

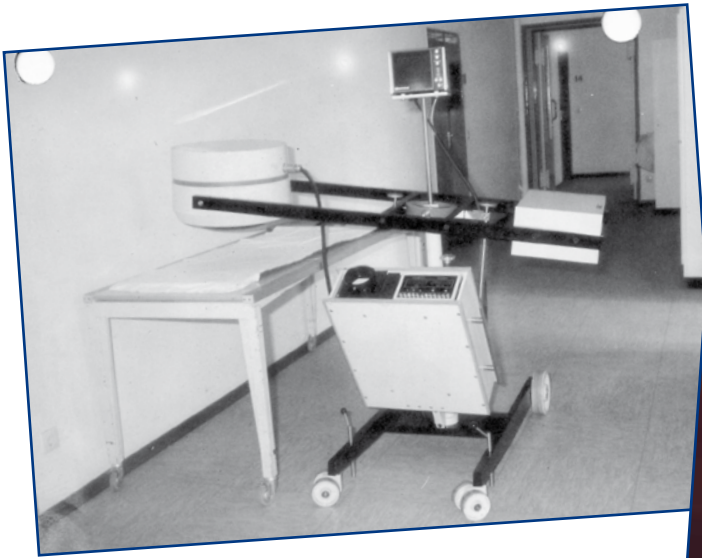
# Kleine en toepassingsgerichte apparatuur in de nucleaire geneeskunde

De introductie van de eerste grootveld-gammacamera's vroeg in de jaren zeventig positioneerde de nucleaire geneeskunde in de frontlinie van de beeldvormende diagnostiek wat betreft afbeelding van skelet, longen en lever. Diagnostiek van metastasering zou in de jaren erna worden versterkt met de ontwikkeling van andere grote multifunctionele apparatuur zoals SPECT, PET, SPECT/CT, PET/CT en PET/MRI. Ook de recentelijk geïntroduceerde total-body PET-scanner valt in dezelfde categorie.

Naast deze grote systemen heeft kleinere apparatuur door de jaren heen een belangrijke rol gespeeld in de nucleaire geneeskunde. Voorbeelden hiervan zijn het gebruik van gammaprobes voor radiogeleide chirurgie, mobiele kleine gammacamera's voor hartdiagnostiek of het afbeelden van kleine organen, of kleine apparatuur voor diagnostiek van mammatumoren. Kleine apparatuur is meestal toepassingsgericht geweest. Een enkele keer is een toepassing-

specifieke apparatuur ook groter geweest qua formaat zoals het neuroSPECT systeem in dit overzicht. In de tabel hieronder worden diverse kleine en/of toepassingsgerichte toestellen, ooit in functie in Nederland, in kaart gebracht. Van een aantal wordt aan de hand van beelden specifieke toepassingen geïllustreerd. Voor voorbeelden van kleine toestellen gebruikt vóór deze periode zie Uit de Oude Doos TvNG 2018;40:2118-21.

Apparatuur	Jaar	Soort/Naam	Indicatie	Locatie in Nederland	Firma
Dedicated gamma probe	1975	[ <sup>125</sup> I]-Fibrinogeen uptake test detector	Diep veneuze trombose been	Overall	
Kleine gammacamera	1976	Mobiele porta-gammacamera met detector draaiend om de as	Onderzoek hart en schildklier	Academisch Ziekenhuis Utrecht	Nuclear Data
Dedicated gamma probe	1982	[ <sup>99m</sup> Tc]Tc-Plasmine uptake test detector	Diep veneuze trombose been	Overall	Novo
Kleine gammacamera	1983	Mobiele gammacamera hart-onderzoek	Gebruik op de coronaire eenheid	Academisch Ziekenhuis Utrecht	Siemens
neuro-SPECT	1991	Dedicated SPECT SME 810X	SPECT hersenen	Academisch Medisch Centrum Amsterdam	Strichman Medical Equipment
Gammaprobe	1992	Draagbare gamma-detector	Schildwachtklieronderzoek	Overall	NeoProbe, Europrobe
Vaste laparoscopische gammaprobe	1999	Draagbare gamma-detector	Laparoscopisch schildwachtklieronderzoek	VU ziekenhuis, AvL	Europrobe
Kleine gammacamera	2002	Draagbare gammacamera eZ-Scope	Schildwachtklieronderzoek	AvL	Anzai Medical
Kleine gammacamera met ondersteuning	2005	Mobiele gammacamera Sentinella	Schildwachtklieronderzoek	AvL	Oncovision
Mamma-specifieke PET camera	2008	Dedicated MAMMI-PET	Mammaonderzoek	AvL	Oncovision
Enkelkops mammoscintigraaf	2010	Dilon 6800 Gamma Camera	Detectie & Biopsie Mammalaesies	Alrijne Leiderdorp St. Antonius Nieuwegein	Dilon
Flexibele laparoscopische gammaprobe	2017	Drop-In gammaprobe voor robot-assisted chirurgie	Laparoscopisch schildwachtklieronderzoek	LUMC/AvL	
Dubbelkops mammoscintigraaf	2019	GE Discovery NM750b	Detectie & Biopsie Mammalaesies	Alrijne Leiderdorp	General Electric



Kleine apparatuur in het voormalige Academisch Ziekenhuis Utrecht (AZU). Links, mobiele porta-gammacamera met detector draaiend om de as geïntroduceerd door Nuclear Data in 1976 voor onderzoek van hart, schildklier en familiere chemodectomen. Rechts, mobiele gammacamera voor hartonderzoek en gebruik op de cardiologie afdeling van het AZU, geïntroduceerd omstreeks 1983 in het kader van een ontwikkelingsproject onder leiding van klinisch fysisch Oane Hoekstra (in beeld). Deze Siemens *Small Area Mobile Gamma Camera* werd gedurende een jaar getest en gefinancierd door het Interuniversitair Cardiologisch Instituut via de Hartstichting. Na dat jaar werden er nog zes soortgelijke camera's voor CCU-units van andere Nederlandse universitaire klinieken in gebruik genomen.

Eerste gammaprobes voor schildwachtklieronderzoek in Nederland. Hoewel geïntroduceerd eind jaren tachtig van vorige eeuw is het gebruik van draagbare gammadetectoren in de operatiekamer pas begin jaren negentig in een stroomversnelling geraakt. Dit naar aanleiding van de introductie van de schildwachtklierprocedure in Nederland. Gebruiker van het eerste uur prof. dr. Omgo Nieweg hierover: "De introductie van de *gamma ray detection* probe bij schildwachtklierbiopsie vergemakkelijkte de procedure, met name als het afferente blauwe lymfevat lastig te vinden was. Deze vondst is ten onrechte toegeschreven aan de Amerikaanse chirurg David N. Krag, ook door hemzelf. Feit is echter dat Donald M. Morton, die het schildwachtklierconcept ontwikkelde, ook de probe introduceerde. Krag was in die tijd fellow bij Morton en was wel de eerste die dit publiceerde. De Care Wise C-Trak en de hier links boven afgebeelde Neoprobe waren de eerste modellen. De Europrobe (rechts boven) kwam wat later. Het mooie van de Neoprobe was dat de collimator verwijderd kon worden, hetgeen de sensitiviteit sterk verhoogde en het vinden van schildwachtklieren met weinig radiofarmacon vergemakkelijkte. Het Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis had 'toevallig' een Neoprobe die tevergeefs was uitgetest voor het opsporen van coloncarcinoometastasen met radioactief CEA. Dit verschafte het instituut een vliegende start bij de introductie van de schildwachtklier in Europa".





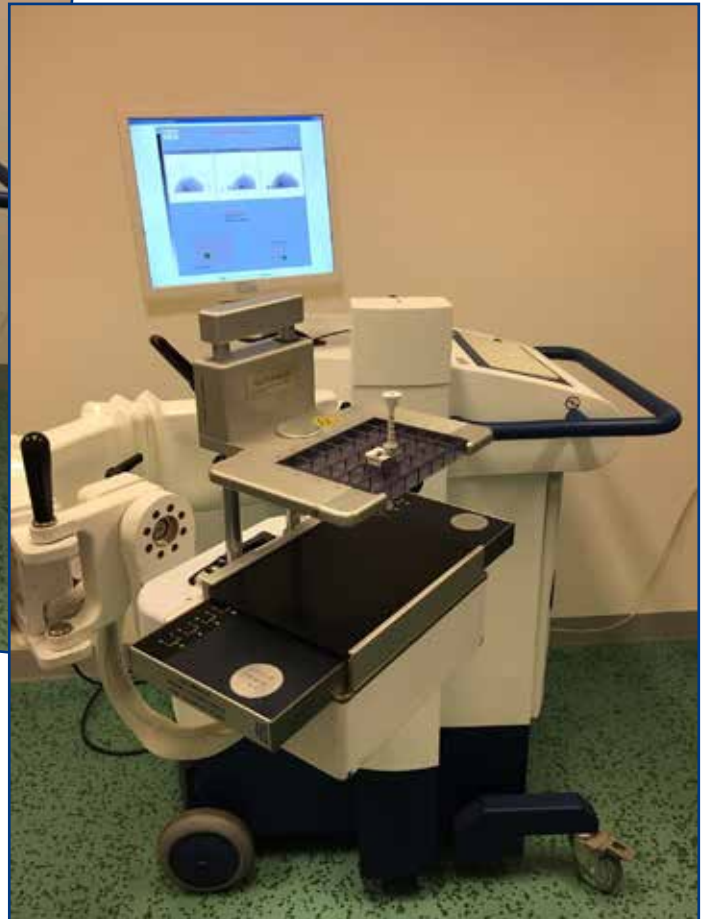
Het hierboven getoonde neuro-SPECT systeem werd ontwikkeld in Harvard in de jaren tachtig van de vorige eeuw en daarna op de markt gebracht door Strichman Medical Equipment. In Nederland werd dit neuro-SPECT systeem begin jaren negentig geïnstalleerd in het Academisch Medisch Centrum te Amsterdam. Het systeem, voorzien van 12 individuele detectoren, elk voorzien van een focuserende collimator, werd specifiek ontwikkeld en gebruikt voor hoge-resolutie SPECT-afbeelding van de hersenen. Nucleair geneeskundige prof. dr. Jan Booij hierover: "Het systeem is door middel van een NWO-grant aangeschaft, en meer dan 20 jaar gebruikt voor zowel research doeleinden als in de routinezorg. Het systeem had een prima spatiële resolutie en efficiency. Het was een tomografisch systeem, wat het uniek maakte t.o.v. standaard SPECT camera's. Tijdens het scannen moest je altijd goed opletten dat je de patiënt of gezonde vrijwilliger adequaat positioneerde met haar of zijn goed hoofd in de camera, zodat je alle hersengebieden in beeld bracht die je in beeld wou krijgen. Het was een feest om met dit systeem te werken. De bouw was zo eenvoudig dat onze technici vaak zelf in staat waren om onderdelen zelf te vervangen. Dit deed me vaak denken aan mijn eerste auto, een Citroën 2CV ("lelijk eendje"), want daar kon je zelf ook lekker aan sleutelen. Ook kon je eenvoudig het front van de camera openen, waardoor je kon kijken hoe de detectoren bewogen tijdens een acquisitie. Menig student heeft met interesse staan kijken tijdens een acquisitie terwijl het front open stond. Met pijn in het hart hebben we een aantal jaar geleden het systeem moeten ontmantelen, deels omdat het aan het eind van het latijn was, maar ook omdat er geen reserveonderdelen meer waren te krijgen. Gelukkig hebben we het systeem kunnen vervangen door een moderner neuro-SPECT systeem (InSPira), wederom met financiële hulp van NWO".



In de schaduw van de draagbare gammadetectoren werden in de eerste jaren van dit millennium diverse modellen van draagbare gammacamera's geïntroduceerd. Boven, de modellen eZ-Scope (midden) en MiniCam (rechts) in Nederland beschikbaar in 2002. Onder, de gammacamera Sentinella (links), het eerste mobiele systeem met ondersteuning hetgeen beeldvorming in de operatiekamer vanaf 2005 (rechts) faciliteerde met name voor schildwachtklierbiopsie in hoofd/hals en pelvis. De meest recente versies van de Sentinella zijn voorzien van een optische camera ter ondersteuning van de gammacamera en worden intensief gebruikt met name in Spanje en diverse Latijns-Amerikaanse landen.



Kleine PET camera (Mammi-PET) voor beeldvorming van de mamma in buikligging (boven). Het eerste prototype van dit systeem werd geïnstalleerd in het Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis te Amsterdam in 2008. Onder, promovenda Suzana Teixeira (tegenwoordig radioloog in opleiding in het ErasmusMC) bezig met de acquisitie van een studie met de definitieve versie van deze mamma-specifieke PET camera in 2013. Dit toepassingsgerichte toestel zou succesvol worden in diverse mammagespecialiseerde centra in Spanje, Latijns-Amerika en de Verenigde Staten.



Enkelkops mammoscintigraaf in gebruik sinds 2010 in het Alrijne ziekenhuis te Leiderdorp. Rechts, het systeem voorzien van specifieke apparatuur voor het verrichten van biopsie van mammalaesies met behulp van [ $^{99m}\text{Tc}$ ]Tc-MIBI. Nucleair geneeskundige dr. Lenka Pereira Arias-Bouda hierover: "Mede door de goede samenwerking met de radiologen is in 2010 in het Alrijne ziekenhuis de enkelkops mammoscintigraaf (Dilon 6800) aangeschaft. Sindsdien heeft de mammoscintigrafie, of *molecular breast imaging* (MBI), een vaste plek verworven in het diagnostische traject tot volle tevredenheid van zowel aanvragers als radiologen. De modaliteit wordt veelal in plaats van MRI ingezet, met name gericht op lokale pre-operatieve stagering en *problem solving*. Jaarlijks worden er ca. 400-500 MBI-onderzoeken verricht. Het mooie van deze techniek is dat je ook in staat bent om weefsel te verkrijgen voor histopathologisch onderzoek, puur op geleide van de functionele beelden; dit is belangrijk aangezien er geregeld verdachte bevindingen worden gedaan die radiologisch occult zijn. Door de aanschaf van de mamma-specifieke dubbelkops gammacamera van GE in 2019 konden we de toe te dienen activiteit, en daarmee de stralenbelasting voor de patiënt, halveren, waardoor de techniek ook interessant werd voor screening van high-risk patiënten. De enkelkops mammoscintigraaf wordt momenteel nog ingezet voor MBI-geleide vacuümbiopsiën en inmiddels ook voor MBI-geleide plaatsing van I-125 zaadjes voor pre-operatieve lokalisatie van niet-palpabele/occulte laesies, indien er aanwijzingen zijn voor migratie van de biopsiemarker".