8)	379 (24,2)
≥ 265 minuten	4 (19,1)	9 (37,5)	407 (26,0)



*Vervolg Tabel 1a*

<b>Variabele</b>	<b>Aantal (%)patiënten met diepe sternuminfectie (n=21)</b>	<b>Aantal (%)patiënten met oppervlakkige sternuminfectie (n=24)</b>	<b>Aantal (%) controlepatiënten zonder sternuminfectie (n=1567)</b>
<i>Timing</i>			
Electief	19 (90,5)	21 (87,5)	1456 (93,9)
Spoed	2 (9,5)	3 (12,5)	94 (6,1)
<i>Heroperatie</i>			
Nee	19 (90,5)	21 (87,5)	1444 (92,5)
Ja	2 (9,5)	3 (12,5)	118 (7,6)
<i>Rethoracotomie</i>			
Nee	12 (57,1)	16 (66,7)	1452 (92,7)
Ja	9 (42,9)	8 (33,3)	115 (7,3)
<i>Hart-longmachine</i>			
Nee	0 (0)	1 (4,2)	177 (11,3)
Ja	21 (100)	23 (95,8)	1389 (88,7)
<i>Perfusieduur*</i>			
Geen hart-longmachine	0 (0)	1 (4,8)	177 (12,3)
< P25	3 (15,8)	2 (9,5)	325 (22,1)
≥ P25 en < P50	4 (21,1)	5 (23,8)	326 (22,2)
≥ P50 en < P75	5 (26,3)	4 (19,1)	315 (21,4)
≥ P75	7 (36,8)	9 (42,9)	328 (22,3)
<i>Laagste temperatuur</i>			
< 35 °C	11 (61,1)	16 (80,0)	925 (67,9)
≥ 35 °C	7 (38,9)	4 (20,0)	438 (32,1)
<i>IC-opnameduur</i>			
T/m 2 dagen	15 (75,0)	14 (58,3)	1020 (65,9)
3-7 dagen	2 (10,0)	5 (20,8)	302 (19,5)
≥ 8 dagen	3 (15,0)	5 (20,8)	226 (14,6)
<i>Follow-up-duur</i>			
T/m 3 weken	5 (23,8)	1 (4,2)	158 (10,2)
Tussen 3 en 6 weken	0 (0)	6 (25,0)	90 (5,7)
Meer dan 6 weken	16 (76,2)	17 (70,8)	1308 (84,1)
<i>Ziekenhuisnummer</i>			
1	9 (42,9)	3 (12,5)	354 (22,6)
2	2 (9,5)	7 (29,2)	318 (20,3)
3	3 (14,3)	4 (16,7)	167 (10,7)
4	2 (9,5)	4 (16,7)	197 (12,6)
5	2 (9,5)	1 (4,2)	44 (2,8)
6	1 (4,8)	1 (4,2)	367 (23,4)
7	2 (9,5)	4 (16,7)	120 (7,7)

\*Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25: 25<sup>e</sup> percentiel ; P50: 50<sup>e</sup> percentiel ; P75: 75<sup>e</sup> percentiel :

<b>Soort ingreep</b>	<b>P25</b>	<b>P50</b>	<b>P75</b>
Bypass zonder beide ITA	65	83	105
Bypass met beide ITA	46,5	60	81
Klepooperatie	85	118	162
Bypass met klepooperatie	118	145	197

**Tabel 1b** *Univariate analyse van categorale risicofactoren voor diepe en oppervlakkige sternuminfecties.*

Variabele	Diepe sternuminfectie			Oppervlakkige sternuminfectie		
	Inf%*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95% BI) <sup>§</sup>	Inf%*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95% BI) <sup>§</sup>
<i>Soort ingreep</i>						
Bypass zonder beide ITA	1,0		1 -	1,4		1 -
Bypass met beide ITA	1,9		1,9 (0,4-8,8)	2,9		2,1 (0,6-7,4)
Klepooperatie	1,9		1,9 (0,6-5,4)	0,8		0,6 (0,1-2,4)
Bypass met klepooperatie	2,0	0,30	2,0 (0,6-7,3)	2,7	0,21	2,0 (0,6-6,0)
<i>Geslacht</i>						
Man	1,1		1 -	1,3		1 -
Vrouw	1,9	0,24	1,7 (0,7-4,1)	2,1	0,24	1,6 (0,7-3,8)
<i>Leeftijd</i>						
< 65 jr	1,3		1,1 (0,4-3,0)	1,6		1,4 (0,5-3,5)
65-74 jr	1,2		1 -	1,2		1 -
≥ 75 jr	1,6	0,86	1,4 (0,4-4,3)	1,9	0,66	1,7 (0,6-5,0)
<i>Quetelet index</i>						
< 30 kg/m <sup>2</sup> (geen obesitas)	1,0		1 -	1,2		1 -
≥ 30 kg/m <sup>2</sup> (obesitas)	2,6	0,01	2,7 (1,1-6,6)	2,9	0,04	2,4 (1,0-5,5)
<i>Diabetes type I</i>						
Nee	1,1		1 -	1,4		1 -
Ja	4,3	0,01	4,1 (1,5-11,6)	3,5	0,09	2,6 (0,9-7,8)
<i>Obesitas / diabetes</i>						
Geen van beide	0,7		1 -	1,1		1 -
Alleen obesitas	1,1		2,1 (0,7-6,2)	1,6		1,5 (0,5-4,2)
Alleen diabetes	4,0		3,0 (0,6-13,8)	0,0		1,1 (0,1-8,2)
Beide	7,7	0,006	9,5 (2,5-36,2)	7,7	0,08	6,8 (1,9-24,8)
<i>Serumglucose</i>						
< 11.1 mmol/l	0,6		1 -	1,2		1 -
≥ 11.1 mmol/l	0,0	1,00	1 <sup>¶</sup> x	2,3	0,33	1,9 (0,4-8,7)
<i>Diabetes/glucose</i>						
Geen diabetes				1,4		1 -
Goed ingestelde diab.				2,3		1,7 (0,2-12,9)
Slecht ingestelde diab.				4,4	0,25	3,3 (0,4-25,8)
<i>Creatinine</i>						
< 168 μmol/l	1,1		1 -	1,7		- -
≥ 168 μmol/l	4,4	0,10	4,0 (0,9-18,5)	0,0	1,00	1 <sup>¶</sup> x
<i>Preoperatieve opnameduur</i>						
0 of 1 dag	1,1		1 -	1,7		1 -
≥ 2 dagen	1,8	0,25	1,6 (0,7-4,0)	1,0	0,28	0,6 (0,2-1,6)
<i>Neusdrager S. aureus</i>						
Nee	1,1		1 -	1,4		1 -
Ja	2,1	0,12	2,0 (0,8-5,1)	1,1	0,79	0,8 (0,3-2,4)
<i>COPD</i>						
Nee	1,2		1 -	1,6		1 -
Ja	1,8	0,56	1,4 (0,5-3,9)	1,4	1,00	0,9 (0,3-2,7)
<i>Operatieduur</i>						
< 210 minuten	1,4		1 -	1,3		1 -
210-264 minuten	1,6		1,1 (0,4-3,1)	1,3		1,01 (0,4-3,0)
≥ 265 minuten	1,0	0,75	0,7 (0,2-2,2)	2,2	0,47	,7 (0,7-4,3)

vervolg *Tabel 1b*

Variabele	Diepe sternuminfecties			Oppervlakkige sternuminfecties		
	Inf%*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95% BI) <sup>§</sup>	Inf%*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95% BI) <sup>§</sup>
<i>Timing</i>						
Electief	1,3		1 -	1,4		1 -
Spoed	2,1	0,37	1,6 (0,4-7,1)	3,1	0,18	2,2 (0,7-7,2)
<i>Heroperatie</i>						
Nee	1,3		1 -	1,4		1 -
Ja	1,7	0,67	1,3 (0,3-5,6)	2,5	0,42	1,7 (0,5-5,7)
<i>Rethoracotomie</i>					0,0003	
Nee	0,8		1 -	1,1		1 -
Ja	7,3	<0,01	9,5 (3,9-22,9)	6,5		5,9 (2,6-13,5)
<i>Hart-longmachine</i>						
Nee	0,0		1 -	0,6		1 -
Ja	1,5	0,16	<sup>¶</sup> x	1,6	0,51	2,9 (0,4-21,3)
<i>Perfusieduur (min)<sup>  </sup></i>						
Geen hart-longmachine of perfusieduur < P25	0,6		1 -	0,6		1 -
≥ P25 en < P50	1,2		2,0 (0,5-9,2)	1,5		2,6 (0,6-10,6)
≥ P50 en < P75	1,5		2,6 (0,6-10,9)	1,3		2,1 (0,5-9,4)
≥ P75	2,2	0,03 <sup>‡</sup>	3,7 (0,9-14,4)	2,8	0,02 <sup>‡</sup>	4,7 (1,2-16,5)
<i>Laagste temperatuur</i>						
< 35 °C	1,2		0,7 (0,3-1,9)	1,7		1,9 (0,6-5,6)
≥ 35 °C	1,6	0,54	1 -	0,9	0,25	1 -
<i>IC-opnameduur</i>						
T/m 2 dagen	1,5		1 -	1,4		1 -
3-7 dagen	0,7		0,5 (0,1-2,0)	1,6		1,2 (0,4-3,3)
≥ 8 dagen	1,3	0,63	0,9 (0,3-3,1)	2,2	0,56	1,6 (0,6-4,4)
<i>Follow-up-duur</i>						
T/m 3 weken	3,1		1 -	0,6		1 -
Tussen 3 en 6 weken	0,0		<sup>¶</sup> x	6,2		10,5 (1,3-85,2)
Meer dan 6 weken	1,2	0,09	0,4 (0,1-1,1)	1,3	0,005	2,1 (0,3-15,3)
<i>Ziekenhuisnummer</i>						
1	2,5		9,3 (1,2-74,0)	0,8		3,1 (0,3-30,0)
2	0,6		2,3 (0,2-25,6)	2,2		8,1 (1,0-65,9)
3	1,8		6,6 (0,7-63,9)	2,3		8,8 (1,0-79,1)
4	1,0		3,7 (0,3-41,3)	2,0		7,4 (0,8-67,0)
5	4,4		16,7 (1,5-187,7)	2,2		8,3 (0,5-135,5)
6	0,3		1 -	0,3		1 -
7	1,6	0,04	6,1 (0,6-68,0)	3,2	0,05	12,2 (1,4-110,3)

\* Infectiepercentage: patiënten met een diepe c.q oppervlakkige sternuminfectie / patiënten zonder sternuminfectie.

<sup>†</sup> p-waarde van  $\chi^2$ -test, of van Fisher exact, tenzij anders is aangegeven. Getest wordt of er verschil in infectiepercentage bestaat tussen de strata van de risicofactor.

<sup>‡</sup> p-waarde van Cochran-Armitage test voor trend.

<sup>§</sup> RR: Relatief Risico; 95%BI: 95% betrouwbaarheidsinterval.

<sup>¶</sup> Niet te berekenen.

<sup>||</sup> Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25: 25<sup>e</sup> percentiel; P50: 50<sup>e</sup> percentiel; P75: 75<sup>e</sup> percentiel (zie voetnoot van Tabel 1a voor percentieltijden).

*Tabel 1c Verdeling en univariate analyse van continue risicofactoren voor diepe en oppervlakkige sternuminfecties.*

Variabele	Patiënten met diepe sternuminfectie (n=21)		Patiënten met oppervlakkige sternuminfectie (n=24)		Patiënten zonder sternuminfectie (n=1567)		p-waarde <sup>†</sup> diepe sternuminfecties	p-waarde <sup>†</sup> oppervlakkige sternuminfecties
	P50*	(P5;P95)*	P50*	(P5;P95)*	P50*	(P5;P95)*		
Leeftijd (jaren)	65	(50;76)	67	(47;84)	66	(46;79)	0,85	0,80
Quetelet index (kg/m <sup>2</sup> )	27,2	(22,1;38,3)	28,1	(19,9;33,3)	26,6	(21,1;33,4)	0,08	0,35
Serumglucose (mmol/l)	9,2	(5,2;9,7)	8,5	(4,8;17,3)	6,2	(4,5;13,3)	0,12	0,06
Creatinine (µmol/l)	111	(82;260)	92	(71;154)	95	(68;147)	0,006	0,53
Preoperatieve opnameduur (dagen)	1	(1;14)	1	(0;3)	1	(0;8)	0,16	0,29
Operatieduur (minuten)	200	(125;459)	215	(113;540)	210	(105;385)	0,93	0,25
Perfusieduur (minuten)	127	(48;340)	106	(44;369)	84	(0;205)	0,01	0,06
Laagste temperatuur (° C)	34,3	(28,0;36,0)	32,0	(25,0;36,1)	32,6	(28,0;36,0)	0,49	0,20
IC-opnameduur (dagen)	1	(1;83)	2	(1;23)	1	(1;12)	0,52	0,50
Follow-up-duur (dagen)	68	(5;195)	46	(23;159)	48	(7;126)	0,13	0,47

\* P50: 50<sup>e</sup> percentiel; P5: 5<sup>e</sup> percentiel; P95: 95<sup>e</sup> percentiel.

<sup>†</sup> p-waarde van de Wilcoxon rank-sum test. Getest wordt of er verschil bestaat in de verdeling van de risicofactor tussen geïnfecteerden en niet-geïnfecteerden.

*Tabel 2a Verdeling van categorale risicofactoren voor patiënten met en zonder donorwondinfectie.*

<b>Variabele</b>	<b>Aantal (%) patiënten met donorwondinfectie (n=43)</b>	<b>Aantal (%) controle-patiënten zonder donorwondinfectie (n=967)</b>
<i>Soort ingreep</i>		
Bypass zonder beide ITA	35 (81,4)	797 (82,4)
Bypass met beide ITA	1 (2,3)	56 (5,8)
Bypass met klepoperatie	7 (16,3)	114 (11,8)
<i>Geslacht</i>		
Man	25 (58,1)	742 (76,6)
Vrouw	18 (41,9)	225 (23,3)
<i>Leeftijd</i>		
< 65 jr	9 (20,9)	387 (40,1)
65-74 jr	18 (41,9)	378 (39,1)
≥ 75 jr	16 (37,2)	201 (20,8)
<i>Quetelet index</i>		
< 30 kg/m <sup>2</sup>	33 (76,7)	756 (78,5)
≥ 30 kg/m <sup>2</sup>	10 (23,3)	207 (21,5)
<i>Diabetes type I</i>		
Nee	41 (95,3)	887 (92,1)
Ja	2 (4,7)	76 (7,9)
<i>Serumglucose</i>		
< 11.1 mmol/l	14 (87,5)	521 (90,0)
≥ 11.1 mmol/l	2 (12,5)	58 (10,0)
<i>Diabetes/glucose</i>		
Geen diabetes	41 (97,6)	887 (95,9)
Goed ingestelde diab.	1 (2,4)	25 (2,7)
Slecht ingestelde diab.	0 (0)	13 (1,4)
<i>Creatinine</i>		
< 168 μmol /l	40 (95,2)	870 (97,2)
≥ 168 μmol /l	2 (4,8)	25 (2,8)
<i>Preoperatieve opnameduur</i>		
0 of 1 dag	27 (62,8)	649 (67,7)
≥ 2 dagen	16 (37,2)	310 (32,3)
<i>Neusdrager S. aureus</i>		
Nee	23 (65,7)	639 (72,4)
Ja	12 (34,3)	244 (27,6)
<i>COPD</i>		
Nee	32 (76,2)	772 (80,9)
Ja	10 (23,8)	182 (19,1)
<i>Operatieduur</i>		
< 200 minuten	27 (62,8)	468 (48,4)
200-254 minuten	10 (23,3)	257 (26,6)
≥ 255 minuten	6 (13,9)	242 (25,0)

*vervolg Tabel 2a*

	Aantal (%) patiënten met donorwondinfectie (n=43)	Aantal (%) patiënten zonder donorwondinfectie (n=967)
<i>Timing</i>		
Electief	41 (95,3)	889 (93,4)
Spoed	2 (4,7)	63 (6,6)
<i>Heroperatie</i>		
Nee	41 (95,3)	899 (93,4)
Ja	2 (4,7)	65 (6,6)
<i>Rethoracotomie</i>		
Nee	39 (90,7)	883 (91,3)
Ja	4 (9,3)	84 (8,7)
<i>Hart-longmachine</i>		
Nee	2 (4,7)	107 (11,0)
Ja	41 (95,4)	860 (89,0)
<i>Perfusieduur (min)*</i>		
Geen hart-longmachine	2 (4,7)	107 (11,1)
< P25	9 (20,9)	194 (20,2)
≥ P25 en < P50	15 (34,9)	200 (20,8)
≥ P50 en < P75	6 (13,9)	230 (23,9)
≥ P75	11 (25,6)	231 (24,0)
<i>Laagste temperatuur / gebruik hart-longmachine</i>		
geen hart-longmachine en ≥ 35 °C	1 (2,3)	69 (7,6)
wel hart-longmachine en < 35 °C	21 (48,8)	624 (68,9)
geen hart-longmachine en < 35 °C	1 (2,3)	19 (2,1)
wel hart-longmachine en ≥ 35 °C	20 (46,5)	194 (21,4)
<i>IC-opnameduur</i>		
T/m 2 dagen	34 (79,1)	570 (59,6)
3-7 dagen	8 (18,6)	213 (22,3)
≥ 8 dagen	1 (2,3)	173 (18,1)
<i>Follow-up-duur</i>		
T/m 3 weken	3 (6,7)	95 (9,9)
Tussen 3 en 6 weken	5 (11,6)	56 (5,9)
Meer dan 6 weken	35 (81,4)	807 (84,2)
<i>Ziekenhuisnummer</i>		
1	20 (46,5)	222 (23,0)
2	11 (25,6)	223 (23,1)
3	6 (13,9)	99 (10,2)
4	0 (0)	12 (1,2)
5	1 (2,3)	26 (2,7)
6	3 (7,0)	292 (30,2)
7	2 (4,7)	93 (9,6)

\* Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25: 25<sup>e</sup> percentiel ; P50: 50<sup>e</sup> percentiel ; P75: 75<sup>e</sup> percentiel (zie voetnoot van Tabel 1a voor percentieltijden).

Tabel 2b *Univariate analyse van categorale risicofactoren voor donorwondinfecties.*

Variabele	Infectiepercentage*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95%- betrouwbaarheids-interval) <sup>‡</sup>
<i>Soort ingreep</i>			
Bypass zonder beide ITA	4,2		1 -
Bypass met beide ITA	1,8		0,4 (0,1-3,0)
Bypass met klepooperatie	5,8	0,46	1,4 (0,6-3,2)
<i>Geslacht</i>			
Man	3,3		1 -
Vrouw	7,4	0,005	2,4 (1,3-4,4)
<i>Leeftijd</i>			
< 65 jr	2,3		1 -
65-74 jr	4,6		2,0 (0,9-4,4)
≥ 75 jr	7,4	0,01	3,4 (1,5-7,9)
<i>Quetelet index</i>			
< 30 kg/m <sup>2</sup>	4,2		1 -
≥ 30 kg/m <sup>2</sup>	4,6	0,78	1,1 (0,5-2,3)
<i>Diabetes type I</i>			
Nee	4,4		1 -
Ja	2,6	0,77	0,6 (0,1-2,4)
<i>Serumglucose</i>			
< 11.1 mmol/l	2,6		1 -
≥ 11.1 mmol/l	3,3	0,67	1,3 (0,3-5,8)
<i>Diabetes/glucose</i>			
Geen diabetes	4,4		1 -
Goed ingestelde diab.	3,9		0,9 <sup>s</sup> (0,1-6,5)
Slecht ingestelde diab.	0,0	1,00	x
<i>Creatinine</i>			
< 168 µmol /l	4,4		1 -
≥ 168 µmol /l	7,4	0,34	1,7 (0,4-7,6)
<i>Preoperatieve opnameduur</i>			
0 of 1 dag	4,0		1 -
≥ 2 dagen	4,9	0,50	1,2 (0,7-2,4)
<i>COPD</i>			
Nee	4,0		1 -
Ja	5,2	0,45	1,3 (0,6-2,7)
<i>Operatieduur</i>			
< 200 minuten	5,5		1 -
200-254 minuten	3,8		0,7 (0,3-1,4)
≥ 255 minuten	2,4	0,14	0,4 (0,2-1,1)
<i>Timing</i>			
Electief	4,4		1 -
Spoed	3,1	1,0	0,7 (0,2-2,9)
<i>Heroperatie</i>			
Nee	4,4		1 -
Ja	3,0	1,0	0,7 (0,2-2,9)
<i>Rethoracotomie</i>			
Nee	4,2		1 -
Ja	4,6	0,78	1,1 (0,4-3,1)

## vervolg Tabel 2b

Variabele	Infectiepercentage*	p-waarde <sup>†</sup>	RR (95%- betrouwbaarheids-interval) <sup>‡</sup>
<i>Hart-longmachine</i>			
Nee	1,8		1 -
Ja	4,6	0,31	2,5 (0,6-10,7)
<i>Perfusieduur (min)<sup>§</sup></i>			
Geen hart-longmachine	1,8		1 -
< P25	4,4		2,5 (0,5-11,7)
≥ P25 en < P50	7,0		4,0 (0,9-17,9)
≥ P50 en < P75	3,0		1,6 (0,3-8,0)
≥ P75	4,2	0,17	2,3 (0,5-10,7)
<i>Laagste temperatuur / gebruik hart-longmachine</i>			
Geen hart-longmachine en ≥ 35 °C	1,4		1 -
Wel hart-longmachine en < 35 °C	3,3		2,3 (0,3-17,5)
Geen hart-longmachine en < 35 °C	5,0		3,6 (0,2-60,8)
Wel hart-longmachine en ≥ 35 °C	9,3	0,003	7,1 (0,9-54,0)
<i>IC-opnameduur</i>			
T/m 2 dagen	5,6		1 -
3-7 dagen	3,6		0,6 (0,3-1,4)
≥ 8 dagen	0,6	0,01	0,1 (0,0-0,7)
<i>Follow-upduur</i>			
T/m 3 weken	3,1		1 -
Tussen 3 en 6 weken	8,2		3,1 (0,7-13,4)
Meer dan 6 weken	4,2	0,28	1,5 (0,5-5,0)
<i>Ziekenhuisnummer</i>			
1	8,3		8,8 (2,6-29,9)
2	4,7		4,8 (1,3-17,4)
3	5,7		5,9 (1,4-24,0)
4	0,0		<sup>¶</sup> x
5	3,7		3,7 (0,4-37,3)
6	1,0		1 -
7	2,1	0,004	2,1 (0,3-12,7)

\* Infectiepercentage: patiënten met een donorwondinfectie / alle patiënten met een donorwond.

<sup>†</sup> p-waarde van  $\chi^2$ -test, of van Fisher exact. Getest wordt of er verschil in infectiepercentage bestaat tussen de strata van de risicofactor.

<sup>‡</sup> RR: Relatief Risico; 95%BI: 95% betrouwbaarheidsinterval.

<sup>§</sup> Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25 : 25<sup>e</sup> percentiel, P50: 50<sup>e</sup> percentiel, P75 : 75<sup>e</sup> percentiel (zie voetnoot van Tabel 1a voor percentieltijden).

<sup>¶</sup> Niet te berekenen.



*Tabel 2c Verdeling en univariate analyse van continue risicofactoren voor donorwondinfecties.*

Variabele	Patiënten met donorwond-infectie (n=43)		Patiënten zonder donorwond-infectie (n=967)		p-waarde <sup>†</sup>
	P50*	(P5;P95)*	P50*	(P5;P95)*	
Leeftijd (jaren)	72	(60;83)	67	(49;80)	0,0004
Quetelet index (kg/m <sup>2</sup> )	27,6	(22,9;35,2)	26,8	(21,2;33,4)	0,28
Serumglucose (mmol/l)	7,8	(5,1;13,9)	6,3	(4,6;13,7)	0,03
Creatinine (µmol/l)	95	(72;164)	96	(69;146)	0,52
Preoperatieve opnameduur (dagen)	1	(1;7)	1	(0;7)	0,25
Operatieduur (minuten)	180	(105;290)	200	(110;370)	0,11
Perfusieduur (minuten)	85	(49;245)	84	(0;192)	0,50
Laagste temperatuur (° C)	34,8	(28,0;36,0)	32,6	(29,3;36,0)	0,15
IC-opnameduur (dagen)	1	(1;6)	1	(1;13)	0,004
Follow-up-duur (dagen)	72	(20;157)	50	(7;132)	0,007

\* P50: 50<sup>e</sup> percentiel; P5: 5<sup>e</sup> percentiel; P95: 95<sup>e</sup> percentiel.

<sup>†</sup> p-waarde van de Wilcoxon rank-sum test. Getest wordt of er verschil bestaat in de verdeling van de risicofactor tussen geïnfecteerden en niet-geïnfecteerden.

### 3.1.2 Multivariate analyse

Tabel 3a geeft de resultaten van de multivariate analyse weer voor diepe c.q oppervlakkige sternumwondinfecties voor alle patiënten samen. Een model waarin opgenomen waren de combinatievariabele obesitas/diabetes, de perfusieduur als continue variabele en het al dan niet ondergaan van een rethoracotomie voorspelde het beste de kans op een diepe sternuminfectie. De c-index van dit model was 0,767.

Voor de oppervlakkige sternuminfecties was een combinatie van andere risicofactoren het best in staat de kans op die infectie te voorspellen, namelijk geslacht, obesitas, de timing van de operatie, perfusieduur onderverdeeld in klassen, het al dan niet ondergaan van een rethoracotomie en de follow-up-duur, onderverdeeld in 3 perioden. De c-index van dit model was 0,831.

**Tabel 3a** Samenhang tussen risicofactoren en diepe c.q oppervlakkige sternuminfecties, gecorrigeerd voor de genoemde risicofactoren, voor alle patiënten.

Variabele	Diepe sternuminfecties		Oppervlakkige sternuminfecties	
	RR* (95% betrouwbaarheidsinterval)		RR* (95% betrouwbaarheidsinterval)	
<b>Geslacht</b>			1	-
Man	x		2,7	(1,1-6,7)
Vrouw				
<b>Quetelet index</b>			1	-
< 30 kg/m <sup>2</sup> (geen obesitas)	x		2,0	(0,7-5,5)
≥ 30 kg/m <sup>2</sup> (obesitas)				
<b>Obesitas / diabetes</b>				X
Geen van beide	1	-		
Alleen obesitas	2,2	(0,7-6,8)		
Alleen diabetes	3,4	(0,7-16,4)		
Beide	7,2	(1,4-35,9)		
<b>Timing</b>			1	-
Electief	x		1,7	(0,4-6,3)
Spoed				
<b>Perfusieduur (per extra 10 minuten)</b>	1,0	(1,0-1,1)		X
<b>Perfusieduur<sup>†</sup></b>				
Geen hart-longmachine of perfusieduur < P25	x		1	-
≥ P25 en < P50			3,1	(0,7-13,6)
≥ P50 en < P75			1,9	(0,4-8,8)
≥ P75			4,8	(1,2-18,7)
<b>Rethoracotomie</b>			1	-
Nee	1	-	5,9	(2,2-16,2)
Ja	7,8	(2,9-20,9)		
<b>Follow-up-duur</b>			1	-
T/m 3 weken	x		18,0	(2,0-164,0)
Tussen 3 en 6 weken			3,0	(0,4-24,3)
Meer dan 6 weken				

\* RR: relatief risico

<sup>†</sup> Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25 : 25<sup>e</sup> percentiel, P50: 50<sup>e</sup> percentiel, P75 : 75<sup>e</sup> percentiel (zie voetnoot van Tabel 1a voor percentieltijden).

Voor patiënten die een CABG hadden ondergaan, al dan niet in combinatie met een klepoperatie waren de resultaten voor de diepe sternumwondinfecties als volgt (zie tabel 3b). De perfusieduur en het ondergaan van een rethoracotomie waren nog steeds belangrijke voorspellers, aangevuld met neusdragerschap van *S. aureus*, de laagste temperatuur gemeten tijdens de OK en de follow-up-duur, beide als continue variabele. De c-index was 0,867. Voor de oppervlakkige sternumwondinfecties waren de resultaten hetzelfde als bij de analyse voor alle patiënten samen, behalve dat ook hier obesitas niet langer een belangrijke voorspellende factor was. De c-index was 0,826.

**Tabel 3b** *Samenhang tussen risicofactoren en diepe c.q oppervlakkige sternuminfecties, onafhankelijk van andere risicofactoren, voor patiënten die een CABG-operatie of een CABG + klepoperatie hebben ondergaan.*

Variabele	Diepe sternuminfecties na CABG of CABG + klep operaties		Oppervlakkige sternuminfecties na CABG of CABG + klep operaties	
	RR* (95% betrouwbaarheidsinterval)		RR* (95% betrouwbaarheidsinterval)	
<i>Geslacht</i>				
Man	x		1	-
Vrouw			3,1	(1,2-8,2)
<i>Neusdrager S. aureus</i>				
Nee	1	-	x	
Ja	2,5	(0,7-8,4)		
<i>Timing</i>				
Electief	x		1	-
Spoed			2,1	(0,5-8,4)
<i>Perfusieduur (min)<sup>†</sup></i>				
Geen hart-longmachine of perfusieduur < P25				
	1	-	1	-
≥ P25 en < P50	1,1	(0,2-7,9)	3,0	(0,7-13,1)
≥ P50 en < P75	3,6	(0,6-23,2)	1,4	(0,3-7,4)
≥ P75	6,9	(1,3-36,6)	5,0	(1,2-20,3)
<i>Laagste temperatuur (per extra °C)</i>				
	1,5	(1,1-2,2)	x	
<i>Rethoracotomie</i>				
Nee	1	-	1	-
Ja	13,5	(3,9-47,5)	5,1	(1,7-14,9)
<i>Follow-up-duur (per extra dag)</i>				
	1,0	(1,0-1,0)	x	
<i>Follow-up-duur</i>				
T/m 3 weken	x		1	-
Tussen 3 en 6 weken			15,1	(1,6-143,3)
Meer dan 6 weken			2,8	(0,3-23,1)

\* RR: relatief risico

<sup>†</sup> Operatiecategorie-specifieke indeling in percentielen. P25 : 25<sup>e</sup> percentiel, P50: 50<sup>e</sup> percentiel, P75 : 75<sup>e</sup> percentiel (zie voetnoot van Tabel 1a voor percentieltijden).

In tabel 3c zijn de resultaten voor de donorwondinfecties weergegeven. Hier waren geslacht, leeftijd, de perfusieduur als continue variabele, de combinatievariabele hart-longmachine / laagste temperatuur tijdens OK, de opnameduur op de IC aansluitend aan de hartoperatie en de follow-up-duur als continue variabele de beste set voorspellers. Obesitas (Quetelet index  $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ ) voegde net niet genoeg toe aan de voorspellende waarde om opgenomen te worden in het model (toename c-index met 0,004). De c-index van dit uiteindelijke model was 0,805.

*Tabel 3c Samenhang tussen risicofactoren en donorwondinfecties, onafhankelijk van andere risicofactoren, voor patiënten met een beenwond.*

Variabele	Donorwondinfecties	
	RR* (95% betrouwbaarheidsinterval)	
<i>Geslacht</i>		
Man	1	-
Vrouw	1,9	(1,0-3,7)
<i>Leeftijd (per extra 10 jaar)</i>	1,9	(1,3-2,8)
<i>Perfusieduur (per extra 10 minuten)</i>	1,1	(1,0-1,1)
<i>Laagste temperatuur / gebruik hart-longmachine</i>		
Geen hart-longmachine en temperatuur $\geq 35^{\circ}\text{C}$	1	-
Wel hart-longmachine en temperatuur $< 35^{\circ}\text{C}$	1,2	(0,1-10,1)
Geen hart-longmachine en temperatuur $< 35^{\circ}\text{C}$	3,8	(0,2-68,5)
Wel hart-longmachine en temperatuur $\geq 35^{\circ}\text{C}$	3,2	(0,4-27,0)
<i>IC-opnameduur na operatie</i>		
T/m 2 dagen	1	-
3-7 dagen	0,8	(0,3-1,8)
$\geq 8$ dagen	0,1	(0,0-0,7)
<i>Follow-up-duur (per extra week)</i>	1,1	(1,0-1,1)

\* RR: relatief risico

Om de uiteindelijke keuze van opname van verschillende variabelen in de surveillancemodule voor hartchirurgie te vergemakkelijken, is in tabel 4 samengevat welke basisvariabelen die nu verzameld zijn belangrijk waren als voorspellende variabele, als selectievariabele voor de rapportage of als controlevariabele voor de integriteit van de database.

### 3.1.3 Verwachte en geobserveerde infectiepercentages per ziekenhuis

Tabel 5 geeft de geobserveerde infectiepercentages en de verwachte percentages berekend op basis van de multivariate modellen. De geobserveerde percentages liepen sterk uiteen tussen de ziekenhuizen. Ook de verwachte infectiepercentages varieerden sterk, wat impliceert dat de patiëntenpopulaties in de ziekenhuizen verschilden. Correctie voor deze verschillen in patiëntenpopulatie door middel van de SIR leidde dan ook tot een ander beeld over welke ziekenhuizen hoge en lage infectiepercentages hadden. De SIR's met 95% betrouwbaarheidsintervallen zijn getoond in Figuur 2. Zoals de betrouwbaarheidsintervallen om de SIR's laten zien hadden sommige ziekenhuizen significant minder infecties dan verwacht. Dit beeld was vrij constant voor de verschillende typen infecties: ziekenhuis 1, 2, 3 en 6 hadden consistent minder infecties dan verwacht. In ziekenhuis 5, en in mindere mate ziekenhuis 7, werden consistent meer infecties gevonden dan te verwachten was op grond van hun patiëntenpopulatie, zij het dat dit geen statistische significante verhoging was.

**Tabel 4** Belang van de verzamelde variabelen als voorspeller, selectievariabele voor rapportage, of bij controle van integriteit van de database.

Variabele	Diepe sternumwond, alle operaties	Diepe sternumwond, CABG(+klep)	Oppervlakkige sternumwond, alle operaties	Oppervlakkige sternumwond, CABG(+klep)	Donorwond
<i>Patiëntidentificatiern</i>					
Geboortedatum					V
Opnamedatum					
Operatiedatum		V	V	V	V
Ontslagdatum		V	V	V	V
Datum surveillance na ontslag		V	V	V	V
Geslacht			V	V	V
Lengte en gewicht	V		V		(V)
Diabetes type I	V				
Ontslagdatum IC					V
Neusdrager <i>S. aureus</i>		V			
Timing			V	V	
Rethoracotomie	V	V	V	V	
Gebruik hart-longmachine		V	V	V	V
Perfusieduur	V	V	V	V	V
Laagste temperatuur		V			V
Operatiecode	S	S	S	S	S
Beenwond					S
Code chirurg	S (Z)	S (Z)	S (Z)	S (Z)	S (Z)
Code anesthesist	S (Z)	S (Z)	S (Z)	S (Z)	S (Z)
Serumglucose					
Creatinine					
Operatieduur					
Bilaterale mammaaria arteriën					
Heroperatie					
Stamnummer neuskweek					
Stamnummer wondkweek					
COPD					

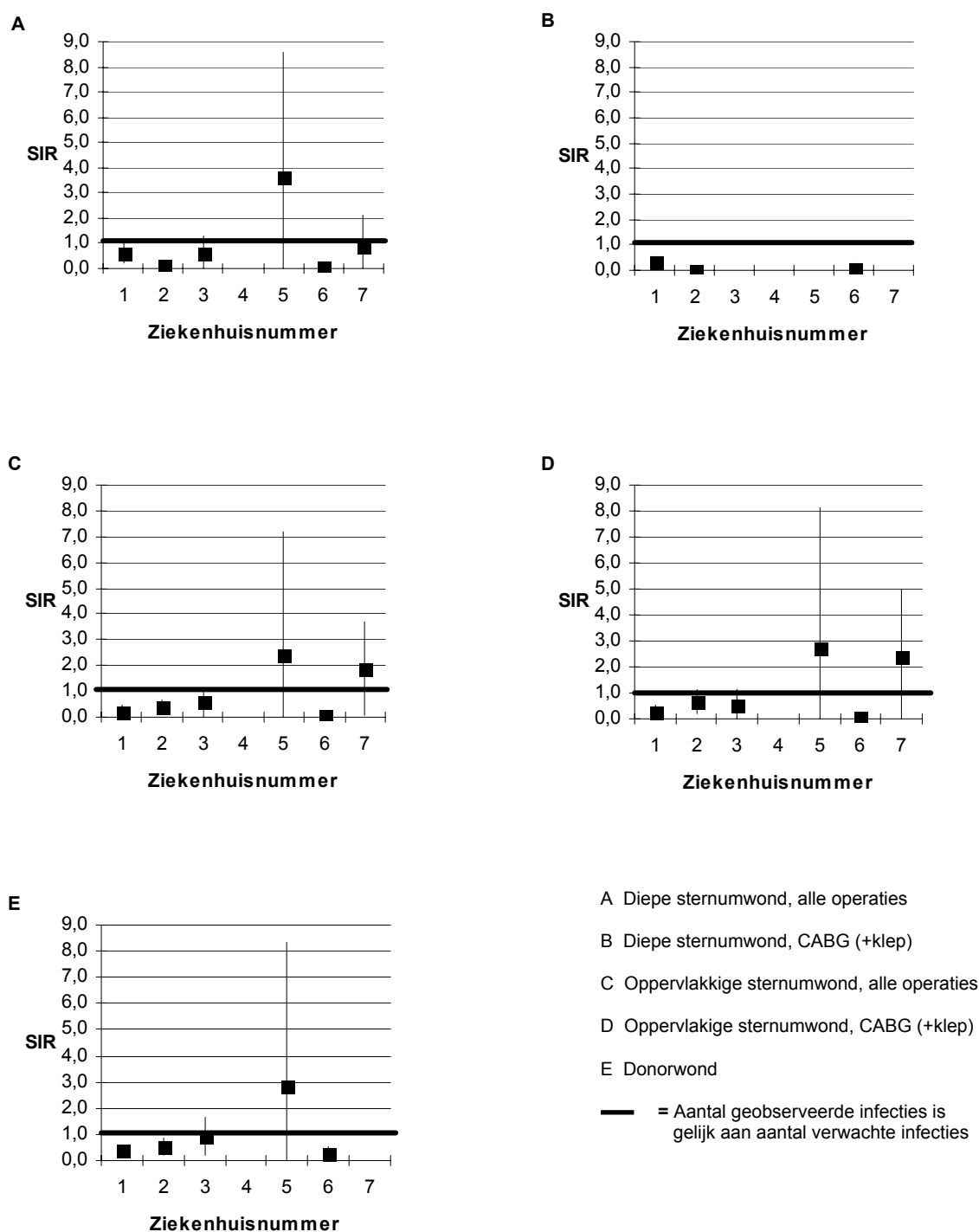
De *schuin gedrukte* variabelen zijn van belang bij het controleren en opschonen van de database. V: voorspellende variabele, S: selectievariabele voor rapportage, S (Z): mogelijke selectievariabele voor rapportage in het ziekenhuis

**Tabel 5** Geobserveerde en verwachte infectiepercentages per ziekenhuis, naar soort infectie en operatiecategorie.

Ziekenhuis	Geobserveerd (verwacht) infectiepercentage				
	Diepe sternumwond, alle patiënten	Diepe sternumwond, CABG (+klep )	Oppervlakkige sternumwond, alle patiënten	Oppervlakkige sternumwond, CABG (+klep )	Donorwond
1	2,5 (4,0)	2,6 (7,8)	0,8 (3,9)	1,0 (4,0)	8,3 (21,9)
2	0,6 (4,3)	0,0 (1,0)	2,2 (5,7)	2,7 (4,2)	4,7 (8,7)
3	1,8 (2,9)	1,4 *	2,3 (4,0)	2,1 (3,9)	5,7 (6,1)
4	1,0 *	1,2 *	2,0 *	2,4 *	0,0 †
5	4,4 (1,2)	4,4 *	2,2 (0,9)	2,2 (0,8)	3,7 (1,3)
6	0,3 (3,9)	0,3 (3,0)	0,3 (4,1)	0,3 (4,2)	1,0 (4,2)
7	1,6 (1,8)	1,0 *	3,2 (1,7)	3,1 (1,3)	2,1 *

\* Niet berekend, >20 % van de patiënten heeft missende waarden heeft voor één of meer van de voorspellende factoren in het model.

† Niet berekend, er zijn minder dan 20 patiënten in deze groep



Figuur 2 Standardised Infection Ratio's voor de zeven ziekenhuizen, naar soort infectie en operatiecategorie.

### 3.1.4 Infectiepreventiebeleid

Het infectiepreventiebeleid bij openhartoperaties in de zeven ziekenhuizen is weergegeven in tabel 6. In het merendeel van de ziekenhuizen werd onthaard met een tondeuse op de avond of ochtend voor de operatie. Vier ziekenhuizen gebruikten mupirocine en één ziekenhuis chloorhexidine ter eliminatie van neusdragerschap met *S. aureus*. In vijf ziekenhuizen was het algemeen geldend beleid dat de patiënt zich op de avond en/of ochtend voor de operatie waste met desinfecterende zeep, maar de gebruikte middelen varieerden. Alle ziekenhuizen hadden een beleid voor antibioticaprofylaxe, maar het gebruikte middel, de dosis en de

timing waren verschillend. In aanvulling op tabel 6 was het in één ziekenhuis het beleid dat de assistent de handschoenen verving bij het wisselen van operatiegebied van de benen naar de thorax en dat de wondranden gedesinfecteerd werden met povidonjood bij het sluiten van de huid.

*Tabel 6 Infectiepreventiebeleid bij openhartoperaties in de zeven ziekenhuizen. N.B. De volgorde van de ziekenhuizen is willekeurig, dus niet gelijk aan de volgorde in Tabel 5 en Figuur 2*

	<b>Ontharen</b>	<b>Neuszalf</b>	<b>Preoperatief wassen</b>	<b>Antibioticaprofylaxe</b>
*	Met tondeuse op de dag van of voor OK	Chloorhexidine 1% op dag/avond voor OK en voor insertie maagslang op OK	Met hibiscrub op avond / ochtend voor OK	Cefuroxim 1,5 g IV 30 min. pre-OK, 3 x Cefuroxim 1,5 g in 24 uur post-OK
*	Met tondeuse op de dag van of voor OK	Geen neuszalf	Geen algemeen geldend beleid	Cefazoline 1 g + 4 mg/kg Gentamicine bij start OK, Cefazoline 1 g voor perfusie, 4 x Cefazoline 1 g 48 uur post-OK
*	Met crème of tondeuse op de dag voor OK	Mupirocine 2 dd / 5 dagen, start dag voor OK	Met povidonjood zeepoplossing op avond voor OK	Cefuroxim 1,5 g tijdens inleiding, Cefuroxim 1,5 g tijdens OK, hoogrisicopatiënten ook Cefuroxim 1,5 mg 8 en 24 uur post-OK
*	Met tondeuse op de dag voor OK	Mupirocine 3 dd dag voor OK + 1-2 dd dag van OK	Met hibiscrub op dag voor en van OK	Cefazoline 1 g bij inleiden, opnieuw Cefazoline 1 g bij OK-duur > 4 uur
*	Alleen indien nodig om technische redenen, met tondeuse op dag van OK	Geen neuszalf	Geen algemeen geldend beleid	Cefazoline 2 g iv pre-OK, opnieuw Cefazoline 1g bij OK-duur > 4 uur
*	Conform WIP richtlijn, dus bij voorkeur met crème of tondeuse, zo kort mogelijk voor ingreep	Mupirocine 1 dd dag voor OK, 2 dd dag van OK, op aangeven van behandelend arts 3 dagen continueren bij positieve neuskweek en staken bij negatieve neuskweek	Conform WIP richtlijn, dus niet routinematig preoperatief wassen.	CABG: Cefamandol 1/1,5 g* mg iv voor OK, Cefamandol 1/1,5 g bij start perfusie, Cefamandol 1/1,5 g 4 uur post-OK. Klep / Klep + CABG: Cefamandol 1/1,5 g iv + Gentamicine 2 mg/kg iv voor OK, Cefamandol 1/1,5 g bij start perfusie, Cefamandol 1/1,5 g 4, 12, 20 uur post-OK + Gentamicine 2mg/kg iv 12 uur post-OK.
*	Clipperen op de dag voor OK	Mupirocine 2 dd / 2 dagen, start avond voor OK	Met betadinezeep op avond / ochtend voor OK	Flucloxacilline 1 g iv pre-OK, Flucloxacilline 1 g iv bij perfusie, 2 x Flucloxacilline 1 g post-OK

\* Cefamandol 1 g als patiënt < 70 kg, 1,5 g als > 70 kg.

### 3.1.5 Micro-organismen

Voor 19 van de 21 diepe sternuminfecties was een kweek afgenomen (90%). Van drie kweken miste de uitslag en drie kweken waren polymicrobieel. In totaal betrof de helft van de geïsoleerde micro-organismen staphylococce species (40% was *S. aureus*). Voor de oppervlakkige sternuminfecties was in de helft van de 24 gevallen gekweekt. Voor drie kweken miste de uitslag, twee kweken vertoonden geen groei en één was polimicrobieel. Het merendeel van de geïsoleerde micro-organismen betrof staphylococce species. Van de 43 donorwondinfecties was slechts in 12 gevallen (28%) een kweek beschikbaar, waarvan er zes polimicrobieel waren en twee de uitslag misten. Driekwart van de geïsoleerde micro-organismen waren gramnegatieve staven.

Na afsluiten van de gegevensverzameling bleek er slechts voor één patiënt een setje van wond en neusisolaat met *S. aureus* ingestuurd te zijn. Daarom is het niet mogelijk om het risico op een wondinfectie te kunnen relateren aan het neusdragerschap van *S. aureus*.

## 3.2 Evaluatie van de pilotstudiemodule

### 3.2.1 Tijdsinvestering van de ziekenhuishygiënist

De tijdsinvestering van de ziekenhuishygiënist belast met de surveillance van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie is gemeten in één ziekenhuis. De tijdsinvestering in dit ziekenhuis gedurende drie maanden van registratie was 8000 minuten (circa 130 uur of 17 werkdagen). De benodigde tijdsinvestering van de ziekenhuishygiënist na de registratieperiode bedroeg 3.550 minuten (circa 60 uur of 7 werkdagen). De tijd die het opzetten van deze surveillance binnen het ziekenhuis kost, is niet geregistreerd.

De geïnvesteerde uren **tijdens** de drie maanden van registratie waren als volgt verdeeld:

Werken op afdeling	51%
Gegevens opzoeken in informatiesystemen	36%
Verwerken neuskweken	5%
Opzoeken neuskweken	3%
Andere werkzaamheden	5%

De geïnvesteerde uren **na** de drie maanden van registratie waren als volgt verdeeld:

Werken/invoeren gegevens in AICE en verzenden	52%
Bellen naar patiënten t.b.v. surveillance na ontslag	20%
Brieven verwerken over surveillance na ontslag	6%
Gegevens completeren op basis van kweken, statussen, e.d.	22%

### 3.2.2 Haalbaarheid van de registratie van risicofactoren

Uit de evaluatie tijdens de workshop na afloop van de pilotstudie bleek dat de surveillance van openhartoperaties als arbeidsintensief werd ervaren, wat in overeenstemming is met de geregistreerde tijdsinvestering. De registratie kost minder tijd naarmate er meer ervaring wordt opgedaan. Wat betreft de registratie van risicofactoren kwam als algemeen punt naar voren dat veel registratieformulieren incompleet werden ingevuld, waardoor de hygiënisten alsnog de statussen moesten bekijken. De registratie van preoperatieve glucose werd specifiek genoemd als zeer arbeidsintensief. Tijdens de workshop is besloten momenteel geen nieuwe risicofactoren toe te voegen aan het protocol. Een ziekenhuis kan natuurlijk altijd naar wens risicofactoren toevoegen aan de eigen registratie.



Het arrangeren van standaard neuskweken voor het bepalen van *S. aureus* dragerschap bleek lastig in de meeste ziekenhuizen en wondkweken bleken slechts beperkt afgenomen te worden, vooral bij donorwonden. Hierdoor bleek aan het einde van de pilotstudie maar één set van neus- en wondkweek beschikbaar.

### 3.2.3 Haalbaarheid van surveillance na ontslag

Actieve surveillance na ontslag werd als arbeidsintensief ervaren terwijl de betrouwbaarheid – met name voor donorwonden en in mindere mate voor oppervlakkig sternumwonden - moeilijk is vast te stellen, vooral als veel patiënten niet op eigen polikliniek worden teruggezien. De diepe sternumwondinfecties ziet men in de regel altijd terug in het opererende ziekenhuis.

## 3.3 Wijzigingen in het protocol

Naar aanleiding van deze pilotstudie van de module postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie zijn de volgende wijzigingen in het protocol doorgevoerd:

- Surveillance na ontslag voor donorwonden is optioneel geworden, waarbij de datum waarop de patiënt voor het laatst gezien is, geregistreerd wordt. De reden hiervoor is dat het merendeel van de donorwondinfecties gevonden werd na ontslag uit het ziekenhuis, terwijl het zeer arbeidsintensief en in een aantal ziekenhuizen niet mogelijk was om de infectiestatus van alle patiënten met een beenwond na ontslag te achterhalen. Surveillance na ontslag voor sternumwonden blijft verplicht.
- De locatie van de donorwond wordt gespecificeerd.
- De afname van standaard preoperatieve neuskweken voor bepaling van *S. aureus* dragerschap is optioneel geworden.
- De opnamedatum in het ziekenhuis wordt geregistreerd.
- Omdat er een sterke correlatie is tussen perfusieduur en operatieduur en de perfusieduur een betere voorspeller bleek te zijn voor het risico op een wondinfectie, wordt operatieduur niet meer geregistreerd.
- Preoperatieve glucose- en creatinewaarden worden niet meer geregistreerd.
- Heroperatie wordt niet meer geregistreerd

## 4. Discussie

Het overgrote deel van de rapportages in de literatuur over de incidentie van postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie en het relatieve belang van risicofactoren betreft single-centre-studies. Het is waarschijnlijk dat de selectie van patiënten, keuze van operatietechniek en het infectiepreventiebeleid sterk varieert tussen ziekenhuizen. Dit laatste wordt ondersteund door de verzamelde data in deze pilotstudie. De data verzameld in deze pilotstudie zijn daarom een waardevolle aanvulling op al eerder gerapporteerde risicofactoren en een onderbouwing voor de keuze van te registreren risicofactoren voor een PREZIES-module postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie.

Op basis van de analyse van de oppervlakkige en diepe sternuminfecties en donor-beenwondinfecties kan gesteld worden dat tenminste de volgende risicofactoren geregistreerd zouden moeten worden in een landelijke surveillancemodule: leeftijd, geslacht en Quetelet index van de patiënt, of hij/zij insuline-afhankelijke diabetes heeft, de perfusieduur, laagste temperatuur en timing van de operatie (electief of spoed), of er een rethoracotomie volgde op de operatie en hoe lang de patiënt gevolgd werd middels surveillance. De perfusieduur is sterk gecorreleerd met de operatieduur. Doordat de verdeling van de perfusieduur (in kwartielen) operatiespecifiek is bepaald, zal de perfusieduur de gebruikte operatietechniek weerspiegelen. Daarom is ervoor gekozen om perfusieduur wel in het definitieve protocol op te nemen en operatieduur niet.

Opgemerkt dient te worden dat de identificatie van risicofactoren niet bedoeld is om directe aanknopingspunten te bieden voor interventies om de kwaliteit van zorg te optimaliseren. Wel kunnen de geregistreeerde risicofactoren gebruikt worden om referentiecijfers te genereren die gecorrigeerd zijn voor de belangrijkste versturende factoren. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de gegevens in tabel 5 en figuur 2. Daar zien we bijvoorbeeld dat ziekenhuis 1 in absolute termen veruit het hoogste percentage donorwondinfecties had, maar omdat op grond van de patiëntenpopulatie er ook veel infecties verwacht werden, hoort de SIR van dit ziekenhuis tot de laagste. Hierbij dient aangetekend te worden dat de verdeling van patiëntkenmerken uit ziekenhuizen met een relatief groot aantal infecties (ten opzichte van het totaal aantal infecties in de zeven ziekenhuizen), relatief veel bijdraagt aan de opname en weging van risicofactoren in het voorspellende model. Hierdoor zal de geschatte SIR mogelijk iets te laag zijn. Idealiter zouden we, om dit probleem te voorkómen, verschillende datasets hebben gebruikt voor de ontwikkeling en toepassing (berekening verwachte infectiepercentage) van de voorspellende modellen. De dataset van de pilotstudie bevatte echter te weinig infecties om deze hiertoe op te kunnen splitsen. Het is echter alleszins redelijk te veronderstellen dat de risicofactoren die nu opgenomen zijn in deze voorspellende modellen, inderdaad de belangrijkste versturende factoren zijn. De methode van SIR's geeft het infectiepercentage van het eigen ziekenhuis gespiegeld aan de referentiecijfers gebaseerd op gegevens van alle ziekenhuizen zeer inzichtelijk weer. Op basis van deze surveillancedata zijn de gegevens over het gevolgde infectiepreventiebeleid en de infectiecijfers in de ziekenhuizen niet direct koppelbaar; er kan immers geen onderscheid gemaakt worden tussen oorzaak en gevolg. Zo zou het bijvoorbeeld kunnen zijn dat ziekenhuizen die standaard preoperatief neuszalf aanbevelen, een hogere infectiedruk voor MRSA hebben. Echter, een inventarisatie van het infectiepreventiebeleid van ziekenhuizen met consistent lage SIR's over verschillende jaren is een mogelijke eerste stap op weg naar het delen van 'best practices'.

## Dankwoord

Het PREZIES-team bedankt alle betrokken ziekenhuishygiënisten en cardiologen uit de deelnemende ziekenhuizen en de andere leden van de expertgroep voor hun bijdrage aan de opzet en uitvoering van deze pilotstudie postoperatieve wondinfecties na hartchirurgie. Daarnaast danken wij Jan Kluytmans voor de organisatie van de moleculaire typering van de MRSA-stammen. In verband met mogelijke herleidbaarheid van gegevens, worden de namen van de deelnemende ziekenhuizen en hun medewerkers niet vermeld in dit rapport.

## Literatuur

- <sup>1</sup> Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997, De som der delen. Elsevier / De Tijdstroom, Maarsse, 1997.
- <sup>2</sup> Basket RJF, MacDougall CE, Ross DB. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review. *Ann Thorac Surg* 1999;67:462-5.
- <sup>3</sup> Trick WE, Scheckler WE, Tokars JI, Jones KC, Reppen ML, Smith EM, Jarvis WR. Modifiable risk factors associated with deep sternal site infection after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:108-14.
- <sup>4</sup> The Parisian Mediastinitis Study Group. Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:1200-7.
- <sup>5</sup> Spelman DW, Russo P, Harrington G, Bruce BB, Rabinov M, Smith JA, Spicer WJ, Esmore D. Risk factors for surgical wound infection and bacteraemia following coronary artery bypass surgery. *Aust N Z J Surg* 2000;70:47-51.
- <sup>6</sup> Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ianov J, Cohen G, Scully HE, David TE. Deep sternal wound infections: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1050-6.
- <sup>7</sup> Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T, Hentschel B, Schmitt DV, Mohr FW, Diegele A. Mediastinitis and cardiac surgery – an updated risk factor analysis in 10,373 consecutive adult patients. *Thorac Cardiovasc Surg* 2002;5087-91.
- <sup>8</sup> Ridderstolpe L, Gill H, Granfeldt H, Ahlfeldt H, Rutberg H. Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:1168-75.
- <sup>9</sup> Olsen MA, Lock-Buckley P, Hopkins D, Polish LB, Sundt TM, Fraser VJ. The risk factors for deep and superficial chest surgical site infections after coronary artery bypass graft surgery are different. *J Thor Cardiovasc Surg* 2002;124:136-45.
- <sup>10</sup> Jakob HG, Borneff-Lipp M, Bach A, Pückler von S, Windeler J, Sonntag HG, Hagl S. The endogenous pathway is a major route for deep sternal wound infection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:154-60.
- <sup>11</sup> Borer A, Gilad J, Meydan N, Riesenberk K, Schlaeffer F, Alkan M, Schlaeffer P. Impact of active monitoring of infection control practices on deep sternal infection after open-heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72:515-20.
- <sup>12</sup> Hollenbeak CS, Murphy DM, Koenig S, Woodward RS, Dunagan WC, Fraser VJ. Chest 2000;118:397-402. The clinical and economic impact of deep chest surgical site infections following coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 2000;118:397-402.
- <sup>13</sup> Stahle E, Tammelin A, Bergstrom R, Hambreus A, Nystrom SO, Hansson HE. Sternal wound complications – incidence, microbiology and risk factors. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;11:1146-53.
- <sup>14</sup> Bellchambers J, Harris JM, Cullinan P, Gaya H, Pepper JR. A prospective study of wound infection in coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15:45-50.
- <sup>15</sup> Birkmeyer NJ, Charlesworth DC, Hernandez F, Leavitt BJ, Marrin CA, Morton JR, Olmstead EM, O'Connor GT. Obesity and risk of adverse outcomes associated with coronary artery bypass surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Circulation* 1998; 97:1689-94.
- <sup>16</sup> Vuorisalo S, Haukipuro K, Pokela R, Syrjala H. Risk features for surgical-site infections in coronary artery bypass surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998;19:240-7.
- <sup>17</sup> Werkgroep Infectie Preventie. Preventie van postoperatieve wondinfecties. Leiden, 1996; Richtlijn 55.

<sup>18</sup> Werkgroep Infectie Preventie. Infectiepreventie in operatiekamers. Leiden, 2002; Richtlijn 5a.

<sup>19</sup> McConkey SJ, L'Ecuyer PB, Murphy DM, Leet TL, Sundt TM, Fraser VJ. Results of a comprehensive infection control program for reducing surgical-site infections in coronary artery bypass surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:533-538.

<sup>20</sup> Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A. Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg* 1997;63:356-61.

<sup>21</sup> Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:352-362

<sup>22</sup> Kluytmans JA, Mouton JW, VandenBergh MF, Manders MJ, Maat AP, Wagenvoort JH, Michel MF, Verbrugh HA. Reduction of surgical-site infections in cardiothoracic surgery by elimination of nasal carriage of *Staphylococcus aureus*. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17:780-785.

<sup>23</sup> Perl TM, Cullen JJ, Wenzel RP, Zimmerman MB, Pfaller MA, Sheppard D, Twombly J, French PP, Herwaldt LA; The Mupirocin And The Risk Of *Staphylococcus aureus* Study Team. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *NEJM* 2002;346:1871-7.

<sup>24</sup> Losanoff JE, Jones JW, Richman BW. Primary closure of median sternotomy: techniques and principles. *Cardiovasc Surg* 2002;10:102-10.

<sup>25</sup> Graeber GM. Harvesting of the internal mammary artery and the healing median sternotomy. *Ann Thorac Surg* 1992;53:7-8.

<sup>26</sup> Gurevitch J, Kramer A, Locker C, Shapira I, Paz Y, Matsa M, Mohr R. Technical aspects of double-skeletonized internal mammary artery grafting. *Ann Thorac Surg* 2000;69:841-846.

<sup>27</sup> Geubbels ELPE, Mintjes-de Groot AJ, Berg JM van den, Boer AS de. An operating surveillance system of surgical-site infections in the Netherlands: Results of the PREZIES National Surveillance Network. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21: 311-318.

<sup>28</sup> Geubbels ELPE, Nagelkerke NJD, Mintjes-de Groot AJ, Vandenbroucke-Grauls CMJE, Grobbee DE, Boer AS de. Reduced risk of surgical site infection with longer hospital participation in a surveillance network. In: *Prevention of surgical site infections through surveillance*. Utrecht: Universiteit Utrecht, 2002 [proefschrift].

<sup>29</sup> Geubbels ELPE, Bakker HG, Houtman P, Noort-Klaassen MA van, Pelk MSJ, Sassen TM, Wille JC. Promoting quality through surveillance of surgical site infections: five prevention success stories. In: *Prevention of surgical site infections through surveillance*. Utrecht: Universiteit Utrecht, 2002 [proefschrift].

<sup>30</sup> Geubbels ELPE, Genugten MLL van, Wille JC, Boer AS de. Costs of surgical site infection. In: *Prevention of surgical site infections through surveillance*. Utrecht: Universiteit Utrecht, 2002 [proefschrift].

<sup>31</sup> Werkgroep Infectie Preventie. Registratie ziekenhuisinfecties. Leiden, 2000; Richtlijn 25b.

<sup>32</sup> Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982;143:29-36.