

**AZ
Sint-Jan
Brugge**



**AZ
S.J.**

Onthaalbrochure

Nucleaire geneeskunde

Welkom

Beste student,

Van harte welkom op de afdeling Nucleaire geneeskunde van het AZ Sint-Jan Brugge AV. Met deze brochure willen we je in het kort informeren over de werking van onze dienst en je al een beeld geven van de meest voorkomende behandelingen.

We staan erop je individueel te begeleiden in de hoop dat je je hierbij vlug 'thuis' zal voelen. Voor bijkomende informatie kan je terecht bij de verpleegkundigen, laboratoriumtechnologen, hoofdverpleegkundige, secretaressen, artsen, fysici ...

Wij wensen je alvast veel werkvreugde.

Namens het team

Algemene gegevens

Coördinaten van de dienst

Contact

Nucleaire geneeskunde – PET-centrum West-Vlaanderen campus Brugge
050 45 28 10
nucleairegeneeskunde.brugge@azsintjan.be
Route: 089

Hoofdverpleegkundige

Marc Decraemer
050 45 95 53
Marc.decraemer@azsintjan.be

Mentor

Saar De Smet
050 45 37 35
saar.desmet@azsintjan.be

Beschrijving van de afdeling

De dienst situeert zich op het gelijkvloers in het oncologisch centrum, route 89.

Er zijn verschillende zones te onderscheiden:

- Het hotlabo
- Het inspuitlokaal voor de conventionele nucleaire geneeskunde
- Het voorbereidingslokaal voor de PET/CT
- Het inspuitlokaal voor de PET/CT
- De PET/CT-zaal
- De SPECT/CT (hybride)
- 1x 2-kops Gamma-camera
- 1x BDM-toestel (toestel voor het berekenen van osteoporose)

Dagindeling

PET/CT

- P1: voorbereiding 07.30 u. – 16.15 u. (45 minuten pauze)
- P2: injectie 07.30 u. – 16.15 u. (45 minuten pauze)
- P3: scannen 08.30 u. – 17.15 u. (45 minuten pauze)

Conventionele nucleaire geneeskunde

- Injectie: 07.00 u. – 15.45 u. (45 minuten pauze)
- Dagdiensten variëren met start om 07.00 u., 07.30 u., 08.00 u. en 08.30 u. – (45 minuten pauze)

Vaardigheden

Op te frissen vaardigheden

- Handelingen rond intraveneuze katheter: nazicht, plaatsen
- Basiskennis radioprotectie

Verpleegkundige vaardigheden

- Correcte patiëntenidentificatie
- Patiënt begeleiden tijdens het onderzoek (empathisch reageren, begeleiden, correct informeren ...)
- Hulp bij het positioneren of verbedden van een patiënt
- Nazorg van de patiënt

Persoonlijke vaardigheden

- Actieve leerhouding
- Net voorkomen
- Stipt en correct
- Patiëntgericht

Verwachtingen

Wat verwachten wij van de student

- Actieve leerhouding
- Patiëntgericht
- Stiptheid
- Respecteer het beroepsgeheim
- Bereid je voor op de stage, fris je vaardigheden op

Wat mag de student verwachten van de stage

- Niet alleen de mentor, maar het voltallige team zal je helpen je stagedoelstellingen te bereiken.
- We staan open voor alle vragen m.b.t. de verschillende onderzoeken, aandoeningen ...
- We zullen altijd proberen om je hulp te bieden of te begeleiden bij een interventie
- We nemen je mee op in het team en benaderen je als een collega
- Eerlijke, constructieve feedback

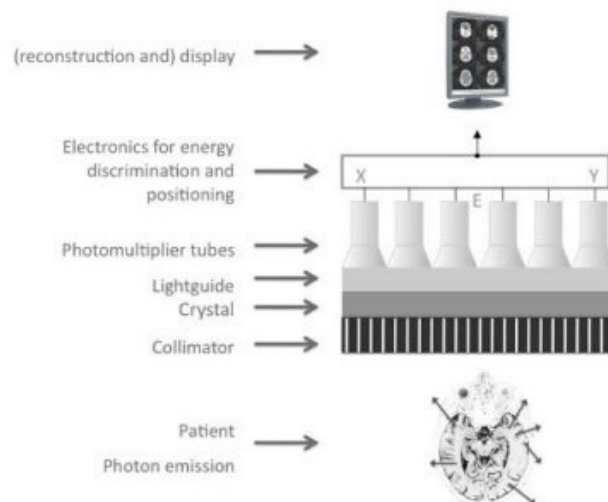
Nucleaire Geneeskunde

Nucleaire geneeskunde is een tak in de geneeskunde waar men gebruik maakt van radioactieve stoffen voor in vivo diagnostiek of therapie. Het doel van nucleaire beeldvorming is om cellulaire functies en moleculaire processen in het menselijke lichaam in beeld te brengen, zonder deze te verstoren. Om dit te verwezenlijken wordt een farmacon, gemerkt met een kleine activiteit radioactieve stof, in het lichaam van de patiënt gebracht door injectie, inademing of orale inname. Afhankelijk van het gebruikte farmacon zal dit worden verspreid in het lichaam en deelnemen aan bepaalde biologische processen.

De radioactief isotoop zal vervallen naar een meer stabiele toestand waarbij er straling wordt uitgezonden die gedetecteerd kan worden met specifieke instrumentatie. Op deze manier wordt een driedimensionale voorstelling van de distributie van het radiofarmacon weergegeven. Met morfologische beeldvormingstechnieken (zoals CT) moeten al grote structurele veranderingen aanwezig zijn voor een ziekte kan worden gedetecteerd. Radionuclidebeeldvorming daarentegen kan al in een vroeg stadium de functionele en fysiologische veranderingen in het lichaam waarnemen. Om de emissiestraling te detecteren, is bepaalde instrumentatie vereist. Afhankelijk van de gebruikte isotoop wordt een PET-systeem of een gammacamera gebruikt.

Gammacamera

Een gammacamera is een beeldvormingstechniek in de nucleaire geneeskunde die gebruik maakt van gammastralers. De radioactieve isotopen die gebruikt worden voor gammacamera's worden geproduceerd in een generator. Na radioactief verval van een radionuclide kan het gebeuren dat de dochterkern in een geëxciteerde toestand terecht komt. Wanneer de kern vanuit deze geëxciteerde toestand de grondtoestand bereikt, komt er gammastraling vrij die dan gedetecteerd kan worden. Bij de gammacamera-beeldvormingstechniek wordt gebruik gemaakt van atomen die een geëxciteerde toestand hebben met een meetbare levensduur. Een veelgebruikt voorbeeld is ^{99m}Tc , een isomere toestand van ^{99}Tc , met een halfwaardetijd van 6 uren. Een ander veelgebruikt isotoop is ^{123}I , met een halfwaardetijd van 13,2 uren. De gammastraling die vrijkomt is mono-energetisch en de energie is specifiek voor elk radionuclide. ^{99m}Tc zendt gammastraling uit met een energie van 140 keV, ^{123}I zendt gammastraling uit met een energie van 159 keV. De gammastraling kan de patiënt verlaten en wordt gedetecteerd door een gammacamera. De camera roteert rond de patiënt en detecteert op bepaalde plaatsen op de cirkel (step and shoot) of roteert continu rond de patiënt.



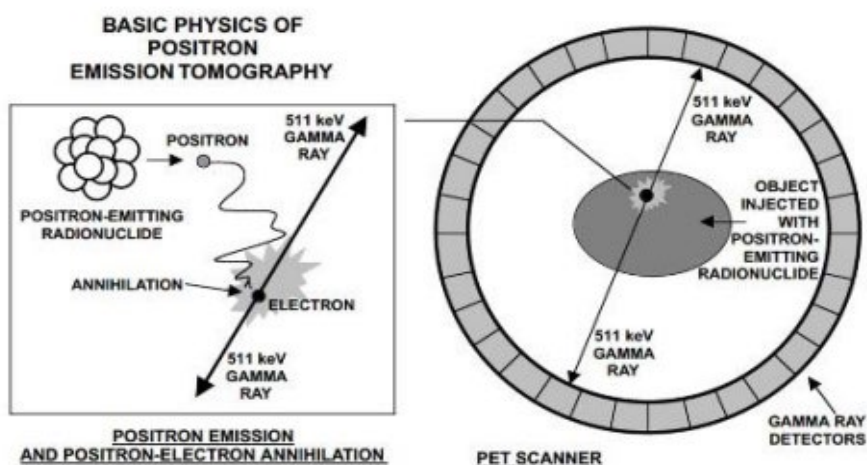
Figuur 1: Principe SPECT.

Een detector van een gammacamera bestaat uit een collimator, een scintillator, een lightguide en een fotomultiplicator. De collimator bepaalt uit welke richting de detectie komt; enkel straling vanuit 1 richting wordt gedetecteerd. Door de rotatie wordt vanuit elke richting de projectie van de molecule gemeten. De scintillator zet de inkomende foto-energie om in zichtbaar licht, wat op zijn beurt door de fotomultiplicator wordt omgezet in een meetbaar signaal. Reconstructiealgoritmes reconstrueren het beeld aan de hand van de projecties.

Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) is een beeldvormingstechniek die gebruik maakt van gammadetectoren en die een driedimensionaal beeld geven door te roteren rond het te scannen object. In het AZ Sint-Jan Brugge AV is 1 1-kops gammacamera aanwezig, 2 2-kopscamera's (SPECT) en 1 SPECT/CT.

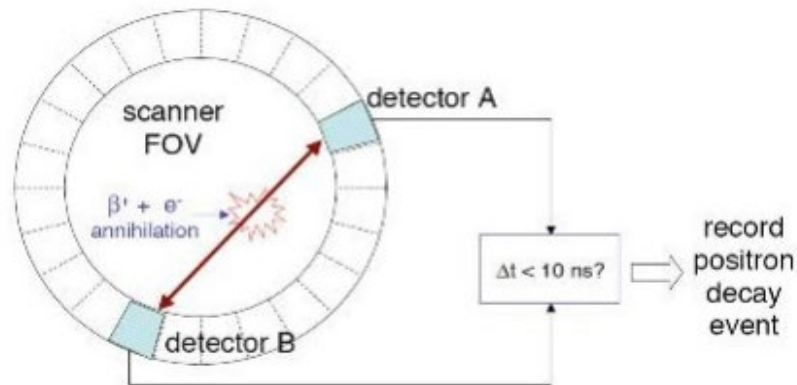
Positron Emissie Tomografie

Positron emissie tomografie (PET) is een beeldvormingstechniek die gebaseerd is op de detectie van radiofarmaca die gelabeld zijn met positron emitters. Deze positron emitters worden meestal geproduceerd in een cyclotron en de meest gebruikte isotopen zijn ^{18}F , ^{15}O , ^{13}N , ^{11}C en ^{68}Ga . In het PETcentrum West-Vlaanderen afdeling AZ Sint-Jan Brugge AV wordt momenteel ^{18}F -FDG en ^{18}F -PSMA gebruikt in klinische routine. De isotopen zijn onstabiel doordat er in de kern relatief te veel protonen aanwezig zijn ten opzichte van het aantal neutronen. Tijdens het radioactief verval van de isotopen naar een stabielere toestand, wordt een β^+ -deeltje (bèta-plus deeltje, positron) uitgezonden. Dat positron is het antideeltje van een elektron en is niet stabiel. Het β^+ -deeltje zal tot rust komen in het medium (het lichaam van de patiënt) en annihileren met een elektron. Bij dit annihilatieproces ontstaan twee γ -stralen (gammastralen), elk met een energie van 511 keV, die worden uitgezonden onder een hoek van 180° (Figuur 2). De annihilatiestraling (de vrijgekomen γ -stralen) wordt gedetecteerd door een PET-camera.



Figuur 2: Principe PET. Een positron emitter zendt een positron uit, het deeltje annihileert met een elektron en de vrijgekomen gammastralen worden gedetecteerd door de PET-detector.

De PET-camera bestaat uit een ring detectoren die niet roteert. Wanneer een foton de detector bereikt, wordt dit omgezet in een elektrisch signaal. De lijn tussen de 2 punten waar een foton werd gedetecteerd, de line of response (LOR), wordt gebruikt voor reconstructie. Het principe steunt op coïncidentie detectie: enkel fotonen die binnen een bepaald tijdsvenster simultaan worden gedetecteerd, worden in rekening gebracht voor de reconstructie (Figuur 3).



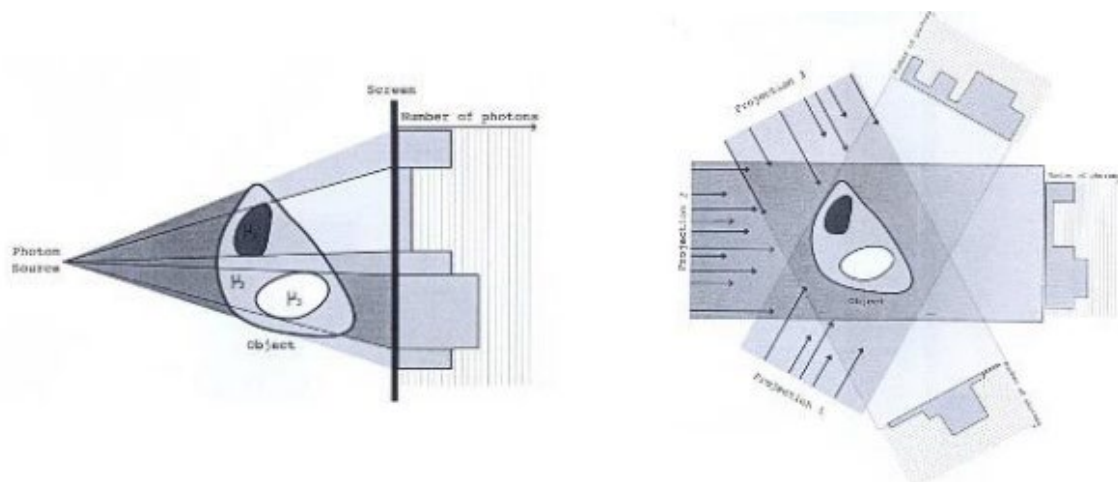
Figuur 3: Coincidence detection: enkel fotonen die binnen een bepaald tijdsvenster worden gedetecteerd, worden in rekening gebracht voor reconstructie

Hybride beeldvorming

Met nucleaire beeldvormingstechnieken worden functionele beelden vastgelegd, maar de spatiale resolutie is beperkt waardoor anatomische details moeilijk zichtbaar zijn. Morfologische beeldvormingstechnieken zoals Computed Tomography (CT) en Magnetic Resonance Imaging (MRI) vertonen daarentegen een veel betere spatiale resolutie. Daarom werden functionele beelden van SPECT en PET gecombineerd met beelden van de CT-scanner. Later werden ook beelden van PET en MRI gecombineerd, dankzij het goede contrast in zachte weefsels bij deze laatste techniek. De combinatie van meerdere beeldvormingstechnieken waarbij complementaire informatie wordt verkregen, valt onder de noemer multimodale of hybride beeldvorming. In het AZ Sint-Jan Brugge AV is op de conventionele nucleaire geneeskunde 1 SPECT/CT-toestel aanwezig en 1 PET/CT-toestel dat deel uitmaakt van het PET-centrum West-Vlaanderen.

Computed Tomography

Computed Tomography (CT) genereert transversale beelden met anatomische informatie, gebaseerd op de attenuatie van een X-stralenbundel wanneer deze een medium doorkruist (Figuur 4). De patiënt wordt niet geïnjecteerd met een radioactieve stof maar wordt bestraald met een X-stralenbundel. De X-stralenbron draait continu rond de patiënt terwijl een reeks detectoren het signaal opvangt.



Figuur 4: Principe CT. Een X-stralenbundel wordt geattenuëerd door verschillende types weefsel en deze geattenuëerde bundel wordt gedetecteerd door de CT-detectoren.

Mogelijke indicaties

De isotoop die het meest gebruikt wordt op de conventionele nucleaire geneeskunde in het AZ Sint-Jan Brugge AV is ^{99m}Tc . Het radioactief bestanddeel wordt gekoppeld aan een 'koude' tracer; we spreken nu van een radiofarmacon. Afhankelijk van de tracer die gebruikt wordt, wordt het radiofarmacon opgenomen door verschillende organen/processen in het lichaam. Sommige radiofarmaca komen al gelabeld toe; ^{123}I -DATSCAN (hersenscintigrafie), ^{123}I -NaI (schildklier), ^{123}I -MIBG (tumoren neuraallijst, cardio), ^{51}mKr (longventilatie), ^{111}In (octreoscan).

Hieronder een overzicht van de verschillende tracers die gekoppeld worden met ^{99m}Tc en hun toepassing:

Bestanddeel	Productnaam	Toepassing
Tetrofosmine	Myoview	Myocardperfusiescintigrafie
Difosfonaat	Osteocis/Technescan HDP	Botsintigrafie
MAG3	Technescan MAG3/Nephromag	Renogram
Colloïd	Nanocoll	Lymfescintigrafie/ sentinel/ miltscan
MAA	Maasol	Longperfusiescintigrafie/ maagontlediging/gastro-oesofageale reflux
Labeling rode bloedcellen	Angiocis	Radionuclideventriculografie (MUGA)
DMSA	Technescan DMSA/Renocis	Nierscintigrafie (DMSA)
Sestamibi	Stamicis	Bijschildklierscintigrafie
Pertechnetaat		Schildklierscintigrafie/divertikel van Meckel/speekselklieren
HMPAO	Ceretec	Hersenscintigrafie
Besilesomab	Scintimun	Infectie/ontsteking
Mebrofenin	Bridatec	Galwegenscintigrafie

Patiëntenflow conventionele nucleaire geneeskunde



Mogelijke indicaties PET/CT

De radiofarmaca die gebruikt worden in het AZ Sint-Jan Brugge AV zijn 18F-FDG en 18F-PSMA. 18F-FDG is een suikeranaloog en wordt in het lichaam opgenomen door processen met een hoog suikermetabolisme. Een 18F-FDG PET-scan wordt o.a. gebruikt om tumorale processen, infectie en inflammatie, cardiale pathologie en hersenaandoeningen in kaart te brengen. 18F-PSMA wordt opgenomen door prostaatafmetastasen en -tumoren.

Binnen het PET-centrum West-Vlaanderen worden ook nog andere tracers gebruikt, maar enkel in het AZ Groeninge; 68Ga-PSMA voor prostaattumoren en uitzaaiingen, 68Ga-DOTATATE voor neuro-endocriene tumoren en 18F-FET voor hersenaandoeningen.

Enkele indicaties waarvoor in het AZ Sint-Jan Brugge AV een PET/CT-scan wordt aangevraagd:

- Longcarcinoom
- Slokdarmcarcinoom
- (non-)Hodgkin lymfoom
- Melanoom
- Mammacarcinoom
- Koorts bij immuunsuppressie
- Febris e causa ignota [feci]
- Sepsis
- Bacteriëmie
- Inflammatoir syndroom
- Perifere osteomyelitis
- Spondylodiscitis
- Systemische vasculitis
- Systemische sarcoïdose
- Bacteriële endocarditis
- Infectie vasculair of intracardiaal implantaat
- Cardiale pathologie
- Neurodegeneratieve pathologie

Patiënten flow PET/CT



Therapie

Radioactieve bronnen kunnen ook gebruikt worden voor therapeutische doeleinden. De bronnen die gebruikt worden zenden ioniserende stralen uit met een hogere energie en korter bereik dan de bronnen die gebruikt worden voor diagnostische toepassingen. De verschillende soorten therapie die op de dienst worden toegepast zijn hieronder opgesomd.

- Zevalin (90Y)
- Xofigo (223 Ra)
- SIRS (90Y)
- Jodiumtherapie NaI (131I)
- Quadramet (153Sm)
- Lutetium (177Lu)

Contra-indicaties en risico's

De risico's verbonden aan een conventioneel nucleair onderzoek zijn laag. De hoeveelheid radioactiviteit die toegediend wordt, is klein en vormt geen direct gevaar voor de patiënt of zijn omgeving. De halfwaardetijd van 99mTc bedraagt ongeveer 6 uren. Dit wil zeggen dat de activiteit tot de helft is gereduceerd na 6 uren. Daarbij is er nog het biologisch verval door uitscheiding. We zeggen dat de patiënt 24 uur het contact met kinderen en zwangere vrouwen moet vermijden.

De risico's verbonden aan een PET/CT-scan zijn laag. Het radioactief gemerkt suiker dat toegediend wordt aan de patiënt lijkt erg op het lichaamseigen suiker. De kans op bijwerkingen of een allergische reactie is dus klein. Een patiënt kan wel allergisch reageren op het contrastmiddel dat meestal wordt toegediend voor de CT-scan. Al gaat het dan in de meeste gevallen om een mild allergische reactie. Als de patiënt al eerder allergisch heeft gereageerd op een contrastmiddel, moet de patiënt dat vooraf melden en zal het contrastmiddel niet meer toegediend worden. De hoeveelheid radioactiviteit die toegediend wordt, is klein en vormt geen direct gevaar voor de patiënt of zijn omgeving. De halfwaardetijd van 18F bedraagt ongeveer 2 uren. Dit wil zeggen dat de activiteit tot de helft is gereduceerd na 2 uren. Daarbij is er nog het biologisch verval door uitscheiding. We zeggen dat de patiënt 12 uur het contact met kinderen en zwangere vrouwen moet vermijden.

Zwangere vrouwen of vrouwen die vermoeden zwanger te zijn, moeten dit vooraf melden aan het personeel. In onderling overleg met een arts wordt besproken of het onderzoek al dan niet moet doorgaan. De voordelen worden afgewogen ten opzichte van de eventuele nadelen. Vrouwen die borstvoeding geven, worden aangeraden hun kind niet zelf te voeden tot 12 uur na de scan. Afgekolfde moedermelk kan geen kwaad aangezien de radioactieve stof niet uitgescheiden wordt via de moedermelk. **We raden wel aan de borstvoeding 12 uur te onderbreken wegens het nauw contact met het kind gedurende de borstvoeding.**

Radioactiviteit

Alles rondom ons bestaat uit atomen; de natuur, het menselijk lichaam ... De meeste atomen in het dagdagelijkse leven hebben een stabiele kern. Er bestaan echter atomen die geen stabiele kern hebben maar wel streven naar die stabiliteit. Tijdens het verval van een atoom met een onstabiele kern naar een atoom met een stabiele kern komt er energie vrij in de vorm van deeltjes of elektromagnetische golven. Wanneer de energie hoog genoeg is om andere materie te ioniseren, dan spreken we van ioniserende straling. Deze straling is zo krachtig dat het een elektron (die een negatieve lading heeft) uit de buitenste schil van een atoom kan wegslaan. Hierdoor krijgt het atoom een positieve in plaats van neutrale lading.

Radioactiviteit vervalt met de tijd, dit wil zeggen dat er steeds minder van de oorspronkelijk radioactieve stof over blijft. Hoe snel een radioactieve stof vervalt, wordt uitgedrukt met de halfwaardetijd; de tijd die nodig is om de hoeveelheid radioactiviteit tot exact de helft terug te brengen. Het verval duurt tot dat het atoom een stabiele vorm bereikt. De meest gekende vormen van ioniserende straling zijn alfa-, bèta-, gammastralen en X-stralen. Deze soorten straling worden gekenmerkt door verschillende eigenschappen. Alfadeeltjes zijn zwaar en ioniseren sterk, maar kunnen makkelijk tegengehouden worden met bijvoorbeeld een blad papier. Bètadeeltjes zijn lichter en geven bij botsingen minder energie door en kunnen worden tegengehouden door een aluminiumplaat, dubbel glas of bakstenen muur.

Gammastralen zijn elektromagnetische golven die zeer diep kunnen doordringen in de materie. Ze kunnen enkel tegengehouden worden door enkele centimeters lood. X-stralen zijn zoals gammastralen ook elektromagnetische golven, maar met een kleinere energie.

Radioactiviteit kan op verschillende manieren gemeten worden:

- Becquerel [Bq]
- Gray [Gy]
- Sievert [Sv]

De **Becquerel** meet het aantal atoomkernen dat per seconde radioactief vervalt waarbij 1 Bq gelijk is aan 1 desintegratie per seconde. In de realiteit wordt nog vaak de ouderwetse eenheid 'Curie' gebruikt. Een Curie [Ci] komt overeen met de activiteit van 1 gram ²²⁶Radium: 1 Ci=3,7x10¹⁰ ontbindingen per seconde. Dit is gelijk aan 37 Gbq.

De **Gray** meet de fysische effecten van straling ofwel de geabsorbeerde hoeveelheid ioniserende straling waarbij 1 Gy gelijk is aan de absorptie van 1 joule stralingsenergie per kilogram materie.

De **Sievert** meet de dosis ioniserende straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld. De Sievert is niet direct meetbaar, maar is afhankelijk van de biologische effecten van straling.

Bestraling en besmetting

Blootstelling aan ioniserende straling kan op 2 manieren gebeuren: via bestraling en besmetting. Bij bestraling is er niet noodzakelijk direct contact tussen de persoon en de bron van straling. De persoon bevindt zich slechts in de nabijheid van een radioactieve bron en wordt hierbij blootgesteld aan de straling afkomstig van de bron. Dit is bijvoorbeeld het geval bij medische diagnostiek met behulp van bepaalde scanners of röntgenstralen. Besmetting kan gebeuren op 2 manieren: extern en intern. Bij externe besmetting blijven er radioactieve deeltjes kleven aan de huid of haren. Bij interne besmetting worden radioactieve deeltjes ingeademd, opgenomen via voedsel of opgenomen via een open wonde.

Radioprotectie

Blootstelling aan ioniserende straling kan schadelijk zijn, maar is ook noodzakelijk in bepaalde medische context.

De wetgeving rond radioprotectie is gebaseerd op 3 basisprincipes:

- Het justificatiebeginsel
- Het optimaliseringsprincipe
- Het respecteren van dosislimieten

Het justificatiebeginsel stelt dat blootstelling aan ioniserende stralingen gerechtvaardigd moet worden door de voordelen die ze bieden, rekening houdend met de eventuele nadelen.

Het optimaliseringsprincipe stelt dat de blootstelling aan de straling niet alleen gerechtvaardigd moet worden, maar ook zo laag mogelijk moet gehouden worden. Een andere naam voor het optimaliseringsprincipe is het “ALARA”-principe oftewel “As Low As Reasonably Achievable”.

Tenslotte moeten de dosislimieten gerespecteerd worden. Deze normen worden strikter toegepast voor bepaalde bevolkingsgroepen zoals foetussen, zwangere vrouwen en kinderen, maar over het algemeen gelden de **volgende normen**:

- 1 millisievert per jaar voor gewone burgers, zonder rekening te houden met medisch gerechtvaardigde straling of natuurlijke straling
- 6 millisievert voor leerlingen en studenten die in het kader van hun studies in aanraking komen met radioactieve bronnen
- 20 millisievert per 12 opeenvolgende glijdende maanden voor beroepshalve blootgestelde personen

Beschermingsmaatregelen

- **Afstand** - Neem afstand van de radioactieve bron, de intensiteit van de straling neemt af als je je verder van de bron bevindt
- **Tijd** - Beperk zo veel mogelijk de duur van de blootstelling
- **Afscherming** - Plaats een afschermende schutting tussen de bron en de personen die eraan worden blootgesteld
- **Hygiëne** - Personen die door hun beroep in contact komen met radioactieve straling moeten aangepaste kledij en een dosimeter dragen.

Er zijn verschillende brochures en procedures over radioprotectie voorhanden. Deze brochures zijn ten alle tijden beschikbaar voor het personeel.

Goede zorg laat niemand achter

Nucleaire geneeskunde

Route: 089

050 45 28 10

nucleairegeneeskunde.brugge@azsintjan.be

**AZ
Sint-Jan
Brugge**

**AZ
S.J.**