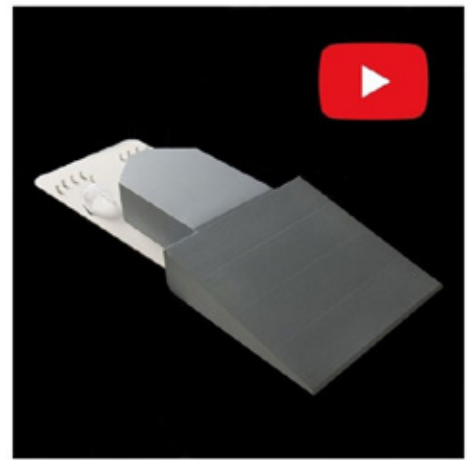




**for-med.nl**  
customized medical accessories



# Enquête nucleair cardiologische beeldvorming in Nederland

K.P. Koopmans, MD, PhD<sup>1</sup>; H.J. Verberne, MD, PhD<sup>2</sup>; A. Scholtens, MD, PhD<sup>3</sup>; P. Raijmakers, MD, PHD<sup>2</sup>; R.J.J. Knol, MD, PhD<sup>4</sup>; S.V. Lazarenko, PhD<sup>4</sup>; M.E. Hol, MD, PhD<sup>4</sup>; A.J.A.T. Braat, MD, PhD<sup>5</sup>; R.H.J.A. Slart, MD, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Afdeling Nucleaire geneeskunde en Moleculaire Beeldvorming, Universitair Medisch Centrum Groningen; <sup>2</sup>Afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam Universitair Medische Centra, Amsterdam; <sup>3</sup>Afdeling nucleaire geneeskunde, Meander Medisch Centrum, Amersfoort; <sup>4</sup>Afdeling Nucleaire Geneeskunde, Noordwest Ziekenhuisgroep, Alkmaar; <sup>5</sup>Afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Universitair Medisch Centrum Utrecht

## Abstract

In 2023 the Dutch nuclear medicine society issued new regulations for the working groups. For us, the cardiovascular nuclear medicine working group, this was a reason to design a questionnaire regarding the use of MUGA, cardiac amyloid, cardiac SPECT perfusion imaging, PET sarcoidosis imaging, PET vasculitis imaging, PET hibernation imaging and PET myocardial perfusion imaging to get a better understanding of the current practices and needs of the members of our society. With this questionnaire, we hope to be able to be better equipped to contribute in the writing of guidelines, aid setting up training programs and help centers with implementation of new techniques. These results can also be beneficial in coordinating cardiovascular research in nuclear medicine.

Voor cardiologische diagnostiek spelen nucleair geneeskundige onderzoeken al sinds de 70-er jaren een belangrijke rol. Zaret et al. hebben in 1973 de eerste studie gepubliceerd waarin beschreven

werd dat het middels <sup>43</sup>K en inspanningstest mogelijk was om op scans onderscheid te maken tussen infarct en ischemie (1). Sindsdien hebben de ontwikkelingen in de nucleaire geneeskunde een grote vlucht genomen en zijn er nu naast diverse SPECT onderzoeken, ook diverse PET toepassingen in gebruik. Als themagroep cardiologie zijn we verantwoordelijk voor dit specifieke deelgebied.

De NVNG heeft samen met de werkgroepen, een nieuwe invulling willen geven aan het takenpakket van de werkgroepen. Werkgroepen heten nu dan ook themagroepen en zijn, zoals vanouds, verantwoordelijk voor een specifiek deelgebied binnen de nucleaire geneeskunde. Anders dan voorheen, zijn de doelstellingen van de themagroepen verbreed. Als themagroep zijn we nu in bredere zin verantwoordelijk voor ons deelgebied, waarbij ons takenpakket bestaat uit het samenwerken aan multidisciplinaire richtlijnen en uiteraard ook het onderhouden en formuleren van procedurerichtlijnen. Nieuw ten opzichte van de voorgaande situatie is dat we veel meer verantwoordelijk zijn voor ook de ondersteuning van afdelingen bij nieuwe ontwikkelingen, onderwijs, nascholing en wetenschap (2).

Om dit takenpakket een goede invulling te geven, hebben we als

themagroep besloten een enquête op te stellen om hiermee te onderzoeken wat er leeft binnen Nederland op het nucleair cardiologische vlak. Met behulp van de resultaten hoopten we ook een beter inzicht te krijgen op de ontwikkelingsrichting van cardiologische nucleaire geneeskunde in Nederland, waar behoefte is aan ondersteuning en wat interessante onderwerpen zijn om op te focussen voor stimulering van onderwijs en wetenschap. Als themagroep willen we dan ook iedereen die de vragenlijst heeft ingevuld, heel hartelijk bedanken voor de genomen moeite!

## De enquête

Als werkgroep hebben we een aantal algemene vragen geformuleerd over de verdeling van taken binnen vakgroepen aangaande de cardiologische nucleaire geneeskunde. Het 'technische' gedeelte hebben we uitgesplitst in SPECT onderzoeken en PET onderzoeken. Per techniek hebben we gestreefd naar vragen met betrekking tot scantechniek, productietrends, gebruik van (radio)farmaca, dosering en uitwerking. Ook wilden we met deze enquête zicht krijgen op trends in nieuwe ontwikkelingen, ook gezien de ontwikkelingen op gebied van perfusie PET tracers. Dit heeft geresulteerd in een enquête bestaande uit 125 vragen, zowel meerkeuze als open vragen. Deze

vragen hebben we als themagroep laten toetsen door de NVNG, voordat de vragenlijst uitgezet is onder de leden.

We hebben ervoor gekozen om de vragenlijst alleen naar de contactpersonen van de afdelingen voor de NVNG te sturen, om daarmee de enquêtebelasting voor de NVNG leden te beperken.

### Resultaten

De enquête is begin oktober 2023 naar 66 ziekenhuizen verstuurd. Tussen 16 oktober 2023 en 31 december 2023 hebben we in totaal 42 reacties gekregen. De gemiddelde tijd die men nodig had om de enquête in te vullen was 21 minuten, waarbij gemiddeld 67% van alle vragen beantwoord zijn. Van de ingevulde vragenlijsten bleken uiteindelijk 41 reacties bruikbaar te zijn voor analyse. Daarbij zijn door de respondenten alleen de voor de betreffende afdeling relevante delen van de vragenlijst ingevuld. Tijdens analyse van de resultaten bleek ook dat er fouten in het ontwerp van de enquête zaten waardoor onderscheid tussen 'niet ingevuld/overgeslagen' of 'vraagstelling wordt negatief beantwoord' niet altijd mogelijk is.

### Praktijkvoering

In het eerste deel van de enquête hebben we ons gericht op de inrichting van de praktijkvoering. Bij 56% van de afdelingen is er een portefeuillehouder voor cardiologische toepassingen aangesteld. Bij 27% van de ondervraagden is er een subspecialisatie binnen de vakgroep, waarbij een beperkt deel van de vakgroep de cardiologische verrichtingen verslaat, of zijn er radiologische vakgroepleden die geen ervaring hebben met cardiologische beeldvorming. Bij de meerderheid van de ondervraagden participeert iedereen in de verslaglegging. Bij de afdeling waar niet iedereen

cardiologische verslaglegging doet, berust dat vaak op subspecialisatie of op gecombineerde afdelingen, waarbij de collega nucleair radiologen en radiologen geen deelcertificaat hebben.

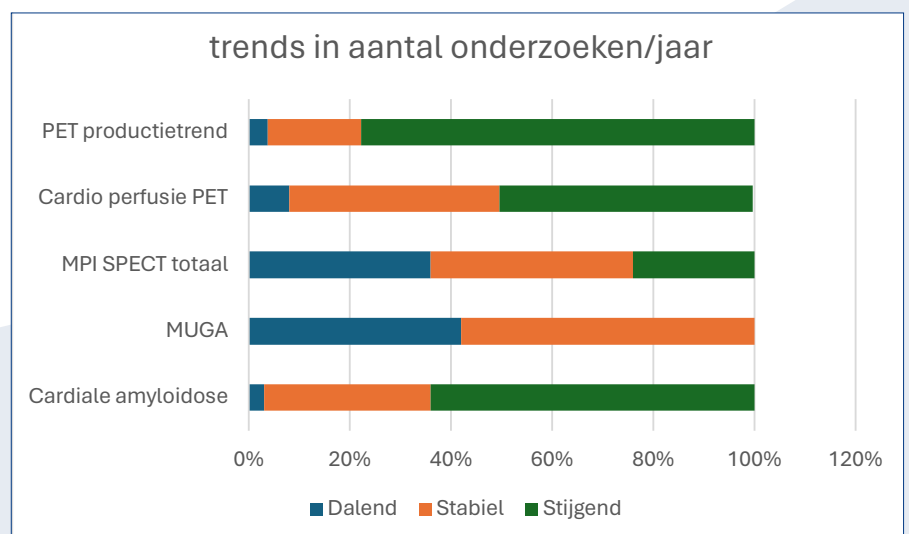
### SPECT beeldvorming

Hier is gevraagd naar onderzoeken voor cardiale amyloïdose, MUGA en de myocard perfusie imaging (MPI) SPECT. Om een inschatting te krijgen van de landelijke productie trends, is er gevraagd naar de productie trend voor cardiale amyloïdose, MUGA, MPI-SPECT en cardioPET in het algemeen (figuur 1). Uit deze gegevens blijkt dat er bij het merendeel van de respondenten een stabiele productie is voor de amyloïdose, MUGA en MPI. Het aantal verrichtingen voor cardiale amyloïdose lijkt landelijk toe te nemen. De geschatte productie aantallen voor deze onderzoeken zijn, zoals te verwachten, het grootst voor de MPI-SPECT (figuur 2) gevolgd door de MPI-PET. De aantallen verrichtingen per ziekenhuis voor de perfusie onderzoeken, lijken ook af te hangen van de capaciteit op de CT en MRI.

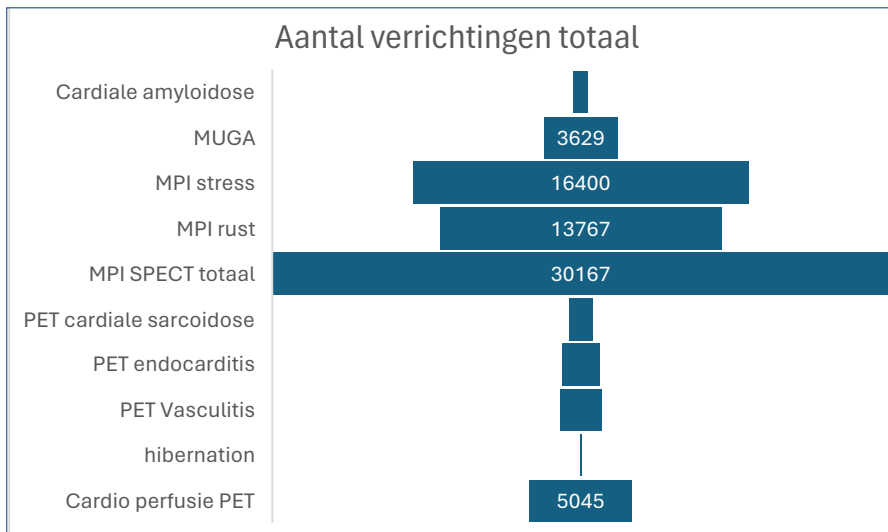
### Gebruikte tracers

Voor de diagnostiek voor cardiale amyloïdose wordt, van de 30 respondenten die dit deel ingevuld hebben door 90% (27) gebruik gemaakt van [<sup>99m</sup>Tc]Tc-HDP, 10% (3) gebruikt [<sup>99m</sup>Tc]Tc \-DPD, 3,3% (1) gebruikt ook wel eens [<sup>18</sup>F]flurpiridaz en eveneens 3,3% (1) gebruikt ook wel eens [<sup>18</sup>F]florbetaben.

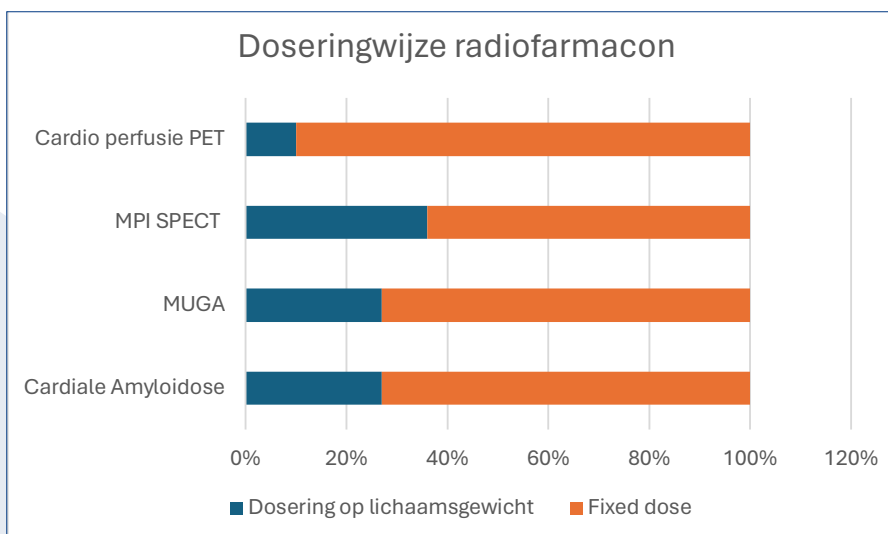
In Nederland wordt voor de MUGA door 63,3% (19) van de 30 respondenten [<sup>99m</sup>Tc]Tc-HSA gebruikt, 20% (6) gebruikt [<sup>99m</sup>Tc]Tc-pertechnetaat, 6,7% (2) gebruikt [<sup>99m</sup>Tc]Tc-PYP en 3,3% (1) gebruikt [<sup>99m</sup>Tc]Tc-HMPAO. Van de 30 respondenten hebben er 2 (6,7%) deze vraag met een vraagteken beantwoord. Voor de myocardperfusiescan wordt door het grootste deel van de 27 respondenten 81,5% (22) [<sup>99m</sup>Tc]Tc-tetrofosmine gebruikt, 14,8% (4) gebruiken [<sup>99m</sup>Tc]Tc-sestamibi en 1 (3,7%) gebruikt naast [<sup>99m</sup>Tc]Tc-sestamibi ook [<sup>18</sup>F]flurpiridaz. Voor de tracerdosering wordt door meer dan de helft van alle respondenten (zie figuur 3) gekozen voor een vaste dosering tracer, in plaats van te doseren op lichaamsgewicht.



Figuur 1. Productietrends voor cardiale amyloïdose, MUGA, MPI-SPECT, MPI-PET en de trend in totaal aantal PET scans.



**Figuur 2.** Totale geschatte productie voor cardiale amyloïdose (776 landelijk, 29 respondenten), MUGA (3629, 29 respondenten), MPI-SPECT totaal (30167, 24 respondenten), waarvan 16400 MPI Stress en 13767 MPI rust. Er zijn PET voor cardiale sarcoidose (1170, bij 25 respondenten), PET voor endocarditis (1840, bij 24 respondenten), PET voor vasculitis (2077, bij 24 respondenten), PET voor cardiale hibernatie (127, bij 20 respondenten) en MPI-PET (5045, bij 7 respondenten, waarbij alle respondenten rust en stress combineren in 1 onderzoek).



**Figuur 3.** Doseringswijze radiofarmacon. In deze figuur wordt het percentage respondenten weergegeven dat voor de cardiale amyloïdose, MUGA, MPI-SPECT en MPI-PET doseert op basis van vaste dosis of lichaamsgewicht.

### Gebruikte scantechnieken

Voor de cardiale amyloïdose scan wordt door het merendeel van de respondenten een SPECT/CT thorax gemaakt (78%). Een deel doet ook een total body scan (34%) waarbij

één centrum aanvullend een gated acquisitie doet om de LV-functie te bepalen (tabel 1). Voor de MUGA wordt door het merendeel een LAO opname gemaakt (71%), en maken twee centra een

gated blood pool SPECT opname (tabel 1).

### De MPI-SPECT

Alle respondenten doen een stressonderzoek, waarbij 53,9% de rust op indicatie doet. Er worden in Nederland alleen meerdaags protocollen gehanteerd. De gehanteerde stressmethoden bestaan uit de fietstest (81%), adenosine stress (96%), regadenoson (69%) dobutamine stress (58%). Zie ook tabel 2. Het stressonderzoek, wordt in het merendeel van de ziekenhuizen uitgevoerd door twee personen, waarbij meestal een laborant aanwezig is die wordt bijgestaan door een nucleair geneeskundige, speciaal opgeleide laborant of cardiologie medewerker. In enkele ziekenhuizen worden hier PA-ers voor ingezet. Er is een zeer wisselend beleid voor wat patiënten moeten doen in de wachttijd tussen toediening en scan: 65% moet vet eten, 27% krijgt chocomelk te drinken, 8% melk, 23% koffie en thee, 42% water, 8% bruisend water, 4% moet bewegen en 19% krijgt een chocoladereep. Veel van deze voorschriften worden gecombineerd. Het merendeel van de scans wordt gemaakt op analoge camera's, waarbij meest gebruik wordt gemaakt van een analoge camera met dedicated collimator (45,8%). Een klein deel van de respondenten gebruikt een digitale camera, al dan niet met dedicated collimator. Bijna alle respondenten maken een SPECT/CT (88%), waarbij een klein deel een diagnostische kwaliteit CT maakt. Vrijwel iedereen gebruikt gating (96%), op één na. De CT wordt in een groot deel van de ziekenhuizen gebruikt voor de kalkscore. Nevenbevindingen worden gemeld in het verslag. Bij de beoordeling van de beelden wordt gebruik gemaakt van zowel visuele als semi-kwantitatieve beoordeling waarbij ook de

Tabel 1. Gescande gebieden voor de cardiale amyloïdose scan en de MUGA.

cardiale amyloïdose		MUGA	
detail thorax	59%(19)	planair gated LPO	41,9% (13)
total body	34,4%(11)	LAO	80,0% (22)
SPECT thorax	3,1% (1)	SPECT gated	6,5% (2)
SPECT/CT thorax	76% (25)		
dynamisch thorax	3,1% (1)		
gated	3,1% (1)		
respondenten	32	respondenten	31

Tabel 2. MPI-SPECT, uitvoering.

rustscan	
elk onderzoek met rustscan	46,2% (12)
rustscan op indicatie	53,9% (14)
eendaags/tweedaags protocol?	100% tweedaags protocol
welke stresstechnieken worden toegepast?	
fietstest	80,8% (21)
adenosine stress	96,15% (25)
regadenoson	69,2% (18)
dobutamine stress	57,7% (15)
type camera	
analoog 'gewone' collimator	41,7% (10)
analoog 'dedicated' collimator	45,8% (11)
digitaal 'gewone' collimator	4,2%(1)
digitaal 'dedicated' collimator	8,3% (2)
opname techniek	
SPECT	8% (2)
SPECT/CT	88% (22)
SPECT/CT met diagnostische CT	4,0% (1)
gating	96,2% (25)
geen gating	3,9% (1)

Wij willen alle respondenten hartelijk bedanken voor hun tijd en energie voor het invullen van de enquête.

linkerventrikelfunctie wordt beoordeeld.

De beoordeling van onderzoeken wordt door nucleair geneeskundigen of nucleair radiologen gedaan. Voor de beoordeling van de myocardperfusie scan wordt gebruik gemaakt van Cedars en 4DM SPECT, waarbij een deel van de gebruikers van mening is dat er wel wat verbeterd kan worden aan de software.

### **[<sup>18</sup>F]FDG-PET onderzoeken voor sarcoïdose, endocarditis, vasculitis en hibernatie**

Voor dit onderdeel hebben we vragen uitgezet over de toepassing van PET voor diagnostiek van cardiale sarcoïdose, endocarditis, vasculitis, cardiale hibernatie en cardiale perfusie. Hierbij gaven zeven centra aan geen eigen PET camera te hebben, waarbij vijf van de respondenten wel betrokken was bij de PET onderzoeken. Iets meer dan de helft van de dertig respondenten gebruikt een digitale PET camera.

Bijna alle afdelingen doen PET onderzoeken voor cardiale sarcoïdose, endocarditis en vasculitis. Een kleiner deel (65%) doet ook [<sup>18</sup>F]FDG-PET onderzoeken voor hibernatie, waarbij deze vaak gecombineerd worden met een perfusieonderzoek, PET of SPECT. Het totaal aantal PET verrichtingen voor cardiale sarcoïdose (1,9% van het totale aantal PET verrichtingen), endocarditis (2.9%), vasculitis (3.3%) en hibernatie (0.2%), maakt circa 8% uit van het totale aantal PET verrichtingen van de respondenten, waarbij er een stijgende trend voor de aanvraag van deze onderzoeken lijkt te zijn.

Alle respondenten schrijven een koolhydraatarm dieet voor bij patiënten met verdenking op sarcoïdose en vasculitis, waarbij iets meer dan de helft van de centra

bij deze patiënten aanvullend ook heparine i.v. geeft. Een klein deel van de respondenten, ca 18%, geeft aan dat ze bij de beoordeling van scans voor sarcoidose, vasculitis, endocarditis en hibernatie ook gebruik maken van kwantificatie.

### MPI-PET

Elf van de 28 (39%) respondenten verricht myocardperfusie PET scans, waarbij van de centra die dat niet doen, twaalf overwegen om te gaan starten met myocardperfusie-PET. Op dit moment worden [<sup>18</sup>F]flurpiridaz, <sup>82</sup>Rb, [<sup>13</sup>N]NH<sub>3</sub> en [<sup>15</sup>O]H<sub>2</sub>O gebruikt. Het merendeel van de centra die overweegt te gaan starten, wil dat met [<sup>18</sup>F]flurpiridaz gaan doen, gevolgd door <sup>82</sup>Rb en [<sup>13</sup>N]NH<sub>3</sub>. Alle centra gebruiken voor MPI-PET een vaste tracerdosering.

Bij [<sup>18</sup>F]flurpiridaz zit er veel variatie in toedieningsmethoden, <sup>82</sup>Rb en [<sup>13</sup>N]NH<sub>3</sub> worden automatisch door alle centra met een pomp toegediend, met naspoelen middels pomp of contrastpomp. Er is variatie in stressmethodes; één centrum hanteert de fietstest, zes gebruiken adenosine, acht regadenoson en twee dobutamine. Bij zeven van de tien respondenten is de nucleair geneeskundige tijdens het stressdeel aanwezig voor ECG-bewaking. De overstap naar cardioPET heeft bij het grootste deel van de respondenten geleid tot een toename van het aantal cardiale perfusieonderzoeken, er is bij niemand een daling opgetreden. Een deel van de gebruikers zou van <sup>82</sup>Rb over willen stappen naar [<sup>13</sup>N]NH<sub>3</sub> of [<sup>15</sup>O]H<sub>2</sub>O-PET.

### Software voor PET

In tegenstelling tot de mening van de SPECT gebruikers, vindt het merendeel van de PET gebruikers dat de software verbeterd kan worden. Met name de normale databases en bewegingscorrectie moeten verbeterd worden. Het gemis aan een normale database voor [<sup>18</sup>F]flurpiridaz wordt

door de gebruikers van [<sup>18</sup>F]flurpiridaz nadrukkelijk benoemd.

Opvallend is dat de gebruikers van mening zijn dat er meer evidence moet komen voor interpretatie van flowwaarden van het dynamische deel van het onderzoek, er lijkt gebrek aan vertrouwen te bestaan in de uitkomsten van de huidige berekeningen. De weergave van de resultaten van het onderzoek moet ook verbeterd worden, zodat de eindgebruikers een beter gevoel krijgen bij de uitkomst van het onderzoek.

### Ontwikkelingen

Twee centra beschikken over een eigen cyclotron voor de MPI-PET productie, waarbij dit ook voor andere tracers gebruikt wordt.

Van de twaalf respondenten, die geen cyclotron hebben, maar wel cardioPET overwegen, overwegen drie een dedicated cyclotron voor cardioPET en drie een cyclotron voor cardioPET én de productie van andere tracers. De mogelijkheid van productie van andere tracers lijkt doorslaggevend voor deze drie centra om de businesscase rond te krijgen.

### Ondersteuning

Uit de enquête blijkt, dat er behoefte is aan ondersteuning vanuit de themagroep op het gebied van softwaregebruik, gesprekken met industrie over softwareontwikkeling, research en ook formuleren van standaard reports.

Ook is er de behoefte aan meer ondersteuning van de themagroep bij overleg met industrie ter verbetering van de software, zoals kwantificatie en databases voor normaalwaarden. Men is van mening, dat de themagroep implementatie van cardioPET zou kunnen versterken door deze techniek meer uit te dragen en onder aandacht te brengen van cardiologie. Ook is er behoefte aan meer ondersteuning vanuit de themagroep voor implementatie van

nieuwe technieken in den lande.

Er is in Nederland aanbod van cursussen op cardiaal gebied voor de nucleaire geneeskunde, echter gebaseerd op de antwoorden lijkt er toch behoefte te zijn aan meer dedicated cursussen gericht op het gebruik van software en interpretatie van beeldmateriaal. Ook zou het cursusaanbod makkelijker vindbaar moeten zijn. Een deel van de respondenten heeft ook een deelcertificaat voor de radiologische cardiologische toepassingen.

### Discussie

Het voornaamste probleem van deze enquête ligt in het wisselende aantal respondenten per item. Echter, de input van de respondenten geeft een goed beeld van de huidige stand van cardiologische nucleair geneeskundige verrichtingen in Nederland.

Duidelijk is dat nucleaire cardiologische toepassingen nog steeds een belangrijke rol spelen in de cardiologische diagnostiek, gezien het stabiele/stijgende aantal verrichtingen.

Met name de komst van diagnostiek voor cardiale amyloidose en PET voor cardiologische toepassingen lijkt de rol van de nucleaire geneeskunde in de cardiologische diagnostiek te versterken.

Er zijn op dit moment vele ontwikkelingen op gebied van tracers voor MPI-PET. Dat komt ook terug uit de resultaten van deze enquête. Duidelijk is ook dat cardioPET een complexe techniek is, waarbij zowel complexe cameraprogramma's noodzakelijk zijn als complexe software en ervaring in het 'lezen' van de onderzoeken. Daarnaast is de benodigde software en eventuele hardware duur in aanschaf.

### Conclusie

De resultaten van deze enquête geven een goed beeld van de stand

van de cardiologische nucleaire beeldvorming in Nederland. De rol in de cardiale diagnostiek lijkt door de komst van PET toe te nemen. Het is ook duidelijk dat er behoefte is aan extra ondersteuning door de themagroep op gebied van onderwijs, ontwikkelingen en implementatie van deze technieken in Nederland. ♦

### Referenties

1. Zaret, BL, Strauss, HW, Martin, ND, Wells, HP, Jr, Flamm, MD, Jr. Noninvasive regional myocardial perfusion with radioactive potassium. Study of patients at rest, with exercise and during angina pectoris. N Engl J Med. 1973;288:809-12. doi: 10.1056/NEJM197304192881602
2. Reglement Themagroepen NVNG 2023