

Infectieziektebestrijding

Infectieziekte- bestrijding

Redactie

Jeannette de Boer

Toos Waegemaekers

Hans van den Kerkhof

2025

>g uitgeverij
van gorcum

© 2025, Uitgeverij Van Gorcum BV, Assen.

Alle rechten voorbehouden. Tekst- en datamining zijn niet toegestaan.

All rights reserved. No text & datamining.



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, geluidsband, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

NUR 860

ISBN folio 9789465070421

ISBN e-book 9789465070544

Eerste druk, 2025

Dit is een derde, volledig herziene editie van twee eerdere uitgaven. De eerste editie verscheen in 2005 bij Boom Juridische Uitgevers, de tweede in 2013 bij Boom Lemma Uitgevers.

Uitgave: Uitgeverij Van Gorcum, Assen

Redactie: Met Stip Teksten, Groningen

Grafische verzorging: Wink Ontwerp, Havelte

Omslagontwerp: Elbert Niezen, Sint Maarten

Druk: Drukkerij Van Gorcum, Meppel

De figuren 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 en 1.8 in het hoofdstuk Basisprincipes en begrippen en figuur 4.3 in het hoofdstuk Uitbraakonderzoek en uitbraakmanagement zijn afkomstig uit: Van den Kerkhof, H., et al. (2013). *Infectieziektebestrijding* (2e editie). Boom Lemma Uitgevers.

Inhoud

Inleiding	15
-----------	----

1 Basisprincipes en begrippen 19

1.1	Inleiding	20
1.2	Transmissieketen en basisbegrippen in de infectieziektebestrijding	20
1.2.1	Reservoir of bron	20
1.2.2	Transmissieroute	21
1.2.3	Gastheer	22
1.2.4	Omgevingsfactoren	24
1.3	Dynamiek van infectieziekten in de populatie	26
1.3.1	Groepsimmunititeit	26
1.3.2	Maten voor verspreiding	26
1.3.3	Ziektelast en leeftijd van eerste besmetting	28
1.3.4	Zichtbaarheid van uitbraken/epidemieën	28
1.4	Metten is weten	29
1.4.1	Microbiologie en epidemiologie	29
1.4.2	Epidemiologische basisbegrippen	30
1.4.3	Epidemiologische curve	32
1.5	Interventies	32
1.5.1	Bron- en contactonderzoek	32
1.5.2	Preventie- en bestrijdingsmaatregelen	34
1.5.3	Kosten en baten van maatregelen	37
1.6	Tot slot	38
	Referenties	38
	Verder lezen	38

2 Diagnostiek van infectieziekten: toepassingsmogelijkheden gericht op de publieke gezondheidszorg 39

2.1	Inleiding	40
2.2	Verschillende soorten informatie voor een goed beeld	40
2.2.1	Individuele versus groepsgerichte diagnostiek	41
2.2.2	Sensitiviteit, specificiteit, positief en negatief voorspellende waarde	41
2.2.3	Timing van diagnostiekintensiteit tijdens uitbraken en epidemieën	42

2.3	Overwegingen bij keuze in te zetten diagnostiek	43
2.3.1	Directe diagnostiek	43
2.3.2	Indirecte diagnostiek	44
2.3.3	Whole Genome Sequencing (WGS)	45
2.3.4	Andere determinatiemethodieken zoals de MALDI-TOF MS	47
2.3.5	Point-of-care-testen	47
2.3.6	Zelfdiagnostiek	48
2.4	Bepalen gevoeligheid antibiotica	50
2.5	Omgevingsdiagnostiek	51
2.5.1	Rioolwater	51
2.5.2	Zwemwater	52
2.5.3	Luchtbemonstering	53
2.6	Tot slot	53
	Referenties	53

3 Signalering, surveillance en monitoring 55

3.1	Inleiding	56
3.2	Basisvormen van surveillance	56
3.2.1	Event-based surveillance	56
3.2.2	Indicator-based surveillance	57
3.3	Landelijke signaleringssystemen	63
3.4	Tot slot	63
	Referenties	64

4 Uitbraakonderzoek en uitbraakmanagement 65

4.1	Inleiding	66
4.2	Uitbraakonderzoek	66
4.2.1	Beoordeel of er werkelijk sprake is van een uitbraak	66
4.2.2	Bevestig de diagnose door middel van diagnostiek	68
4.2.3	Stel een casusdefinitie op	69
4.2.4	Zoek naar cases	70
4.2.5	Beschrijf de data in termen van tijd, plaats en persoon en stel een hypothese op	70
4.2.6	Test de hypothese	73
4.2.7	Trek conclusies op basis van je analyse	76
4.2.8	Voer aanvullend onderzoek uit	77
4.2.9	Communiceer je bevindingen	79
4.2.10	Implementeer bestrijdings- en preventiemaatregelen	79

4.3	Uitbraakmanagement	79
4.3.1	Uitbraakmanagementteam	79
4.3.2	Opschaling binnen een GGD	80
4.3.3	Bestrijdings- en preventiemaatregelen bij een uitbraak	80
4.4	Tot slot	81
	Referenties	82
	Verder lezen	82

5 Communicatie als onderdeel van infectieziektebestrijding 83

5.1	Inleiding	84
5.2	Gedrags- en communicatietheorieën	84
5.2.1	Toepassing ASE-model op voorbeeld	85
5.3	Een altijd veranderende maatschappelijke context	86
5.3.1	Globalisering	87
5.3.2	Technologische vooruitgang	87
5.3.3	Vertrouwen in instituties	87
5.3.4	Sociaal-politieke veranderingen	88
5.4	Doelgroepgericht communiceren	88
5.4.1	Ontvankelijkheid van een boodschap	89
5.4.2	Less is more	90
5.4.3	Taal	90
5.4.4	De doelgroep bereiken	91
5.4.5	Specifieke eigenschappen van een doelgroep	91
5.5	Crisiscommunicatie tijdens een uitbraak	91
5.5.1	Vertrouwen en draagvlak	91
5.5.2	Tijdigheid en openheid van informatie	92
5.5.3	Onzekerheid en dilemma's	93
5.5.4	Vorbereiding, oefening en evaluatie	93
5.6	Tot slot	94
	Referenties	94

6 Het wettelijke kader voor infectieziektebestrijding 95

6.1	Inleiding	96
6.2	De bestuurlijke en functionele inrichting	96
6.2.1	Historische context	96
6.2.2	Grondbeginselen	97
6.2.3	Aanpalende wetgeving	99
6.2.4	Het Caribisch deel van het koninkrijk	100
6.2.5	Overzicht en samenhang van het wettelijke basisraamwerk: Wpg, EU-verordening en IGR	100

6.2.6	Opschaling van de infectieziektebestrijding en openbare orde	107
6.2.7	Toezicht	107
6.3	Meldplichten en interventies gericht op het individu, op het collectief en op goederen	108
6.3.1	Meldplicht	108
6.3.2	Maatregelen	110
6.3.3	Het verwerken van persoonlijke en medische gegevens	114
6.4	Tot slot	116
	Referenties	116
	Verder lezen	117
7	Organisatie infectieziektebestrijding regionaal, nationaal en internationaal	119
7.1	Inleiding	120
7.2	Regionale organisaties in de infectieziektebestrijding	120
7.2.1	GGD	120
7.2.2	Medisch-microbiologische laboratoria en referentielaboratoria	124
7.3	Landelijke organisaties in de infectieziektebestrijding	124
7.3.1	Centrum Infectieziektebestrijding (CIb)	124
7.3.2	Regionale ondersteuning infectieziekten; netwerk van consultants	128
7.3.3	Landelijke Functie Opschaling Infectieziektebestrijding (LFI)	128
7.3.4	Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS)	130
7.3.5	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)	131
7.4	Internationale organisaties betrokken bij infectieziektepreventie en -bestrijding	132
7.4.1	European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)	132
7.4.2	European Food Safety Authority (EFSA)	133
7.4.3	World Health Organization (WHO)	133
7.4.4	World Organisation for Animal Health (WOAH)	134
7.5	Tot slot	134
	Referenties	134
	Verder lezen	134
8	Pandemische paraatheid: scenario's met nationale/internationale coördinatie	135
8.1	Inleiding	136
8.1.1	Pandemische respons	136
8.1.2	Infectieziekten met grote impact	139
8.1.3	Uitgangspunten paraatheid voor (pandemische) noodtoestanden van internationaal belang	139
8.1.4	Paraatheid als continu proces	141

8.2	Mondiale pandemische paraatheid	141
8.2.1	Wet-/regelgeving mondiaal	141
8.2.2	Paraatheidsvereisten mondiaal	142
8.2.3	Dreiging mondiaal	142
8.2.4	Ambities	142
8.3	Europese pandemische paraatheid	143
8.3.1	Wet-/regelgeving Europese Unie	143
8.3.2	Paraatheidsvereisten Europese Unie	143
8.3.3	Dreiging Europees	144
8.3.4	Ambities Europees	144
8.4	Nederlandse pandemische paraatheid	144
8.4.1	Wet-/regelgeving nationaal	144
8.4.2	Paraatheidsvereisten nationaal	145
8.4.3	Dreiging nationaal	149
8.4.4	Ambities nationaal	150
8.5	Tot slot	151
	Referenties	152

9 Vaccinatie in de infectieziektebestrijding 153

9.1	Inleiding	154
9.2	Toepassingen van vaccinatie	155
9.2.1	Preventieve programma's om de bevolking te beschermen	155
9.2.2	Preventieve vaccinatie om specifieke doelgroepen te beschermen	158
9.2.3	Vaccinatie om een uitbraak of pandemie te bestrijden	160
9.2.4	Vaccinatie op eigen verzoek	161
9.3	Algemene aandachtspunten bij vaccinatie	161
9.3.1	De timing van de vaccinatie	161
9.3.2	De schaal waarop gevaccineerd wordt	162
9.3.3	De toediening van het vaccin	164
9.3.4	Bijwerkingen en contra-indicaties	165
9.3.5	De effectiviteit van het vaccin	166
9.3.6	De acceptatie van de vaccinatie	166
9.4	Tot slot	168
	Referenties	169
	Verder lezen	169

10 Zoönosen	171
10.1 Inleiding	172
10.2 Wet- en regelgeving	172
10.2.1 Import- en exportregels	174
10.3 Surveillance en monitoring	175
10.4 Respons bij uitbraken van zoönosen	176
10.4.1 Organisatie en verantwoordelijkheden respons nationaal	177
10.4.2 Internationale samenwerking	178
10.4.3 Samenwerking GGD, LCI en NVWA, rol ministeries	180
10.5 Preventie van zoönosen en voedselveiligheid	181
10.6 Zoönosegeletterdheid	182
10.7 Tot slot	182
Referenties	183
Verder lezen	184
11 Planetaire gezondheid	185
11.1 Inleiding	186
11.1.1 Planetaire grenzen	188
11.2 Planetaire grenzen en hun invloed op gezondheid	189
11.2.1 Klimaatverandering	191
11.2.2 Chemische milieuverontreiniging	193
11.2.3 Luchtvervuiling en verstoring biochemische kringlopen	193
11.2.4 Water (kwantiteit en kwaliteit)	195
11.2.5 Biodiversiteitsverlies	197
11.2.6 Landgebruik	198
11.3 Gezonde zorg	200
11.3.1 Wat kunnen we doen?	200
11.3.2 Een rol voor de publieke gezondheidszorg	201
11.4 Tot slot	201
Referenties	201
12 Ethiek in de infectieziektebestrijding	203
12.1 Inleiding	204
12.2 Wat betekent ethiek in de infectieziektebestrijding?	204
12.2.1 Van weegschaal naar veelvlakke diamant	204
12.2.2 Van morele routine naar ethische keuzes	204
12.2.3 Ethische wegwijzers in de infectieziektebestrijding	205
12.3 Wegwijzer 1: ethische theorieën	205
12.3.1 Deontologie en consequentialisme	206
12.3.2 Deugdethiek	208
12.3.3 De weerbarstige praktijk	208

12.4	Wegwijzer 2: ethische waarden	209
12.4.1	Autonomie	209
12.4.2	Vrijheid	210
12.4.3	Health equity	210
12.4.4	Solidariteit	210
12.4.5	Doeltreffendheid	211
12.4.6	Rechtvaardigheid	212
12.4.7	Gezondheid als waarde?	212
12.4.8	De weerbarstige praktijk	212
12.5	Wegwijzer 3: praktische ethische uitgangspunten	213
12.5.1	Het schadebeginsel	213
12.5.2	Proportionaliteit	214
12.6	Wegwijzer 4: procedurele rechtvaardigheid	215
12.7	Tot slot	216
	Referenties	216
	Verder lezen	216

13 Vectoren 217

13.1	Inleiding	218
13.2	Indeling en eigenschappen van vectoren	218
13.3	Beschrijving van de voor Nederland meest relevante vectoren	219
13.3.1	Teken	219
13.3.2	Muggen	223
13.4	Vectorbestrijding	228
13.5	Vectoren en klimaatverandering	229
13.6	Tot slot	230
	Referenties	231
	Verder lezen	231

14 Antimicrobiële resistentie 233

14.1	Inleiding	234
14.2	Detectie en ontstaan van antimicrobiële resistentie	236
14.2.1	Ontstaan van antibioticaresistentie	237
14.2.2	Detectie van antibioticaresistentie	237
14.2.3	Andere vormen van antimicrobiële resistentie	239
14.3	Zicht op antimicrobiële resistentie	240
14.3.1	AMR-surveillance in Europa	240
14.3.2	AMR-surveillance in Nederland	240

14.4	Aanpak AMR binnen Nederland	244
14.4.1	Beleid AMR Rijksoverheid	244
14.4.2	Search and destroy	244
14.4.3	Search and control	246
14.4.4	Zorgvuldig antibioticagebruik en infectiepreventiebeleid	246
14.4.5	One Health	248
14.4.6	AMR Zorgnetwerken	248
14.5	Rol van publieke gezondheid bij AMR	249
14.5.1	Rol publieke gezondheidszorg bij BRMO-uitbraken	249
14.5.2	Richtlijnen	250
14.5.3	Communicatie	250
14.6	Tot slot	251
	Referenties	251
15	Soa's en seksuele gezondheid	255
15.1	Inleiding	256
15.2	Organisatie van soazorg in Nederland	257
15.3	Surveillance	257
15.4	Preventieve interventies	259
15.4.1	Seksuele vorming	260
15.4.2	Vaccinatie	260
15.4.3	Pre- en postexpositieprofylaxe	261
15.4.4	Zwangerschapsscreening	261
15.5	Partnermanagement	262
15.6	Tot slot	263
	Referenties	263
16	Tuberculose en tuberculosebestrijding in Nederland	265
16.1	Inleiding	266
16.2	De belangrijkste kenmerken van tuberculose	266
16.2.1	Wat is tuberculose?	266
16.2.2	Infectie versus ziekte	266
16.2.3	Risicogroepen	267
16.3	Tuberculose in Nederland	267
16.3.1	Epidemiologie	267
16.3.2	Nationaal beleid	268
16.4	Preventie van tuberculose	268
16.4.1	Bron- en contactonderzoek	268
16.4.2	BCG-vaccinatie	270
16.4.3	Screening en diagnostiek	270

16.5	Antibioticaresistentie bij behandeling van tuberculose	271
16.5.1	Goed gevoelige tuberculose	271
16.5.2	Multidrugresistente tuberculose (MDR-tbc)	272
16.6	Gedwongen opname	272
16.7	Tot slot	273
	Referenties	274
	Verder lezen	274
	Index	275
	Redactie en auteurs	285

Inleiding

Infectieziekten zijn er al zolang de mensheid bestaat. Het denken erover en de bestrijding ervan is in de loop van de eeuwen sterk veranderd. Halverwege de vorige eeuw dacht een deel van de wetenschappers nog dat infectieziekten met antibiotica en vaccins geheel tot het verleden zouden behoren. Aan het eind van de twintigste eeuw echter was het besef breed ingedaald dat dat niet zou lukken en dat een goed georganiseerde bestrijding belangrijk is. De infectieziektebestrijding zoals we die nu in Nederland binnen de openbare gezondheidszorg kennen, is een relatief nieuwe discipline die zich de afgelopen jaren sterk geprofileerd en ontwikkeld heeft. Deze ontwikkeling begon met de realisatie van een landelijk netwerk van GGD'en zoals voorzien in de Wet collectieve preventie volksgezondheid, waarin infectieziektebestrijding expliciet als taak van de GGD werd voorgeschreven. De polio-epidemie (1992-1993) was aanleiding tot de vorming van een Landelijke Coördinatie Infectieziektebestrijding die als taak kreeg om landelijke inzet bij grootschalige epidemieën te coördineren en om inhoudelijke richtlijnen te ontwikkelen. Ervaringen opgedaan in het decennium daarna met epidemieën en uitbraken van zoönosen waren aanleiding tot de publicatie van een eerste leerboek over de organisatie en praktijk van de infectieziektebestrijding in 2005. Vernieuwing van de (inter)nationale regelgeving en de verdere ontwikkeling van het vakgebied waren redenen om een volgende editie (2013) het licht te laten zien, gericht op een breder publiek van geïnteresseerden.

Wederom vernieuwde regelgeving, intensivering van de internationale samenwerking, ervaringen opgedaan tijdens de COVID-pandemie en de verdere professionalisering van het vakgebied motiveerden de redactie tot de realisatie van deze derde uitgebreide editie. Het veld wordt steeds complexer en er zijn steeds meer organisaties betrokken bij de bestrijding. Dit boek is voor een deel opgebouwd rondom praktische casuïstiek. Het bevat echter geen inhoudelijke richtlijnen, daarin wordt door diverse vakdisciplines reeds voorzien. Het is geschreven voor medische professionals bij de GGD'en die in de dagelijkse praktijk met infectieziektebestrijding te maken hebben. Maar ook andere deskundigen, zoals huisartsen, medisch microbiologen en professionals betrokken bij bestuur en politiek, zullen baat hebben bij kennis van en inzicht in de principes en organisatie van de (inter)nationale bestrijding. Ook voor hen is dit boek uitdrukkelijk geschreven.

In het eerste hoofdstuk wordt ingegaan op de algemene principes en begrippen die gangbaar zijn in het vakgebied. Ook worden de diverse maatregelen toegelicht.

In het tweede hoofdstuk worden de verschillende vormen van diagnostiek van infectieziekten beschreven. De mogelijkheden zijn de afgelopen jaren sterk uitgebreid en ook dit vakgebied maakt momenteel ingrijpende ontwikkelingen door. Zonder al te diep in te gaan op de technische details worden de belangrijkste diagnostische (on)mogelijkheden voor specifieke toepassingen beschreven.

In het derde hoofdstuk wordt ingegaan op de manieren waarop in Nederland infectieziekten worden gesurveilleerd en gesignaleerd en welke systemen daarvoor worden gebruikt. In het vierde hoofdstuk wordt aan de hand van casuïstiek stapsgewijs besproken hoe een uitbraak wordt vastgesteld en uiteindelijk onder controle wordt gebracht.

Effectieve communicatie van risico's bij grotere en kleinere infectieziektecrises is de afgelopen jaren van steeds groter belang gebleken. Ook dit vakgebied is sterk geprofessionaliseerd en met de komst van sociale media is de inzet van nieuwe communicatiestrategieën onontkoombaar geworden. Hierop wordt in hoofdstuk 5 uitgebreider ingegaan.

Zoals eerder opgemerkt was een verandering van wet- en regelgeving een van de aanleidingen voor het realiseren van deze nieuwe editie. Deze regelgeving wordt steeds complexer, ook door de steeds grotere invloed van privacywetgeving en ervaring opgedaan tijdens de COVID-pandemie. In hoofdstuk 6 wordt een en ander uitgebreid toegelicht, essentieel voor het begrip van achterliggende principes.

De samenwerking op regionaal, nationaal, maar ook op internationaal niveau wordt steeds belangrijker voor het signaleren en controleren van infectieziekten. Hoe dit allemaal is georganiseerd en welke organisaties erbij betrokken zijn, wordt besproken in hoofdstuk 7. Hoewel de overheid zich ook vóór de COVID-19-pandemie bezighield met de voorbereiding op grote epidemieën, is dit pas na 2022 goed van de grond gekomen. Ook internationaal wordt op dit vlak veel beleid gemaakt; zowel de WHO als het ECDC hebben hiervoor richtlijnen ontwikkeld, en ook programma's om de implementatie daarvan op regelmatige basis te evalueren. In hoofdstuk 8 gaan de auteurs hier dieper op in.

Vaccinatie blijft een van de hoekstenen van de infectieziektebestrijding. In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op de achterliggende principes, het Rijksvaccinatieprogramma, vaccinatie bij uitbraken en bij risicogroepen, de weerstand tegen vaccinaties en de ontwikkeling van pandemische vaccins.

Zoönosen zijn in Nederland met zijn hoge mens- en veedichtheid altijd een dreiging om serieus rekening mee te houden. Vanwege de principes van One Health wordt er bij de surveillance en bestrijding hiervan intensief door verschillende organisaties vanuit de humane en veterinaire sector samengewerkt. Dit wordt in hoofdstuk 10 verder toegelicht. Veel bedreigingen van infectieziekten worden mede veroorzaakt door het doorbreken van de zogenaamde planetaire grenzen waardoor ecosystemen uit balans raken en pathogenen meer kansen krijgen om problemen te geven. Hoe dit alles met elkaar samenhangt en wat er eventueel aan kan worden gedaan, wordt toegelicht in hoofdstuk 11.

In de bestrijding van infectieziekten staan de belangen van het individu en die van de maatschappij in bredere zin nogal eens haaks op elkaar. Dat werd tijdens de COVID-19-pandemie weer extra duidelijk. Hoe maak je als professional de belangenafweging in dezen en welke argumenten zijn daarvoor relevant? In hoofdstuk 12 wordt verder ingegaan op de ethische dilemma's in de infectieziektebestrijding.

In de pers wordt regelmatig geschreven over de dreiging van infectieziekten verspreid door muggen en teken. Hoe zit dat nu echt, hoe ernstig is dat, en wat kunnen we ertegen doen? In hoofdstuk 13 wordt toegelicht dat het allemaal niet zo eenvoudig en eenduidig is.

Het gebruik van antimicrobiële middelen heeft de afgelopen halve eeuw ook mondiaal een enorme vlucht genomen. Dit heeft op grote schaal geleid tot de ontwikkeling van resistentie van deze organismen tegen dergelijke middelen. Hoe stellen we dat vast en met welk beleid is dat onder controle te houden? In hoofdstuk 14 wordt hier ook aan de hand van casuïstiek dieper op ingegaan.

Een leerboek over infectieziektebestrijding kan niet compleet zijn zonder iets te melden over seksueel overdraagbare aandoeningen (soa's) en tuberculosebestrijding. Deze onderwerpen worden in de twee laatste korte hoofdstukken verder toegelicht.

Gezien de demografische en mondiale ontwikkelingen zullen infectieziekten ook de komende decennia de aandacht van bestrijders en beleidsmakers op blijven eisen. Momenteel is ongeveer 20% van de bevolking 65 jaar of ouder; 5% is zelfs 80 jaar of ouder. In 2050 zal het aantal 65-plussers zijn toegenomen tot 4,8 miljoen mensen (25% van de bevolking) en het aantal mensen van 80 jaar of ouder zal ruim verdubbelen tot ongeveer 1,95 miljoen. Dit zal impact (moeten) hebben op het beleid. Hoe houden we deze kwetsbare mensen beschermd tegen infectieziekten, op welke wijze zullen we vaccinatieprogramma's moeten aanpassen? Welke consequenties heeft dat voor de voorbereidingen op een volgende pandemie waarvan niet zeker is wanneer zij zal komen en welk organisme de hoofdrol zal opeisen, maar waarvan wel zeker is dát zij gaat komen?

Ook het nog steeds toenemende internationale verkeer van reizigers en goederen zal invloed hebben op de verspreiding van micro-organismen en vectoren. Daarnaast zal, door geopolitieke ontwikkelingen, migratie een rol blijven spelen en zijn er oorlogsgebieden waar het risico op infectieziektenuitbraken groot blijft. Het einde hiervan is nog niet in zicht.

Het steeds verder binnendringen in ecosystemen, maar ook de toenemende aantasting daarvan, de toename van grootschalige (intensieve) veehouderij en de klimaatverandering zullen allemaal hun impact hebben op de verspreiding van infectieziekten. Veel van deze ontwikkelingen zijn bij ongewijzigd beleid uitermate zorgelijk.

We hopen met deze uitgave de huidige en toekomstige beleidsmakers en bestrijders van infectieziekten wat tools en munitie in handen te geven om hun werk effectief en goed geïnformeerd te kunnen doen.

De redactie

Hoofdstuk 1

Basisprincipes en begrippen

Jeannette de Boer, Toos Waegemaekers

Hepatitis A in blauwe bessen

Eind 2024 meldden huisartsen in een maand tijd meerdere personen met hepatitis A. De meldingen kwamen binnen bij verschillende GGD'en. De laboratoriummonsters van de patiënten werden door middel van Whole Genome Sequencing (WGS) getypeerd en ze bleken allemaal tot hetzelfde cluster te behoren. De GGD ging op zoek naar de bron. De bron van hepatitis A ligt meestal in het buitenland, maar geen van deze patiënten was in de maanden voordat zij ziek werden in het buitenland geweest. Omdat hepatitis A door voedsel overgedragen kan worden, is in afstemming met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) door de GGD'en een uitgebreide voedselvragenlijst afgenomen bij de patiënten. Hieruit bleek dat relatief veel patiënten diepgevroren blauwe bessen van een bepaald merk uit een specifieke supermarkt in Nederland hadden gegeten. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) haalde bij enkele patiënten thuis de diepgevroren blauwe bessen op en onderzocht deze op hepatitis A. In deze monsters werd ook het hepatitis A-virus aangetroffen, waarbij bleek dat het virus in de diepgevroren blauwe bessen tot hetzelfde type behoorde als dat van de patiënten. De blauwe bessen waren hiermee geïdentificeerd als bron van de uitbraak. Een terugroepactie volgde.

1.1 Inleiding

Deze casus illustreert hoe de infectieziektebestrijding afhankelijk is van alerte huisartsen, van GGD'en, laboratoria, het RIVM en de NVWA. Goede communicatie, snelle signalering en samenwerking tussen alle betrokken partijen zijn essentieel voor een effectieve bestrijding. De basisprincipes van de verspreiding van infectieziekten zijn niet ingewikkeld, maar de daadwerkelijke transmissie (overdracht) van infectieziekten wordt door veel factoren beïnvloed en kennis daarvan is noodzakelijk om effectieve bestrijdingsstrategieën te implementeren. In dit hoofdstuk komen de basisprincipes aan bod, bespreken we de transmissieketen en gaan we in op de verschillende bestrijdingsmaatregelen. Bij de bestrijding van infectieziekten is het verstandig om elke keer als basis de transmissieketen van de verwekker voor ogen te houden.

1.2 Transmissieketen en basisbegrippen in de infectieziektebestrijding

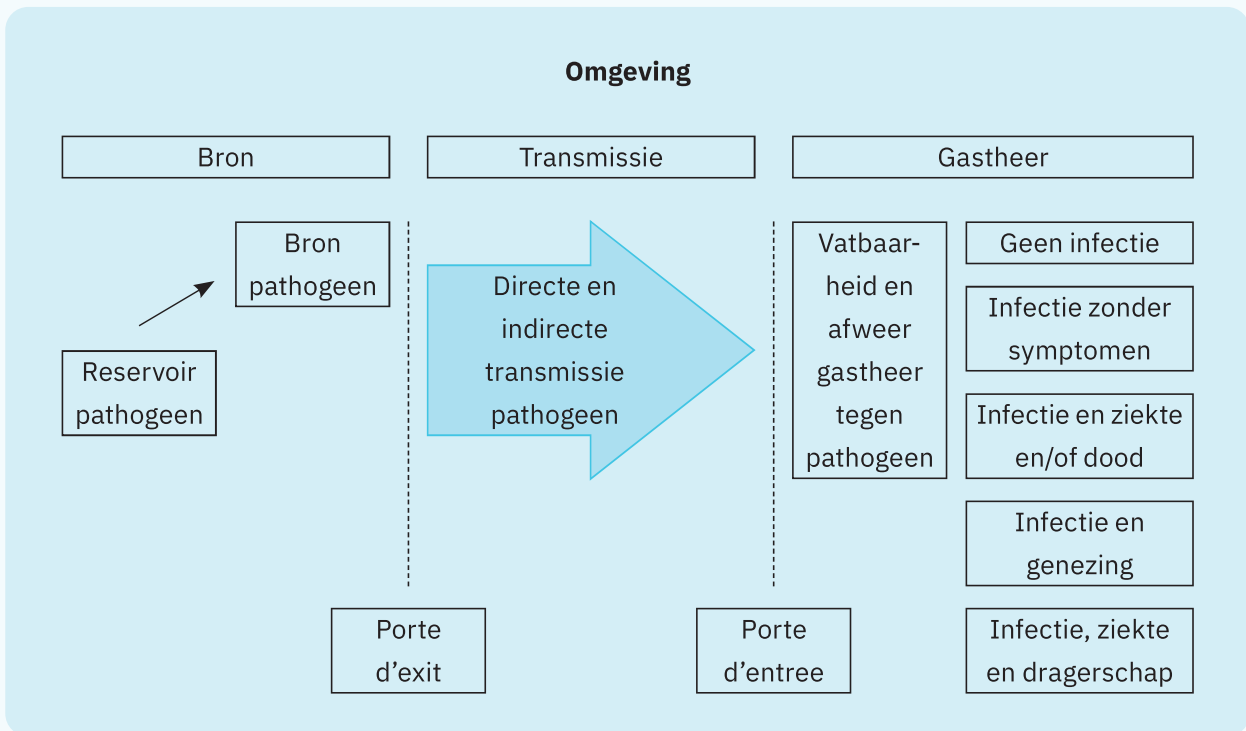
Infectieziekten worden veroorzaakt door een verwekker (het pathogeen). Dat kunnen virussen, bacteriën, parasieten, schimmels/gisten of prionen zijn. Prionen zijn geen levende micro-organismen maar infectieuze eiwitten. Het optreden van infectieziekten is het resultaat van de complexe wisselwerking tussen een verwekker, de gastheer (persoon die besmet wordt) en de omgeving. Iedere verwekker gedraagt zich anders en wordt via een specifieke weg (transmissieroute) overgedragen van bron naar gastheer en tussen gastheren onderling. Sommige verwekkers kunnen extreme omstandigheden overleven, zoals bevriezing, verhitting, hoge druk of intensieve radioactieve straling. Een goed begrip van de transmissieketen is cruciaal om te weten hoe we verspreiding van specifieke infectieziekten kunnen voorkomen. Zie figuur 1.1.

1.2.1 Reservoir of bron

De transmissieketen begint bij het reservoir, de natuurlijke leefomgeving van een verwekker. Mensen, dieren en de omgeving zijn allemaal potentiële reservoirs van ziekten en kunnen ook de bron zijn van waaruit de ziekteverwekker wordt overgedragen op een kwetsbare gastheer. Zo vormen kleine knaagdieren en vogels het reservoir van de bacterie *Borrelia burgdorferi*, die de ziekte van Lyme veroorzaakt. Via deze knaagdieren (reservoir) raken teken (vector) die daarop parasiteren besmet met de bacterie en via een beet van een besmette teek kan de mens besmet raken. Infectieziekten die van dieren op mensen kunnen overgaan, noemen we zoönosen (zie ook hoofdstuk 10: Zoönosen).

Door genetische veranderingen en selectie kunnen pathogenen zich aanpassen aan en overleven in nieuwe omgevingen. In de loop der tijd zijn bijvoorbeeld zowel het pokkenvirus als hiv van dieren op mensen overgegaan en zodanig geëvolueerd dat mensen hun voornaamste reservoir zijn geworden. Dezelfde selectiemechanismen leiden bij bacteriën nu tot bijvoorbeeld de resistentieontwikkeling tegen antibiotica (zie hoofdstuk 14: Antimicrobiële resistentie).

Er zijn verschillende routes die een ziekteverwekker in staat stellen het reservoir of de geïnfecteerde persoon te verlaten, de porte d'exit. Voorbeelden van porte d'exit zijn braken, diarree, semen, vaginaal vocht, hoesten, niezen, huidlaesies of via de placenta van moeder op kind.



Figuur 1.1 Transmissieketen van infectieziekten en de mogelijke consequenties voor de gastheer.

1.2.2 Transmissieroute

De overdracht van ziekteverwekkers kan op verschillende manieren plaatsvinden. Zo kan er transmissie plaatsvinden via de lucht (air-borne), via water (water-borne), via voedsel (food-borne) en via vectoren (vector-borne). Bij transmissie van persoon tot persoon wordt er vaak gesproken over directe en indirecte transmissie.

Transmissie via direct contact vindt plaats tussen een geïnfecteerde gastheer naar een ontvankelijke gastheer. Kwetsbare micro-organismen blijven buiten gastheren niet lang infectieus en kunnen alleen worden overgedragen via huidcontact, slijmvliesen of bloed-contact. Bij directe transmissie kan er sprake zijn van verticale of horizontale overdracht. Bij verticale transmissie vindt er overdracht plaats tussen moeder en kind voor, tijdens of vlak na de geboorte en via borstvoeding. Onder andere hepatitis B, maar ook hiv kan op deze manier worden overgedragen. Voorbeelden van horizontale transmissie zijn seksueel overdraagbare aandoeningen via slijmvliescontact tussen personen, of transmissie via bloed-bloedcontact zoals bij hepatitis B, hepatitis C en het hiv-virus. Ook bij direct contact tussen dier en mens kunnen pathogenen direct overgedragen worden.

Transmissie via indirect contact kan verlopen via water, bijvoorbeeld bij cholera of hepatitis A, via voedsel, bijvoorbeeld bij salmonella- of norovirusinfecties, via voorwerpen zoals kopjes, het toilet, de deurknop en medische instrumenten, bijvoorbeeld bij het norovirus of hepatitis B, of via vectoren. Vectoren zijn levende organismen met een eigen metabolisme, die infectieziekten niet veroorzaken maar wel overdragen. Een bekend voorbeeld is malaria dat door muggen van het geslacht *Anopheles* wordt overgedragen (zie hoofdstuk 13: Vectoren).

Bij aerogene transmissie worden pathogenen verspreid via de lucht in de vorm van aerosolen, druppelkernen of via vaste stofdeeltjes. In 2024 heeft de World Health Organization (WHO) geadviseerd hiervoor de term ‘infectieuze respiratoire partikels’ (IRP’s) te gebruiken. Voor het overdragen van IRP’s door de lucht worden twee transmissieroutes benoemd: de eerste route is aerogene inhalatie, wat inhalatie van IRP’s over elke afstand betekent. De tweede route is depositie van IRP’s op korte afstand door de lucht direct op de slijmvliezen (ogen, neus, mond).^{1,2}

Voorbeelden van ziekten waarbij aerogene transmissie een grote rol speelt zijn influenza, tuberculose en coronavirusinfecties.

Tabel 1.1 Termen in de infectieziektebestrijding.

Term	Betekenis
Besmetting	Het binnendringen van een pathogeen in een mens, dier of omgeving, met de mogelijke kans op ziekte
Contaminatie	Ongewenst aanwezig zijn van een pathogeen op het oppervlak van een levende gastheer (mens, dier, plant) of voorwerp (tafel, medisch instrument)
Kolonisatie	Groei van een pathogeen in een gastheer
Infectie	Meetbare reactie van een gastheer op binnendringing van een pathogeen
Infectieziekte	Meetbare symptomen in een gastheer na een infectie
Incubatietijd	Tijd tussen besmetting en eerste ziekteverschijnselen
Index	Eerste gediagnosticeerde persoon met de infectieziekte in een uitbraaksituatie
Dragerschap	Langdurige aanwezigheid van een pathogeen in een gastheer zonder ziekteverschijnselen

1.2.3 Gastheer

Voor de bestrijding is het goed te weten wat de porte d’entree van een specifiek pathogeen is. Denk hierbij aan inhalatie via de luchtwegen, absorptie via de slijmvliezen, zoals het oog en het urogenitale stelsel, of inname van voedsel en water via het maag-darmkanaal.

Of een gastheer na besmetting ziek wordt, hangt af van de doses en eigenschappen van de verwekker en van de eigenschappen van de gastheer. Factoren zoals infectiositeit (besmettelijkheid), pathogeniciteit (vermogen van verwekker om ziekte te veroorzaken), virulentie (ernst van ziekmakend vermogen), toxiciteit (vergiftigend vermogen) en letaliteit (dodend vermogen) van het pathogeen spelen een rol. Ook de immuniteit van de gastheer is van belang.

Het immuunsysteem van de mens beschermt het lichaam tegen ziekteverwekkers wanneer die door de huid of slijmvliezen (onze fysieke barrières) binnendringen. Het is een complex stelsel van afweercellen en afweerstoffen, verspreid over weefsels en organen, die via de bloedbaan en het lymfestelsel met elkaar in contact staan.

Het immuunsysteem bestaat uit een aangeboren afweer en een aangeleerde, gedurende het leven verkregen afweer. Aangeboren immuniteit, ook wel aspecifieke immuniteit genoemd, bestaat uit afweerstoffen zoals interferonen en complementeiwitten en uit diverse celtypen