



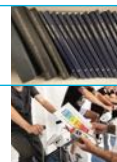
JAARGANG 54 - NUMMER 2 - 2025

5 Editorial

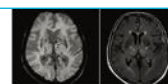
Papier op, tijd om af te sluiten

7 Column

...PAPIER HIER, PAPIER HIER*...

8 InzichtBeweegzorg voor iedere oncologische patiënt
Jasper Enklaar**10 Vaccineren voorkomt infecties: nieuwe leidraad zet vaccinaties centraal in longzorg****13 Short reports**

Mensen met chronisch hartfalen kunnen veilig zonder beperking drinken

14 Hartrevalidatie in plaats van dotteren of stent**16 Onderzoeken**Dosisoptimalisatie: de balans tussen dosis en beeldkwaliteit
E.J. Meijer en C. van Pul**22 De darm als sepsisradar bij extreem prematuren: wat fecale analyse onthult vóór het optreden van klinische symptomen**
H.J. Niemarkt**27 CAT in 't bakkie**Een cryptogeen herseninfarct met een patent foramen ovale: wel of niet sluiten?
A. Smits en P.J. van den Berg**30 Casuïstiek**Hyperglykemische chorea
S. Martini-Nijzink, S.L.E. Lambooi, E.F.J. Raaijmakers, P.C.M. Wouters – van Poppel en S.W.M. Keet**36 Innovatie**

Hartfalen@home: ziekenhuiszorg in de huiskamer

38 Afdeling belicht

Preventieve Cardiologie – een nieuw front tegen hartziekten

40 Interview

Van training naar praktijk: zo geleerd zo gedaan?

42 Máxima MC in het nieuws**Colofon**

hoofdredacteur mw. P.J. van den Berg, neuroloog **redactie** mw. dr. J. Dieleman, epidemioloog, mw. K. Bloembergen, anesthesioloog, dhr. dr. ir. E. Meijer, klinisch fysicus, dhr. dr. S.W.M. Keet, internist, mw. dr. L. Janssen, projectmanager onderzoek heelkunde, en mw. H. Vogel, afdeling communicatie. **eindredactie:** mw. P.J. van den Berg en mw. H. Vogel **redactie bureau Medisch Journaal Máxima MC** | postbus 90052, 5600 PD Eindhoven | Telefoon 040 8886781 e-mail: h.vogel@mmc.nl **uitgever en acquisitie** Multiplus bv | Stationsweg21, 9201 GG Drachten | Telefoon 0512 - 204 100 | www.multiplusmedia.nl **opmaak** Maurice de Jong. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

Digitale uitgave Medisch Journaal

Het Medisch Journaal van Máxima MC verschijnt standaard als papieren uitgave. Er is echter ook een digitale uitgave beschikbaar. Wilt u voortaan liever het digitale magazine ontvangen? Stuur voor de inschrijving dan een e-mail naar wetenschapsbureau@mmc.nl onder vermelding van 'Medisch Journaal digitaal'.

Medisch Journaal bestond 54 jaar.

Papier op, tijd om af te sluiten.

Hier is hij dan:

Eén laatste uitgave - en dan is het klaar.

Het allerlaatste nummer van het Medisch Journaal. Nummer 2 van jaargang 54. Geen doorstart, geen comeback. Nee, gewoon: einde verhaal. Dus, geniet van deze editie.

Ooit begonnen in 1971, uitgebracht via de medische staf, toen nog 'Mededelingen' uit het Sint Joseph Ziekenhuis geheten, en beschrijvend wat in de medische staf werd geïmplementeerd.¹ In de beginjaren werd de kopij veelal in de vorm van met de hand geschreven manuscripten aangeleverd. Niet iedereen kon typen of had een eigen secretaresse. In de editorial in 1996 staat beschreven dat de auteurs werden aangespoord hun kopij bij voorkeur in te zenden als een WordPerfect bestand op een 3,5 inch MS-DOS diskette, vergezeld van een print-out.²

Een tijdperk

We hebben het lang volgehouden.

Vijftig jaar jubileum in 2021.

Vijftig jaar een podium voor kennis en inzicht, een plek voor dialoog en standpunten, cryptische casuïstiek, verwondering over innovaties, waar successen en missers een gezicht kregen.

Het Medisch Journaal was meer dan papier. Een stukje MMC-cultuur. Een stukje vintage. Elk nummer vertelde een verhaal - van arts aan arts, met hart en verstand.

Het Medisch Journaal was een traditie. En tradities sterven langzaam – tot iemand op "stop" drukt.

En nu?

Het Medisch Journaal heeft een tijdperk overleefd waarin faxen modern waren, waarin AI sciencefiction leek, waarin een papieren blad hét kanaal was. Nu is kennis overal, altijd, direct, in seconden beschikbaar. Dat is vooruitgang. Maar vooruitgang smaakt soms bitter.

Nu sluiten we af met een nummer dat bol staat van innovatie: AI in de zorg, AI die infecties voorspelt voordat een arts het eerste symptoom ziet, hartfalenzorg in de huiskamer, beweegzorg voor oncologische patiënten. Terwijl we schrijven over de toekomst, sluiten we zelf, vandaag, een hoofdstuk af.

Referenties

1. Bruyninckx C.M.A. Ten geleide. Mededelingen uit het Sint Joseph Ziekenhuis 1982;11(1):1-2.
2. H. de R. Editorial 'Kopij'. Medisch Journaal 1996;25(2):51.



Slot

Dank voor uw lezerschap, uw bijdragen, uw kritische blik, en voor vijftig jaar vertrouwen en betrokkenheid.

Reeds sinds 2012 gaf Marc Scheltinga het Medisch Journaal met zijn columns een vaste stem, een stem die inspireerde, uitdaagde en telkens liet meedenken.

Dank ook aan alle redactieleden - toen en nu - die dit blad mogelijk maakten, ook bij dit laatste nummer, juist op het moment dat het besluit om te stoppen ons raakte.

Het was ons een eer.

En nu... sluiten we af!

Niet met een punt, maar met een uitroepteken.

Veel leesplezier.

Groeten,

Lennie van den Berg
Hoofredacteur

...PAPIER HIER, PAPIER HIER*...

... mail dd 29 juli 2025: 'het stafbestuur van MMC onderschrijft het voorstel om het Medisch Journaal in de papieren vorm te laten vervallen. In het huidige digitale tijdperk lijkt deze versie van het Medisch Journaal niet meer passend...'

...zo werd met één mailtje het lot van ons medisch journaal (MJ) definitief bezegeld. De reden is duidelijk. Anno 2025 hebben papieren magazines hun tijd gehad. Ze zijn niet duurzaam, kosten bomen, verkleuren en worden broos. Ze geuren na verloop van tijd muf, ook al omdat oude afleveringen zelden meer worden doorgebladerd. Het is een logische beslissing, maar toen ik het las, kreeg ik toch een brokje in de keel....

...Want wat voor een historie heeft MJ! Een van de weinige Nederlandse ziekenhuisbladen die zich, tegen alle stromen in, tot 2025 heeft weten te handhaven. Samengesteld vóór en dóór MMC werknemers. Met een landelijke verspreiding. Iedereen kon er altijd wel iets interessants in vinden. Of het nu ging om resultaten van een medicamenteuze behandeling, een zeldzaam medisch geval, een nieuwe operatietechniek, of een diepte-interview met een MMC promovendus...

... in 2021 werd het 50-jarig jubileum gevierd met een extra dik nummer. Maar donkere wolken pakten zich toen al samen. De adverteerders stonden steeds minder in de rij. Het was af en toe lastig genoeg kopij te krijgen, omdat auteurs, naast hun veeleisende taak in het ziekenhuis, steeds minder tijd en drive hadden om regelmatig een stukje te schrijven. De onstuitbare opmars van het digitale tijdperk gaf uiteindelijk de doorslag...



...de papieren versie van MJ heeft nog net zijn 54e verjaardag kunnen vieren. Zo heeft MJ heel wat andere illustere tijdschriften overleefd. Ze werd ouder dan 'Muziek Expres' (muziekblad voor tieners, na 33 jaar ter ziele) en 'De Lach' (weekblad voor mannen, na 48 jaar opgeheven), maar haalde net niet de 63-jarige leeftijd van Taptoe (tijdschrift voor kinderen)...

...het Medisch Journaal is dood, lang leve het Medisch Journaal...!

m.scheltinga@mmc.nl

*holle bolle Gijs (Efteling)

Nieuwe richtlijn fysieke fitheid

Beweegezorg voor iedere oncologische patiënt

Auteur

Tekst: Jasper Enklaar, wetenschapsjournalist

Dit artikel is eerder gepubliceerd in Medische Oncologie: augustus 2025.

De fysieke conditie van patiënten is van belang voor het succes van kankerbehandelingen. Toch is oncologische beweegzorg nog een onderbelicht thema. De nieuwe richtlijn over fysieke fitheid bij oncologische patiënten moet daar verandering in brengen.

In Máxima MC in Veldhoven is beweegzorg goed geregeld. De chirurgen hebben met 'Fit for surgery' een prehabilitatieprogramma ontwikkeld om patiënten zo fit mogelijk hun operatie te laten ondergaan. Het programma is al jaren standaard zorg. Bij de pilot 'Fit bij borstkanker' werd de fitheid van patiënten via een app gemonitord en konden patiënten via de app een thuistrainingsprogramma volgen.

Het Máxima besteedt veel aandacht aan de algehele fitheid van oncologische patiënten, zowel voor, tijdens en na hun behandeling, vertelt internist-oncoloog dr. Lieke Simkens. De reden daarvoor is simpel, legt ze uit. 'Patiënten komen beter de behandeling door en ervaren minder bijwerkingen als ze fysiek fit zijn. Ook mentaal helpt het goed: je wordt sterker door je fit te voelen tijdens een behandeling en het helpt om eerder je leven weer op te pakken.' De ervaring leert dat patiënten door meer te bewegen het gevoel krijgen dat ze enigszins de regie terugkrijgen in een heftige periode waarin hun van alles overkomt.

Nieuwe richtlijn

Sinds januari is er een nieuwe richtlijn over het belang van fysieke fitheid bij mensen met en na kanker. Daarin wordt fysieke fitheid breed gedefinieerd als het vermogen om dagelijkse taken met kracht en alertheid uit te voeren, zonder onnodige vermoeidheid en met voldoende energie om te genieten van vrijetijdsactiviteiten en om onvoorziene noodsituaties het hoofd te kunnen bieden.

De Vereniging voor Sportgeneeskunde (VSG) nam het initiatief om een multidisciplinaire medisch-specialistische richtlijn fysieke fitheid bij oncologie te ontwikkelen voor, tijdens en na verschillende oncologische behandelingen. Deze richtlijn beschrijft onder andere de associatie tussen fysieke fitheid, beweeggedrag en oncologische uitkomstmaten, screening en assessment van fysieke fitheid en het effect van trainingsprogramma's op oncologische uitkomstmaten. Zoals de richtlijn zelf zegt, was de aandacht voor fysieke fitheid bij oncologische patiënten tot nu toe beperkt. 'We zijn er in de gezondheidszorg lang op gericht geweest om veel geld uit te geven aan nieuwe medicijnen en behandelingen en minder te kijken naar preventie', erkent Simkens. 'Als dokters in de spreekkamer zijn we gericht op de behandeling, veel minder op beweegzorg. Dat krijgt ook in de opleiding te weinig aandacht. Maar we moeten veel meer een



integrale vorm van behandeling aanbieden, waarbij we ook bespreken wat je kan doen om zo fit mogelijk te blijven.' Ze ziet wel een kentering optreden en het bewustzijn toenemen. Het feit dat deze richtlijn er nu ligt, helpt daarbij.

Bewustzijn

Sportarts dr. Marieke van Vessem, medevoorzitter van de richtlijncommissie, zit in Máxima MC in een luxepositie, vindt ze zelf. 'Hier wordt al lang aan beweegzorg gewerkt en goed samengewerkt tussen oncologen, verpleegkundige specialisten, sportartsen, oncologisch fysiotherapeuten en de andere betrokken disciplines. De afgelopen jaren zie je een andere mindset ontstaan.'

'Iedere patiënt moet bij problemen aandacht kunnen krijgen van de sportarts of de fysiotherapeut'

Als een van de voorbeelden noemt ze de prehabilitatieprogramma's bij de chirurgie. Dat bevestigt oncologisch chirurg dr. Gerrit Slooter. Ook hij ziet het bewustzijn van het belang van bewegen toenemen. 'Voor iedere patiënt moet er ruimte zijn om bij problemen aandacht te krijgen van de sportarts of de fysiotherapeut. Wij schakelen er steeds meer naar over om alle patiënten al vanaf het begin van hun behandeltraject de ruimte te geven om te zorgen dat ze fysiek in orde blijven.'



Dr. Lieke Simkens, internist-oncoloog.



Dr. Gerrit Slooter, oncologisch chirurg



Dr. Marieke van Vessem. Zij was medevoorzitter van de richtlijncommissie 'Fysieke fitheid van mensen met en na kanker'.

Dat gebeurt ter voorbereiding op operaties, maar steeds meer ook voor oncologische behandeltrajecten waar geen chirurgie plaatsvindt. Slooter: 'Voor al die mensen is van het begin af aan aandacht voor hun fysieke fitheid.'

Oncologische fysiotherapeut

In het programma 'Fit bij kanker' kunnen alle patiënten met een oncologische diagnose gedurende het hele traject fysieke training volgen. De oncoloog en verpleegkundig specialist zijn de spin in het web. Die verwijzen patiënten naar de sportarts of naar de oncologische fysiotherapeuten in de regio. Oncologische fysiotherapie wordt echter niet in alle gevallen vergoed. In sommige gevallen, zoals na radiotherapie, chirurgische ingreep en een opname is er sprake van een chronische indicatie en wordt de fysiotherapie vanaf de 21e behandeling vergoed vanuit de basisverzekering voor 1-2 jaar (afhankelijk van de indicatie). Daarnaast is een deel van patiënten aanvullend verzekerd voor fysiotherapie.

Simkens: 'We maken een onderscheid tussen patiënten bij wie het nodig is dat ze eerst door een sportarts beoordeeld worden voordat ze gaan trainen en de grote groep die gelijk aan de gang kan.'

De nieuwe richtlijn beschrijft vier verschillende categorieën: zelfmanagement, beweegzorg op indicatie van de casemanager, medisch-specialistische beweegzorg, en medisch-specialistische revalidatie. Sportartsen komen niet in alle gevallen in beeld, schetst Simkens. 'Sommige mensen zijn zelf al actief bezig. De mensen die ik naar de sportarts stuur zijn degenen die merken dat het bewegen of het sporten niet lukt. Of dat nu ligt aan spierkracht, conditie, benauwdheid of andere klachten. De sportarts kan dan een pad uitzetten en adviseren welke mate van begeleiding of ondersteuning nodig is.'

De verpleegkundig specialisten spelen als integraal casemanager een grote rol, vertelt ze. 'Zij hebben meer tijd om hier aandacht aan te besteden in de gesprekken met de patiënten. Het helpt echt als zij het belang van bewegen aan de patiënt uitleggen en handvatten daarvoor meegeven.'

Scholing en infographics

Na de publicatie van de richtlijn in januari komt het nu aan op de implementatie. 'We zitten nu in de inventarisatiefase om te kijken wat er nodig is', vertelt Van Vessem. 'Is dat scholing, zijn dat infographics die het proces versimpelen? Dat het nu op papier staat, is de belangrijkste eerste stap.'

Máxima MC volgt de aanwijzingen van de richtlijn al voor een groot deel, maar als het gaat om beweegzorg voor iedere oncologische patiënt kunnen er ook daar nog stappen worden gezet, vindt Van Vessem. 'De richtlijn stelt dat je fysieke fitheid moet gaan monitoren. Dat doen we op dit moment nog niet bij alle patiënten. We zijn nu aan het verkennen hoe we dit structureel kunnen gaan monitoren, zodat we iedere keer ook een moment hebben dat de patiënt en zorgverlener daar even over nadenkt. We moeten vooral ook aandacht gaan hebben voor de fysieke fitheid van patiënten bij wie het nog niet fout gaat, dus vanaf het begin van het proces.'

Dat er nu een richtlijn is, onderstreept het belang van oncologische beweegzorg, denkt Simkens. 'De richtlijn is iets waar je je aan moet houden. Je moet kunnen aantonen hoe je dat toepast in je ziekenhuis. En je kan er ook op aangesproken worden als je het niet doet. Ik hoop dat de richtlijn ervoor gaat zorgen dat beweegzorg een integraal onderdeel wordt van de behandeling. Standaard bij elke nieuwe patiënt moet daar aandacht voor zijn.'

Vaccineren voorkomt infecties: nieuwe leidraad zet vaccinaties centraal in longzorg

Preventie is niet langer een bijzaak in de zorg voor mensen met chronische longziekten. Met de eerste landelijke vaccinatieleidraad zet de Long Alliantie Nederland een duidelijke stap richting een toekomst waarin infecties niet langer onnodig veel schade aanrichten. Want wie denkt dat vaccinaties vooral iets voor kinderen zijn, vergist zich. Voor volwassenen met chronische longziekten kan een prik het verschil betekenen tussen een stabiele winter en een ziekenhuisopname.

Waarom deze leidraad nodig was

Tot voor kort bestond er geen eenduidige richtlijn voor vaccinaties bij longpatiënten. Huisartsen, longartsen en andere zorgverleners moesten hun weg vinden langs losse adviezen en internationale literatuur. Dat leidde tot variatie in de praktijk – en soms tot gemiste kansen. De nieuwe leidraad brengt daar verandering in. Ze is ontwikkeld door een multidisciplinaire werkgroep met longartsen, een huisarts, apotheker, infectioloog, het RIVM en een patiëntvertegenwoordiger van het Longfonds. Het doel? Preventie structureel verankeren in de zorg voor mensen met chronische longziekten.

“Regelmatig zie ik longpatiënten flink inleveren na het doormaken van een luchtweginfectie,” vertelt dr. Susanne Huijts, longarts bij Máxima MC en voorzitter van de wetenschappelijke werkgroep achter de leidraad. “Ze kunnen bijvoorbeeld niet meer zelf een boodschap doen of hebben tijdelijk of langdurig meer zorg nodig. Dat willen we voorkomen.”

De doelgroep: wie profiteert?

De leidraad richt zich op volwassenen met chronische longziekten zoals astma, COPD, interstitiële longaandoeningen (bijvoorbeeld longfibrose), sarcoïdose en bronchiëctasieën. Kinderen vallen buiten deze richtlijn; daarvoor bestaan aparte adviezen. Het gaat dus om een grote groep patiënten die vaak al kwetsbaar is en voor wie een infectie meer is dan een ongemak: het kan een domino-effect veroorzaken van complicaties, ziekenhuisopnames en blijvende beperkingen.

Welke vaccins maken het verschil?

De werkgroep keek kritisch naar verschillende beschikbare vaccins en hun effect op luchtweginfecties bij longpatiënten. Het resultaat is een helder overzicht van wat wél en wat niet standaard wordt aanbevolen. Influenza, COVID-19, pneumokokken en RSV staan bovenaan de lijst. Griepvaccinatie blijft een jaarlijkse must, omdat griep bij longpatiënten vaak leidt tot ernstige exacerbaties en ziekenhuisopnames. COVID-19 blijft relevant, zeker voor kwetsbare groepen, omdat vaccinatie het risico op ernstige ziekte aanzienlijk vermindert. Pneumokokkenvaccinatie beschermt tegen bacteriële longontsteking, een veelvoorkomende infectie. En RSV – het respiratoir syncytiaal virus – is nieuw in het volwassenenvaccinatieprogramma en vooral belangrijk voor ouderen (60+) met ernstige longziekten.

Andere vaccins, zoals tegen kinkhoest of *Haemophilus influenzae*, zijn beoordeeld maar worden niet aanbevolen. Dat maakt de leidraad



niet alleen wetenschappelijk onderbouwd, maar ook praktisch: artsen weten nu precies waar ze op moeten inzetten.

“Vaccinatie is de meest effectieve manier om infectieziekten te voorkomen,” benadrukt Huijts. “Het is tijd dat (huis)artsen preventie serieus bespreken: vaccinaties bij chronische longziekten mogen niet op de achtergrond blijven.”

Waarom juist nu?

De leidraad sluit naadloos aan bij het Integraal Zorgakkoord en het concept van Passende Zorg: niet alleen behandelen, maar ook voorkomen. Preventie vermindert complicaties, bespaart kosten en verhoogt kwaliteit van leven. Voor longpatiënten is dat cruciaal. Een luchtweginfectie kan een domino-effect veroorzaken: van een tijdelijke terugval naar blijvende beperkingen. Het is een realiteit die longartsen dagelijks zien.

Huijts schetst een herkenbaar beeld: “Je ziet patiënten die na een infectie niet meer terugkomen op hun oude niveau. Ze verliezen zelfstandigheid, hebben meer zorg nodig en soms zelfs permanente ondersteuning. Dat is ingrijpend – en vaak te voorkomen.”

Praktische uitvoering: geen papieren tijger

De leidraad is niet alleen theoretisch, maar ook praktisch uitvoerbaar. De meeste vaccins vallen onder bestaande regelingen, zoals het Nationaal Programma Grieppreventie. Dit geldt helaas (nog) niet voor het RSV-vaccin, maar dat wordt duidelijk benoemd. De uitvoering wordt ook beschreven en kent meerdere routes, veelal via de huisarts of de longarts.

Wat betekent dit voor de spreekkamer?

Voor artsen betekent dit: vaccinaties actief bespreken. Niet wachten tot de patiënt ernaar vraagt, maar het onderwerp zelf op tafel leggen.

Belangrijkste adviezen uit de leidraad vaccinaties

Vaccinatie	Patiënten met chronische longziekte tussen de 18 en 59 jaar	Patiënten met chronische longziekte van 60 jaar en ouder
Griep	Griepvaccinatie wordt geadviseerd voor alle patiënten met chronische longziekten binnen het Nationaal Programma Grieppreventie, conform het advies van de Gezondheidsraad. Deze patiënten zullen jaarlijks een uitnodiging ontvangen van hun huisarts.	
COVID-19	COVID-19-vaccinatie wordt geadviseerd aan patiënten van 50 – 59 jaar. Patiënten onder de 50 kunnen in overleg met hun behandelend arts in aanmerking komen voor een vaccinatie. In aanmerking komende patiënten kunnen in het najaar een afspraak maken bij de GGD. Dit advies wordt jaarlijks herzien door de Gezondheidsraad.	COVID-19-vaccinatie wordt geadviseerd en patiënten van 60 jaar en ouder worden uitgenodigd door de GGD voor de campagne in het najaar. Dit advies wordt jaarlijks herzien door de Gezondheidsraad.
Pneumokokken	PCV20 of hoger wordt geadviseerd.	PCV20 wordt geadviseerd, zoals geïmplementeerd binnen het Nationaal Programma Pneumokokkenvaccinatie Volwassenen (vanaf najaar 2025)
RSV	In beginsel wordt het risico op een ernstig beloop van een RSV-infectie bij volwassen patiënten jonger dan 60 jaar als klein ingeschat. RSV-vaccinatie bij patiënten van 50-59 jaar kan overwogen worden bij patiënten met ernstige longaandoeningen op basis van het oordeel van de zorgverlener. Op dit moment wordt dit vaccin niet vergoed, dus patiënten zouden hier zelf voor moeten betalen.	Vaccinatie wordt geadviseerd. Op dit moment wordt dit vaccin niet vergoed, dus patiënten zouden hier zelf voor moeten betalen.

Voor patiënten betekent het: bewustwording. Vaccinaties zijn geen luxe, maar een essentieel onderdeel van hun zorg. Het vraagt om een cultuurverandering waarin preventie net zo vanzelfsprekend wordt als medicatie.

De volgende stap

De leidraad is gepubliceerd op de website van de Long Alliantie Nederland en is na te lezen op www.longvaccinaties.nl met zowel een patiënten deel als een deel voor de zorg professional. Daarnaast wordt de informatie breed verspreid via nascholingen en vakbladen. Het doel: uniform beleid en betere preventie. Huijts besluit: "Als we hiermee voorkomen dat mensen achteruitgaan door een infectie, dan boeken we enorme gezondheidswinst. Dat is waar het om draait."

Meer weten?

De volledige leidraad is te vinden via www.longalliantie.nl.



Dr. Susanne Huijts, longarts.

Vochtbeperking bij hartfalen geeft dorst en biedt geen voordelen

Mensen met chronisch hartfalen kunnen veilig zonder beperking drinken

Dit onderzoek is eerder gepubliceerd in *Nature Medicine: Liberal Fluid Intake versus Fluid Restriction in Chronic Heart Failure – a randomized clinical trial*. *Nature Medicine* 2025;31:2062–2068.

Bij hartfalen krijgen mensen vaak het advies hun vochtinname te beperken. Nu laat een grote studie (geïnitieerd door het Radboudumc, mede door Frank Gommans, inmiddels cardioloog in Máxima MC) zien dat dit geen voordelen oplevert voor de gezondheid. Als patiënten zelf bepalen hoeveel ze drinken, blijkt dat bij stabiel hartfalen veilig, schrijven de onderzoekers in *Nature Medicine*.

Voor het eerst is er een grote studie uitgevoerd naar de effecten van vochtbeperking bij hartfalen. Daaruit blijkt dat een vochtbeperking geen gezondheidsvoordelen oplevert. Ongeacht of patiënten een vochtbeperking krijgen opgelegd zijn er geen verschillen in gezondheid, en ook niet in ziekenhuisopnames, overlijden of medicijngebruik. Het enige verschil is dat mensen met een vochtbeperking meer last van dorst ervaren. Blijkbaar is minder drinken niet nodig bij stabiel hartfalen.

Nooit bewezen

Mensen met hartfalen krijgen vaak het advies om niet meer dan anderhalve liter vocht per dag te nemen. Het nut daarvan is echter nooit bewezen. Frank Gommans: "Een vochtbeperking lijkt in eerste instantie misschien logisch bij hartfalen, maar bij nadere bestudering van de vochtthuishouding van het menselijk lichaam is het helemaal niet zo logisch."

Daarnaast kent een vochtbeperking ook belangrijke nadelen. Frank Gommans: "Het dagelijks bijhouden van hoeveel je drinkt is bijvoorbeeld ook een dagelijkse confrontatie met ziekte voor de patiënt. Dit heeft een directe negatieve impact op de kwaliteit van leven van de patiënt. Het gezegde "Baat het niet, dan schaadt het niet" geldt dan ook niet voor vochtbeperking. Dat was voor ons de reden beter wetenschappelijk onderzoek te doen naar het effect van de vochtbeperking."

Knijpkracht

In westerse landen waaronder Nederland krijgt één op de vijf mensen ooit in het leven hartfalen. De aandoening komt vooral voor bij mensen boven de zestig. Hartfalen kent twee oorzaken: de knijpkracht van het hart neemt af of de hartkamer wordt stijver. In beide gevallen kan het hart het bloed moeilijker rondpompen en dat leidt tot vocht in de longen.

Met steun van de Hartstichting en het Academisch Alliantiefonds van het Radboudumc en MUMC+ was het mogelijk om het effect van een vochtbeperking hierop te onderzoeken.

De studie werd uitgevoerd in zeven verschillende ziekenhuizen. In totaal deden 506 patiënten mee, waarvan de ene helft het doktersadvies kreeg om hooguit anderhalve liter per dag te drinken en de andere helft het advies om naar eigen inzicht te drinken. De onderzoekers keken drie maanden lang naar zowel mannen als vrouwen met verschillende oorzaken voor hartfalen. Dat waren alleen stabiele patiënten, mensen met een acute ziekenhuisopname of een laag natriumgehalte waren uitgesloten. De onderzoekers bepaalden bij de deelnemers de gezondheidstoestand, kwaliteit van leven, dorst en de veiligheid.

Twee kopjes koffie

De mensen met een vochtbeperking dronken inderdaad niet meer dan anderhalve liter per dag. Zonder beperking dronken mensen ongeveer driehonderd milliliter meer per dag. Dat is gelijk aan twee kopjes koffie. 'Dat verschil lijkt niet groot, maar het is blijkbaar het verschil tussen wel of geen dorst ervaren', vertelt promovendus Job Hermann van het Radboudumc. 'En het is in lijn met wat 60-plussers op een dag gemiddeld drinken. Zij drinken sowieso minder dan jongere mensen.'

Naast meer dorst bij vochtbeperking was er geen enkel verschil zichtbaar tussen de beide onderzochte groepen. Frank Gommans namens het onderzoeksteam: 'Onze conclusie is dat bij mensen met stabiel hartfalen een vochtbeperking niet nodig is. Dit onderzoeksresultaat heeft direct impact op heel veel patiënten met hartfalen wereldwijd. Wij verwachten dat dit onderzoeksresultaat zal leiden tot aanpassen van nationale en internationale richtlijnen.' Twijfelt u over uw vochtbeperking bij hartfalen? Neem dan s.v.p. contact op met uw behandelend arts.

Referenties

Herrmann JJ, Brunner-La Rocca H, Baltussen LEHJM, Beckers-Wesche F, Bekkers SCAM, Bellersen L, van Eck M, Hassing HC, Jaarsma T, Linssen GCM, Pisters R, Sanders-Van Wijk S, Verdijk JWMHI, Handoko L, van Der Meer P, Verbrugge FH, Januzzi Jr JL, Bayés-Genís A, Nieuwlaat R, Rodwell L, Gommans DHF, van Kimmenade RRH. Liberal Fluid Intake versus Fluid Restriction in Chronic Heart Failure – a randomized clinical trial. *Nature Medicine* 2025;31:2062–2068. DOI: 10.1038/s41591-025-03628-4.

Onderzoek bij angina pectoris

Hartrevalidatie in plaats van dotteren of stent

Hoe vergaat het patiënten met angina pectoris als zij hartrevalidatie krijgen in plaats van een ingreep? Dat wordt momenteel onderzocht in de Nederlandse PRO-FIT-studie. 'We hopen het aantal dure en risicovolle interventies te kunnen beperken en toekomstige events te voorkomen,' zegt cardioloog dr. Tom Vromen.

Onder cardiologen leeft soms nog het idee dat je een vernauwing altijd met een ingreep moet oplossen. Maar dat is onterecht, denkt dr. Tom Vromen, cardioloog in Máxima MC in Veldhoven. Samen met collega's onderzoekt hij in de PRO-FIT-studie of hartrevalidatie kan worden ingezet om aanhoudende klachten bij patiënten met stabiele angina pectoris te verminderen. 'Nu kiezen we vaak voor een ingreep als patiënten met angina pectoris restklachten houden onder medicamenteuze behandeling. Maar uit onderzoek van begin deze eeuw weten we dat de klachten ook kunnen verminderen door een revalidatieprogramma. Dotteren of zelfs een omleidingsoperatie is dan lang niet altijd nodig.'

De PRO-FIT-studie randomiseert patiënten met stabiele angina pectoris naar revascularisatie of hartrevalidatie. Er zijn geen leeftijdsrestricties, wel is het belangrijk dat de deelnemers trainbaar zijn en dat er geen hoge risico's voor events aanwezig zijn. 'We screenen alle patiënten vooraf op afwijkingen in de kransslagaders. Als we vernauwingen vinden waarbij revascularisatie van prognostisch belang is, dan kan deze patiënt niet deelnemen aan de studie,' aldus Vromen, een van de hoofdonderzoekers van de studie. Het primaire eindpunt is klachtenvermindering. Secundaire eindpunten zijn kwaliteit van leven, cross-over – oftewel bij hoeveel patiënten er uiteindelijk toch een revascularisatie nodig is, kosteneffectiviteit en Major Adverse Cardiac Events (MACE).

Het idee achter de studie is dat dotteren een lokale vernauwing opheft en de klachten kan verminderen maar verder niets verandert aan de progressie van de onderliggende ziekte, namelijk atherosclerose. Daardoor gaat het proces van atherosclerose door en kunnen er in de toekomst weer nieuwe events optreden. 'Juist daarom denken we dat hartrevalidatie mogelijk beter is, omdat dat zowel de huidige klachten als de kans op nieuwe problemen kan verminderen,' vertelt Vromen. 'We hopen uiteraard dat de hartrevalidatie de risicofactoren gunstig beïnvloedt en zo de kans op een toekomstig hartinfarct verlaagt.'

Naast gezondheidswinst kan de andere aanpak mogelijk ook kostenbesparing opleveren. 'Een recent onderzoek liet zien dat de kostenbesparing van hartrevalidatie versus dotteren kan oplopen tot 3000 euro per patiënt. De medicatie kan eventueel worden afgebouwd als de klachten na training weg zijn, wat ook kosten bespaart.'

Op maat gemaakt

Bij hartrevalidatie krijgt de patiënt na een intake een op maat gemaakt programma dat rekening houdt met diens behoeftes en doelen. Vromen: 'Patiënten krijgen informatie over hun hartziekte en een gezonde leefstijl. Afhankelijk van de behoeftes van de patiënt kunnen er meerdere disciplines worden geraadpleegd.' Zo krijgen zij altijd fysieke begeleiding van een fysiotherapeut, maar er zijn ook een diëtist, ergotherapeut en maatschappelijk werker beschikbaar. Daarnaast wordt gekeken of psychologische behandeling nodig is, bijvoorbeeld bij patiënten die angstig zijn omdat ze hartklachten hebben. 'Als patiënten beter leren omgaan met stress, kan dat ook weer bijdragen aan een betere cardiale gezondheid en een betere prognose,' zegt Tamara Henken, klinisch psycholoog in Máxima MC.

'Door training verbetert de doorbloeding van de hartspier, waardoor je zelf omleidingen maakt en het probleem op een natuurlijke manier oplost'

De inclusie van de studie blijft tot nu toe achter bij de verwachtingen. Henken denkt dat het heel belangrijk is welke uitleg patiënten krijgen. 'Niet alleen in de spreekkamer, maar ook van de huisarts en in de media. Al die informatie kan bijdragen aan keuzes die een patiënt maakt. En als je patiënten vraagt om mee te doen aan een studie, moet je er zelf echt in geloven, anders zul je een patiënt niet snel overtuigen.' Uit onderzoek blijkt dat dit effect zelfs doorwerkt in de behandelresultaten. 'Als behandelaar schep je verwachtingen bij een patiënt over een interventie en die beïnvloeden het resultaat. Des te belangrijker dus om uit te stralen dat je zelf in een behandeling gelooft.'

'Het geloof dat je vernauwingen door training kunt oplossen is er onder cardiologen dus niet altijd. Hopelijk gaan onze resultaten daar verandering in brengen,' reageert Vromen. Hij heeft gemerkt dat het door vaak met patiënten over de studie te praten steeds beter lukt om hen op de "juiste manier" voor te lichten over de studie. Wilde aan het begin misschien 35 procent van de patiënten die in aanmerking kwamen meedoen, nu schat hij dit aantal op 65 procent.



Dr. Tom Vromen is sinds 2022 cardioloog bij Máxima MC. Zijn aandachtsgebieden zijn onder meer hartrevalidatie en cardiovasculaire preventie. Hij is een van de hoofdonderzoekers van de PRO-FIT studie.



Tamara Henken (rechts) is klinisch psycholoog en sinds 2017 werkzaam bij Máxima MC. Zij biedt diagnostiek en behandeling bij psychische problemen en is betrokken bij verschillende onderzoeken in de hartrevalidatie.

De redenen om niet mee te doen lopen uiteen. 'Sommige patiënten willen wel, maar hebben er geen tijd voor. Andere patiënten hebben een voorkeur voor een van de behandelingen. Die willen bijvoorbeeld graag gedotterd worden omdat ze dat kennen en denken dat dat beter is. Ik leg dan uit dat we weten dat een trainingsprogramma bij etalagebenen helpt en dat angina pectoris een vergelijkbaar ziektebeeld is.'

Patiënten met etalagebenen krijgen allemaal eerst een revalidatieprogramma en dan blijkt dat bij de meerderheid van de patiënten dotteren nog steeds niet nodig is en het revalidatieprogramma een kosteneffectief alternatief is. 'Daarnaast vertel ik vaak dat training de doorbloeding van de hartspeer verbetert, waardoor je zelf omleidingen maakt en het probleem op een natuurlijke manier oplost.'

'Als het lukt om de klachten met hartrevalidatie te verminderen, kan dat patiënten motiveren om het gezonde gedrag te blijven volhouden

en daarmee problemen in de toekomst te voorkomen,' denkt Henken. Er doen nu zo'n tien ziekenhuizen mee aan de PRO-FIT-studie. Cardiologen uit andere centra die graag willen deelnemen kunnen zich nog melden.

Referenties

Dit artikel is eerder gepubliceerd in De Cardioloog: februari 2025. Op www.decardioloog.nl vindt u de wetenschappelijke referenties bij dit artikel.

Dosisoptimalisatie: de balans tussen dosis en beeldkwaliteit

Auteurs

E.J. Meijer Ir PhD, klinisch fysicus en stralingsbeschermingsdeskundige; Prof C. van Pul Ir, klinisch fysicus en stralingsbeschermingsdeskundige

Namens alle dosisoptimalisatieteams bij Radiologie en Nucleaire Geneeskunde.

Inleiding

De toepassing van ioniserende straling voor beeldvormende diagnostiek in de gezondheidszorg biedt vele voordelen voor de diagnose en behandeling van patiënten. Tegelijkertijd zitten er ook risico's aan de toepassing van ioniserende straling, vanwege de interactie die de straling heeft met weefsel en de weefselschade en een verhoogde kans op tumorinductie waartoe dit kan leiden.¹ Daarom wordt er in de gezondheidszorg altijd gewerkt volgens het principe van ALARA (As Low As Reasonably Achievable) waarbij de beeldvorming adequaat genoeg moet zijn voor de diagnosestelling met een zo laag mogelijke stralingsdosis.² Om dit principe in de praktijk te brengen is het van belang om de stralingsdosis te monitoren en te optimaliseren in relatie tot de kwaliteit van de diagnostische beelden.

Het IAEA (International Atomic Energy Agency), de ICRP (International Commission on Radiological Protection) en de Europese Commissie geven richtlijnen voor het monitoren van de stralingsdosis.^{2,5} Deze omvatten onder andere het registreren van stralingsdoses en het verzamelen van blootstellingsgegevens op instellingsniveau, lokaal niveau en (inter)nationaal niveau. Het monitoren en optimaliseren van de stralingsdosis wordt gedaan met behulp van diagnostische referentieniveaus (DRN's).² Dit is vastgelegd in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) in Artikel 8.3 en Artikel 8.13, welke weer een uitwerking is van de Europese wetgeving.^{6,7} Het is aan de klinisch fysicus om hier samen met de radiologen en MBB'ers (Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen) vorm aan te geven.⁶

Een DRN is de dosiswaarde die bij een routineonderzoek van een patiënt met een normaal (standaard) postuur niet zou moeten worden overschreden. Een landelijke projectgroep van de NCS (Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie) heeft vanuit het Platform voor Radiologie en Nucleaire Geneeskunde met vertegenwoordigers uit het werkgebied van medisch diagnostische stralingstoepassingen in een rapportage de diagnostische referentieniveaus in Nederland bepaald (2012).⁸ Recent is voor kinderen een nieuwe richtlijn voor DRN's gepubliceerd, dit keer vanuit de Federatie Medisch Specialisten.⁹ Tevens wordt er op dit moment gewerkt aan een update van de overige landelijke DRN's. De DRN dient gezien te worden als landelijke benchmark om lokaal in het ziekenhuis te kunnen kijken of verdere dosisoptimalisatie mogelijk is.

Om dit in Máxima MC adequaat vorm te geven, beschikt het ziekenhuis sinds medio 2022 over een dosisregistratiesysteem Dose (Qaelum), waarin alle dosisgegevens van onderzoeken met ioniserende straling verzameld en geanalyseerd kunnen worden. In

dit systeem is het mogelijk om continue toetsing op de DRN's in te richten en met de teams te bespreken.

Echter, niet voor alle onderzoeken zijn DRN's beschikbaar terwijl er wel sprake kan zijn van een significante stralingsbelasting. Omdat in het dosisregistratiesysteem de stralingsdosis van alle röntgenonderzoeken gelogd worden, biedt dit mogelijkheden om de stralingsbelasting voor patiënten te optimaliseren.

Het doel van de optimalisatietrajecten is om de stralingsbelasting voor de patiënten (en inherent daarmee ook voor de betrokken medewerkers) te reduceren met behoud van adequate beeldkwaliteit. In dit artikel geven we een kort overzicht van de verschillende toepassingen van dosisoptimalisatie in Máxima MC, onder andere op de CT's, de Bucky's en ook de PET/CT. We lichten hieronder toe hoe zo'n optimalisatietraject opgezet wordt en welke resultaten er behaald zijn.

Meten van straling

Om inzicht te krijgen in de hoeveelheid straling die een patiënt ontvangt, worden verschillende grootheden gebruikt, die per radiologische modaliteit verschillen. Op conventionele röntgensystemen wordt het Dose Area Product (DAP) bepaald, deze geeft de totale energie weer die aan het patiëntoppervlak wordt afgegeven en wordt uitgedrukt in Gy·cm². Bij CT-onderzoeken is de Computed Tomography Dose Index (CTDI) een maat voor de dosis per rotatie van de scanner, gemeten in een standaard fantoom, met een eenheid van mGy. Voor een complete scan wordt de Dose Length Product (DLP) berekend, het product van CTDI en de scanlengte, uitgedrukt in mGy·cm. Samen bieden deze parameters een betrouwbare basis voor het monitoren en optimaliseren van stralingsdoses, zodat diagnostische kwaliteit behouden blijft zonder onnodige risico's voor de patiënt.

In dit artikel gebruiken we de bekken- en thorax foto's als voorbeeld, waarbij de DAP als meetgrootte gebruikt wordt. Tevens kijken we naar het klinische protocol CT abdomen op de CT, waarvoor de CTDI en DLP meetbare grootheden zijn, waarvoor DRN's en streefwaarden afgegeven zijn.

Tabel 1. DRN en streefwaarden zoals vastgesteld voor Röntgenopnamen en voor het CT-abdomen.

DRN:	Röntgenopnamen, DAP	
	X-thorax PA	12 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$
	X-bekken AP	300 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$
streefwaarde:	Röntgenopnamen, DAP	
	X-thorax PA	6 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$
	X-bekken AP	150 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$
DRN:	CT-abdomen, klinische indicatie: acute buik	
	CTDI _{vol100} of CTDI _{100,w}	15 mGy
	DLP:	700 mGy.cm
streefwaarde:	CT-abdomen, klinische indicatie: acute buik	
	CTDI _{vol100} of CTDI _{100,w}	8 mGy
	DLP:	400 mGy.cm

Een meetbare grootheid geeft nog geen inzicht in de werkelijke dosis voor de patiënt. Om de patiëntgerelateerde risico's van straling beter te kunnen inschatten, worden deze grootheden vaak omgerekend naar de effectieve dosis. De effectieve dosis, uitgedrukt in millisievert (mSv), geeft een maat voor het biologische effect van straling op het hele lichaam en maakt de vergelijking tussen verschillende onderzoeken mogelijk. Voor deze conversie worden doorgaans conversiefactoren gebruikt, die afhankelijk zijn van het onderzochte lichaamsdeel en de gebruikte straling. Zo wordt bij röntgenonderzoek de DAP vermenigvuldigd met een factor die rekening houdt met de anatomische locatie, terwijl bij CT-onderzoek de DLP wordt omgezet via een regio-specifieke conversiefactor. Hoewel deze berekening een schatting blijft, biedt zij een waardevolle indicatie van het potentiële stralingsrisico voor de patiënt.

Methode van dosisoptimalisatie

Het dosisoptimalisatieproces is een team-effort dat uitgevoerd wordt door MBB'ers (Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen), een betrokken radioloog en/of nucleair geneeskundige en een klinisch fysicus. Ter voorbereiding op een dosisoptimalisatieproces worden eerst veelvoorkomende protocollen geïdentificeerd waarvan in de praktijk blijkt dat deze waarschijnlijk nog verder geoptimaliseerd kunnen worden. Dit kan aan de hand van een DRN zijn, maar kan ook uit een vergelijking van modaliteiten/ röntgenapparatuur in het eigen ziekenhuis of tussen ziekenhuizen komen.

Indien mogelijk wordt aan andere ziekenhuizen met eenzelfde röntgenapparaat gevraagd wat hun protocolinstellingen zijn en welke dosis zij daarbij meten. Verder wordt de applicatiespecialist van de firma geconsulteerd om te bespreken wat de beste strategie is voor dosisoptimalisatie voor dat systeem. De initiële protocolinstellingen worden als startpunt gebruikt.

Hierna volgt een iteratief proces, waarbij de dosis incrementeel verlaagd wordt door stapsgewijs een parameter te veranderen en de effecten op de beeldkwaliteit te evalueren alvorens een vervolgstap te zetten.

Dit dosisoptimalisatieproces is op hoofdlijnen als volgt te beschrijven:

1. Voorafgaand aan de start van een dosisoptimalisatiecyclus wordt door klinische fysica op basis van het dosisregistratiesysteem in kaart gebracht wat de dosis in het afgelopen jaar is geweest voor verschillende protocollen op de te optimaliseren modaliteit. Hierbij worden ook uit het systeem gegevens verzameld over de gebruikte instellingen, die per modaliteit kunnen verschillen, maar meestal worden buisstroom, gebruikte buisspanning en filtering onderzocht. Omdat de instelling van deze parameters afhankelijk is van de patiënt, kan bij sommige modaliteiten ook de omvang van de patiënt automatisch bepaald worden en meegenomen worden bij deze analyse. Dit leidt tot een overzicht van de huidige instellingen (en mogelijke gewichts/omvangs afhankelijkheid) en een keuze van de te optimaliseren protocollen/ beeldvormende onderzoeken op dat betreffende röntgenapparaat.
2. Bij de start van een dosisoptimalisatiecyclus van een onderzoeksprotocol op een radiologische modaliteit wordt eerst met de betrokken radioloog afgestemd dat een optimalisatiecyclus gestart wordt. In dit gesprek wordt geïnventariseerd of de radioloog aan de hand van de ervaren beeldkwaliteit mogelijkheden ziet tot verdere dosisreductie.
3. Vervolgens worden beeldinstellingen stapsgewijs aangepast om de dosis te verlagen. Hierbij worden instellingen gekozen (bijv. in de buisinstelling of filterinstelling) waarbij behoud van beeldkwaliteit zoveel mogelijk geborgd kan worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van expertise van de verschillende betrokkenen, wetenschappelijke literatuur, ervaringen uit andere ziekenhuizen en adviezen van de leverancier.
4. Gedurende de aanpassingsperiode wordt dosis en beeldkwaliteit continu gemonitord, hierbij wordt nauw samengewerkt met de radiologen, omdat zij bepalen welke beeldkwaliteit minimaal nodig is om de klinische vraagstelling te kunnen beantwoorden.
 - a. Indien het oordeel is dat er nog veel ruimte in de beeldkwaliteit zit voor verdere dosisverlaging zal het protocol verder geoptimaliseerd worden.
 - b. Indien de inschatting is dat er geen verdere verlaging mogelijk is wordt een testperiode ingegaan.
5. Tijdens deze testperiode wordt de dosis nauwkeurig gemonitord, de beeldkwaliteit beoordeeld door de radioloog en vaak worden ook aanvullende metingen gedaan om de beeldkwaliteit te kwantificeren (zoals signaal-ruis metingen en contrast-ruis metingen, of andere meer geavanceerde automatische beeldkwaliteitsmaten die klinische fysica met de TU/e of in landelijke samenwerkingen ontwikkelt).
6. Na de testperiode wordt geëvalueerd of de beeldkwaliteit voldoet aan de eisen voor diagnostische kwaliteit. Indien dat zo is wordt het nieuwe scanprotocol de standaard voor dat onderzoek. Vervolgens wordt in de daarop volgende periode de dosis gemonitord en onderzocht hoeveel dosisreductie plaatsgevonden heeft.

Resultaten

Data-gedreven dosisoptimalisatie wordt met ondersteuning van het dosisregistratiesysteem sinds 2022 uitgevoerd. Dit wordt uitgevoerd op bestaande radiologische apparatuur en per apparatuur-groep gemonitord. Daarnaast wordt de dosis gemonitord bij overgang naar nieuwe apparatuur. Nieuwe apparatuur belooft doorgaans een dosisreductie, omdat nieuwere technieken in de aansturing, filtering, AI-algoritmes voor ruisonderdrukking en verbeterde detector-technologie doorgaans een betere beeldkwaliteit kunnen geven tegen een lagere dosis.

Er zijn meerdere dosisoptimalisatietrajecten al doorlopen op de verschillende systemen in het ziekenhuis, we lichten hieronder een paar recente voorbeelden toe.

A. Voorbeeld 1 – optimalisatie nieuwe apparatuur (Nieuwe buckykamers)

Bij de overgang in 2024 naar de nieuwe vaste röntgenkamers bij Radiologie is de overgang gemonitord door een jaar dosisgegevens en hun instellingen (kV, mAs, filtering) op te delen per protocol. Na installatie van de nieuwe röntgenkamers is om de 3 tot 4 maanden een analyse uitgevoerd om te bepalen welke protocollen verder geoptimaliseerd moesten worden. Omdat in eerste instantie niet alle dosisverlagende opties beschikbaar waren, is dit in stappen gedaan. Daarna is optimalisatie uitgevoerd op Bucky 3 en zijn toen alle protocollen voldoende geoptimaliseerd waren de instellingen ook op de andere 2 buckykamers overgezet.

Voor de twee onderzoeken die aan de DRN moeten voldoen worden de resultaten getoond in tabel 2. Hierin is meteen al een eerste probleem zichtbaar van dosisregistratie: namelijk dat op de oude systemen de bekkenonderzoeken een serienaam hadden die voor bekken uniek was. Op de nieuwe systemen is er één protocol dat bekken/heupen heet en dus niet een unieke naam heeft voor een bekkenscan. Dit maakt toetsing aan de DRN lastig.

Voor Thorax PA is er wel een unieke naam, en daarin is te zien dat de DAP aanzienlijk verlaagd is met de introductie van de nieuwe systemen.

Voor beide protocollen geldt dat ze voldoen aan de DRN, maar voor het Bekken protocol kan nu niet meer onderzocht worden of deze ook onder streefwaarde blijft.

B. Voorbeeld 2 – protocollen uniformeren over apparaten: CT protocoloptimalisatie

Met het CT-team en het PET/CT-team zijn meerdere protocollen in de afgelopen periode geoptimaliseerd. Een protocol dat veel gebruikt wordt én een relatief hoge dosis kent omdat de organen in de

buikstreek heel stralingsgevoelig zijn, is het CT-Abdomen protocol. Voor CT scans bij volwassen zijn momenteel nog relatief weinig DRN's beschikbaar (bij kinderen zijn het er meer) maar voor CT abdomen bestaat een DRN (zie tabel 1).

De dosisgegevens kunnen in het dosisregistratiesysteem real time bekeken worden maar ook kan het voor nadere analyse geëxporteerd worden, omdat de beschikbare dashboards in het dosisregistratiesysteem zich niet altijd lenen voor gedetailleerde analyse. Het monitoren van de compliance is mogelijk in het dosisregistratiesysteem, per scanner. In figuur 2A wordt een screenshot getoond van de compliance monitoring. Binnen het scherm kan gewisseld worden bij parameter type naar CTDI en naar DLP. Rechts staat met kleur aangegeven of de mediaan onder streefwaarde is (groen) of onder DRN maar boven streefwaarde (oranje). Er is in het getoonde screenshot geen serie die boven DRN zit (die zou rood worden). Figuur 1B toont een overzicht van de CTDI voor dit onderzoek in de tijd voor drie CT-scanners.

De diagnostische CT's die uitgevoerd worden op de PET/CT zijn, in navolging van de werkwijze op de CT's, ook geoptimaliseerd. In figuur 2 is het dashboard dat aangeeft dat de dosisgegevens in de tijd na dosisoptimalisatie onder de streefwaarde is komen te liggen. De dosiswaarden zijn in lijn gebracht met de dosiswaarden van de andere CT's voor het abdomen protocol.

Conclusie

Met het continu registreren van de gemeten stralingsdosis en de mogelijkheid hieruit de effectieve dosis te berekenen is het mogelijk geworden om de stralingsdosisoptimalisatie vorm te geven. Het beschreven proces heeft al voor verschillende protocollen en modaliteiten geleid tot dosisverlaging voor de CT protocollen. Toetsing aan de DRN's maar ook benchmarking tegen andere vergelijkbare systemen helpt om dosisoptimalisatie uit te voeren en een referentiekader te hebben. Soms is het niet mogelijk om verdere dosisverlaging te halen omdat de beeldkwaliteit dan te laag wordt en de radioloog geen goede diagnose meer kan stellen. Het is belangrijk dat optimalisatie altijd in een nauwe samenwerking tussen klinisch fysicus, MBB-er en radioloog uitgevoerd wordt.

Objectieve maten voor beeldkwaliteit naast het oordeel van de radioloog kunnen helpen om de balans tussen beeldkwaliteit en dosis nog verder te optimaliseren, daarom wordt hier ook onderzoek naar gedaan.

Standaardisatie en homogenisering van protocolnamen die op de verschillende modaliteiten gehanteerd worden, kunnen verder helpen om op basis van de klinische indicatie dosisoptimalisatie tussen de

Tabel 2. Dosisgegevens en apparatuur instellingen van de nieuwe Bucky systemen versus de oude Bucky systemen.

CareStream 05/2025-11/2025	#	DAP	kV	mAs	Siemens (oud) - 2022	#	DAP	kV	mAs
		• Gym ²					• Gym ²		
Bekken/heupen AP	1263	175,5	80	45,6	Bekken AP liggend	1255	99,8	76,8	17,9
Thorax PA	3995	3,2	125	1,3	Thorax PA	3753	5,44	124,9	1,4

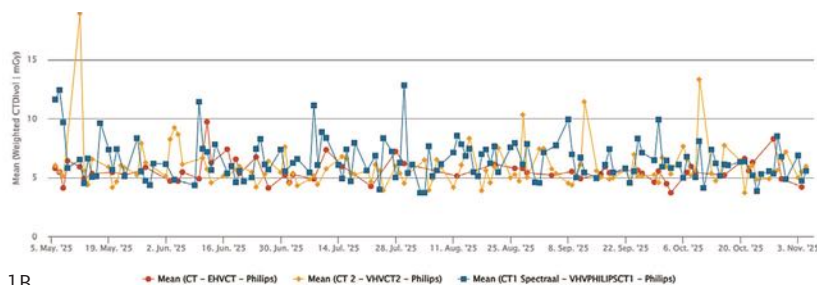
CT1 Spectraal - VHVPHILIPSC1 - Philips | CT
Patient radiation dose monitoring6401 of 6401
studies visible1682 of 1682
notifications visible (All alerts)

Trends Overview Statistical overview Patient information Scan information Protocol Responsibilities Compliance monitoring

COMPLIANCE MONITORING - SERIES LEVEL (CTDI)

Parameter type	CTDI mGy	Dri Version		DEFAULT				
Study Group	Count (#)	Min	Perc. (25)	Mean	Median	Perc. (75)	Max	Comparison
CT hoofd (0-1mnd)	0	0	0	0	0	0	0	
CT hoofd (1-4 jaar)	11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
CT hoofd (4-10 jaar)	10	0.02	0.04	2.02	0.04	0.04	19.8	
CT hoofd (10-14 jaar)	18	0.04	0.04	11.14	9.92	19.8	28.7	
CT hoofd (14-18)	45	0.04	0.04	13.33	0.11	28.7	40.6	
CTPA thorax	1783	0.11	0.11	13.98	3.1	14	193.8	
CT abdomen	3625	0.11	0.11	2.93	0.11	4.7	98.6	
CT coronaire angiografie	166	4.1	5.9	8.9	7.9	9.9	64.2	

1A



1B

Figuur 1. Dashboards in het dosismonitoring systeem.

A: compliance scherm voor CT1, de spectraal CT op locatie Veldhoven. Het aantal scans dat is meegenomen in de compliance bepaling wordt aangegeven. De gebruiker kan aangeven over welke periode geanalyseerd moet worden. Een felgroene bol betekent dat onder streefwaarde gebleven wordt, de bol wordt oranje als deze boven streefwaarde maar onder DRN is en wordt rood als deze boven de DRN ligt.

B: dosismetbare grootheid als functie van de tijd voor verschillende scanners. Scanners kunnen ook per protocol vergeleken worden, het lukt alleen nog niet om de PET-CT hierin ook zichtbaar te maken. Voorwaarde is dat naamgeving consistent is en de protocollen van PET hebben net een andere naam en zijn daarmee in Dose niet gelijktijdig in trend (zie onderstaande) zichtbaar te maken.

PETCT - VLD0270 - GE | CT

1521 of 1521 studies visible

94 of 94 notifications visible (All alerts)

Filter

Active

Patient radiation dose monitoring

Parameter type

Trends Overview

Statistical overview

Patient information

Scan information

Responsibles

Compliance monitoring

COMPLIANCE MONITORING - SERIES LEVEL (DLP)

Parameter type

DLP | mGy.cm

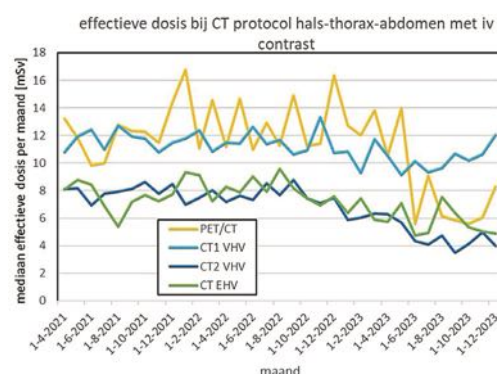
Dif Version

DEFAULT

Study Group	Count (#)	Min	Perc. (25)	Mean	Median	Perc. (75)	Max	Comparison
CT abdomen	155	106.33	236.16	326.75	302.3	396.34	767.41	ALL 100

Figuur 2. Dashboard in het dosismonitoring systeem dat compliance weergeeft voor de PET/CT. Hier is de DLP DRN compliance weergegeven.

Om de vergelijking te kunnen maken met de dosisgegevens van de andere 3 CT-scanners in Máxima MC, zijn deze gegevens ook verzameld met behulp van het dosisregistratie systeem. Hiervoor is de Effectieve Dosis uitgerekend. Uit figuur 3 blijkt dat met de uitgevoerde dosisoptimalisatie slag de diagnostische CT-hals-thorax-abdomen op de PET/CT vergelijkbare dosisresultaten geeft als de andere CT's (waarvoor ook de dosisoptimalisatietrend te zien is).



Figuur 3. De mediaan van de effectieve dosis (conform ICRP103) voor het protocol hals-thorax-abdomen met iv-contrast voor de 4 CT's in Máxima MC waarop dit protocol wordt uitgevoerd.

Note: de getoonde CT1 betreft de oude CT1. Hier is inmiddels een nieuwe scanner geïnstalleerd. Analyse van het afgelopen half jaar dat deze spectraal-CT ingezet werd, geeft een waarde van 8,6mGy voor de effectieve dosis, dus vergelijkbaar met de andere scanners.

systemen te vergelijken, zowel lokaal als ook landelijk. Daar de landelijke DRN's helpen in het dosioptimalisatieproces, is er vanuit de klinische fysica bijgedragen aan de totstandkoming van de kinderDRN's en wordt actief input geleverd aan de landelijke update van de DRN's.

Dankwoord

Dankzij de geweldige teams van betrokken MBB'ers (Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen) is het mogelijk geweest om deze projecten voor dosioptimalisatie te doen. Omdat het aantal betrokkenen groot is hebben we ervoor gekozen om niet alle namen bij de auteurs op te nemen – omdat dat een risico geeft dat we namen vergeten. Maar aan alle betrokkenen: heel veel dank voor jullie bijdragen en enthousiasme. Daarnaast dank aan de radiologen en nucleair geneeskundigen die in deze projecten de beeldkwaliteit bewaken en altijd bereikbaar zijn voor vragen voor de dosioptimalisatieteams.

Literatuur

1. Risico's van blootstelling aan ioniserende straling, Gezondheidsraad, 24 januari 2007.
2. IAEA, Patient Radiation Exposure Monitoring in Medical Imaging. SRS-112, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2023.
3. European Commission, Medical Radiation Exposure of the European Population - Part I. RP-180, Luxembourg: 2015.
4. European Commission, European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures. RP-154, Luxembourg: 2008.
5. ICRP, Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication ICRP-135. Ann. 46(1), 2017.
6. Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Beschikbaar via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2025-01-01>, geraadpleegd 30-04-2025.
7. EURATOM. Richtlijn 2013/59/Euratom van de Raad van 5 december 2013 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling. Beschikbaar via <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>, geraadpleegd 29-04-2025.
8. <https://radiationdosimetry.org/ncs/documents/ncs-21-drn-nl>.
9. https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/kinder_diagnostische_referentieniveaus_drn_s/startpagina_-_kinder_diagnostische_referentieniveaus_drn

De darm als sepsisradar bij extreem prematuren: wat fecale analyse onthult vóór het optreden van klinische symptomen

Auteur

H.J. Niemarkt MD PhD, Kinderarts-Neonatoloog

Inleiding

Late-onset sepsis (LOS) is een van de meest ingrijpende complicaties bij zeer vroeggeboren kinderen. Het gaat gepaard met een aanzienlijk risico op ernstige morbiditeit en mortaliteit; bij overlevenden worden bovendien regelmatig restverschijnselen gezien, waaronder neurocognitieve beperkingen. De eerste klinische tekenen van sepsis zijn vaak subtiel en aspecifiek, standaard laboratoriumparameters lopen pas laat op en bloedkweken hebben een beperkte sensitiviteit én lange doorlooptijd. Hierdoor wordt daadwerkelijke sepsis geregeld pas laat herkend en behandeld, met risico op slechtere uitkomsten. Tegelijkertijd leidt dezelfde diagnostische onzekerheid ertoe dat bij twijfel frequent vroegtijdig empirisch antibiotica worden gestart, terwijl in tot wel 50% van deze episodes uiteindelijk geen microbiologisch bevestigde sepsis wordt gevonden. Antibiotische overbehandeling verstoort de kwetsbare vroege microbiële kolonisatie van de prematuur en draagt mogelijk bij aan nadelige uitkomsten zoals NEC en kolonisatie met resistente micro-organismen. Daarnaast kan een persisterende "dysbiose" ook op de langere termijn gezondheidsconsequenties hebben.

Een groeiend aantal studies ondersteunt de zogenoemde gut-origin hypothese, waarin de darm wordt gezien als primaire bron van micro-organismen die LOS kunnen veroorzaken bij zeer vroeg geborenen. Door de combinatie van een immatuur darmslijmvlies, lage mucosale immuniteit en een vaak ontregelde vroege kolonisatie ontstaat een kwetsbaar ecosysteem waarin potentiële pathogenen kunnen domineren. Wanneer de intestinale barrièrefunctie verder wordt aangetast, bijvoorbeeld door enterale voeding, inflammatie, antibiotische selectie of hypoxisch-ischemische stress, kunnen bacteriële producten of levende micro-organismen transloceren naar de bloedbaan.

Deze benadering impliceert dat verstoringen in de darmmicrobiota en in door bacteriën geproduceerde metabolieten vaak al dagen vóór klinische symptomen ontstaan. Daarmee wordt feces een bij uitstek geschikt—en volledig non-invasief—medium om vroege signalen van een zich ontwikkelende infectie te detecteren.

De zoektocht naar fecale biomarkers voor ziekte bij extreem prematuren vond zijn oorsprong in twee pilotstudies, waarbij een elektronische neus getest werd voor het voorspellen van verschillende ziektes in samenwerking met Dr. Tim de Meij, kinderarts-MDL en Prof. Dr. Nanne de Boer, MDL-arts, beiden Amsterdam UMC.^{1,2} Sindsdien is deze lijn uitgegroeid tot een landelijke multicenter infrastructuur waarin alle Nederlandse NICU's systematisch van alle extreem prematuren feces verzamelen in combinatie met gedetailleerde klinische parameters. Binnen de EMINDS studie wordt gezocht naar fecale biomarkers voor ziektes, terwijl de Generation P studie zich richt op de effecten van vroege microbiële kolonisatie van prematuren op de lange termijn uitkomsten.³

Volatile Organic Compounds

Fecale volatile organic compounds (VOCs) zijn kleine koolstofhoudende metabolieten die grotendeels worden geproduceerd door de darmmicrobiota. Omdat LOS wordt voorafgegaan door verstoringen in zowel microbiële samenstelling als metabolisme, kunnen veranderingen in het VOC-profiel al dagen

vóór klinische presentatie zichtbaar worden als een metabole "vingerafdruk" van een zich ontwikkelende infectie. De eerste robuuste aanwijzingen hiervoor kwamen uit een multicenter proof-of-principle studie, waarin met behulp van eNose-technologie (CyranoSE 320, waarbij een geur herkend wordt door middel van patroonherkenning van 32 sensoren; figuur 1) kon worden aangetoond dat VOC-profielen van zeer vroeggeboren kinderen met LOS tot drie dagen vóór klinische onset significant verschilden van die van gematchte controles.⁴ De predictieve prestaties varieerden daarbij tussen AUC-waarden van circa 0.70 en 0.78, met de hoogste accuratesse twee dagen vooraf. Deze studie toonde aan dat metabole afwijkingen, en dus ontregeling van de intestinale microbiële activiteit, reproduceerbaar detecteerbaar zijn in de aanloop naar LOS.

Deze bevinding werd bevestigd in een veel grotere prospectieve multicenter studie (127 LOS vs. 127 controles) met FAIMS-technologie (techniek tussen eNOSE en gaschromatografie-IMS (GC-IMS) in), waarin VOC-profielen niet alleen onderscheidend waren, maar ook sterk pathogeen specifiek bleken.⁵ Gram-negatieve LOS liet de meest uitgesproken metabole signatuur zien, met AUC-waarden tot 0.87, en onderscheidbaarheid tot drie dagen vóór onset. Voor *Staphylococcus aureus* lagen de AUC-waarden rond 0.69, terwijl *Staphylococcus epidermidis* een gematigder maar nog steeds detecteerbaar preklinisch VOC-signaal gaf. In een vervolgcohort zonder katheter-gerelateerde infecties werden voor *S. epidermidis* zelfs AUC-waarden tot 0.95 gevonden één dag voor onset, de hoogste waarde in VOC-onderzoek tot nu toe.⁶

Naast eNose- en FAIMS-technologie bevestigen ook GC-IMS en gaschromatografie-TOF-MS (GC-TOF-MS) dezelfde preklinische patronen. GC-IMS kon Gram-negatieve LOS al twee tot drie dagen vooraf onderscheiden, terwijl GC-TOF-MS AUC-waarden tot 0.77 voor alle pathogenen en tot boven 0.80 voor Gram-negatieven rapporteerde.⁷ Deze technieken identificeerden ook individuele discriminatieve metabolieten, zoals ethyl-esters, butaan-derivaten en

heptanal, al is verdere validatie hiervan noodzakelijk voordat species-specifieke markers klinisch kunnen worden toegepast.

Gezamenlijk bevestigen deze VOC-studies dat fecale VOC-analyse een robuust, reproduceerbaar en praktisch uitvoerbaar instrument is om LOS vroegtijdig te detecteren. De methode is snel, non-invasief en technisch relatief eenvoudig te implementeren, waardoor VOCs een aantrekkelijke kandidaat vormen voor toekomstige bedside screening op de NICU.

16S-rRNA Microbiota-analyse

Ook de fecale microbiota zelf bevat een duidelijke preklinische signatuur van zich ontwikkelende infectie. De multicenter 16S-studie bij zeer vroeggeborenen met late-onset meningitis (een aandoening die vrijwel altijd overlapt met LOS) liet zien dat dezelfde kernpatronen die eerder voor sepsis zijn beschreven reeds dagen vooraf aanwezig zijn.⁸ Preklinische monsters werden gekenmerkt door toegenomen Proteobacteria, waaronder *Escherichia/Shigella* en *Enterococcus*, en een afname van gunstige anaerobe commensalen zoals Bacteroides. De random-forestanalyse onderscheidde pre-LOM-monsters van controles met een AUC van 0.88. Op individueel niveau kwam bij 75% van de kinderen met kweek-bevestigde meningitis één van de vijf meest dominante darm-bacteriesoorten overeen met het causale pathogeen in de liquor, wat nauw aansluit bij vergelijkbare bevindingen in eerdere LOS-cohorten. Hiermee onderstreept 16S-profilering dat intestinale dysbiose niet alleen samenhangt met sepsis, maar in veel gevallen ook voorafgaat aan het optreden van andere systemische infecties.

IS-pro microbiota-profiel

IS-pro is een snelle PCR-gebaseerde techniek die bacteriën onderscheidt op basis van lengtevariatie in de 16S–23S interspace-regio, aangevuld met phylum-specifieke fluorescente primers (figuur 2). Als sterk vereenvoudigde analogie met een boekenkast: waar 16S sequencing een gedeelte van het boek moet lezen om een bacterie te herkennen, herkent IS-pro het pathogeen door de unieke dikte van de rug na eerst boeken in belangrijke categorieën (Phyla) ingedeeld te hebben. In een recente studie werd de methode geoptimaliseerd voor preterm neonaten door nanopore-sequencing van fragmenten, die nog niet herkend werden door IS-pro, waardoor ruim 82% van alle taxa tot op speciesniveau nu kan worden geannoteerd – een aanzienlijk hogere resolutie dan conventionele 16S-sequencing, die in dit cohort slechts 31% species niveau bereikte (figuur 3).⁹ De doorlooptijd van IS-pro bedraagt circa vijf uur, wat de methode bij uitstek geschikt maakt voor klinische toepassing. Daarnaast is de techniek non-targeted, dus kan in een run verschillende pathogenen herkennen.

In de multicenterstudie waarin IS-pro longitudinaal werd toegepast bij 40 LOS-gevallen en 40 gematchte controles, bleken fecale microbiota-profielen al dagen vóór klinische onset afwijkend.¹⁰ De meest uitgesproken bevinding betrof Gram-negatieve LOS: bij alle Gram-negatieve sepsisgevallen was het causale pathogeen tot drie dagen vóór onset in feces aanwezig, terwijl het bij geen van de controles werd gevonden (figuur 3). Bij Gram-positieve infecties (exclusief Coagulase Negatieve Staphylococci; CoNS) werd de



Figuur 1. Electronische Neus (Cyranose) met Faeces-sample.

veroorzaker eveneens in alle ziektegevallen gevonden maar ook in een substantieel deel van de controles, wat de voorspellende waarde beperkte.

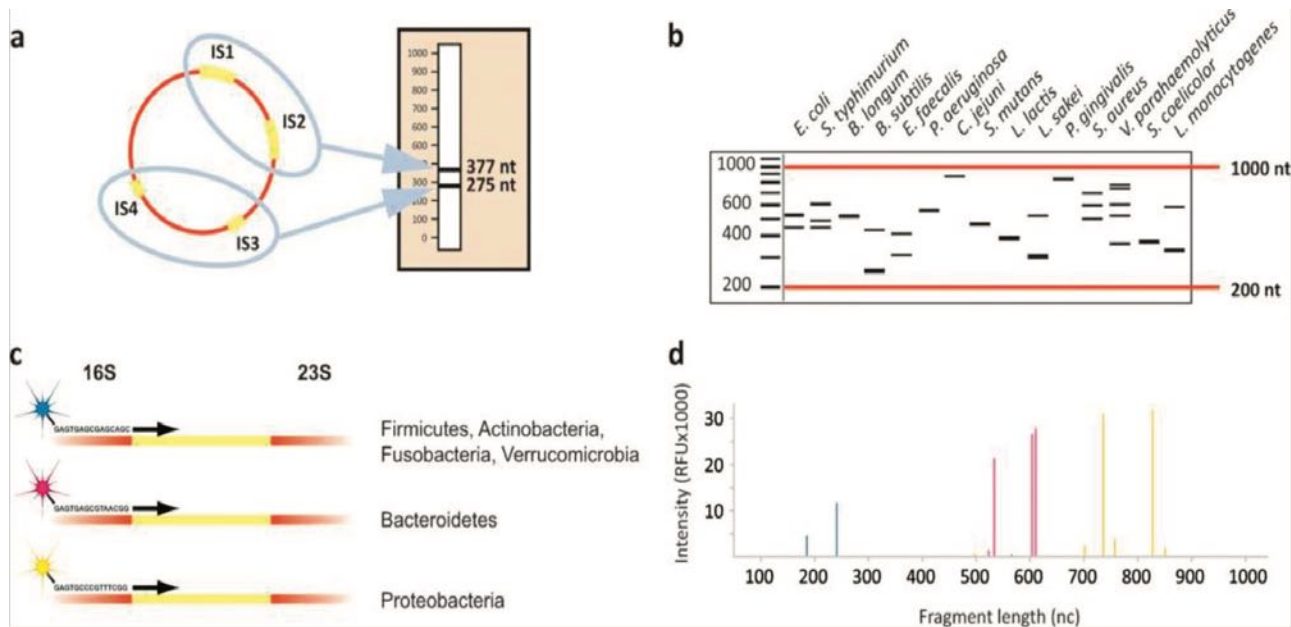
Het predictiemodel op basis van IS-pro-profielen behaalde één dag vóór onset een AUC van 0.71 voor alle pathogenen gecombineerd, oplopend tot 0.78 wanneer CoNS werden uitgesloten. Hiermee laat IS-pro zien dat het, vooral bij Gram-negatieve (bijv. *E. Coli*) infecties, een krachtig vroegtijdig signaal levert dat goed aansluit bij VOC- en 16S-bevindingen.

Candida / Mycobiota

Naast bacteriële dysbiose blijkt ook de fecale mycobiota een duidelijke preklinische signatuur te bevatten. In de multicenter analyse van Candida-LOS werden 2397 prematuren gescreend, waarvan fecale monsters beschikbaar waren voor acht cultureel bevestigde Candida-LOS-gevallen.¹¹ In deze groep was de intestinale schimmelbelasting al tot vijf dagen vóór onset aanzienlijk verhoogd. Het absolute fungale ampliconyield was driemaal zo hoog als bij controles, terwijl de bacteriële ampliconload significant lager was. De ITS/16S-ratio was zelfs vijftienvoudig verhoogd, wat wijst op een substantiële absolute toename van schimmel-DNA. Tegelijkertijd daalde de bacteriële alfa-diversiteit significant in de ziektegroep, wat passend is bij een microbiële niche die verschuift naar monodominantie, verminderde competitie en grotere kans op translocatie. Deze combinatie van een sterk verhoogde absolute schimmellading, een vrijwel volledige dominantie van *C. albicans* en een verarmde bacteriële gemeenschap ondersteunt overtuigend dat ook fungale LOS een gut-origin infectieroute kan volgen. Daarmee past Candida-LOS in hetzelfde pathofysiologische raamwerk als bacteriële LOS: dysbiose, barrièredisfunctie en daaropvolgende translocatie.

Conclusie

De gezamenlijke bevindingen uit VOC-analyse, 16S-profilering, IS-pro en mycobiota-onderzoek laten zien dat fecale biomarkers een krachtig en consistent preklinisch signaal bevatten van zich ontwikkelende late-onset sepsis bij extreem prematuren. Feces vormt daarmee een uitermate veelbelovende, volledig non-invasieve matrix voor vroege detectie en risicostratificatie van infecties op de NICU. Aangezien stress vermijding een belangrijk punt is op de NICU, om de breinontwikkeling van deze kinderen zo min mogelijk te verstoren, is het non-invasieve aspect van deze methode van groot belang. Om de stap naar klinische implementatie te maken, zijn er echter verdere



Figuur 2. IS-pro Techniek.

IS-PRO is een snelle, DNA-gebaseerde techniek om bacteriën te identificeren. De methode maakt gebruik van de lengteverschillen in zogenaamde Interspace-regio's (IS-regio's) tussen het 16S- en 23S-ribosomale DNA van bacteriën. Elke bacteriesoort heeft meerdere IS-regio's met kenmerkende lengtes, waardoor je soorten kunt onderscheiden zonder dat je het hele DNA hoeft te sequencen. IS-PRO is daarbij een ongerichte techniek: je hoeft vooraf niet te weten welke bacteriën je zoekt: het volledige patroon wordt automatisch uitgelezen.

Stap 1 – Amplificatie van IS-regio's

Met PCR worden de IS-regio's van alle bacteriën in het monster vermenigvuldigd. Omdat de lengte per soort uniek is, ontstaan er fragmenten van verschillende lengtes.

Stap 2 – Kleuren per bacteriegroep (Phylum) middels immunofluorescentie

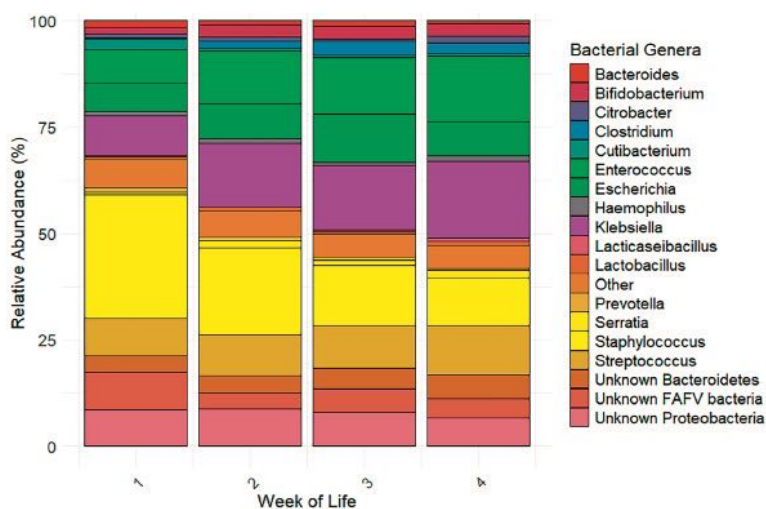
IS-PRO gebruikt kleur-gecodeerde primers voor de Phyla Bacteroidetes, Proteobacteria en FAFV (Firmicutes/Actinobacteria/Fusobacteria/Verrucomicrobia)

Stap 3 – Fragmentlengte-analyse

De resulterende fragmenten worden op grootte gescheiden (bijv. tussen 200 en 1000 nucleotiden). Elke piek op het chromatogram vertegenwoordigt een bacteriesoort, en de hoogte van de piek laat zien hoeveel van die bacterie aanwezig is.

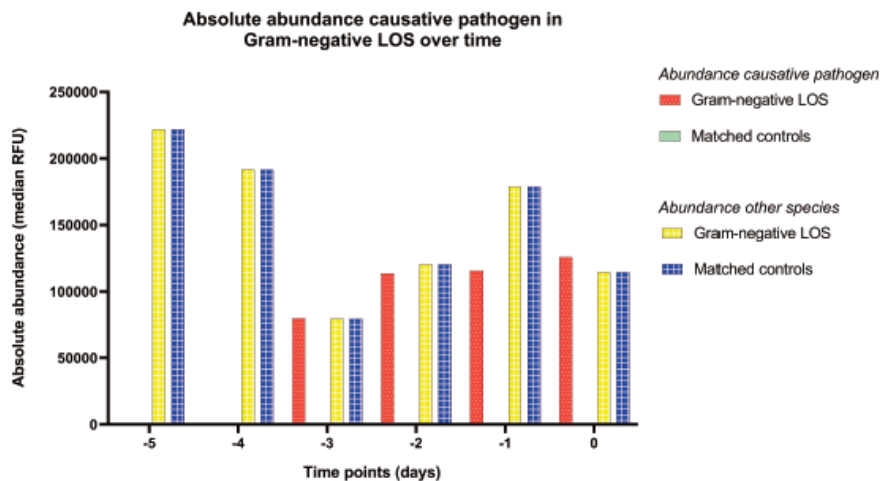
Stap 4 – Vergelijking met de referentiebibliotheek

De gemeten fragmentlengtes worden automatisch vergeleken met een uitgebreide IS-PRO-bibliotheek, waarin van duizenden bacteriesoorten hun bekende "lengte-vingerafdrukken" zijn opgeslagen. Door dit patroon te matchen kan het systeem direct herkennen welke bacteriën aanwezig zijn en of er potentiële pathogenen worden gevonden.



Figuur 3. Afname van *Staphylococcus* en toename van *Klebsiella* en *Enterococcus* in feces van prematuren tijdens de eerste levensmaand, gemeten met IS-pro.

Deze figuur toont een stacked bar chart met de mediane relatieve abundanties (%) van bacteriële geslachten in feces van prematuren per week. Elke balk vertegenwoordigt één week: week 1 (dag 0-7, n=256), week 2 (dag 8-14, n=296), week 3 (dag 15-21, n=233) en week 4 (dag 22-29, n=167).



Figuur 4. Gram-negatieve Late Onset Sepsis.

Mate van fecale aanwezigheid van het veroorzakende pathogeen over tijd bij gram-negatieve LOS en controles. De mate van aanwezigheid van het pathogeen wordt per tijdstip weergegeven voor zowel de gevallen als de controles. De mate van aanwezigheid van *Escherichia coli* en *Klebsiella pneumoniae* in de gevallen is in rood weergegeven; bij de controles in groen. De mate van aanwezigheid van andere geanalyseerde soorten is weergegeven in geel (gevallen) en blauw (controles). Op dag -5 en -4 vóór het klinische begin zijn *E. coli* en *K. pneumoniae* afwezig in de geanalyseerde fecesmonsters. Vanaf drie dagen vóór het klinische begin neemt de mate van aanwezigheid toe tot aan de diagnose. In de gematchte controles zijn beide soorten op geen enkel tijdstip aanwezig.

standaardisatie van analysemethoden en strategische keuzes nodig: welke technieken zijn geschikt voor screening, welke voor species-resolutie, welke pathogenen moeten we prioritair voorspellen (groepen of individuele pathogenen?) en hoe integreren we microbiële data met klinische variabelen en vitale functies. Juist op dit gebied liggen belangrijke kansen in de samenwerking tussen Máxima MC en de TU/e, waar expertise in datafusie, predictiemodellering op vitale parameters (zoals hartslag, ademhaling en saturatie) kan worden ingezet om tot robuuste klinische algoritmen te komen.

Prospectieve validatie in nieuwe cohorten is hierbij cruciaal, maar minstens zo belangrijk is het bepalen welke interventies (intensievere monitoring, geoptimaliseerde voeding, targeted antibiotica of andere strategieën) daadwerkelijk in staat zijn om ziekteprogressie te voorkomen wanneer een hoog-risicoprofiel tijdig wordt gesignaleerd. De basis is stevig, de klinische noodzaak is groot, en de mogelijkheid om sepsis daadwerkelijk vóór te zijn komt steeds dichterbij.

Literatuur

- de Meij TG, van der Schee MP, Berkhout DJ, van de Velde ME, Jansen AE, Kramer BW, et al. Early Detection of Necrotizing Enterocolitis by Fecal Volatile Organic Compounds Analysis. *J Pediatr* 2015;167:562-7 e1.
- Berkhout DJC, Niemarkt HJ, Benninga MA, Budding AE, van Kaam AH, Kramer BW, et al. Development of severe bronchopulmonary dysplasia is associated with alterations in fecal volatile organic compounds. *Pediatr Res* 2018;83:412-9.
- Frerichs NM, de Meij TGJ, Niemarkt HJ. Microbiome and its impact on fetal and neonatal brain development: current opinion in pediatrics. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2024;27:297-303.
- Berkhout DJC, Niemarkt HJ, Buijck M, van Weissenbruch MM, Brinkman P, Benninga MA, et al. Detection of Sepsis in Preterm Infants by Fecal Volatile Organic Compounds Analysis: A Proof of Principle Study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2017;65:e47-e52.
- Berkhout DJC, van Keulen BJ, Niemarkt HJ, Bessem JR, de Boode WP, Cossey V, et al. Late-onset Sepsis in Preterm Infants Can Be Detected Preclinically by Fecal Volatile Organic Compound Analysis: A Prospective, Multicenter Cohort Study. *Clin Infect Dis* 2019;68:70-7.
- Berkhout DJC, Niemarkt HJ, Andriessen P, Vijlbrief DC, Bomers MK, Cossey V, et al. Preclinical Detection of Non-catheter Related Late-onset Sepsis in Preterm Infants by Fecal Volatile Compounds Analysis: A Prospective, Multi-center Cohort Study. *Pediatr Infect Dis J* 2020;39:330-5.
- de Kroon RR, Frerichs NM, Struys EA, de Boer NK, de Meij TGJ, Niemarkt HJ. The Potential of Fecal Volatile Organic Compound Analysis for the Early Diagnosis of Late-Onset Sepsis in Preterm Infants: A Narrative Review. *Sensors (Basel)*. 2024;24(10).
- Frerichs NM, Deianova N, El Manouni El Hassani S, Acharjee A, Quraishi MN, de Boode WP, et al. Fecal Microbiota and Volatile Metabolome Pattern Alterations Precede Late-Onset Meningitis in Preterm Neonates. *J Infect Dis* 2025;231:1382-91.
- de Kroon RR, van Wesemael AJ, van Kaam AH, Savelkoul PHM, Boon M, Budding AE, et al. A Novel Untargeted Molecular Detection Technique for Rapid Fecal Microbiota Profiling in Very Preterm Infants: Optimization, Genus-Level Comparison, and Application. *FASEB J* 2025;39:e71207.
- El Manouni El Hassani S, Niemarkt HJ, Berkhout DJC, Peeters CFW, Hulzebos CV, van Kaam AH, et al. Profound Pathogen-Specific Alterations in Intestinal Microbiota Composition Precede Late-Onset Sepsis in Preterm Infants: A Longitudinal, Multicenter, Case-Control Study. *Clin Infect Dis* 2021;73:e224-e32.
- de Kroon RR, Kreulen IAM, Davids M, van Thiel IAM, Admiraal I, Verdoes X, et al. The gut as a source of infection for fungal pathogens: increased fecal *Candida albicans* precedes onset of *Candida* late-onset sepsis in very preterm infants. *J Infect Dis*. 2025.

Een cryptogeen herseninfarct met een patent foramen ovale: wel of niet sluiten?

Auteurs

A. Smits coassistent neurologie; P.J. van den Berg MD, neuroloog

Achtergrond

Een patent foramen ovale (PFO) komt voor bij 25-30% van de bevolking met een hogere prevalentie onder patiënten met een cryptogeen infarct. De diagnose van een cardiale bron bij deze patiënten is vaak onzeker. Op de spoedpoli neurologie presenteerde zich een 55-jarige vrouw met in de voorgeschiedenis een cryptogeen herseninfarct (6 jaar geleden) met nadien een sluiting van een patent foramen ovale, waarbij mogelijk ook een klein atriumseptum-aneurysma was gezien. Nu kwam zij met klachten van acute hoofdpijn en verminderde sensibiliteit van het gelaat links.

Vraagstelling

Vermindert het sluiten van een patent foramen ovale (PFO) in combinatie met reguliere bloedverdunners het risico op een recidief CVA vergeleken met alleen bloedverdunners bij patiënten <60 jaar met een cryptogeen herseninfarct en een PFO?

Zoekstrategie

Er werd een literatuuronderzoek uitgevoerd in PubMed met vrije termen 'patent foramen ovale', 'closure', 'antiplatelets' en 'recurrent stroke'. Na toepassing van de filters 'RCT', 'clinical trials', 'meta-analyses' en '2015-2025', leverde dit 31 resultaten op. Er werd gekozen voor het artikel van Mas JL, et al. CLOSE Investigators, omdat de patiënt het beste overeenkwam met de vraagstelling en onderzoeksresultaten uit dit artikel. Dit artikel werd beoordeeld op kwaliteit en validiteit. Daarnaast is de actuele richtlijn 'Cardiale emboliebron herseninfarct' van de richtlijndatabase geraadpleegd.

Bewijs

In deze RCT werden patiënten geïnccludeerd tussen de 16 en 60 jaar, die zich de afgelopen 6 maanden hebben gepresenteerd met een cryptogeen infarct en waarbij een PFO is gevonden met een atriumseptum-aneurysma of een grote interatriale shunt. De resultaten toonden een significant verminderd risico op een recidief infarct bij PFO-sluiting + bloedverdunners ten opzichte van alleen bloedverdunners. De kwaliteit van het artikel is niet heel hoog. Het is een open-label studie en de power werd niet gehaald. Daarnaast is de externe validiteit laag. Het gaat om een erg specifieke doelgroep en de follow-up duur is gemiddeld 4,9 jaar, waardoor er geen uitspraken mogen worden gedaan over de lange termijneffecten. In de richtlijndatabase worden wisselende resultaten van eerdere RCTs genoemd. Waarop de RoPe-score is ontwikkeld. Deze score

maakt een schatting van de bijdrage van een PFO in een cryptogeen infarct. Echter is er geen bewijs dat sluiten van een PFO bij patiënten met een hoge RoPe-score effectief is in de preventie van een recidief infarct.

Conclusie en aanbeveling

Volgens het artikel van Mas, et al. is het aan te bevelen om een PFO-sluiting te verrichten bovenop de reguliere bloedverdunners bij patiënten met een atriumseptum-aneurysma of een grote R-L shunt, echter is de kwaliteit van dit artikel te betwijfelen. De patiënt in bovengenoemde casus komt goed overeen met de onderzoekspopulatie en zal dan ook een risicoreductie hebben op een recidief infarct. Eerdere RCTs tonen geen harde bewijzen voor het effect van een PFO-sluiting. Het is aan te bevelen om dit besluit per patiënt te nemen. De RoPe score kan hiertoe een hulpmiddel zijn.

Literatuurlijst

1. Mas JL, Derumeaux G, Guillon B, Massardier E, Hosseini H, Mechtouff L, Arquizan C, et al. CLOSE Investigators. Patent Foramen Ovale Closure or Anticoagulation vs antiplatelets after Stroke. *N Engl J Med* 2017;14:377:1011-1021. doi: 10.1056/NEJMoa1705915. PMID: 28902593.
2. Richtlijndatabase. (2024) Cardiale emboliebron herseninfarct – Richtlijn. https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/herseninfarct_en_hersenbloeding/diagnostiek_bij_herseninfarct_bloeding/cardiale_emboliebron_herseninfarct.html

Hyperglykemische chorea

Auteurs

S. Martini-Nijzink MD, internist; S.L.E. Lambooy MD, internist ouderengeneeskunde; E.F.J. Raaijmakers MD, neuroloog; P.C.M. Wouters – van Poppel MD PhD, internist-endocrinoloog; S.W.M. Keet MD PhD, internist

Abstract

Hyperglykemische chorea is een zeldzame uiting van hyperglykemische disregulatie met een goede prognose. Verschillende hypothesen over de pathofysiologie zullen worden besproken, waaronder disfunctie van basale gangliacircuits door niet-ketotische hyperglykemie, wat leidt tot verlies van remming van de thalamus gevolgd door excitatie van de cortex, wat resulteert in choreatische bewegingen. Verminderde cerebrale perfusie en gemistocyten in de striatale gebieden, die ontstaan tijdens metabole verstoringen, kunnen hieraan bijdragen. Gelukkig wordt bij de meerderheid van de patiënten volledige remissie van de hyperglykemische chorea bereikt na adequate glucosecorrectie.

Casusrapport

Een 81-jarige patiënte kwam naar de spoedeisende hulp vanwege sinds drie weken bestaande abnormale bewegingen van haar mond, tong en armen. Haar medische voorgeschiedenis omvatte hypertensie, aortaklepsclerose, diabetes mellitus type 2, maagchirurgie en totale heupvervangingen, gecompliceerd door een Staphylococcus aureus-infectie acht jaar geleden, waarna de linker heupprothese werd verwijderd (Girdlestone-situatie). De patiënte gebruikte acetylsalicylzuur, ferrofumaraat, glimepiride, metformine, metoprolol, omeprazol, colecalciferol en simvastatine. Zij had deze symptomen vóór deze episode nooit eerder ervaren. Behandeling met haloperidol na overleg met een ander ziekenhuis gaf gedeeltelijke verlichting. Ze had ook last van duizeligheid en hoofdpijn na hoofdtrauma, maar deze symptomen waren verwaarloosbaar. Er waren geen aanvallen of kenmerken van epilepsie. Ze noemde meer dan een week geleden griepachtige symptomen te hebben doorgemaakt. Overig waren er anamnestic geen opvallende bevindingen. De vitale parameters waren normaal. Het lichamelijk onderzoek toonde kauwbewegingen met mond, tong en kaken en algeheel choreatische bewegingen met alle ledematen, meestal distaal gelokaliseerd, meer rechts dan links. Er was geen spierzwakte. Een systolisch soufflé werd gehoord in de tweede rechter intercostaal ruimte, wat overeenkomt met de bekende aortaklepsclerose. De buik was diffuus pijnlijk bij palpatie.

Methoden en resultaten

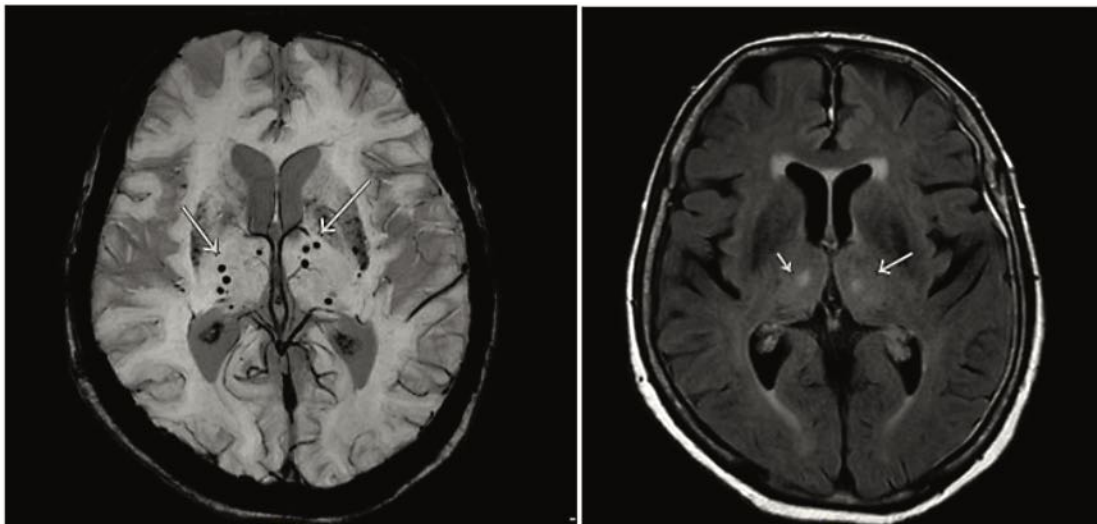
Aanvullend laboratoriumonderzoek (tabel 1) toonde een hyperglykemie van 23,8 mmol/l. HbA1c bleek 148 mmol/mol te zijn. Bovendien was het C-reactieve eiwit licht verhoogd (CRP 12 mg/L, er was een normocytair anemie (hemoglobine 6,6 mmol/l, MCV 88 fL) en was de nierfunctie licht aangetast (eGFR 67 ml/min/1,73 m²). Elektrolyten waren normaal. Het urinesediment bevatte bacteriën en een milde leukocyturie, zonder erytrocyturie. Ketonen waren negatief. De urinekeek bevatte Escherichia coli. De röntgenfoto van de thorax was normaal, het ECG was niet opvallend. Als onderdeel van de differentiële diagnose werd hyperglykemische chorea vermoed.

Een overdosis van de recent gestarte haloperidol, als oorzaak van de choreatische bewegingen, werd uitgesloten door een subtherapeutische concentratie (2,1 ug/L, referentie 5 – 40 ug/L) en een niet passend chronologisch verloop. Op navraag gaf patiënte aan geen andere thuismedicatie te gebruiken, behoudens de voorgeschreven medicatie. Neurologisch consult bevestigde chorea. Een uitgevoerde CT-cerebrum toonde bilaterale hyperdensiteit bij de basale kernen, vooral in het striatum. Een extra MRI-cerebrum (figuur 1) bevestigde deze hyperdensiteiten, waarschijnlijk te interpreteren in de context van een hyperglykemisch choreasyndroom door de bekende ontregeling van diabetes mellitus. Bovendien werden periventriculaire witte stofafwijkingen waargenomen, afgewisseld met meerdere diffuse kleine lacunaire infarcten, wat passend is voor cerebral small vessel disease.

C-reactive proteïne	12	< 5 mg/l
Hemoglobine	6.9	7.5 – 10.0 mg/l
MCV	88	80 – 100 fL
Leukocytes	4.3	4.0 – 10.0 x10 ⁹ /L
Trombocytes	316	150 – 400 x10 ⁹ /L
Glucose	23	4.0 – 7.8 mmol/l
Sodium	136	135 – 145 mmol/l
Potassium	4.7	3.5 – 5.0 mmol/l
Urea	9.5	2.5 – 6.4 mmol/l
Creatinine	72	49 – 90 umol/l
eGFR (CKD-EPI)	67	> 90 ml/m/1.73m ²
Alkaline phosphatase	186	33 – 98 U/L
Gamma glutamyl transpeptidase	12	< 38 U/L
Alanine transaminase	18	< 34 U/L
Lactate dehydrogenase	300	< 247 U/L
Creatine kinase	118	< 145 U/L
Albumin	40	35 – 50 g/L
Calcium	2.32	2.15 – 2.55 mmol/l
Thyroid stimulating hormone	1.3	0.40 – 4.0 mIU/L
HbA1c	148	mmol/mol

Tabel 1. Resultaten bloedonderzoek op de spoedeisende hulp.

MCV - Mean Corpuscular Volume; eGFR - estimated Glomerular Filtration Rate.



Figuur 1. MRI-cerebrum, coronale coupes. Hyperdensiteiten van de basale kernen, vooral het striatum aan beide zijden, weergegeven door witte pijlen.

Discussie

Epidemiologie

Hyperglykemische dysregulatie van de bekende diabetes mellitus type 2 werd voor het eerst beschreven door Bedwell in 1960 in een analyse van 53 gevallen (gemiddelde leeftijd 71 jaar), ook bekend als chorea, hyperglykemie, basaal gangliasyndroom (C-H-BG-syndroom). Later werd het beschreven in verschillende casus beschrijvingen. Een meta-analyse uitgevoerd door Wang en collega's beschreef een incidentie van hyperglykemische chorea van minder dan één op de tien miljoen en wordt vooral gezien bij oudere patiënten met slecht gecontroleerde diabetes mellitus.¹ Postmenopauzale vrouwen bleken vatbaar te zijn voor hyperglykemische chorea door verhoogde gevoeligheid voor de dopaminereceptor als gevolg van oestrogeentekort.^{2,3} Deze bevindingen passen bij de patiënte die we beschreven hebben. Bovendien werd een verhoogde incidentie in de Aziatische populatie beschreven, wat wijst op een onderliggende genetische aanleg.^{2,3} Bilaterale chorea werd slechts in 11,4% van de gevallen gezien, en slechts 26,4% van de patiënten ervoer faciale choreatiforme bewegingen. De meeste patiënten merkten vermindering van symptomen tijdens de slaap. Gemiddeld hadden beschreven patiënten met hyperglykemische chorea een serumglucoseconcentratie in een bereik van 12,4 mmol/l (481 mg/dl) tot 32,6 mmol/l (1264 mg/dl).¹ Ter vergelijking: in ons casusrapport had de patiënt een glucoseconcentratie van 23 mmol/l (889 mg/dl).

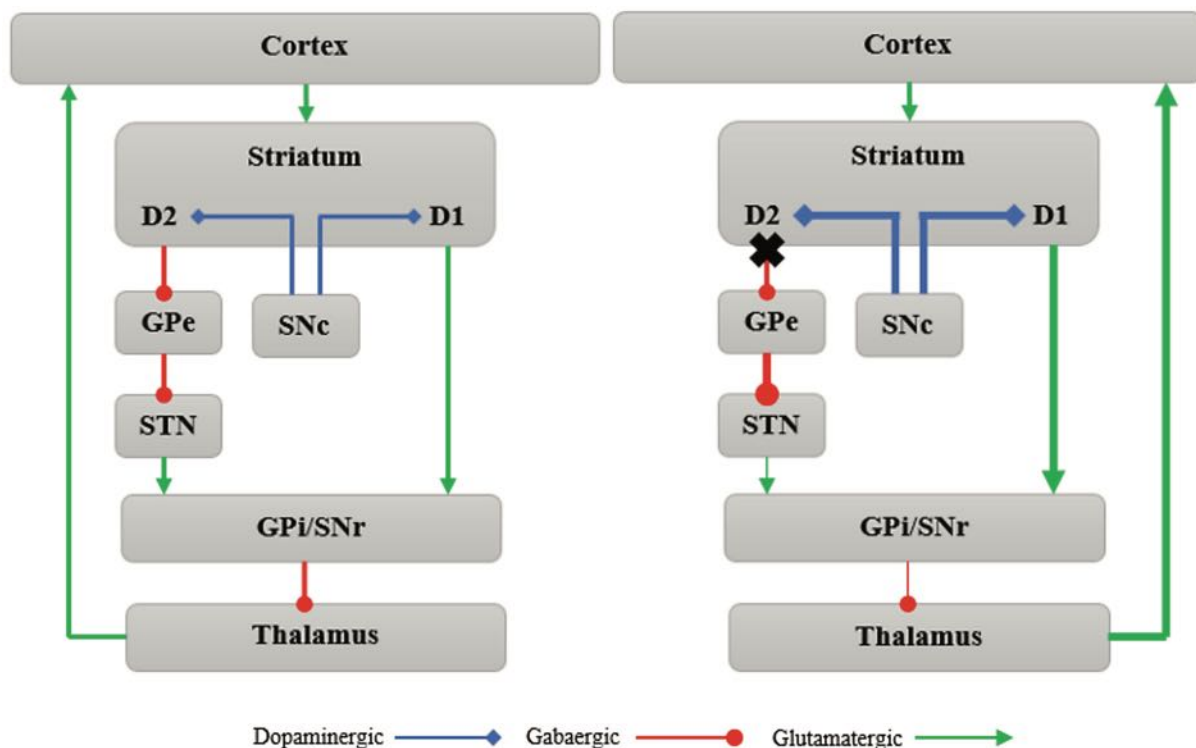
Pathofysiologie

Chorea wordt gedefinieerd als een hyperkinetische bewegingsstoornis die wordt gekenmerkt door onwillekeurige snelle, korte, willekeurige en onregelmatige bewegingen die vooral de distale ledematen aantasten, maar ook het gezicht en de romp. Het ontstaat door schade of disfunctie van de basale ganglia-circuits, wat een disbalans veroorzaakt tussen de directe en de indirecte banen. De directe bewegingsroute begint bij het neostriatum (nucleus caudatus en putamen) naar de pars interna van de globus pallidus (GPI) en de pars reticulata van de substantia nigra (SNr). Het indirecte pad volgt hetzelfde pad via de pars externa van de globus pallidus en de subthalamische kern (STN). Dopaminerge projecties van de substantia nigra

pars compacta (SNc) richten zich op striatale neuronen die Dopamine-1 (D1) of Dopamine-2 (D2) receptoren expresseren. De D1-neuronen sturen remmende gabaerge projecties naar de GPI/SNr, volgen de directe route, wat resulteert in remming van de basale ganglia. D2-neuronen sturen exciterende glutamaterge projecties via de indirecte route naar de GPI/SNr, wat resulteert in excitatie van de basale ganglia. Een fysiologisch evenwicht tussen het directe en indirecte pad resulteert in een evenwicht van motorische activiteit. Een disbalans tussen directe en indirecte routes binnen de basale ganglia met overmatige dopaminerge activiteit en verstoring van de indirecte route leidt tot het netto verlies van remming van de thalamus door de GPI/SNr, waardoor hyperkinetische bewegingen zoals chorea kunnen optreden (figuur 2).^{4,7}

De verstoring van de circuits van de basale ganglia kan aangeboren zijn of verworven door structurele schade, selectieve neuronale degeneratie, blokkade van de neurotransmitterreceptor, metabole ontregelingen, auto-immuunziekten, hormonale veranderingen, infectieziekten of een iatrogene oorzaak.⁵ Een van deze vele verschillende oorzaken van verstoring van circuits van de basale ganglia is metabole ontregeling in de vorm van hyperglykemie. Na cerebrovasculaire aandoeningen is niet-ketotische hyperglykemie de op één na meest gerapporteerde oorzaak van chorea.⁴ Men denkt dat intracellulaire hyperosmolaliteit en de door hyperglykemie veroorzaakte veranderingen in de autoregulatie van de cerebrale bloedstroom leiden tot verminderde perfusie en ischemie, wat resulteert in anaerobe stofwisseling en disbalans of disfunctie van de circuits van de basale ganglia, wat wordt gekenmerkt door een verhoogde consumptie en uitputting van de remmende neurotransmitter gamma-aminoboterzuur (GABA) in de basale ganglia. Dit veroorzaakt netto remming van de thalamus, wat leidt tot overmatige excitatie van de cortex en choretische bewegingen.^{1,2,4,5,8,9} Ongecontroleerde hyperglykemie en bestaande vasculaire insufficiëntie hebben een aangetoond synergetisch effect, wat zelfs in onze casus werd aangetoond.³

Hyperglykemische chorea wordt vaker geassocieerd met niet-ketoti-



Figuur 2. Schematische illustratie van de circuits van de basale ganglia.

Links: normale situatie. Rechts: disbalans gekenmerkt door overmatige dopaminerge activiteit van de substantia nigra pars compacta en verstoring van het indirecte pad, wat leidt tot verlies van inhibitie van de thalamus en excitatie van de cortex, wat resulteert in choreatiforme bewegingen.

D1: dopamine-1. D2: dopamine 2. GPe: globus pallidus pars externa. GPi: globus pallidus pars interna. SNc: substantia nigra pars compacta. SNr: substantia nigra pars reticulata. STN: subthalamische kern.^{4, 6-7}

sche hyperglykemie dan met ketose. Dit komt waarschijnlijk doordat acetoacetaat in ketacidotische toestand kan worden gebruikt om GABA te synthetiseren, waardoor de remmende werking op de thalamus wordt hersteld.^{1,2,10}

Op MRI worden typische T1-gewogen beelden gezien met hyperdensiteit in het bilaterale striatum, zoals ook bij onze patiënt.^{4,10} Het meest kenmerkend is de betrokkenheid van het putamen en de kern van de nucleus caudatus, beide structuren van het neostriatum. Zelden is de globus pallidus betrokken. In de meeste gevallen gaat het om eenzijdige betrokkenheid, wat hemichorea veroorzaakt, terwijl bilaterale betrokkenheid resulteert in gegeneraliseerde choreatiforme bewegingen.⁹ De oorsprong van deze afwijkingen op de MRI is nog niet volledig begrepen. Een waarschijnlijke hypothese is dat gemistocyten, reactieve gezwollen astrocyten die verschijnen tijdens acute schade, ontstaan tijdens metabole ontregelingen zoals niet-ketotische hyperglykemie, wat leidt tot hoge intensiteit op MRI.¹⁰ Dit komt ook overeen met histologische bevindingen van selectief neuronaal verlies, gliose en gemistocyten, zonder bewijs van duidelijke bloeding of infarct in de striatale gebieden van patiënten met hyperglykemie-geïnduceerde chorea.¹³ Microbloedingen daarentegen, wat een verhoogd risico vormt bij diabetes mellitus op basis van de hypothese van diapedese van erythrocyten, is een andere mogelijke verklaring voor de gegeven afwijkingen bij beeldvormend onderzoek.^{1,11}

Omdat de pathofysiologie nog niet volledig duidelijk is, is verder

onderzoek nodig om de verschillende hypothesen te verifiëren.

Behandeling

De behandeling van hyperglykemie is het belangrijkste onderdeel van de behandeling van hyperglykemie-geïnduceerde chorea.^{1,3,10} De meeste gevallen vereisen geen aanvullende behandeling. Hoewel sommige patiënten therapie nodig hebben met benzodiazepines, neuroleptica en dopamine-uitputtende medicatie, zijn voordelen bij hyperglykemische chorea zelden gerapporteerd.^{2,10} Voor gevallen die niet reageren op glucosecontrole, moet diagnostiek gericht zijn op chorea secundair aan meerdere oorzaken, waaronder door medicijnen veroorzaakte, erfelijke en verworven oorzaken.^{2,10}

Prognose

Hyperglykemische chorea heeft een uitstekende prognose, afhankelijk van goede glycemische correctie. Voldoende behandeling van hyperglykemie leidt meestal tot een langzame remissie van chorea binnen gemiddeld twee weken, hoewel abnormale bewegingen maanden tot jaren kunnen aanhouden.^{2-4,10}

Reflectie

Onze patiënte bereikte volledige remissie van symptomen na voldoende glucoseregulatie met metformine, glimepiride en langwerkende insuline. Haloperidol werd voortgezet als symptoomondersteuning en na een paar maanden gestopt.

Conclusie

Hyperglykemische chorea is een zeldzame uiting van diabetes mellitus-ontregeling die vooral oudere vrouwen treft. De meeste gevallen betroffen patiënten met unilaterale en distale chorea, maar er zijn gevallen van bilaterale en/of faciale betrokkenheid beschreven. Er zijn verschillende hypothesen over de pathofysiologie, waaronder de invloed van niet-ketotische hyperglykemie op disfunctie van de circuits van de basale ganglia, verminderde cerebrale perfusie, gemistocyten in de striatale gebieden en microbloedingen. Gelukkig heeft hyperglykemische chorea een uitstekende prognose, met grotendeels volledige remissie na voldoende glucosecontrole.

Literatuur

1. Wang W, Tang X, Feng H, Sun F, Liu L, Rajah GB, Yu F. Clinical manifestation of non-ketotic hyperglycemia chorea: a case report and literature review. *Medicine* 2020;99:22(e19801).
2. Bhagwat, NM, Joshi AS, Rao G, Varthakavi PK. Uncontrolled hyperglycaemia: a reversible cause of hemichorea-hemiballismus. *BMJ Case Rep* 2013. doi:10.1136/bcr-2013-010229.
3. Bizet J, Cooper CJ, Quansah R, Rodriguez E, Teleb M, Hernandez GT. Chorea, Hyperglycemia, Basal Ganglia Syndrome (C-H-BG) in an uncontrolled diabetic patient with normal glucose levels on presentation. *Am J Case Rep* 2014;15:143-146. DOI: 10.12659/AJCR.890179.
4. Suchowersky O, Bouchard M. Overview of chorea. Internet. Updated at October 2020 [cited at November 4, 2020]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-chorea>
5. Ho, SL, Leong HG. Chorea and Huntington's Disease. Internet. Updated at 2019 [cited at November 4, 2020]. Available from: <https://www.movementdisorders.org/MDS/About/Movement-Disorder-Overviews/Chorea--Huntingtons-Disease.htm>
6. Pretegianni E, Optican LM. Eye Movements in Parkinson's Disease and Inherited Parkinsonian Syndromes. *Frontiers in Neurology* 2017;8:1-7. DOI: 10.3389/fneur.2017.00592.
7. Kalkhoven C, Sennef C, Peeters A, Van den Bos R. Risk-taking and pathological gambling behavior in Huntington's disease. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 2014;8:1-12. DOI: 10.3389/fnbeh.2014.00103.
8. Ahmad S, Babu PM, Shenbagaraj L, George, L. Rare case of chorea-hyperglycaemia-basal ganglia (C-H-BG) syndrome. *BMJ Case Rep* 2018. DOI:10.1136/bcr-2017-223920.
9. Dwarak S, Prabhakar K, Kakanale M, Aswathanarayana A, Sindhu BR. Chorea, Hyperglycemia, Basal Ganglia Syndrome in Diabetes – Two Rare Case Reports. *MAEDICA – a Journal of Clinical Medicine* 2019;14:59-62. <https://doi.org/10.26574/maedica.2019.14.1.59>.
10. Bendi VS, Matta A, Torres-Russotto D, Shou J. Bilateral chorea/ballismus: detection and management of a rare complication of non-ketotic hyperglycaemia. *BMJ Case Rep* 2018. DOI:10.1136/bcr-2018-224856.
11. Goedee HS, Arnoldus EPJ. Een weinig bekende trias: hyperglykemie, striatale puntbloedinkjes en hemichorea. *Tijdschr Neurol Neurochir* 2008;109:75-8.

Hartfalen@home: ziekenhuiszorg in de huiskamer

Innoveren is een breed begrip. Een innovatie is een nieuw product of proces, een nieuwe dienst of organisatiestructuur, maar wel geïmplementeerd en daarmee daadwerkelijk leidend tot een verbetering. Om een innovatief ziekenhuis te zijn, is het niet voldoende om alleen te werken aan de ontwikkeling van nieuwe innovaties. Je moet ook innovaties die elders zijn ontwikkeld zo snel mogelijk omarmen en implementeren: Innoverend Handelen. Hoe doe je dat eigenlijk, een innovatie met succes implementeren? We vroegen het aan Frank Gommans, cardioloog, en Mylene Frankfort, projectleider, die met succes een nieuwe innovatie implementeerden in Máxima MC voor patiënten die lijden aan acuut hartfalen.

Kun je iets vertellen over de innovatie?

Frank: "Met Hartfalen@home bieden we ziekenhuiszorg aan patiënten met acuut hartfalen, maar dan gewoon thuis. In plaats van een week in het ziekenhuis te liggen, krijgen patiënten via een mobiele infuuspomp hun medicatie thuis toegediend. Een gespecialiseerd thuiszorgteam van ZuidZorg begeleidt hen dagelijks en overlegt met de cardioloog in Máxima MC. Via een app voert de patiënt zelf vitale waarden zoals bloeddruk, saturatie en gewicht in en krijgt instructies bij afwijkende waarden. Zo blijft de patiënt onder controle, zonder fysiek in het ziekenhuis te liggen."

Mylene: "Het is een hybride zorgvorm waarbij ziekenhuis, apotheek en thuiszorg intensief samenwerken. We hebben een projectgroep met alle betrokken partijen en evalueren maandelijks om het zorgpad continu te verbeteren."

Waarom wilde je deze innovatie graag implementeren?

Frank: "De ziekenhuisopname bij acuut hartfalen brengt risico's met zich mee, zoals infecties, valincidenten en ondervoeding. Door de zorg thuis te organiseren, verlagen we die risico's en verhogen we het comfort voor de patiënt. Bovendien past het bij onze visie op toekomstbestendige zorg: de juiste zorg op de juiste plek."

Wat zijn de voordelen voor onze patiënten?

Frank: "Patiënten voelen zich comfortabeler en veiliger in hun eigen omgeving. Ze waarderen de zorg met een rapportcijfer tussen de 8,2 en 8,6. Daarnaast herstellen ze waarschijnlijk sneller doordat ze hun dagelijkse bezigheden kunnen voortzetten."

Wat zijn de voordelen voor jullie?

Mylene: "Voor zorgprofessionals betekent het meer ruimte in het ziekenhuis en een nieuwe manier van samenwerken. Het vraagt om vertrouwen en scholing, maar het levert ook veel op: betere samenwerking tussen de eerste en tweede lijn en meer regie voor de patiënt."

Wat zijn de voordelen voor het ziekenhuis?

Mylene: "In het eerste jaar hebben we 131 ligdagen naar huis verplaatst. Dat betekent dat we onze bedden efficiënter kunnen inzetten voor patiënten die echt ziekenhuiszorg nodig hebben.

Tegelijkertijd dragen we bij aan duurzame en toegankelijke zorg."

Welke stappen heb je ondernomen om het geïmplementeerd te krijgen?

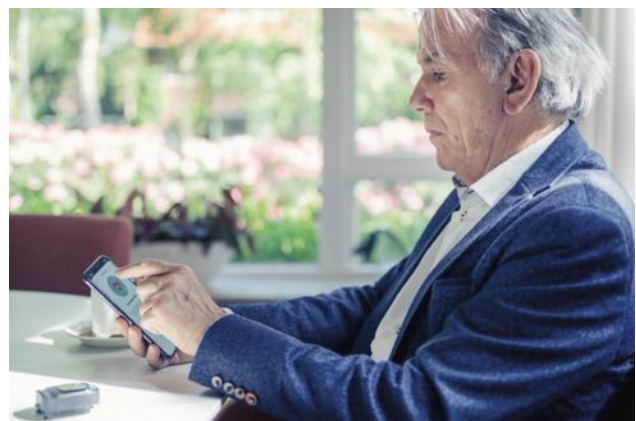
Mylene: "We hebben dit zorgpad opgestart in samenwerking met thuiszorgorganisatie ZuidZorg. Verpleegkundigen van het Verpleegkundig Technisch Team zijn ervaren met de bediening van de draagbare infuuspomp en hebben daarnaast extra scholing gevolgd over hartfalen in Máxima MC. We hebben duidelijke protocollen opgesteld en er is dagelijkse afstemming tussen thuiszorg verpleegkundigen en cardiologen."

Met wie heb je hierover contact gehad in het ziekenhuis? En daarbuiten?

Mylene: "Binnen het ziekenhuis werken we samen met cardiologen, verpleegkundigen van de EHH en verpleegafdeling cardiologie en de (ziekenhuis)apotheek. Daarnaast zijn het klinisch laboratorium, de afdeling Financiën, HR en Juridische Zaken, Kwaliteit en Veiligheid en Digitale en Medische Technologie betrokken. Buiten het ziekenhuis is thuiszorgorganisatie ZuidZorg onze belangrijkste partner. De samenwerking is intensief en gebaseerd op wederzijds vertrouwen."

Wat ging goed in het traject?

Frank: "De samenwerking met de eerste lijn verloopt verrassend soepel. Iedereen zag het belang van deze innovatie en was bereid om mee te denken en te handelen. Dat heeft echt het verschil gemaakt."





Hartfalen@home won de publieksprijs bij de STZ innovatiechallenge 2025.

Vlnr: Paul Blokhuis (voorzitter STZ), Lizette Dirks en Jacintha van Heeswijk (verpleegkundigen VTT ZuidZorg), Mylene Frankfort (projectleider Máxima MC), Frank Gommans (cardioloog Máxima MC) en Danique Roodnat (directeur STZ).

Wat vond je het lastigste?

Mylene: "Innoveren in de zorg draait niet alleen om een nieuw zorgpad, maar vooral om de mensen die het zorgpad vormgeven. De uitdaging is om het zorgpad een vaste plek te geven in de dagelijkse praktijk. Routine opbouwen betekent dat het niet voelt als een extra taak, maar als een vanzelfsprekend onderdeel van de zorg. Dat kost tijd, maar is essentieel voor succes."

Ben je goed geholpen door (collega's in) het ziekenhuis?

Mylene: "Zeker. De betrokkenheid van collega's was groot. Veel verschillende afdelingen binnen het ziekenhuis dachten mee over hoe we de zorg buiten het ziekenhuis zo goed mogelijk konden organiseren."

Wat zou je als advies willen meegeven aan collega's die een innovatie zien die ze graag zouden willen implementeren?

Frank: "Begin klein, maar denk groot. Zorg voor goede werkafspraken, betrek alle relevante partijen vanaf het begin en blijf evalueren. En: Hou vol! Innovatie moet vaak gepaard gaan met cultuurverandering en dat kost tijd! Om dat voor elkaar te krijgen is het belangrijk om de meerwaarde voor de patiënt te blijven benadrukken. Dat is uiteindelijk waar het om draait."

Preventieve Cardiologie – een nieuw front tegen hartziekten

Binnen Máxima MC is een opvallende verschuiving gaande in de benadering van hart- en vaatziekten. Waar cardiologie traditioneel gericht is op het behandelen van acute en chronische aandoeningen, komt nu preventie nadrukkelijker in beeld. Onder leiding van cardiologen dr. Ruud Spee en dr. Danny van de Sande is een tweejarige vervolgopleiding gestart: Preventieve Cardiologie. Deze opleiding is uniek in Nederland en zelfs binnen Europa, en vormt een belangrijke stap richting een toekomst waarin het voorkomen van hartziekten minstens zo belangrijk is als het behandelen ervan.

Van reactieve zorg naar proactieve geneeskunde

"We zijn gewend om pas in actie te komen als het misgaat," zegt Spee. "Maar eigenlijk zouden we moeten zorgen dat het niet zover komt." Zijn metafoor – liever een goed dak aanleggen dan het repareren tijdens een storm – illustreert de noodzaak van een fundamentele omslag in denken. De cardiologie heeft grote successen geboekt in de acute zorg: patiënten met een hartinfarct worden sneller en beter behandeld dan ooit. Maar dat succes heeft een keerzijde. Steeds meer mensen overleven een eerste cardiovasculair incident en kampen vervolgens met chronische hartproblemen zoals hartfalen. Die groep vraagt intensieve, langdurige zorg, terwijl de capaciteit binnen de cardiologie onder druk staat.

Preventie biedt een uitweg uit deze impasse. Door vroegtijdig risico's te signaleren en leefstijlinterventies toe te passen, kunnen nieuwe hartproblemen worden voorkomen. Dat verlicht niet alleen de druk op de zorg, maar verbetert ook de levenskwaliteit van patiënten.

Europese inspiratie, Nederlandse uitvoering

De kiem voor het nieuwe aandachtsgebied ligt bij de European Society of Cardiology (ESC) en de European Association of Preventive Cardiology (EAPC). In 2021 ontwikkelden zij een curriculum voor een fellowship in preventieve cardiologie, met een combinatie van theorie en praktijk. De Nederlandse Vereniging voor Cardiologie (NVVC) heeft dit curriculum vertaald en aangepast aan de Nederlandse context. Eind 2023 werd het officieel goedgekeurd, waarmee Nederland het eerste Europese land is dat deze opleiding daadwerkelijk aanbiedt.

Máxima MC is de eerste instelling die het programma uitvoert. Van de Sande, die eerder promoveerde op een sportcardiologisch onderwerp, is de eerste arts die het programma volgt. "Sport, preventie en revalidatie vormen de drie pijlers van deze opleiding," legt hij uit. "Ze zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Beweging is immers niet alleen een vorm van revalidatie, maar ook een krachtig preventief middel."

Drie pijlers: preventie, revalidatie en sport

Het programma richt zich op zowel primaire preventie – het voorkomen van hart- en vaatziekten bij gezonde mensen – als secundaire preventie, waarbij het doel is om herhaling van

cardiovasculaire incidenten bij bestaande patiënten te voorkomen. Daarnaast is er veel aandacht voor hartrevalidatie, een terrein dat volgens Spee nog te weinig benut wordt.

"Slechts een klein deel van de patiënten met hartfalen krijgt een verwijzing voor revalidatie," zegt hij. "Terwijl we weten dat het hen enorm kan helpen. De hartspeer is net als andere spieren: trainbaar. Toch zijn veel cardiologen terughoudend, omdat ze niet goed weten hoe ze beweegadviezen moeten geven of bang zijn dat patiënten het niet aankunnen."

De derde pijler, sportcardiologie, biedt inzicht in hoe het hart functioneert onder fysieke belasting. Van de Sande: "Als je begrijpt hoe het hart van een topsporter reageert op inspanning, kun je die kennis toepassen op mensen met hartproblemen. Zo kun je hen veilig en effectief laten bewegen, wat essentieel is voor hun herstel én preventie."

Maatwerk in een complexe zorgomgeving

De moderne cardiologie kent een breed scala aan behandelmogelijkheden: van cholesterolverlagers tot ontstekingsremmers. Dat maakt het lastig om voor elke patiënt de juiste combinatie te kiezen. Preventieve cardiologie biedt hier uitkomst. Een gespecialiseerd collega kan helpen bij het afstemmen van medicatie, het bevorderen van therapietrouw en het inschakelen van aanvullende zorgpartners.

"Je hoeft als cardioloog niet alles zelf te doen," benadrukt Spee. "Het is juist waardevol als je kunt terugvallen op iemand die de weg weet in het netwerk van leefstijlcoaches, fysiotherapeuten en sportartsen." Van de Sande werkt intensief samen met professionals buiten het ziekenhuis. "Preventie is een gedeelde verantwoordelijkheid," zegt hij. "Iedere arts zou het moeten bespreken met zijn patiënten. Maar dat gebeurt nog te weinig. Daarom is het belangrijk dat er collega's zijn die hierin gespecialiseerd zijn en de juiste verbindingen kunnen leggen."

Buiten de muren van de kliniek

De ambitie van het programma reikt verder dan de klinische praktijk. Spee ziet een belangrijke rol voor preventief cardiologen in huisartsenpraktijken, anderhalvelijnscentra en publieksvoorlichting. "Juist daar kunnen we veel bereiken," stelt hij. "We leven in een omgeving vol verleidingen: ongezonde voeding, weinig beweging,



Dr. Ruud Spee en dr. Danny van de Sande, cardiologen.

roken, en tegenwoordig ook vaperen. Dat kunnen we als cardiologen niet alleen oplossen, maar we moeten wel betrokken zijn bij de maatschappelijke discussie."

Van de Sande onderstreept het belang van gezondheidsvaardigheden. "Mensen in achterstandswijken, met lage geletterdheid, lopen het grootste risico op hart- en vaatziekten. Maar zij zijn ook het moeilijkst te bereiken. Dat vraagt om gerichte communicatie en samenwerking met lokale partners."

Een nieuwe rol voor de cardioloog

Cardiologen die het fellowship Preventieve Cardiologie afronden, worden experts en aanjagers. Ze delen hun kennis met collega's, nemen deel aan regionale netwerken en agenderen maatschappelijke knelpunten. Een belangrijk voorbeeld is de financiering van hartrevalidatie. "Bewegen is een medicijn dat je levenslang moet blijven gebruiken," zegt Spee. "Maar zorgverzekeraars vergoeden slechts drie maanden revalidatie. Dat is niet houdbaar."

Preventief cardiologen kunnen ook bijdragen aan beslissondersteuning bij complexe casuïstiek, bijvoorbeeld met behulp van kunstmatige intelligentie. "De hoeveelheid data en behandelopties groeit," zegt Spee. "AI kan ons helpen om daarin de juiste keuzes te maken."

Een beweging in gang zetten

Hoewel het vreemd lijkt dat er een apart aandachtsgebied nodig is voor preventie, ziet Spee het als een noodzakelijke tussenstap. "Idealiter is preventie geïntegreerd in de geneeskundeopleiding en de opleiding tot cardioloog. Maar dat is nu nog niet zo. Tot die tijd ben ik blij dat we dit hebben."

Van de Sande hoopt dat meer collega's zijn voorbeeld volgen. "Wanneer ben ik tevreden? Als het aantal cardiovasculaire events

stabiliseert en uiteindelijk daalt. Dat duurt jaren, maar je moet ergens beginnen."

Een voorbeeld voor de toekomst

Het initiatief binnen Máxima MC laat zien hoe medische innovatie begint met visie, samenwerking en de bereidheid om buiten de gebaande paden te denken. Preventieve Cardiologie is meer dan een opleiding – het is een nieuwe manier van werken, denken en samenwerken. Door te investeren in preventie, revalidatie en netwerkwor, hopen Spee en Van de Sande niet alleen de druk op de zorg te verlichten, maar vooral de kwaliteit van leven van patiënten te verbeteren.

Hun werk is een voorbeeld voor andere ziekenhuizen, specialismen en beleidsmakers. Want als het lukt om hart- en vaatziekten daadwerkelijk te voorkomen, is de winst niet alleen medisch, maar ook maatschappelijk enorm.

Dr. Ruud Spee

Is sinds 2015 werkzaam als cardioloog bij Máxima MC, met expertise in sportcardiologie, hartfalenrevalidatie en preventie. Hij is opleider cardiologie en deelopleider interne- en sportgeneeskunde. Sinds 2021 is hij voorzitter van de NVVC-werkgroep Cardiovasculaire Preventie en Hartrevalidatie. Daarnaast is hij high performance partner voor TeamNL.

Dr. Danny van de Sande

Studeerde geneeskunde in Maastricht en specialiseerde zich tot cardioloog in het UMC Utrecht, waar hij ook promoveerde op een sportcardiologisch onderwerp. Sinds mei 2024 is hij werkzaam bij Máxima MC en volgt hij als eerste arts het fellowship Preventieve Cardiologie. Hij is tevens bestuurslid van de NVVC-werkgroep Cardiologie & Sport.

Van training naar praktijk: zo geleerd zo gedaan?

Lysette Hakvoort, voormalig verpleegkundige en nu adviseur verpleegkundig onderzoek bij de afdeling Wetenschap en medische innovatie in Máxima MC, promoveerde 2 september 2025 aan de universiteit van Utrecht. Titel van haar proefschrift: 'MIND THE GAP. Bridging the Knowledge-to-Practice Gap in Nursing'. Medisch Journaal interviewde de kersverse doctor, die de verpleegkundige zorg een groot hart toedraagt en vanuit Máxima MC wil bijdragen aan de ontwikkeling van verpleegkundigen.

Je werkt al lang in Máxima MC. Hoe ben je in Máxima MC terechtgekomen?

In maart 2014 ben ik begonnen als geriatrie verpleegkundige op de poli ouderengeneeskunde op locatie Eindhoven en in het Geriatrie Team op locatie Veldhoven. Daarvóór werkte ik in een verpleeghuis, maar ik had ambities en wilde mezelf verder ontwikkelen. De vacature geriatrie verpleegkundige in Máxima MC kwam voor mij als geroepen en was voor mij aantrekkelijk, omdat Máxima MC een topklinisch ziekenhuis is met meer mogelijkheden voor groei en ontwikkeling.

Welke studie heb je gedaan en waarom voor die studie gekozen?

Na twee keer te zijn uitgeloot voor geneeskunde en een tussenstap rechtenstudie in Maastricht, besloot ik HBO verpleegkunde te doen aan de Zuyd hogeschool in Heerlen. Tijdens mijn werk als geriatrie verpleegkundige in Máxima MC ben ik op een gegeven moment verplegingswetenschappen gaan studeren, een universitaire master aan de universiteit van Utrecht. Dat deed ik in mijn vrije tijd, maar werd daarbij ondersteund vanuit Máxima MC. Ik kon bijvoorbeeld deels als projectleider bij de toenmalige Academie van Máxima MC aan de slag. Dat hielp.

Ik koos voor verplegingswetenschappen, omdat ik het belangrijk vond het verpleegkundig vak verder te ontwikkelen. Met deze studie kon ik me verdiepen in wetenschappelijk onderzoek gericht op het verpleegkundig domein. Dat betekende één jaar pre-master en daarna twee jaar lang één dag in de week opleiding voor de master.

Uiteindelijk ben je vanuit MMC aan een promotietraject begonnen. Wat was de aanleiding en hoe kwam je aan het onderwerp van je promotieonderzoek?

Mijn promotie vloeide direct voort uit mijn afstudeerscriptie voor verplegingswetenschappen, die één van de studies in mijn proefschrift is geworden: hoofdstuk 2 over de 'Behaviour change wheel' (ie. gedragsveranderingswiel). Die studie gaf aanleiding tot meer onderzoek en we hadden een fijne groep met dr. Jeroen Dikken en prof. Marieke Schuurmans als begeleiders. Samen hebben we een promotieplan voor mij opgezet. Later is prof. Marieke van der Schaaf

bij het promotieteam gekomen vanwege haar expertise in onderwijs-wetenschappen.

De eerste aanleiding voor het geheel was een breed onderzoek in samenwerking met andere STZ huizen naar het kennisniveau van verpleegkundigen over de oudere patiënt. Die bleek onvoldoende. We wilden daarom een trainingsprogramma ontwikkelen om gedrag van verpleegkundigen te veranderen. Hoe breng je ze optimaal van training naar toepassing in de praktijk? Daar ging mijn proefschrift over.

Je hebt onderzoek gedaan naast je gewone werk, kun je beschrijven hoe dat is gegaan?

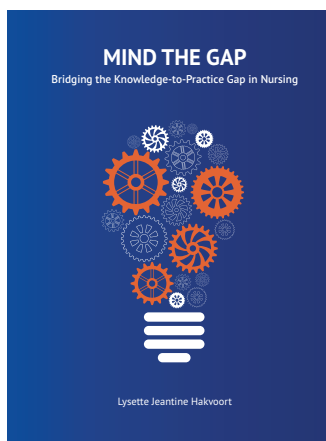
Gelukkig kreeg ik ruimte om onder werktijd aan mijn promotie te werken, wat zeker heeft bijgedragen aan het eindresultaat. Ik zette een groot rood kruis in mijn agenda voor onderzoekstijd. Iedere vrijdag gereserveerd voor onderzoek. Een dag van hyperfocus. Vanaf 8 uur achter de laptop tot het einde van de dag. Ik had geluk met een goed functionerend en samenwerkend promotieteam. Om de week had ik een afspraak met copromotor Jeroen Dikken en structureel iedere 4 tot 6 weken met beide promotoren. En we gaan met elkaar door!

Wat is het belangrijkste nieuws uit het promotieonderzoek?

Wat ik het belangrijkste nieuws vind is de kennis over trainingsoverdracht (i.e. het toepassen van kennis en vaardigheden opgedaan in trainingen in de praktijk) en de factoren die dat beïnvloeden. Dat was tot nu toe een black-box in de verpleegkundige context. Het proefschrift beschrijft een instrument met drie belangrijke aanknopingspunten voor verbetering: 1) betere en intensievere samenwerking tussen managers, verpleegkundigen en onderwijskundigen, 2) een instrument om knelpunten te identificeren, en 3) meer rekening houden met diverse groepen verpleegkundigen met elk hun specifieke wensen en behoeften in hun professionele ontwikkeling. Als je een gemotiveerde en bekwaame verpleegkundige beroepsgroep wil behouden moet je professionaliseren en is het hartstikke belangrijk hierin te investeren.

Levert het al concreet iets op voor de patiënt of arts of verpleegkundige?

Het leidt allemaal nog niet direct tot veranderingen in de praktijk. Op dit moment wordt onderzoek gedaan in





Vlnr: Suzan Henderikx (verpleegkundige acute zorg), Lysette Hakvoort (promovendus), Ilse Hakvoort (PA neurologie).

Amerika, China en Iran om het instrument cultureel te valideren. Ook wordt samengewerkt met de hogeschool om het instrument te valideren voor verpleegkunde studenten. Daarnaast verwerken we de resultaten in lopende onderzoeksprojecten en subsidieaanvragen. Zo blijven we door-ontwikkelen op de resultaten van het proefschrift.

Wat maakt jouw onderzoek succesvol?

Het onderzoek richt zich op een actuele vraag uit de praktijk. We investeren veel in scholingen, waarbij we onvoldoende de vraag stellen of dat voldoende oplevert. Bij krapte op de arbeidsmarkt moet je je afvragen of dat zinvol is. Personeelskrapte is een belangrijk thema in de zorg op dit moment.

Wat zijn je persoonlijke toekomstplannen?

Ik zit vol met plannen. Samen met mijn promotieteam in Utrecht zijn we bezig met een vervolg promotie. Daarnaast heb ik ambities om een eigen onderzoekslijn op te zetten en ben daar ook al mee bezig

in samenwerking met Angelique Dierick van de Fontys hogeschool. Dat zal gaan over data gedreven en arbeidsbesparend werken met behulp van technologie, met de bevindingen uit mijn proefschrift als rode draad.

Dus je blijft wetenschappelijk onderzoek doen?

Absoluut! In samenwerking met kennisinstituten in de Brainport regio en met mijn promotieteam, Groningen, Utrecht en Den Haag.

Promoties

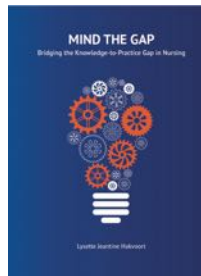
Sterker de operatie in: prehabilitatie loont

David ten Cate toont in zijn proefschrift aan dat prehabilitatie – een voorbereidingstraject vóór een operatie met aandacht voor beweging, voeding, mentale ondersteuning en stoppen met roken – leidt tot betere uitkomsten bij darmkanker- en andere oncologische operaties. Vooral kwetsbare patiënten herstellen sneller en hebben minder complicaties. De studies laten zien dat ziekenhuisopnames korter worden, heropnames afnemen en de aanpak kosteneffectief is. Ondanks logistieke uitdagingen, zoals beperkte tijd voor de operatie, blijkt implementatie haalbaar. Ten Cate concludeert dat prehabilitatie de veerkracht van patiënten vergroot en een waardevolle aanvulling is op de chirurgische zorg.



Van kennis naar praktijk: hoe verpleegkundigen écht leren

In haar proefschrift onderzoekt Lysette Hakvoort waarom verpleegkundigen moeite hebben om geleerde kennis tijdens trainingen toe te passen in de praktijk. Met het Dynamic Transfer Model als basis analyseert ze persoonlijke, contextuele en opleidingsfactoren die deze overdracht beïnvloeden. Hakvoort ontwikkelde de IMTT-NP, een meetinstrument dat inzicht geeft in hoe verpleegkundigen hun leerervaringen ervaren. Uit zes deelstudies blijkt dat samenwerking tussen zorgprofessionals, leidinggevend en opleiders cruciaal is. Ook vraagt elke groep verpleegkundigen om een andere aanpak. Hakvoort pleit voor een integrale benadering van professionele ontwikkeling, essentieel voor duurzame en kwalitatieve zorg.



Food for thought

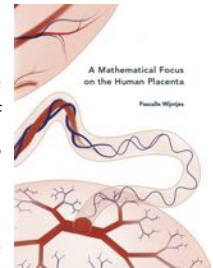
Patiënten met acute myeloïde leukemie (AML) hebben tijdens intensieve chemotherapie een verhoogd risico op ondervoeding door bijwerkingen die de voedselinname beperken. Dit proefschrift toont aan dat vroege inzet van medische voeding (sondevoeding of parenterale voeding) de voedingstoestand kan verbeteren, maar dat ook andere factoren een rol spelen bij gewichtsverlies en spieraafbraak. Een proactieve voedingsaanpak en beter behoud van de voedingstoestand hingen samen met minder complicaties, minder dagen met koorts en een kortere ziekenhuisopname. Er is echter discussie over welke vorm van medische voeding de voorkeur verdient. Het proefschrift van Rianne van Lieshout onderzoekt waarom richtlijnen voor het gebruik van sondevoeding vaak niet worden gevolgd en wat nodig is voor betere naleving.



Hoe groeit een placenta?

Een wiskundig model werpt nieuw licht

De placenta is van levensbelang tijdens de zwangerschap, maar blijft een relatief onbegrepen orgaan. Pascale Wijntjes ontwikkelde een innovatief wiskundig model dat voor het eerst verschillende aspecten van placentagroei – zoals laterale en verticale uitbreiding én vaatgroei – samenbrengt in één gedetailleerde simulatie. Hiermee wordt zichtbaar hoe de placenta zich ontwikkelt in het derde trimester en hoe bloedstroming verandert bij placentadysfunctie. Klinische pilotstudies, waaronder contrast-enhanced ultrasound (CEUS) en Dopplermetingen, ondersteunen het model en helpen het te verfijnen. Dit onderzoek biedt een krachtige basis voor het testen van scenario's en het verbeteren van diagnostiek bij zwangerschapscomplicaties zoals pre-eclampsie.



Naar betere acute zorg bij niet-specifieke klachten

Dit proefschrift van Marleen van der Velde onderzoekt hoe de acute zorg voor oudere patiënten, vooral voor degenen met niet-specifieke klachten (NSK), kan worden verbeterd. Het eerste deel laat zien dat kwetsbaarheid en sociaal-demografische factoren het risico op ziekenhuisopname beïnvloeden, terwijl kwetsbaarheidsscores op zichzelf onvoldoende voorspellend zijn. Het tweede deel benadrukt het belang van patiëntgerapporteerde uitkomsten en toont dat geschikte instrumenten voor de acute zorg beperkt beschikbaar zijn. In het derde deel ontwikkelen en evalueren we een gestandaardiseerd zorgpad voor ouderen met NSK, waarin een brede anamnese en een vaste set diagnostiek centraal staan. Dit zorgpad leidt tot beter inzicht in de patiëntcontext, hoge patiënttevredenheid en een positieve trend richting vollediger diagnoses. Het proefschrift onderstreept dat passende acute zorg alleen mogelijk is wanneer de volledige context van de oudere patiënt wordt meegenomen.



Nieuws

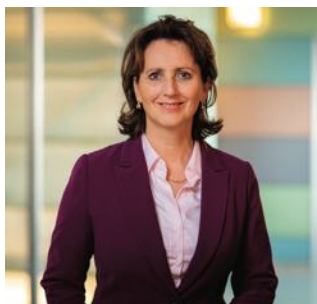
AI voorspelt infecties bij prematuren uren vóór symptomen

Onderzoekers van Máxima MC en TU Eindhoven ontwikkelden een AI-model dat tot zes uur vóór de eerste symptomen kan voorspellen of een te vroeg geboren baby een ernstige infectie krijgt. Deze infecties zijn een belangrijke oorzaak van sterfte en complicaties op de NICU. Twee modellen werden getest: één met meerdere



lichaamsfuncties en één deep learning-model dat alleen hartslagintervallen gebruikt. Het laatste presteerde het best en bleek robuuster bij verschillen tussen ziekenhuizen. De studie benadrukt het belang van standaardisatie en internationale samenwerking om voorspelmodellen breed toepasbaar te maken. Dit onderzoek is onderdeel van het e/MTIC-samenwerkingsverband.

Máxima MC benoemt Paula Nelissen tot voorzitter Raad van Bestuur



Per 1 januari 2026 wordt Paula Nelissen voorzitter van de Raad van Bestuur van Máxima MC. Zij volgt Marcel Visser op. Nelissen brengt ruime ervaring mee: van verpleegkundige tot bestuurder in ziekenhuis- en ouderenzorg. Bij Treant wist ze de organisatie door een moeilijke periode van herstructurering en financiële

krachte te loodsen en tegelijk te investeren in een nieuw toekomstbeeld. Haar mensgerichte stijl en kennis van de Brainportregio sluiten aan bij de strategische koers van Máxima MC: 'Mensgericht. Medisch sterk.' Samen met collega-bestuurders Mario Korte en Carlijn de Ruijter wil zij bouwen aan toegankelijke, kwalitatieve zorg. "Zorg gaat in de eerste plaats over mensen. Ik kijk ernaar uit om samen met iedereen bij Máxima MC en collega's en stakeholders uit de regio verder te bouwen aan toekomstgerichte, toegankelijke en mensgerichte zorg.," aldus Nelissen.

Spoedzorg die werkt: samen, snel en persoonlijk

Bij acute klachten wil je snel en goed geholpen worden. Máxima MC en huisartsenorganisatie SHoKo werken samen in het spoedplein Veldhoven-de Kempen: één ingang, slimme digitale triage en afgestemde processen zorgen dat patiënten direct bij de juiste zorgverlener komen. Deze samenwerking maakt spoedzorg persoonlijker en efficiënter, ondanks



toenemende druk op acute zorg. Resultaten zijn al zichtbaar: duizenden zorgvragen opgelost via beeldconsulten en honderden SEH-bezoeken voorkomen. Het spoedplein is geen nieuw gebouw, maar een nieuwe manier van samenwerken – met de patiënt voorop. Onlangs werd de samenwerking officieel bekrachtigd met een overeenkomst.

Máxima MC zet groene koers met regionale Green Deal Zorg

Máxima MC heeft de regionale Green Deal Zorg ondertekend, een belangrijke stap richting duurzame en toekomstbestendige zorg. Bestuurslid Mario Korte tekende namens het ziekenhuis, samen met wethouder Rik Thijs en vertegenwoordigers van 31 interne green teams. De Green Deal is een samenwerking tussen gemeenten en zorginstellingen in de regio om verduurzaming te versnellen. Voor Máxima MC betekent dit onder meer het behalen van Milieu Thermometer Zorg-certificering, deelname aan de werkgroep Circulariteit en transparantie over voortgang. "Duurzaamheid is geen bijzaak, maar een kernwaarde van onze zorg," aldus Korte. Binnen MMC werken al 31 green teams actief aan duurzame verbeteringen.



Sneltest in ambulance versnelt diagnose hartinfarct

Ambulances in de Brainportregio gebruiken sinds 1 augustus een innovatieve sneltest om hartinfarcten direct bij de patiënt thuis op te sporen of uit te sluiten. Voorheen kon dit pas in het ziekenhuis. De test meet signaalstoffen in het bloed en geeft een risicoscore, waardoor ambulancemedewerkers patiënten sneller naar het juiste ziekenhuis brengen of veilig thuis



laten. Dit bespaart kostbare tijd en voorkomt onnodige ritten en SEH-opnames. De methode, ontwikkeld in Eindhoven en onderzocht in de TRIAGE-ACS-studie, heeft internationale aandacht en ZonMw-subsidie gekregen. Het project is een samenwerking binnen het Nederlands Hart Netwerk, met ziekenhuizen, huisartsen en ambulancezorg.

Spreadbroekje bij lichte heupdysplasie meestal niet nodig



Uit onderzoek van Máxima MC blijkt dat baby's met de lichtste vorm van heupdysplasie meestal geen behandeling met een spreadbroekje nodig hebben. Actieve monitoring – een herhaalde echo na zes weken – volstaat in de meeste gevallen. In een studie met ruim 500 kinderen

herstelde 93% van de heupen spontaan, zonder spreadbroekje. Slechts 7% had alsnog behandeling nodig, waarna ook deze heupen volledig herstelden. Dit voorkomt onnodige ingrepen en vermindert stress bij ouders. De resultaten zijn gepubliceerd in The Bone & Joint Journal. Máxima MC is erkend STZ-expertisecentrum voor heupdysplasie en biedt hoogwaardige zorg voor kinderen en jongvolwassenen.

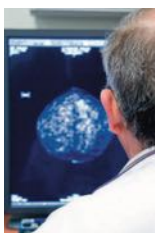
Verpleegkundigen maken oogscreening mogelijk voor prematuren

Te vroeg geboren baby's lopen risico op Retinopathy of Prematurity (ROP), een netvliesziekte die blindheid kan veroorzaken. Door een tekort aan oogartsen dreigde deze zorg onder druk te komen. Máxima MC vond een oplossing: NICU-verpleegkundigen worden opgeleid om zelfstandig netvliesfoto's te maken. De beelden worden op afstand



beoordeeld door oogartsen van het Radboudumc. Deze werkwijze, al gangbaar in de VS en Duitsland, is in Nederland uniek. De eerste twee verpleegkundigen zijn geslaagd en werken nu zelfstandig, met supervisie op afstand. Zo blijft tijdige screening mogelijk en wordt zorg slimmer en toekomstbestendig.

Nieuwe hoop bij agressieve borstkanker: chemo-immunotherapie



Máxima MC introduceert een nieuwe behandeling voor triple negatief mammacarcinoom (TNBC), een agressieve vorm van borstkanker die vaak voorkomt bij jongere vrouwen. Naast chemotherapie en operatie wordt nu immunotherapie toegevoegd, waardoor het eigen afweersysteem tumorcellen beter kan

bestrijden. Deze combinatie voorafgaand aan de operatie vergroot de kans op volledige genezing aanzienlijk, blijkt uit recente studies. MMC, al expert in immunotherapie bij melanoom en niercelkanker, zet deze kennis nu in voor borstkanker. De behandeling vraagt specialistische ervaring vanwege specifieke bijwerkingen, iets waar MMC in uitblinkt. Onderzoek naar vervolgbehandeling na operatie loopt nog.

Erepenning voor Sophie Benoy-De Keuster

Sophie Benoy-De Keuster, physician assistant in het Regionale Reumacentrum Máxima MC te Eindhoven, heeft de erepenning ontvangen van beroepsvereniging NAPA. Sophie ontvangt deze onderscheiding vanwege haar brede en bijzondere inzet voor de vereniging voor physician assistants. Sophie is een van de leden die vanaf de oprichting



van de Nederlandse Associatie Physician Assistants (NAPA) in 2004 actief en positief kritisch betrokken is bij de vereniging. Als een van de eerste physician assistants (PA) in Nederland is zij loyaal aan de vereniging en timmert al meer dan 20 jaar aan de weg om het beroep te promoten.

Máxima MC erkend als STZ expertisecentrum voor complexe voetproblematiek

Máxima MC heeft landelijke erkenning gekregen als expertisecentrum voor complexe voetproblemen, zoals diabetische voet, Charcot-artropathie en chronische voetulcera. Het multidisciplinaire team – bestaande uit vaatchirurgen, revalidatieartsen, internisten, orthopeden, wondverpleegkundigen en orthopedisch schoenmakers – biedt geïntegreerde zorg om amputaties te voorkomen en mobiliteit te behouden. De aanpak omvat een wekelijks multidisciplinair spreekuur en 24/7

bereikbaarheid voor acute gevallen. Door vroegtijdige analyse en behandeling worden complicaties beperkt en herstel versneld. Deze erkenning bevestigt de topklinische zorg van Máxima MC en vormt een belangrijke aanvulling op het STZ-zorgaanbod.



Máxima MC erkend als STZ-expertisecentrum voor heupdysplasie

Máxima MC is officieel aangewezen als STZ-expertisecentrum voor heupdysplasie, een aandoening waarbij de heupkom onvoldoende ontwikkeld is. In Nederland krijgt 3% van de kinderen tot zes

maanden deze diagnose; Máxima MC behandelt ruim een derde van de ernstige gevallen. Het multidisciplinaire team biedt zorg van milde behandelingen zoals spreidbroekjes tot complexe operaties, waaronder periacetabulaire bekkenosteotomieën – uitgevoerd in slechts drie ziekenhuizen in Nederland. Ook is er bijzondere expertise voor kinderen met het syndroom van Down. Deze erkenning bevestigt de hoogspecialistische zorg en samenwerking binnen Máxima MC en versterkt de positie als topklinisch centrum voor complexe heupaandoeningen.



Máxima Nova: snelle, planbare zorg met vertrouwde kwaliteit

Máxima MC introduceert Máxima Nova, een nieuwe vorm van zorg voor voorspelbare en laagcomplexere behandelingen zoals heup- en knieprotheses, liesbreuken, spataderen, huidkanker en galsteenlijden. Het concept biedt korte wachttijden, digitale ondersteuning en duidelijke informatie, zodat patiënten binnen zeven dagen op de polikliniek terechtkunnen en meestal binnen vier tot zes weken



behandeld worden. Door geplande zorg apart van spoedzorg te organiseren, blijft de zorg toegankelijk en betaalbaar. Digitale nazorg voorkomt onnodige controles, terwijl maatwerk mogelijk blijft voor wie extra zorg nodig heeft. Máxima Nova combineert efficiëntie met de vertrouwde kwaliteit en specialistische zorg van Máxima MC.

Nieuwe hoogleraren versterken brug tussen wetenschap en patiëntenzorg

Máxima MC is trots op drie nieuwe hoogleraren die hun expertise inzetten om de zorg voor onze patiënten verder te verbeteren. Hun benoemingen onderstrepen hoe belangrijk het is om wetenschap en praktijk te verbinden. Door innovatief onderzoek te combineren met klinische ervaring, dragen zij bij aan betere uitkomsten voor patiënten – nu en in de toekomst.



Bas van Rijn: technologie voor een gezonde zwangerschap

Gynaecoloog prof. dr. Bas van Rijn is benoemd tot hoogleraar Perinatale Gezondheid en Technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven. Zijn onderzoek richt zich op de complexe wisselwerking tussen moeder en kind tijdens de zwangerschap, met speciale aandacht voor de placenta. Door miniatuurmodellen van de placenta te ontwikkelen met stamcellen, wil Van Rijn inzicht krijgen in problemen zoals groeiachterstand, vroeggeboorte en zwangerschapsvergiftiging. Deze kennis helpt om nieuwe behandelmethoden te ontwikkelen en complicaties te voorkomen. Van Rijn combineert zijn wetenschappelijke werk met jarenlange klinische ervaring, waardoor zijn onderzoek direct relevant is voor de dagelijkse praktijk.

vrouwen in kwetsbare situaties. Verhoeven benadrukt dat samenwerking en doelmatigheid cruciaal zijn om zorg toegankelijk en betaalbaar te houden. Vanuit haar dubbelrol in onderzoek en praktijk slaat zij een brug tussen wetenschap en patiëntenzorg, met als doel gelijke kansen voor iedere zwangere vrouw.



Rob Janssen: innovatie in kniezorg

Orthopedisch chirurg prof. dr. Rob Janssen is benoemd tot hoogleraar Knie Reconstructie aan de TU/e. Hij combineert klinische expertise met onderzoek naar vier thema's: voorste kruisbandreconstructie, kraakbeenregeneratie, innovatieve beeldvorming en digitale tweelingen van de knie. Janssen wil met deze kennis gepersonaliseerde behandelingen ontwikkelen en patiënten op afstand monitoren. Als voorzitter van het STZ Expertisecentrum voor complexe knieletsels en het Europese onderzoekscentrum voor kruisbandletsels bij kinderen, speelt hij een sleutelrol in het verbeteren van orthopedische zorg. Zijn werk laat zien hoe samenwerking tussen ziekenhuis en universiteit leidt tot directe voordelen voor patiënten.



Corine Verhoeven: waardegedreven geboortezorg

Verloskundige prof. dr. Corine Verhoeven bekleedt de leerstoel Waardegedreven Geboortezorg aan Amsterdam UMC. Haar missie: geboortezorg die niet alleen medisch veilig is, maar ook aansluit bij wat vrouwen belangrijk vinden. Ze richt zich op gepersonaliseerde zorg en het verkleinen van gezondheidsverschillen, vooral voor