

DISCLAIMER



Onafhankelijke informatie is niet gratis. Het NTvG investeert veel geld om het hoge niveau van haar artikelen te waarborgen, door een proces van peer-review en redactievoering. Het NTvG kan alleen bestaan als er voldoende betaalde abonnementen zijn. Het is niet de bedoeling dat onze artikelen worden verspreid zonder betaling. Wij rekenen op uw medewerking.

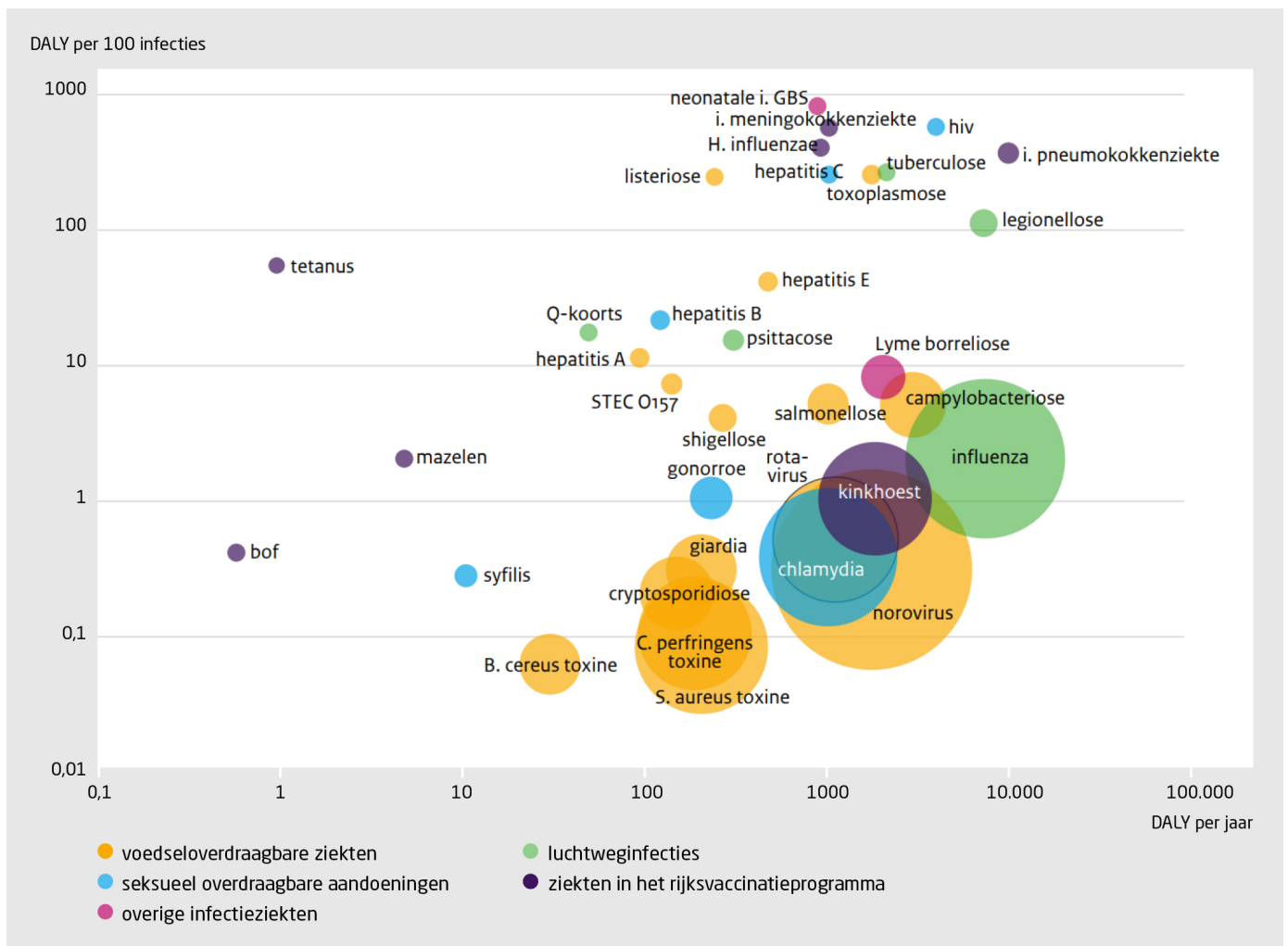
Opkomst en dreiging van infectieziekten

W. Joost Wiersinga, Marion P.G. Koopmans en Jaap T. van Dissel

Samenvatting

Anno 2019 is wereldwijd 1 op de 4 doden te wijten aan een infectieziekte. Daarbij gaat het naast de grote 3 – hiv, malaria en tuberculose – vooral om respiratoire infecties, infectieuze diarree en sepsis. Ook in Nederland blijft de ziektelast door infecties hoog. Deze kan nog toenemen door allerlei factoren: van vergrijzing, ‘vaccinatie-twijfel’ en de toename in het gebruik van immunosuppressiva tot de toenemende mobiliteit van personen en globalisering van voedselketens. Ook de opwarming van de aarde heeft gevolgen voor de verspreiding van pathogenen en ziektevectoren. Pathogenen hebben een ongekend vermogen om zich aan te passen en bijvoorbeeld resistentie te ontwikkelen tegen antimicrobiële middelen. Om deze bedreigingen het hoofd te bieden is het goed stil te staan bij de opkomst van nieuwe en de dreiging van oude infectieziekten. Wat kunnen we leren van de afgelopen decennia? Waarom ontstaan er steeds nieuwe infecties? En hoe ziet de toekomst eruit?

Anno 2019 is wereldwijd 1 op de 4 doden nog steeds te wijden aan een infectieziekte, waarbij het naast de grote 3 – hiv, malaria, tuberculose – met name gaat om respiratoire infecties, infectieuze diarree en sepsis. In Nederland zijn infectieziekten niet langer de belangrijkste oorzaak van voortijdige sterfte onder de bevolking, maar de ziektelast door infecties blijft hoog, met name door respiratoire infecties als griep, pneumokokkenziekte en legionella (figuur 1).¹ Deze ziektelast zal naar verwachting toenemen.



Figuur 1
Ziektebelasting van infectieziekten in Nederland

Deze figuur geeft de ziektebelasting weer op het niveau van de gehele bevolking (DALY per jaar) en op het niveau van de individuele patiënten (DALY per 100 infecties) in 2018; voor chlamydia, gonorroe en syfilis is de ziektebelasting in 2017 weergegeven. DALY staat voor 'disability-adjusted life year' en is een optelsom van verloren gezonde levensjaren door ziekte en invaliditeit, en voortijdige sterfte. De oppervlakte van de cirkel is proportioneel aan het aantal infecties. Beide assen zijn op logaritmische schaal. Verschillende pathogenen met een hoge ziektebelasting ontbreken, waaronder *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, cytomegalovirus en respiratoir syncytieel virus, aangezien daarvan onvoldoende bekend was om een ziektebelasting-model te maken. (Bron: Staat van Infectieziekten in Nederland 2018. Bilthoven: RIVM; 2019. p. 30)¹

Bij de toename van de ziektebelasting door infectieziekten spelen vele factoren een rol, van vergrijzing van de bevolking en uitbreiding van de indicaties voor immunosuppressiva tot toenemende mobiliteit van personen en globalisering van voedselketens. De opwarming van de aarde heeft gevolgen voor de verspreiding van pathogene micro-organismen en ziektevectoren. Eerder bedwongen infectieziekten keren terug door 'vaccinatie-twijfel' en, 'last but not least': pathogenen hebben een ongekend vermogen om zich aan te passen en een nieuwe niche te vinden, bijvoorbeeld door resistentie te ontwikkelen tegen antimicrobiële middelen. Deze laatste ontwikkeling is in een stroomversnelling gekomen en werd in 2016 door de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties erkend als een fundamentele bedreiging voor de gezondheid, ontwikkeling en veiligheid van ons allen.² Ook Nederland blijft hier niet van verschoond. Recent waren er ziekenhuisuitbraken van carbapenem-ongevoelige *Klebsiella pneumoniae* en vancomycine-resistente enterokokkenstammen. Om deze bedreigingen het hoofd te bieden en hier beleid op te voeren is het goed om stil te staan bij de opkomst en dreiging van infectieziekten. Wat kunnen we leren van de afgelopen decennia? Waarom ontstaan steeds nieuwe infecties? Hoe ziet de toekomst eruit?

De afgelopen decennia

Infectieziekten hebben altijd een groot effect gehad op het verloop van de geschiedenis.³ In de 20e eeuw veranderde dit langzaam door verbeterde sociaal-economische omstandigheden en hygiënische maatregelen, zoals riolering en drinkwatervoorzieningen. Medische innovaties als vaccins en antibiotica zorgden voor een verdere daling van de sterfte aan infecties. In gelijke tred werden barakken voor infectieziekten gesloten en was er een teruggang in het aantal ziekenhuisbedden dat gereserveerd was voor

patiënten met infectieziekten.

Het toekomstvisioen van een infectieziektevrije wereld beleefde een hoogtepunt in 1967, toen de Surgeon General van de Verenigde Staten, William H. Stewart, de microbioloog Pasteur parafraseerde door publiekelijk te stellen dat ‘het boek van Infectieziekten nu wel gesloten kon worden’.⁴ Ook in Nederland was de stemming optimistisch. In 1984 werd bijvoorbeeld bij het samengaan van het Wilhelmina Gasthuis en het Binnengasthuis in het nieuwe Academisch Medisch Centrum, het infectieziektenpaviljoen gesloten, waarmee er een einde kwam aan de voorziening van aparte isolatiekamers. De sluiting bleek voorbarig, want dergelijke kamers waren al spoedig hoognodig.

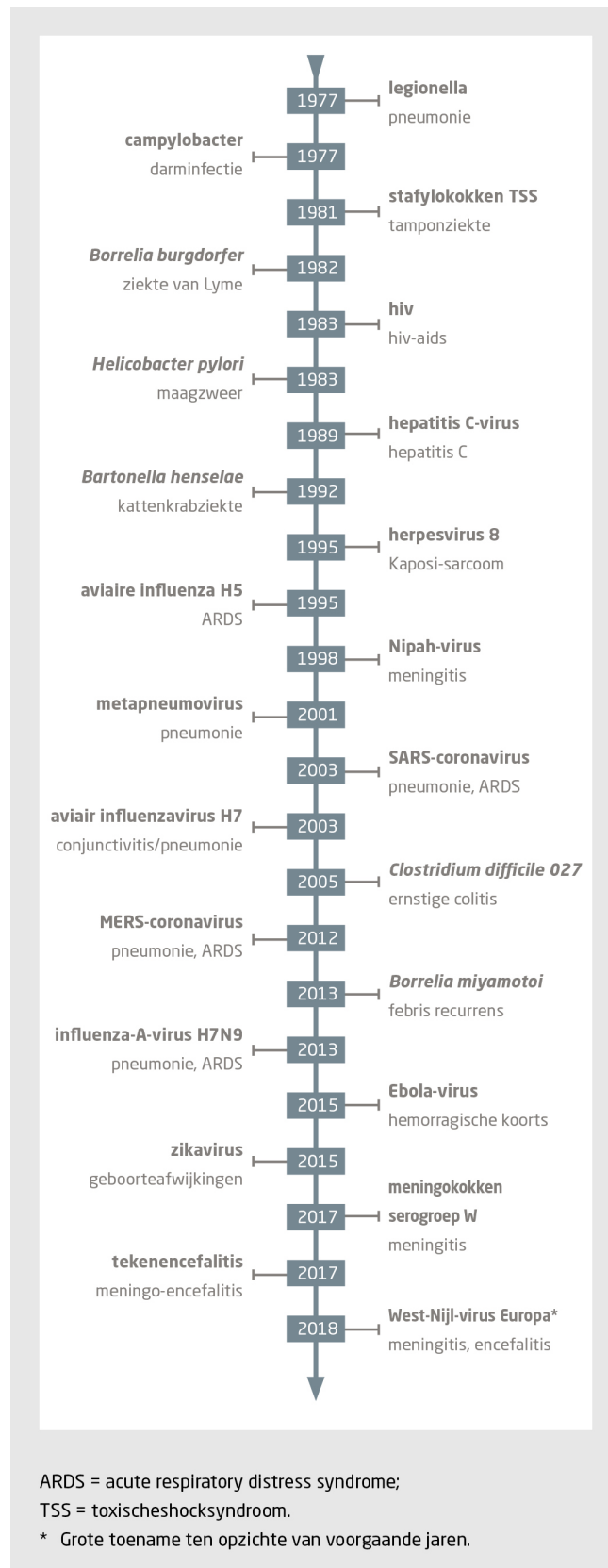
Aids

De aidsepidemie luidde de wedergeboorte van de infectieziekten in. De Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in Atlanta beschreef in 1981 een cluster van 5 homoseksuele mannen met een *Pneumocystis carinii*-pneumonie (PCP), waarmee de CDC voor het eerst een nieuwe infectieziekte documenteerde die later bekend zou komen te staan als aids.⁵ 15 jaar en wereldwijd tientallen miljoenen besmettingen later werd in 1996 de antiretrovirale combinatietherapie geïntroduceerd, waarmee hiv-infectie in Nederland – waar deze behandeling snel beschikbaar kwam – veranderd is van een dodelijke ziekte in een chronische aandoening met een vrijwel genormaliseerde levensverwachting.⁶ Dit is zonder enige twijfel een van de belangrijkste doorbraken van de afgelopen decennia binnen de infectieziekten geweest. Dit voorbeeld geeft ook aan welke krachten gemobiliseerd kunnen worden als patiënten, de maatschappij en de wetenschappelijke wereld echt iets willen aanpakken.

Nieuwe en oude ziekteverwekkers

Door verbeterde diagnostiek – vooral moleculaire diagnostiek – worden nog steeds nieuwe ziekteverwekkers ontdekt (figuur 2). Zo bleken sommige klassieke aandoeningen in de geneeskunde op een infectie te berusten. Voorbeelden hiervan zijn de maagzweer, die veroorzaakt wordt door *Helicobacter pylori*, en vormen van kanker die door een virus worden veroorzaakt, zoals het Kaposi-sarcoom (veroorzaakt door het humaan herpesvirus-8) en bepaalde vormen van cervix-, mondkeelholte- en anuscarcinoom die worden veroorzaakt door humaan papillomavirus.

Oude bekenden onder de infecties kunnen ook terugkomen in een ander gedaante. Voorbeelden zijn de recente cholera-epidemie in Haïti, het veranderde spectrum van tuberculose door de verspreiding van multiresistente tuberculosebacillen en pathogenen die als bioterroristisch wapen gebruikt kunnen worden, zoals de pest, de pokken, antrax en melioidosis.



Figuur 2
Tijdlijn van 'nieuwe' ziekteverwekkers in Nederland

Antivirale middelen

Met het in kaart brengen van de genetische code van veel bekende pathogenen zijn er nieuwe mogelijkheden gekomen voor snelle diagnostiek en de ontwikkeling van geheel nieuwe medicijnen. Het veld van antivirale middelen loopt hierbij inmiddels voorop. Hiv en hepatitis B zijn chronische ziekten geworden en hepatitis C kan in veel gevallen eenvoudig worden genezen. Hier moet ook

genoemd worden dat de vele verworvenheden van de moderne geneeskunde op andere terreinen dan de klassieke infectieziekten, zoals kankerbehandelingen of orgaantransplantaties, alleen mogelijk waren dankzij de adequate opvang van infectieuze complicaties.

Ondanks de successen die geboekt zijn in de behandeling van individuele patiënten, lopen we wereldwijd achter op de voorbereiding op grootschalige uitbraken. De kwetsbaarheid van volksgezondheidsstructuren, met name in instabiele landen en in oorlogssituaties, wordt dramatisch geïllustreerd met de al meer dan een jaar voortdurende ebola-uitbraak in de Democratische Republiek Congo, ondanks de beschikbaarheid van een effectief vaccin.⁷

Waarom duiken er steeds nieuwe infectieziekten op?

Een aantal eigenschappen maakt infectieziektebestrijding complex en uniek ten opzichte van andere ziekten. Dit is gelegen in de onontkoombare en onvoorspelbare dynamiek van de interactie tussen mens, micro-organisme en omgeving die tot een infectieziekte leidt, en die maakt dat er steeds weer nieuwe infectieziekten zullen opduiken.

Door veranderingen in de afweer van de mens – door vergrijzing, door afweeroonderdrukkende geneesmiddelen of onderliggende ziekten – verschuift het spectrum van potentiële ziekteverwekkers naar de schier onuitputtelijke groep van minder virulente micro-organismen. Zo krijgen nieuwe ziekteverwekkers een gelegenheid zich als pathogeen te manifesteren, waar ze eerder geen kans toe hadden. *Pneumocystis carinii* (tegenwoordig *P. jiroveci*), die we al noemden als opportunistische ziekteverwekker bij hiv-geïnfecteerde personen, is hiervan een voorbeeld; dit micro-organisme kan ook longontsteking veroorzaken bij patiënten die een transplantatie hebben ondergaan.

Elke ingreep in het milieu beïnvloedt het natuurlijke leefgebied van dieren en kan voor onaangename verrassingen zorgen, omdat de meeste infectieziekten oorspronkelijk van dierlijke origine zijn, zogenaemde zoönosen. Voorbeelden zijn hiv, ebola, 'severe acute respiratory syndrome' (SARS) en 'middle east respiratory syndrome' (MERS), en het nieuwe influenza A-virus H7N9 dat afkomstig is van de vogelmarkten in Oost-Azië. Ook speelt de immer veranderende aard van micro-organismen een rol. Door spontaan optredende genetische veranderingen kunnen zij een scala aan levensvatbare varianten uittesten, soms met evolutionair succes. Tot slot zien we dat oude epidemieën opnieuw opduiken of zich verspreiden op een nieuwe plek in de wereld. Migranten en reizigers, maar ook de globalisering van voedselketens, spelen een rol bij de import van infectieziekten. De Airbus A380 is schertsend wel eens beschouwd als de grootste vector van pathogenen. Door de opwarmende aarde en veranderende verspreiding van vectoren – denk bijvoorbeeld aan de tijgermug – zien we tegenwoordig ook in Europa lokale transmissie van voorheen typische tropenziekten, zoals dengue in Frankrijk en malaria in Griekenland.

De komende 10 jaar

Wij noemen hier een aantal onderwerpen waarvan het te verwachten is dat ze mede de infectieziekten agenda zullen beheersen in de komende jaren.

Uitbraken van infectieziekten

De dreiging van uitbraken van infectieziekten is door de WHO uitgeroepen als 'het nieuwe normaal'. Het is essentieel om een robuuste volksgezondheidsstructuur te onderhouden die hierop voorbereid is, tijdig signalen oppikt en adequaat reageert. Door de grote complexiteit van de achterliggende en met elkaar interacterende, sturende factoren ('drivers') is de onverbiddelijke realiteit dat infectieziekte-uitbraken in hoge mate onvoorspelbaar zijn. Snel toenemende bevolkingsgroei, ontwikkeling van megasteden in delen van Afrika en Azië, de bijbehorende voedselproductie, ontbossing en de wereldwijde handel in goederen dragen alle bij aan de kans op verspreiding van infectieziekten.

De WHO heeft de term 'disease X' gelanceerd, met de oproep om de kans op onverwachte uitbraken van infectieziekten serieus te nemen en mee te nemen in het inrichten van bewakingssystemen. Zelfs als uitbraken relatief klein blijven, kunnen ze ontwrichtend werken, ook buiten regio's waar een uitbraak gaande is, als de mortaliteit hoog is. Zo werden de kosten van de voorbereiding op een mogelijk geval van ebola in Nederland tijdens de epidemie in West-Afrika geschat op maar liefst 12,5 miljoen euro.⁸ Hoewel duidelijk is dat een goede voorbereiding effect kan hebben op de impact van een uitbraak, is het een uitdaging om een 'verre dreiging' als onderwerp onder de aandacht te brengen en te houden bij zowel professionals als burgers. Hier is een steeds grotere rol weggelegd voor specialisten in publiekscommunicatie en gedragsbeïnvloeding.

Dat de eliminatie van polio en mazelen onder druk staat, verdient directe aandacht. Politieke instabiliteit in delen van de wereld waar het poliovirus circuleert, hindert de bestrijding hiervan ernstig. Teams van gezondheidswerkers zijn zelfs aangevallen en gedood. De eliminatie van mazelen ondervindt wereldwijd grote problemen door vaccinatieweigeraars. 'Vaccine hesitancy' is door de WHO als één van de top 10-dreigingen voor de gezondheid bestempeld.⁷

Voedselinfecties

Zoals figuur 1 laat zien geven voedselinfecties een aanzienlijke ziektelast. Ook op dit terrein kunnen we nieuwe problemen verwachten. Een van die problemen is de toename van extreme buienactiviteit door klimaatverandering, met gevolgen voor de productie van voedsel en een risico op verontreiniging door rioolwater. Ook de snel veranderende productiemarkt levert risico's op. Momenteel is er sprake van een grote uitbraak van Afrikaanse varkenspest in China en omliggende landen, waarbij een tekort aan varkensvlees dreigt en een nog verdere toename van de pluimveevleesproductie wordt voorzien. In de Chinese pluimveesector is het sinds de opmars van H5N1-vogelgriepvirussen vanaf 1995 vrijwel onmogelijk gebleken om deze infecties onder controle te houden, wat bij verdere uitbreiding van de pluimveesector nog moeilijker zal zijn, door weerstand tegen de ophokplicht en maatschappelijke onrust over dit beleid. Voorbereiding op een influenzapandemie vanuit een van de nu circulerende vogelgriepvirussen wordt nog steeds gezien als hoogste prioriteit in wereldwijde 'preparedness'-programma's.⁷

Antibioticaresistentie

De toename van antibioticaresistentie in veel delen van de wereld, door voormalig WHO-directeur Margaret Chan wel omschreven als een 'tsunami in slow motion', is het gevolg van een perfecte storm waarin drie – elk op zich te voorkómen – aspecten van infectieziektebestrijding samenkomen: vermijdbare infecties door onvoldoende preventie, selectie van resistente pathogenen door overmatig antibioticagebruik, en onvoldoende hygiëne om verdere verspreiding te voorkomen.

'Antibiotic stewardship'-programma's in ziekenhuizen en daarbuiten zullen essentieel blijken om de gevolgen van antimicrobiële resistentie te beperken, maar blijvende investering in preventie en hygiëne zijn eveneens essentieel. De forse toename van gelden voor de ontwikkeling van nieuwe antimicrobiële middelen is hoopgevend,⁹ al moeten we voorkómen dat we de eerder genoemde aspecten dan weer verwaarlozen.

Nieuwe antibiotica

Nieuwe glycopeptiden (oritavancine en dalbavancine) en een oxazolidinon (tedizolid) zijn recent geregistreerd voor de behandeling van acute huid- en wekdelinfecties. In het Gram-negatieve spectrum worden cefalosporinen gecombineerd met bètalactamaseremmers, waardoor zij beschermd worden tegen verschillende bètalactamases en ook werkzaam zijn tegen 'extended spectrum'-bètalactamase-producerende bacteriën.⁹ Voorbeelden zijn ceftolozan-tazobactam, ceftazidim-avibactam, meropenem-vaborbactam en imipenem-relebactam.⁹

Nieuwe antibiotica kunnen inmiddels versneld beoordeeld worden door toetsingsorganen. Een voorbeeld hiervan is lefamuline, een semisynthetisch antibioticum uit een nieuwe klasse, dat ingrijpt op het bacteriële ribosoom en zo de bacteriële eiwitsynthese remt. De Amerikaanse Food and Drug Administration heeft dit middel goedgekeurd voor 'community-acquired' pneumonie.¹⁰

Verder worden compleet nieuwe antibacteriële middelen ontworpen; voorbeelden hiervan zijn de ontwikkeling van antistoffen tegen specifieke virulentiefactoren, zoals het lipopolysaccharide van *Pseudomonas aeruginosa* en de A- en B-toxines van *Clostridium difficile*.¹¹

Microbioom

Nieuwe ontwikkelingen in de diagnostiek en behandeling van hiv, malaria en tuberculose zijn eerder besproken in het NTvG.^{6,12,13} De verwachting is dat er de komende tijd veel aandacht uitgaat naar nieuwe, deels preklinische, onderzoeken ter preventie van hiv, onder meer door de evaluatie van nieuwe vaccins, en mogelijk worden ook stappen gezet in de richting van de genezing van hiv.¹⁴

De beschrijving van het microbiom is misschien wel de grootste recente doorbraak binnen de infectieziekten. Micro-organismen zijn aanwezig op alle met de buitenwereld in open verbinding staande ruimten, zoals keelholte, darmen en huid. Er is op dit moment welhaast geen enkele ziekte waarbij de rol van het microbiota niet onderzocht wordt.¹⁵ De nabije toekomst moet uitwijzen in hoeverre zo'n rol ook oorzakelijk of bijdragend is, en of al deze recent verworven kennis toegepast kan worden voor de ontwikkeling van nieuwe preventieve, diagnostische en therapeutische strategieën.¹⁵

De recente ontdekking dat commensalen als *Blautia producta* en *Clostridium scindens* kolonisatieresistentie kunnen induceren tegen respectievelijk vancomycine-resistente enterokokken en *C. difficile*,^{16,17} onderstrepen de huidige ontwikkeling van meer op maat gemaakte microbiomtherapie. Bij sommige patiënten zou toediening van specifiek door het microbiom uitgescheiden producten en metabolieten – ook wel postbiotica genoemd – de moeilijkheden kunnen omzeilen waar toediening van levende micro-organismen mee gepaard gaat.¹⁸

Kunstmatige intelligentie

Tot slot zullen data-gedreven diagnostiek en behandeling met toepassing van kunstmatige intelligentie ook in het domein van de

infectieziekten hun intrede doen. Bij patiënten met sepsis worden nieuwe, zelflerende algoritmes ontwikkeld die de optimale behandeling voor elke individuele patiënt beter kunnen voorspellen dan de arts aan het bed; hopelijk leidt de toepassing van deze algoritmes tot betere resultaten.¹⁹

Slim gebruik van 'big data' kan ook nuttig zijn om antibiotica optimaal voor te schrijven. In Israël werd bij patiënten met urineweginfecties recent aangetoond dat op 'machine-learning' gebaseerde algoritmes beter dan de voorschrijvende arts konden voorspellen welk antibioticum de kleinste kans op een 'mismatch' door resistentie gaf en dus het beste voorgeschreven kon worden.²⁰

'Onze hersenen tegen hun genen'

Bij de bestrijding van infectieziekten nemen we het op tegen zich immer aanpassende en veranderende micro-organismen, die vaak binnen een uur meerdere generaties kunnen voortbrengen en zo nieuwe varianten op ons kunnen uitproberen. Wat kunnen we hier tegenover stellen?

We noemden al een gedegen voorbereiding op nieuwe uitbraken door tijdige infectieziektesignalering, een proactieve beoordeling van infectieziekerisico's door veranderingen in ons leefmilieu, up-to-date en betrokken laboratoriumdiagnostiek, en een robuuste infrastructuur voor infectieziektebestrijding die is gestoeld op de laatste stand van de wetenschap (zie het infokader). Maar natuurlijk moeten we ook investeren in wetenschappelijke kennis, nieuwe vaccins –vooral methoden om ze snel aan te kunnen maken – en antimicrobiële middelen.

We begonnen onze beschouwing met de nogal onbezonnen opmerking van William H. Stewart en willen afsluiten met die van de Amerikaanse Nobelprijswinnaar (1958) en microbioloog Joshua Lederberg,²¹ die de onzekere uitkomst van de voortdurende strijd tussen micro-organismen en mens treffend verwoordde met zijn uitspraak dat het in de infectieziektebestrijding gaat om 'our wits against their genes'.

- Online artikel en reageren op ntvg.nl/D4545
- Amsterdam UMC, locatie Academisch Medisch Centrum, afd. Inwendige Geneeskunde, onderafd. Infectieziekten en Center for Experimental Molecular Medicine (CEMM), Amsterdam: prof.dr. W.J. Wiersinga, internist-infectioloog. Erasmus MC, afd. Viroscience, Rotterdam: prof. dr. Marion P. Koopmans, viroloog. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Centrum voor Infectieziektebestrijding, Bilthoven: prof.dr. J.T. van Dissel, internist-infectioloog (tevens: LUMC, afd. Infectieziekten).
- Contact: W.J. Wiersinga (w.j.wiersinga@amsterdamumc.nl)
- Belangenconflict en financiële ondersteuning: geen gemeld.
- Aanvaard op 8 augustus 2019
- Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 2019;163:D4545

Literatuur

1. De Gier B, Schimmer B, Mooij SH, CFH Raven CFH, Leenstra T, Hahné SJM. [Staat van infectieziekten in Nederland, 2018](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2019.
2. The Lancet Gastroenterology Hepatology. The challenge of antimicrobial resistance. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2016;1:173. [doi:10.1016/S2468-1253\(16\)30121-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(16)30121-2). [Medline](#)
3. Fauci AS, Morens DM. The perpetual challenge of infectious diseases. *N Engl J Med.* 2012;366:454-61. [doi:10.1056/NEJMra1108296](https://doi.org/10.1056/NEJMra1108296). [Medline](#)
4. Thorn GW, Adams RD, Braunwald E. *Harrison's Principles of Internal Medicine.* (8e ed). New York: McGraw-Hill; 1978.
5. Centers for Disease Control. Pneumocystis pneumonia - Los Angeles. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1981;30:250-2. [Medline](#)
6. Brinkman K, Boender TS, van der Valk M, van Sighem A, Reiss P, Kroon FP. [20 jaar hiv-combinatietherapie in Nederland](#). *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2017;161:D1123 [Medline](#).
7. World Health Organization. Ten threats to global health in 2019. www.who.int/emergencies/ten-threats-to-global-health-in-2019, geraadpleegd op 19 november 2019.
8. Suijkerbuijk AWM, Swaan CM, Mangen MJ, Polder JJ, Timen A, Ruijs WLM. Ebola in the Netherlands, 2014-2015: costs of preparedness and response. *Eur J Health Econ.* 2018;19:935-43. [doi:10.1007/s10198-017-0940-4](https://doi.org/10.1007/s10198-017-0940-4). [Medline](#)
9. Lemkes BA, Richel O, Bonten MJ, van der Linden PD, Wiersinga WJ. [Nieuwe antibiotica: een overzicht](#). *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2019;D3107:163.
10. Alexander E, Goldberg L, Das AF, et al. Oral lefamulin vs moxifloxacin for early clinical response among adults with community-acquired bacterial pneumonia: The LEAP 2 randomized clinical trial. *JAMA.* 27 september 2019 (epub). [doi:10.1001/jama.2019.15468](https://doi.org/10.1001/jama.2019.15468). [Medline](#)
11. Wilcox MH, Gerding DN, Poxton IR, et al; MODIFY I and MODIFY II Investigators. Bezlotoxumab for prevention of recurrent

- Clostridium difficile Infection. N Engl J Med. 2017;376:305-17. [doi:10.1056/NEJMoa1602615](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1602615). [Medline](#)
12. Visser BJ, Bierhoff M, van Gool T, van Hattem JM, Grobusch MP, van Vugt M. [De behandeling van malaria](#). Ned Tijdschr Geneeskd. 2019;D3321:163.
 13. Wertheim HF, Schultz C. [Antibioticaresistentie in lage- en middeninkomenslanden](#). Ned Tijdschr Geneeskd. 2014;158:A8049 [Medline](#).
 14. June CH. Emerging use of CRISPR technology - chasing the elusive HIV cure. N Engl J Med. 2019;381:1281-3. [doi:10.1056/NEJMe1910754](https://doi.org/10.1056/NEJMe1910754). [Medline](#)
 15. Lankelma JM, Nieuwdorp M, de Vos WM, Wiersinga WJ. [De darmmicrobiota in gezondheid en ziekte](#). Ned Tijdschr Geneeskd. 2014;157:A5901 [Medline](#).
 16. Kim SG, Becattini S, Moody TU, et al. Microbiota-derived lantibiotic restores resistance against vancomycin-resistant Enterococcus. Nature. 2019;572:665-9. [doi:10.1038/s41586-019-1501-z](https://doi.org/10.1038/s41586-019-1501-z). [Medline](#)
 17. Buffie CG, Bucci V, Stein RR, et al. Precision microbiome reconstitution restores bile acid mediated resistance to Clostridium difficile. Nature. 2015;517:205-8. [doi:10.1038/nature13828](https://doi.org/10.1038/nature13828). [Medline](#)
 18. Depommier C, Everard A, Druart C, et al. Supplementation with Akkermansia muciniphila in overweight and obese human volunteers: a proof-of-concept exploratory study. Nat Med. 2019;25:1096-103. [doi:10.1038/s41591-019-0495-2](https://doi.org/10.1038/s41591-019-0495-2). [Medline](#)
 19. Komorowski M, Celi LA, Badawi O, Gordon AC, Faisal AA. The Artificial Intelligence Clinician learns optimal treatment strategies for sepsis in intensive care. Nat Med. 2018;24:1716-20. [doi:10.1038/s41591-018-0213-5](https://doi.org/10.1038/s41591-018-0213-5). [Medline](#)
 20. Yelin I, Snitser O, Novich G, et al. Personal clinical history predicts antibiotic resistance of urinary tract infections. Nat Med. 2019;25:1143-52. [doi:10.1038/s41591-019-0503-6](https://doi.org/10.1038/s41591-019-0503-6). [Medline](#)
 21. Lederberg J. Infectious history. Science. 2000;288:287-93. [doi:10.1126/science.288.5464.287](https://doi.org/10.1126/science.288.5464.287).

Netherlands Centre for One Health

Hoe bereiden we ons voor op nieuwe, door muggen verspreide infectieziekten in Nederland?

Nederland is relatief kwetsbaar voor uitbraken van infectieziekten doordat relatief veel mensen en landbouwdieren dicht op elkaar wonen, in combinatie met een waterrijk landschap en druk internationaal verkeer. Omdat de gezondheid van mensen, dieren en omgeving met elkaar samenhangt, kun je hier het beste op voorbereiden met partners uit verschillende disciplines in een zogenaemde 'One Health'-aanpak, een benadering waarin samenwerkingsverbanden tussen de veterinaire sector en de medische sector worden aangegaan en kennisoverdracht plaatsvindt. Infectieziekten die overgebracht worden door insecten zoals muggen krijgen hierbij de speciale aandacht.

Door de klimaatverandering komen in Nederland steeds vaker exotische muggensoorten voor. Maar als de omstandigheden geschikt zijn kan ook de huis-tuin-en-keukenmug tropische virussen zoals het West-Nijl-virus overbrengen. De recente uitbraak van het usutu virus (de 'merelziekte') onder vogels toont aan hoe belangrijk het is om beter voorbereid te zijn op dergelijke ziekten. Daarom heeft een aantal instituten de handen ineengeslagen om intensiever samen te werken onder de vlag van het 'Netherlands Centre for One Health' (NCOH).

Het uitgangspunt van het NCOH is dat gezondheid van mens, dier en omgeving nauw samenhangen en daarom ook in samenhang onderzocht moeten worden. Onderzoek wordt gedaan in 4 thematische gebieden: (a) nieuw opkomende infecties; (b) antimicrobiële resistentie; (c) gezonde wild- en ecosystemen, en (d) slimme en gezonde landbouw. Recent werd onderzoeksfinanciering vanuit de Nationale Wetenschapsagenda aan het NCOH toegekend. Meer informatie is te vinden op de website van het NCOH (<https://ncoh.nl>).