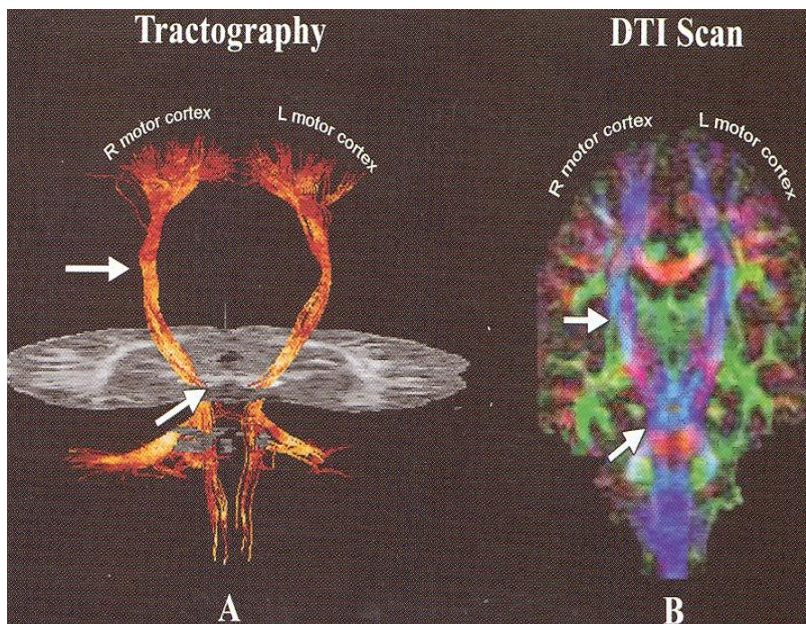


WAD en Beeldvorming

“Het is duidelijk geweten dat een contusie ten gevolge een hoofdtrauma de witte-stof zenuwverbindingen kan ontregelen of zelfs onderbreken. Onderzoek met recente hersenscantechnieken zoals dti-imaging met tractografie kunnen dit aantonen. Over de relatie van hersenen en gedrag (inclusief cognitie) bestaan talrijke wetenschappelijke peer-review artikels en journals.



Klassieke structurele hersenscans zoals CT- of NMR-scans kunnen enkel duidelijk afwijkingen in de structuur van de hersenen aanduiden maar niet hoe de hersencellen functioneel-metabolisch actief zijn tijdens de uitvoering van een bepaalde taak. Recent wetenschappelijk onderzoek kan dit nu wel via de combinatie van een functionele hersenbeeldvorming met een structurele scan (zoals o.a. fMRI en MRIspectroscopie).”

*Bron: Prof. C. Lafosse,Phd, Klinisch NeuropsycholoogParamedisch & Wetenschappelijk
Directeur Revarte*

“Traumatic brain injury, afgekort TBI, is een Engelse uitdrukking die verwijst naar een externe mechanische verwonding met een hersenletsel als gevolg. Het is een van de meest voorkomende oorzaken van invaliditeit die tijdelijk of definitief kan zijn.

Het trauma kan veelvuldige oorzaken hebben, zoals schotwonde, slag met stomp of scherp voorwerp, val, verkeersongeval met of zonder whiplash of nekslag.

Het primaire hersenletsel wordt bepaald door de plotse acceleratie/deceleratie in de hersenpan veroorzaakt door het trauma. Naast deze schade is er ook secundaire schade, die plaatsvindt in de dagen en weken na de verwonding en die het gevolg zijn van wijzigingen in cerebrale doorbloeding en de veranderde druk in de schedel.

TBI kan leiden tot tal van fysieke, cognitieve, sociale, emotionele en gedragsmatige gevolgen door alteraties in de hersenfuncties, en tot hormonale deficiënties door beschadiging van de hypofyse. Onderzoeken moeten de ernst van deze afwijkingen zo nauwkeurig mogelijk meten, zowel anatomisch met CT scan en MRI, als functioneel met fMRI en Q-EEG, als endocrinologisch met specifieke hormonale metingen.”

Bron: Emeritus Prof.Dr.R.Abs, endocrinoloog

“Elk jaar loopt 1 landgenoot op 200 een traumatisch hersenletsel op, na een klap op het hoofd, een val, een verkeersongeval ... In heel Europa gaat het jaarlijks om 2,5 miljoen mensen. Een enorme groep mensen krijgt ermee te maken, en toch komt traumatisch hersenletsel maar zelden onder de aandacht. Je kunt gerust spreken van een stille epidemie. Als een bekend persoon zoals Michael Schumacher traumatisch hersenletsel oploopt, hangen er journalisten aan de lijn, maar over het algemeen wordt erover gezwegen. Het gaat natuurlijk om een patiëntengroep die niet zo mondig is. Late gevolgen van traumatisch hersenletsel uit zich vooral op mentaal en cognitief vlak, en daar loopt men niet graag mee te koop.”

“Tot nu ging de aandacht van artsen en onderzoekers vooral naar mensen met zware hersenletsels. Die hebben natuurlijk de meeste zorg nodig, maar uit recent onderzoek blijkt dat ook lichte hersenletsels ernstige gevolgen kunnen hebben. Een Amerikaanse collega heeft een verkennende studie gedaan bij patiënten met een licht hersentrauma die van de spoedafdeling meteen weer naar huis mochten omdat er op hun CT-scan niks te zien was. Als je bij die mensen enkele weken later een MR deed, bleek een op drie toch aantoonbare letsels te hebben. Dat is erg veel. Die patiënten hadden ook echt last van die letsels. Vandaag blijft die groep echter in de kou staan. Zo’n ongeval of klap moet je zien als het beginpunt van een ziekteproces.”

Bron: Em.Prof. Dr. Andrew Maas, neurochirurg

Hieronder geven we een overzicht van de bestaande medische beeldvormingstechnieken. Met speciale dank aan Winston van Examen Overzicht die onze vzw toestemming gaf hun duidelijk overzicht over te nemen.

Bron: <https://www.examenoverzicht.nl>

Medische beeldvormingstechnieken

Misschien heb je wel eens je arm gebroken of gehoord van iemand met een tumor. De kans is groot dat er in die situaties onderzoek wordt gedaan om duidelijk te krijgen wat er precies aan de hand is. Vroeger kon dat alleen met een operatie. Gelukkig zijn er nu meerdere **medische beeldvormingstechnieken**! In dit artikel vertellen we je alles over de verschillende medische beeldvormingstechnieken die worden toegepast in het ziekenhuis.

Medische beeldvormingstechnieken



Wat zijn medische beeldvormingstechnieken?



Medische beeldvormingstechnieken bieden de mogelijkheid om in het menselijk lichaam te kunnen kijken, zonder dat daar een operatie voor nodig is. Dit is voor de patiënt dan ook een **fijne manier van onderzoek** doen. Voorbeelden van deze medische beeldvormingstechnieken zijn:

- Röntgenfoto
- CT-scan
- PET-scan
- MRI-scan
- Echografie
- Nucleaire diagnostiek

Toch is er ook **één groot nadeel** aan verbonden: de straling die erbij komt kijken. Bij röntgen, CT, PET en nucleaire diagnostiek wordt er namelijk gebruikgemaakt van **radioactieve stoffen** die slecht zijn voor het menselijk lichaam. Er zijn in Nederland dan ook strenge richtlijnen opgesteld voor de hoeveelheden straling waaraan een persoon mag worden blootgesteld. **Per jaar is dat 1mSV**. Voor MRI en echografie zijn deze richtlijnen niet van toepassing, omdat hier niet met radioactieve stoffen wordt gewerkt. In de toekomst zullen klinische technologen zich vooral bezighouden met het verbeteren van de apparatuur, zodat er **minder straling hoeft te worden toegediend**. Een voorbeeld van een mogelijke innovatie is een MRI-scan die door middel van kunstmatige intelligentie zelf diagnoses kan stellen.

Wat is een röntgenfoto?



De **röntgenfoto** is de oudste methode om een inwendig beeld te maken van het menselijk lichaam. Er wordt gebruikgemaakt van **röntgenstraling**, wat behoort tot de **elektromagnetische golven** die korter zijn dan het **zichtbare licht** en het **ultraviolette licht** (UV). De röntgenstraling die tijdens medische onderzoeken wordt gebruikt, heeft golflengtes tussen 0,1 en 10 nanometer.

Doordat er gebruikgemaakt wordt van de juiste frequentie, kan de röntgenstraling **wél door weefsel met een lage dichtheid**, maar niet door weefsel met een hoge dichtheid (botten).

Op die manier kun je een foto maken van botten in iemands lichaam. Om deze juiste frequentie te behalen maakt röntgenstraling gebruik van het **doordringend vermogen**. Bij zachte röntgenstraling wordt de straling door het weefsel geabsorbeerd en bij harde röntgenstraling (groot doordringend vermogen) gaat het door het weefsel heen.

Vroeger werd er voor het vastleggen van het beeld een **fotografische plaat** gebruikt. Het nadeel hiervan was dat er veel straling door de plaat heen ging, zonder dat dat er **zwarting** ontstond. Zwarting is het ontstaan van de zwarte kleur op de fotografische plaat.

Tegenwoordig wordt er gebruikgemaakt van een **digitaal scherm**. Dit scherm bestaat uit **bariumfluorhalide**, waar **europium** aan is toegevoegd. Wanneer de **europiumatomen** in aanraking komen met röntgenstraling, komen ze in een **hoge energietoestand**. De informatie van de aangeslagen europiumatomen kan wekenlang opgeslagen worden in het digitale scherm. Dit komt doordat de hoge energietoestand wekenlang aan kan houden. De informatie wordt vervolgens gescand met een **infraroodlaser**. Hierdoor vallen de europiumatomen terug in een **lagere energietoestand** en gaan ze licht uitzenden. Dit licht kan dan worden omgezet naar beeld.

Hoe is röntgen ontdekt?

In 1895 ontdekte Wilhelm Conrad Röntgen dat snelle elektronen **straling uitzenden wanneer ze tegen een metaal aankomen**. Op deze manier konden fotofilms belicht worden of konden fluoriserende mineralen licht geven. Na enige tijd van experimenteren overhandigde Röntgen in 1896 zijn eerste schriftelijke uitwerking over een nieuw type straling, de röntgenstraling. Hiervoor ontving hij in 1901 de Nobelprijs voor de natuurkunde.

Wat is een CT-scan?



Bij een **CT-scan** (computed tomography) wordt gebruikgemaakt van röntgenstraling om een 3D-beeld te creëren van het menselijk lichaam. De CT-scan wordt uitgevoerd door **röntgenstraling** door het lichaam heen te stralen richting **röntgendetectors**. De straling die dan door het lichaam heen komt is zwakker dan de straling die het lichaam passeert.

De CT-scan duurt ongeveer één seconde en de informatie die wordt gemeten, wordt direct naar de computer gestuurd. Direct daarna wordt dezelfde meting opnieuw uitgevoerd **op één graad verschil**. De hele opstelling draait op deze manier door totdat het voor **360 graden** is vastgelegd. In deze periode maakt de computer diverse soorten berekeningen en creëert het een 3D-beeld.

Het nadeel van de röntgenstraling die bij een CT-scan gebruikt wordt, is dat het **gehele lichaamsdeel wordt gefotografeerd**. Verschillende structuren binnen het lichaam kunnen elkaar dan overlappen en zijn hierdoor soms moeilijk van elkaar te onderscheiden.

Wat is een MRI-scan?



Een **MRI-scan** (magnetic resonance imaging) maakt door middel van **magnetische velden** en **radiogolven** afbeeldingen van het menselijk lichaam. Deze **magnetische velden** geven relevante informatie, doordat ze **waterstofatomen** kunnen beïnvloeden. Het menselijk lichaam bestaat namelijk voor 63% uit waterstofatomen. In de kern van zo een **atoom** bevindt zich **één proton**.

Een bekend voorbeeld van de werking van deze proton is een kompas. Een kompas **wijst namelijk standaard naar het noorden**. De reden daarvoor is dat een proton zich altijd naar een magnetisch veld toe richt. De proton bevindt zich dan in de laagste energietoestand, genaamd **spin-up**. Aangezien een waterstofatoom in de kern één proton heeft, zijn waterstofatomen dus zeer geschikt voor MRI-scans.

Wat is een resonantiefrequentie?

De **resonantiefrequentie** is het fenomeen waarbij fotonen de **energietoestand** van een waterstofatoom **veranderen naar een hoge energietoestand**. Een waterstofatoom dat in een hoge energietoestand verkeerd, bevindt zich in een **spin-down**.

Deze hoge energietoestand is het gevolg van een **korte elektromagnetische golf** (RF-puls, radiofrequentie-puls) die via een RF-spoel de patiënt wordt ingezonden. De frequentie die hierbij komt kijken, is bij grotere moleculen anders dan bij kleinere moleculen. Dat komt doordat de frequentie afhangt van de **grootte van het magnetisch veld en de grootte van het atoom** waar de proton deel van uitmaakt.

Wanneer de RF-spoel geen elektromagnetische golven meer uitzendt, zullen de protonen **terugvallen in hun oude toestand**. Hierbij komt de opgenomen **energie** vrij in de vorm van **dipoolstraling**.

Hoe komt de beeldvorming bij een MRI-scan tot stand?

De vrijgekomen dipoolstraling wordt opgevangen door **detectoren**, waarna het signaal met behulp van een computer wordt omgezet in beeld.

Om dipoolstraling vrij te laten komen, dient er eerst naar de waterstofatomen te worden gekeken. De frequenties waarbij de waterstofatomen beïnvloed worden, hangen af van de **sterkte van het magnetische veld**. Met een gradiënt-spoel (een spoel die lineaire variatie in het magnetisch veld aanbrengt) kan de sterkte lokaal beïnvloed worden. Hierdoor kan vastgesteld worden **waar de dipoolstraling vandaan komt**. Zo kan het vervolgens door de detectoren worden opgevangen.

Wat is een PET-scan?



Bij een **PET-scan** kan er door middel van een **radioactief isotoop** worden gekeken hoe weefsels en organen in het menselijk lichaam werken. De patiënt krijgt in de meeste gevallen ^{11}C toegediend. Dat komt vooral in glucose voor.

Dit **isotoop zendt positronen uit**, die maar enkele millimeters kunnen afleggen, waarna het een **elektron** tegenkomt. Wanneer de positronen een elektron tegenkomen, verdwijnen beide deeltjes (annihilatie) en komen er **gammafotonen** vrij, welke in **tegengestelde richting** bewegen.

Tijdens de PET-scan wordt de patiënt door een ring gehaald die bestaat uit **gammadetectoren**. Deze gammadetectoren zullen de uitgestraalde gammafotonen detecteren. Dit signaal wordt vervolgens naar de computer gestuurd. Door deze techniek kan er redelijk nauwkeurig bepaalt worden waar de straling vandaan komt.

Op deze computer zijn **geen beelden van een specifiek orgaan** te zien, maar wel een beeld met plekken waar de meeste **glucose terecht is gekomen**. Toch kan de medische wereld de techniek goed gebruiken!

Tumoren groeien namelijk snel en nemen daardoor meer glucose op dan gezond weefsel. Op een plek met veel **positron-emissie** is de kans op de aanwezigheid van een tumor daarom erg groot.

Wat is een echografie?



Wat is een echografie?

Bij een **echografie** wordt ultrageluid gereflecteerd in de buik van een zwangere vrouw om vervolgens een 3D-beeld te creëren van de foetus. Ultrageluid is voor de mens **niet hoorbaar** en heeft dan ook een zeer hoge frequentie (2,5 tot 5 megahertz).

De **snelheid** waarmee dit ultrageluid terugkomt van een orgaan is afhankelijk van de stevigheid en dichtheid van het orgaan.

Je kunt het principe van een echografie vergelijken met het oriëntatiesysteem van vleermuizen. Er wordt namelijk **geluid uitgezonden** naar een bepaald object en dat **geluid** komt vervolgens terug. Door deze **reflectie van het geluid** kan er een beeld worden gevormd van het object waar de vleermuis naartoe vliegt. In het geval van een echografie gaat het dan bijvoorbeeld om de foetus.

Voor het maken van 3D-beelden wordt er gebruikgemaakt van speciale apparaten. Deze apparaten bestaan uit een aantal **transducers** op gelijke afstanden van elkaar. Transducers zijn apparaatjes die contact maken met de huid en vervolgens de geluidsgolven ontvangen en uitzenden. Tussen deze transducers bevindt zich een **faseverschil in de uitgezonden golven**. Hierdoor gaan de **golven** onder een schuine hoek weg van de verschillende transducers. Door deze verschillende hoeken kan de computer uiteindelijk met de teruggekaatste golven een 3D-beeld maken.

Ultrageluid wordt naast echografieën ook gebruikt om de **stroomsnelheid van bloed** te meten. Hierdoor kan de bloedstroom door het hart en de bloedvaten gemeten worden en kunnen gevaarlijke bloedvatvernauwingen worden opgespoord. Daarbij wordt gebruikgemaakt van het **dopplereffect**. Dit wil zeggen dat de frequentie van het geluid verandert als de afstand tot de ontvanger van het geluid verandert.

Wat is nucleaire diagnostiek?



Nucleaire diagnostiek

Bij **nucleaire diagnostiek** wordt het menselijk lichaam **besmet** met een radioactieve stof. Bij voorkeur straalt deze radioactieve stof alleen **gammastraling** uit. Deze stof wordt een **tracer** genoemd, omdat hij door de uitgestraalde straling goed terug te vinden is. Zo kunnen artsen zien waar de radioactieve stof terechtkomt in het lichaam.

Wanneer artsen op zoek zijn naar tumoren in het lichaam, is het belangrijk om te zien waar deze stof terecht komt. **Tumoren nemen de toegediende stoffen namelijk sneller op** dan gezond weefsel. Op deze manier kan een tumor relatief snel worden opgespoord. Nucleaire diagnostiek wordt bijvoorbeeld vaak toegepast bij personen met botkanker.

De meest geschikte stof als tracer is **metastabiel technetium** (^{99m}Tc). Metastabiel geeft aan dat de kern van technetium extra energie bevat, die hij door het uitzenden van gammastraling verliest. Gammastraling heeft een erg **hoog doordringend vermogen** en kan daardoor makkelijk door het lichaam heen. Verder heeft gammastraling juist een laag **ioniserend** vermogen. Hierdoor zal er **weinig schade** aan het lichaam worden aangericht.

Overzicht van de medische beeldvormingstechnieken



Overzicht technieken

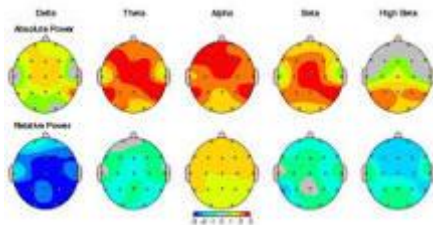
In onderstaande tabel hebben we de eerdergenoemde medische beeldvormingstechnieken met hun eigenschappen op een rijtje gezet:

Soort techniek	Resolutie	Voordelen	Nadelen	Toepassingen	Tijdsduur	Hoeveelheid straling
Röntgenfoto	0,1 - 0,5 mm	Snel, eenvoudig en laag in kosten	Overprojectie en straling	Botbreuken, longonderzoek en mammografie	Enkele seconden	0,4 - 10 mSv
CT-scan	0,5 - 2 mm	3D-beeld, snel uit te voeren en geeft goed beeld	Hoge stralingsbelasting en slechte zichtbaarheid van weke delen	Hart- en vaatziektes, tumoren en hoofd/nekletsel	1,5 minuut	1,9 mSv
MRI-scan	0,3 - 2 mm	Geen straling, goede beeldvorming weke delen en 3D-beeld	Duurt lang, luidruchtig en lange wachttijd	Beschadigingen of afwijkingen aan het hart	15 - 60 minuten	-
Echografie	2 - 5 mm	Geen straling, goedkoop en eenvoudig uit te voeren	Lage resolutie, 2D-beeld en kan niet door bot	Zwangerschap	Direct beeld tot 10 minuten	-
PET-scan	3 - 6 mm	Nauwkeurig	Straling en een lange scantijd	Kanker, hart-, vaat- en infectieziektes	20 - 60 minuten	2 - 4 mSv
Nucleaire diagnostiek	7 - 10 mm	Vroege detectie functionele veranderingen	Radioactieve straling en geen onderscheid tussen aandoeningen	Activiteit van weefsel inzien	25 minuten	2 - 10 mSv

Wat is er te zien op een EEG?

Het doel van een elektro-encefalogram (EEG) is de elektrische activiteit van de hersenen te meten. Hiermee wordt informatie verkregen over het functioneren van de hersenen.

Wat is een QEEG onderzoek?



Een QEEG is een hersenonderzoek om te beoordelen of de klachten die u ervaart terug te zien zijn in de hersenen en hoe deze het beste kunnen worden behandeld met neurofeedback. Het QEEG kan ook als losstaand onderzoek afgenomen worden.

Wat is een scintigrafie betekenis?

Een scintigrafie is een onderzoek waarbij met behulp van een radioactieve stof de werking van organen of klieren, of aandoeningen aan het skelet worden onderzocht.

Bron: <https://www.examenoverzicht.nl>

Omdat de medische beeldvorming door de huidige wetenschap een zeer snelle evolutie meemaakt, vullen we dit gedeelte aan zodra ons nieuwe informatie bereikt.

Bestuur vzw Whiplash/WAD