

Op weg naar de digitale toekomst

Uitgestippeld pad NVMM AI-werkgroep

Soeradj Harkisoen, Lucas Bernts, Alex Schuurman, Michael Rodgers, Wouter de Steenhuijsen, Ingrid Bakker, Mark Smeets, Wouter Smit, Erik Schaftenaar, Roel Streefkerk, Matthijs Berends, Suzan Pas, Bas Mourik. Namens de NVMM AI-werkgroep.

Samenvatting

Artificiële intelligentie (AI) biedt kansen voor optimalisatie van laboratoriumprocessen, data-analyse en diagnostiek binnen de medische microbiologie. De grootschalige toepassing blijft echter achter door onzekerheden rondom validatie, regelgeving en praktische inzetbaarheid. De in 2024 opgerichte AI-werkgroep van de NVMM heeft als doel om kennisdeling en implementatie van AI binnen de medische microbiologie te stimuleren. In dit artikel worden de vijf kerndoelen en werkwijze van de werkgroep besproken.

Summary

Artificial intelligence (AI) offers many chances in optimizing laboratory processes, data analysis and diagnostics within medical microbiology. However, large-scale application into clinical practice is hampered by uncertainties regarding validation, regulations and practical applicability. In 2024, the NVMM AI working group has been appointed to stimulate knowledge sharing and implementation of AI within the field of medical microbiology. In this article objectives and strategy of the working group are discussed.

Inleiding

Artificiële intelligentie (AI) is de laatste jaren een groeiende en veelbesproken techniek binnen de geneeskunde. Diverse medische specialismen zien voordelen van AI in de dagelijkse klinische praktijk. Veelbelovende voorbeelden zijn spraakgestuurde rapportages van patiëntconsulten in de geestelijke gezondheidszorg en AI-beoordeling van mammo-

grafieën voor de screening van mammacarcinomen [1,2]. De medische microbiologie is een medisch specialisme dat zich bij uitstek leent voor AI vanwege de hoeveelheid gegenereerde data en de interactie met de kliniek. Hoewel veel AI-toepassingen zich nog in de onderzoeks- en validatiefase bevinden, tonen recente internationale studies aan dat AI de potentie heeft om laboratoriumprocessen te optimaliseren, data-analyse te versnellen en diagnostische nauwkeurigheid te verhogen [3-7]. De grootschalige implementatie in de dagelijkse praktijk blijft vooralsnog uit. Dit komt mede door vragen rondom validatie, juridische kaders, ethiek en praktische toepasbaarheid [8]. Binnen de Nederlandse Vereniging voor Medische

Universitair Medisch Centrum Utrecht, dr. S. Harkisoen, aios medische microbiologie, dr. W.L. Smit, arts-microbioloog. Radboud Universitair Medisch Centrum, Nijmegen, dr. L.H.P. Bernts, aios medische microbiologie, dr. M. Rodgers, arts-microbioloog, dr. S.D. Pas, medisch-moleculair microbioloog. Amsterdam Universitair Medisch Centrum, Amsterdam, dr. A.R. Schuurman, aios medische microbiologie, dr. W.A.A. de Steenhuijsen Pijters, aios medische microbiologie. Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam, dr. I.L. Bakker, aios medische microbiologie. Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden, dr. M.J.R. Smeets, aios medische microbiologie, dr. B.C. Mourik, arts-microbioloog. Sint Antonius ziekenhuis, Nieuwegein, dr. E. Schaftenaar, arts-microbioloog. Viecuri Medisch Centrum, Venlo, dr. R.H. Streefkerk, arts-microbioloog. Universitair Medisch Centrum Groningen en Stichting Certe Medische diagnostiek & advies, Groningen, dr. M.S. Berends, medisch epidemioloog-microbioloog. Correspondentieadres: dr. S. Harkisoen, (s_harkisoen@hotmail.com).

Microbiologie (NVMM) is in 2024 een AI-werkgroep opgericht. Deze werkgroep heeft als doel de implementatie van AI in het vakgebied te stimuleren, te begeleiden en kritisch te evalueren. In dit artikel lichten we de doelstellingen en werkwijze van de werkgroep toe. Daarnaast schetsen we de uitdagingen en kansen voor de komende jaren.

Doelstellingen en structuur van de werkgroep

De AI-werkgroep van de NVMM bestaat uit (arts-assistenten in opleiding tot) artsen-microbioloog, een medisch moleculair microbioloog en een medisch epidemioloog-microbioloog. De werkgroepleden komen uit verschillende centra in Nederland. De werkgroep heeft vijf hoofddoelen geformuleerd:

1. het vergroten van kennis en vaardigheden rondom AI onder leden van de NVMM;
2. het stimuleren van samenwerking en kennisuitwisseling binnen en buiten de NVMM;
3. het bevorderen van verantwoord, veilig en juridisch correct gebruik van AI;
4. het verkennen en vertalen van AI-innovaties naar bruikbare toepassingen in het laboratorium en de kliniek;
5. het in kaart brengen van lopende AI-projecten binnen de microbiologie in Nederland en het ondersteunen van implementatie in de praktijk.

Deze pijlers zijn verdeeld onder de werkgroepleden met bijpassende taken en verantwoordelijkheden die hieronder worden toegelicht.

Scholing is essentieel

AI zal in de toekomst waarschijnlijk een vaste plaats krijgen in elk microbiologisch laboratorium in Nederland. AI-vaardigheden worden hiermee voor alle NVMM-leden (in opleiding) essentieel. Het is belangrijk om AI-gegenereerde uitkomsten kritisch te kunnen beoordelen, de basisprincipes van algoritmen en dataverwerking te begrijpen en nieuwe AI-tools te kunnen evalueren. Vooral in de huidige fase waarin AI-modellen nog in ontwikkeling zijn, kunnen er onnauwkeurigheden voorkomen. Op dit moment ontbreekt echter een formeel scholingsaanbod. Online is er een verscheidenheid aan cursussen te vinden, maar zonder voorkennis is het moeilijk in te schatten welke relevant zijn. Tijdens congressen beperkt de

informatie over AI zich vaak tot algemeenheden en wordt er nog weinig gerapporteerd over toepassingen die ook juridisch en praktisch haalbaar zijn gebleken. Voor een gedegen onderwijsprogramma moeten we vaststellen welke competenties op het gebied van AI een NVMM-lid nodig heeft. Er is basiskennis en vakspecifieke kennis nodig voor implementatie van AI in de medische praktijk. De basis is bijvoorbeeld het verschil weten tussen een model dat getraind is met behulp van 'unsupervised machine learning' (het model kan zelfstandig patronen en structuren in data ontdekken) en een 'large language model' (een model dat getraind is om tekst te genereren). Voor implementatie is het onder andere nodig om te weten hoe je nieuwe software of algoritmes moet valideren en welke menselijke controles er nodig blijven bij toepassing in de reguliere zorg.

De NVMM AI-werkgroep gaat met de Federatie Medisch Specialisten (FMS) een basiscompetentielijst opstellen. Vervolgens zal worden nagedacht over een structurele inbedding van AI-basiskennis in de opleidingen tot arts-microbioloog en medisch moleculair microbioloog. Voor vakspecifieke kennis zullen al bestaande nascholingen en cursussen worden aangeraden of nascholingen worden georganiseerd voor alle NVMM-leden. Daarnaast willen we een selectie maken van nuttige online cursussen en deze op de NVMM-website verzamelen voor alle NVMM-leden.

Een startpunt voor de leek zijn de 'Nationale AI-cursus' en de cursus 'AI voor de Zorg' van de Nederlandse AI Coalitie, waar het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport ook in participeert [9,10]. In deze cursussen leer je hoe bepaalde AI-modellen werken, welke ethische en maatschappelijke uitdagingen het met zich meebrengt en hoe AI in het algemeen kan worden toegepast in de zorg. Daarnaast is het document *Leidraad AI in de zorg* en de daaraan verbonden online cursus een goede informatiebron met praktische handvatten [11]. Verder kunt u zich aanmelden voor de nieuwsbrief van ESGAID (ESCMID Study Group for Artificial Intelligence and Digitalisation), zij organiseren regelmatig interessante webinars over AI en infectieziekten. Door tijdig te investeren in gerichte scholing kunnen NVMM-leden zich ontwikkelen tot volwaardige gesprekspartners én een sturende kracht in de digitale transformatie van de microbiologie.

Samen sterker

AI heeft de aandacht van nagenoeg alle medisch specialismen. De FMS heeft als overkoepelende organisatie in 2023 een AI-commissie opgericht om medisch specialisten hulp en ondersteuning te bieden en kennis te delen. De NVMM-werkgroep heeft inmiddels contact gelegd met de FMS, de Nederlandse Vereniging voor Klinische Chemie en Laboratorium-geneeskunde (NVKC) en de Nederlandse Vereniging van Ziekenhuisapothekers (NVZA). Daarnaast is er op Europees niveau contact met ESGAID, wat het mogelijk maakt om van gedachten te wisselen met Europese AI-groepen. Het idee is dat deze groepen elkaar laagdrempelig vinden en ideeën kunnen uitwisselen. Ook zijn er al in verschillende centra initiatieven met betrekking tot AI in de microbiologie gaande. De werkgroep wil zich inzetten voor het faciliteren van uitwisseling van kennis en vaardigheden tussen verschillende microbiologische laboratoria in het land.

AI en wet- en regelgeving

Veel AI-toepassingen worden gekwalificeerd als medisch hulpmiddel en moeten voldoen aan de strenge eisen van de Europese In Vitro Diagnostic Regulation (IVDR) of Medical Device Regulation (MDR), inclusief CE-markering. De Europese AI Act zal hier nog een laag complexiteit aan toevoegen, met name voor AI-systemen die als 'hoog risico' worden geclassificeerd – een categorie waar vele AI-modellen voor medische toepassingen onder zullen vallen. Dit stelt hoge eisen aan datakwaliteit, transparantie, validatie en post-market surveillance.

De focus van de werkgroep ligt op de praktische implementatie van AI en de wet- en regelgeving hiervoor. Deze implementatie dient te passen binnen bestaande (inter-)nationale kaders, zoals de ISO 15189-norm (als basis voor onze kwaliteitssystemen), algemene NVMM-richtlijnen en aanbevelingen van de FMS en ESCMID (onder meer vanuit de ESGAID study group). Daarbij wordt ook geleerd van andere vakgebieden, zoals de radiologie en pathologie, waar AI-implementatie al verder gevorderd is. Concreet is de werkgroep in de komende tijd betrokken bij de ontwikkeling van overkoepelende documenten zoals de 'Leidraad Klinische Implementatie van Medische Hulpmiddelen gebaseerd op AI', die vanuit de FMS in samenwerking met diverse beroepsgroepen tot stand

komt. Als kennisplatform zal de werkgroep professionals in het veld informeren over de impact van AI wet- en regelgeving en wijst zij op relevante informatiebronnen. Verder zal de werkgroep door actieve participatie in landelijke en internationale discussies (waaronder binnen FMS en ESCMID) als spreekbuis dienen tussen de behoeften van haar leden en de partijen die betrokken zijn bij beleidsvorming en richtlijnontwikkeling. Ook beoogt de werkgroep een laagdrempelig aanspreekpunt te zijn binnen het veld voor vragen rondom AI-regelgeving en implementatie, waardoor integratie van AI in de microbiologische praktijk effectief kan plaatsvinden.

Applicatie in de klinische praktijk

AI-toepassingen kunnen we onderscheiden op verschillende niveaus. Als eerste komt het 'laaghangend fruit', dat op relatief korte termijn implementeerbaar is. Denk hierbij aan het gebruik van al bestaande persoonlijke AI-tools die functioneren binnen de huidige workflow. Ze maken gebruik van bestaande technieken en interfereren niet met patiëntgegevens of medische besluitvorming (wel mogelijk met bedrijfsgevoelige gegevens). Voorbeelden hiervan zijn: Microsoft Co-pilot voor het automatiseren van routinetaken; AI-notuleerfuncties zoals de opname- en transcriptiefunctie in Teams met Intelligent Recap; (commerciële) large language models (LLM's) zoals ChatGPT om enkele steekwoorden te laten herschrijven naar een nette e-mail; of AI-gebaseerde zoekmachines zoals Perplexity AI om digitale werkruimtes te creëren waarin medische bronnen, documenten en notities kunnen worden gebundeld, doorzocht en gedeeld met collega's [12]. Het voordeel is dat dergelijke modellen vaak uitblinken in het verzamelen, samenvoegen, contextualiseren en overzichtelijk presenteren van bronnen. Wel moet men oplettend zijn voor mogelijk optreden van AI-hallucinaties (antwoorden van een AI-tool die gepresenteerd zijn als waarheid maar feitelijk onjuist blijken). Bij vertrouwelijke en/of bedrijfsgevoelige informatie zoals interne ziekenhuis- of laboratorium-protocollen kan men verfijndere modellen gebruiken met lokale hosting zoals LLaMA (Meta), BioMedLM of MedPaLM van Google research [13]. Tot slot zijn er zogeheten Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)-taalmodellen voor diep tekstbegrip die bijvoorbeeld inconsistenties of

contradicties binnen en tussen medische protocollen en richtlijnen zouden kunnen identificeren.

Het tweede niveau waarop AI kan worden toegepast, zijn de lokale systemen die directe impact hebben op de (diagnostische) workflow in een medisch-microbiologisch laboratorium. Deze toepassingen kunnen worden geïntegreerd in bestaande LIS/EPD-systemen, en zijn per definitie risicovol omdat patiëntgegevens worden verwerkt of besluitvorming wordt beïnvloed. Voorbeelden zijn de ontwikkeling van AI-modellen met voorspelscores voor negatieve bloedkweken of urinekweken [14-17]. Daarnaast laten studies zien dat AI meer objectieve en tijdige infectiecijfers, en prognoses kan genereren, wat de surveillance en voorspelling van ziekenhuis- en postoperatieve infecties kan transformeren [18,19]. Verder zijn er al commerciële softwaresystemen op de Europese markt die bacteriële kweekplaten automatisch kunnen uitlezen, interpreteren en sorteren zoals PhenoMATRIX®. Binnen de moleculaire microbiologie zijn ook interessante toepassingen: AI-gedreven interpretatieplatforms voor PCR-analyse waaronder automatische interpretatie, validatie en kwaliteitscontrole en rapportage zoals PCR.Ai van Diagnostics.ai [20]. Dergelijke systemen beloven de diagnostische werklast en kosten te verlagen, al zal uit toekomstige studies moeten blijken hoe (kosten)effectief ze daadwerkelijk zijn.

Als derde kan men AI-gedreven netwerken en algoritmen onderscheiden die departement- of laboratoriumoverstijgend werken, zoals in de publieke gezondheidszorg. Een voorbeeld hiervan is recent onderzoek naar een Nederlands BERT-model dat ongestructureerde data (vrije tekst) van huisartsen-dossiers kan analyseren en hiermee in een vroeg

stadium ziekte-uitbraken kan signaleren zoals COVID-19 [21]. Succesvolle implementatie vereist multidisciplinaire inspanning en harmonisatie van systemen en actoren (zie *figuur 1*).

De AI-werkgroep inventariseert welke AI-middelen en mogelijkheden er op dit moment beschikbaar zijn, welke voor de toekomst veelbelovend kunnen zijn en op welke manier deze kunnen worden toegepast binnen de medische microbiologie.

Van pilot naar praktijk

Het ontwikkelen van specifieke AI-modellen is een intensief traject. Daarnaast brengt de implementatie veel uitdagingen met zich mee, van rekencapaciteit en infrastructuur tot het vinden van data scientists en een sluitende businesscase. Een landelijke infrastructuur kan helpen deze problemen aan te pakken. Een voorbeeld hiervan werd eerder besproken tijdens een AI-bijeenkomst van de FMS, waar het Artificial Intelligence For Imaging (AIFI)-project werd gepresenteerd [22]. In dit project is een commercieel AI-model centraal ingekocht en gehost, waarna vijf samenwerkende ziekenhuizen hun beelden kunnen insturen en specifieke AI-rapporten ontvangen. Dit soort samenwerkingen maakt grote modellen toegankelijk voor zowel kleine als grotere ziekenhuizen en benut rekenkracht optimaal.

Digitale transformatie is een continu proces waarbij laboratoria en ziekenhuizen hun middelen, processen en bedrijfsmodellen moeten aanpassen om zich verder te kunnen blijven ontwikkelen. De organisatie moet in staat zijn om haar structuur en cultuur aan te passen aan de nieuwe digitale realiteit. Dit vereist een lerende organisatie, leiderschap dat digitale verandering stimuleert en een cultuur die innovatie ondersteunt.

Figuur 1. Verschillende niveaus van AI-applicatie binnen de medische microbiologie.

 Laag hangend fruit	 AI in intern proces binnen laboratorium	 Regionale en landelijke netwerken
Laag risico tools, persoonlijk gebruik	Hoog risico, vereist soms aanpassing van workflow	Hoog risico, laboratorium of discipline overschrijdend
Relatief snel implementeerbaar	Strikte en continue validatie en verificatie	Harmonisatie van multiplere systemen en actoren
Voorbeeld: Microsoft copilot binnen organisaties	Voorbeeld: automatisch uitlezen en interpreteren van urinekweken	Voorbeeld: vroege opsporing van regionale en landelijke uitbraken

Goed inzetten van verandermanagement en de ontwikkeling van digitale vaardigheden bij medewerkers is hierbij cruciaal [23].

Om een goed beeld te krijgen van de huidige stand van zaken, inventariseert de AI-werkgroep welke AI-projecten en -toepassingen er momenteel lopen binnen Nederlandse microbiologische laboratoria. Dit gebeurt onder andere via een vragenlijst die wordt verspreid onder NVMM-leden. De uitkomsten bieden inzicht in de behoeften, knelpunten en relevante praktijkvoorbeelden uit het veld.

Ook worden voorbeeldcasussen verzameld die laten zien hoe AI in de praktijk kan worden ingezet.

Daarnaast werkt de werkgroep aan het opstellen van een stappenplan voor implementatie van AI in de praktijk, waarin de in dit artikel genoemde onderwerpen aan bod zullen komen: wet- en regelgeving, scholing en verandermanagement, naast infrastructuur en ICT-voorwaarden. Er zal aandacht zijn voor veiligheid, validatie en acceptatie door gebruikers, en praktische handvatten voor het beoordelen, implementeren en evalueren van AI-toepassingen. Ten slotte zal de AI-werkgroep via de NVMM-website een overzicht geven van handige AI-toepassingen voor de NVMM-leden.

Conclusie

De opkomst van AI biedt de medische microbiologie nieuwe kansen, maar vraagt ook om zorgvuldige afwegingen en gezamenlijke inspanning. De AI-werkgroep ziet het als haar taak om deze uitdagingen verder te exploreren en het veld te ondersteunen bij de transitie naar digitaal ondersteunde en innovatieve medische microbiologie. Door samenwerking, kennisdeling en aandacht voor veiligheid en ethiek kan AI uitgroeien tot een waardevol hulpmiddel in het medisch-microbiologisch laboratorium.

Interesse, vragen of ideeën over AI in de medische microbiologie? Neem contact met ons op: commissieict@nvmm.nl.

Referenties

1. van Gaalen JM, ten Hagen A, Vinkers CH, et al. Van AI tot polygene risicoscores: welke innovaties vormen de psychiatrie van morgen? *Tijdschr Psychiatr*. 2025;67(2):100-4.
2. Hernström V, Josefsson V, Sartor H, et al. Screening performance and characteristics of breast cancer detected in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a randomised, controlled, parallel-group, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *Lancet Digit Health*. 2025 Mar;7(3):e175-e183.
3. von Bahr J, Diwan V, Mårtensson A, et al. AI-Supported Digital Microscopy Diagnostics in Primary Health Care Laboratories: Protocol for a Scoping Review. *JMIR Res Protoc*. 2024 Nov 1;13:e58149.
4. Mairi A, Hamza L, Touati A. Artificial intelligence and its application in clinical microbiology. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2025 Mar 26;1-22.
5. Alsulimani A, Akhter N, Jameela F, et al. The Impact of Artificial Intelligence on Microbial Diagnosis. *Microorganisms*. 2024 May 23;12(6):1051.
6. Ghouch YE, Schut MC, Sigaloff KCE, et al. Rapid extended-spectrum beta-lactamase-confirmation by using a machine learning model directly on routine automated susceptibility testing results. *Front Microbiol*. 2025 Apr 30;16:1582703.
7. Hamprecht A, Muhsal L, Cimen van Dijk C, et al. CarbaDetector: A Machine Learning Model for Detecting Carbapenemase-Producing Enterobacterales from Disk Diffusion Tests, 2025 May, PREPRINT (Version 1).
8. van Smeden M, Moons KG, Hooft L, et al. Guideline for high-quality diagnostic and prognostic applications of AI in healthcare. 2023 October.
9. De nationale AI cursus [Website]. Accessed on June 6 2025. Available from: <https://www.tech-cursus.nl/app/1-de-nationale-ai-cursus/home>
10. NL Health-Holland. De vernieuwde AI zorg cursus [Website]. Accessed on June 6 2025. Available from: <https://www.tech-cursus.nl/app/6-ai-voor-de-zorg/home>
11. Moons C. Leidraad kwaliteit AI in de zorg [Website]. Accessed on June 6 2025. Available from: <https://guideline-ai-healthcare.com>
12. Alhur A. Redefining Healthcare With Artificial Intelligence (AI): The Contributions of ChatGPT, Gemini, and Co-pilot. *Cureus*. 2024 Apr 7;16(4):e57795.
13. Bisen WH, Agrawal AJ. An Iterative Systematic Analytical Review of Large Language Models for Medical Applications Using GPT-4, BERT Variants, and Vision Transformers.
14. Boerman AW, Schinkel M, Meijerink L, et al. Using machine learning to predict blood culture outcomes in the emergency department: a single-centre, retrospective, observational study. *BMJ Open*. 2022 Jan 4;12(1):e053332.
15. Schinkel M, Boerman AW, Bennis FC, et al. Diagnostic stewardship for blood cultures in the emergency department: A multicenter validation and prospective evaluation of a machine learning prediction tool. *EBioMedicine*. 2022 Aug;82:104176.
16. van der Zaag AY, Bhagirath SC, Boerman AW, et al. Appropriate use of healthcare-associated infection surveillance: Automated surveillance and (ABC): study protocol for a randomised controlled non-inferiority trial. *BMJ Open*. 2024 May 31;14(5):e084053.
17. Burton RJ, Albur M, Eberl M, et al. Using artificial intelligence to reduce diagnostic workload without compromising detection of urinary tract infections. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2019 Aug 23;19(1):171.
18. van der Werff SD, van Rooden SM, Henriksson A, et al. The future of healthcare-associated infection surveillance: Automated surveillance and using the potential of artificial intelligence. *J Intern Med*. 2025 Jun 5.
19. Dos Santos RP, Silva D, Menezes A, et al. Automated healthcare-associated infection surveillance using an artificial intelligence algorithm. *Infect Prev Pract*. 2021 Jul 31;3(3):100167.
20. MacLean AR, Gunson R. Automation and standardisation of clinical molecular testing using PCR.Ai - A comparative performance study. *J Clin Virol*. 2019 Nov;120:51-56.
21. Homburg M, Meijer E, Berends M, et al. A Natural Language Processing Model for COVID-19 Detection Based on Dutch General Practice Electronic Health Records by Using Bidirectional Encoder Representations From Transformers: Development and Validation Study. *J Med Internet Res*. 2023 Oct 4;25:e49944.
22. AIFI project [website]. Accessed on June 6 2025. Available from: <https://www.aiforimaging.nl/>
23. Balasubramanian S, Shukla V, Islam N, et al. Applying artificial intelligence in healthcare: lessons from the COVID-19 pandemic. *Int Jf Prod Research*, 2023;63(2), 594-627.