

# Technische informatie bij bestraling



# Inhoud

Enkele begrippen .....	3
Lineaire versneller .....	3
Fotonenstraling .....	3
Hoe wordt fotonenstraling opgewekt? .....	4
Bundelvorming .....	4
Elektronenstraling .....	6
Eigenschappen fotonenbundel .....	6
Eigenschappen elektronenbundel .....	6
Bestralingstechnieken .....	7
Het instellen van het bestralingsveld op het bestralingsstoestel .....	7
De werking van de bestraling op uw lichaam .....	8
Controle van het te bestralen gebied .....	9
Andere technische informatie .....	9
Wat is achtergrondstraling? .....	9
Wat is de jaarlijkse stralings-dosis van de 'gemiddelde' Nederlander? .....	10
ALARA-principe .....	10
Afscherming buiten de bestralingsruimte .....	10
Vragen .....	11
Contactgegevens .....	11

# Technische informatie bij bestraling

**U wordt behandeld op de afdeling radiotherapie en u heeft hierover informatie ontvangen via de folder van onze afdeling. Mocht u dit niet ontvangen hebben dan kunt u hier alsnog naar vragen bij de radiotherapeutisch laboranten op het bestralingstoestel of bij de receptie van onze afdeling.**

Regelmatig informeren patiënten naar de technische aspecten van het bestralingstoestel en het opwekken van straling. Met deze folder proberen wij u antwoord te geven op de meest gestelde vragen en meer inzicht te geven in het technische gedeelte van uw behandeling. Natuurlijk kan het nog zijn dat er vragen onbeantwoord blijven. Wij zijn altijd bereid uw vragen te beantwoorden.

## Enkele begrippen

### **Lineaire versneller**

Op de afdeling radiotherapie wordt voor het bestralen van patiënten gebruik gemaakt van lineaire versnellers. Een lineaire versneller is een toestel waarin elektronen in een luchtledige buis (versnellerbuis) geschoten en versneld worden. De energie van de elektronen kan oplopen tot in de orde van grootte van enkele miljoenen electronVolt (MeV). De elektronen worden voornamelijk lineair versneld, vandaar de benaming Lineaire Versneller ofwel Lineair Accelerator kortweg Linac. Een lineaire versneller kan twee soorten stralen opwekken: fotonen- en/of elektronenstraling.

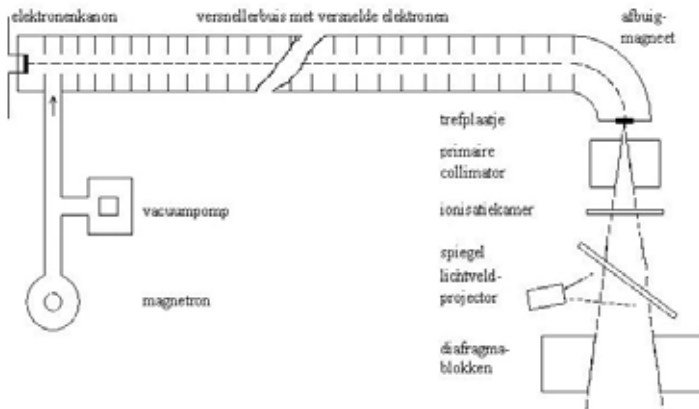
### **Fotonenstraling**

Fotonen zijn een verschijningsvorm van elektromagnetische straling. Er is vastgesteld dat energie door straling in pakketjes, met een vaste grootte, wordt getransporteerd. Een dergelijk pakketje wordt ook wel een foton genoemd.

## Hoe wordt fotonenstraling opgewekt?

Elektronen zijn negatief geladen deeltjes, deze worden versneld in een versnellerbuis. Als patiënten bestraald worden met fotonenstraling dan moeten deze elektronen omgezet worden in fotonen. Dit gebeurt door de elektronen op een trefplaatje van enkele mm dik te laten botsen. Een groot deel van de elektronenenergie die op het trefplaatje terecht komt, wordt omgezet in fotonenstraling (=remstralingstraling) en de rest in warmte. Het trefplaatje wordt watergekoeld, om oververhitting te voorkomen.

## Bundelvorming



*Schema bestralingskop Elekta-versneller*

- De magnetron geeft net als de magnetron thuis, pulsen af met een zeer hoge frequentie. Deze pulsen zorgen voor de juiste frequentie in de versnellerbuis.
- Na het trefplaatje wordt de bundel gevormd door de primaire collimator.
- Filters zorgen ervoor dat de bundel een gelijke intensiteitsverdeling krijgt.
- De ionisatiekamer bewaakt de dosering, de afgegeven dosis wordt weergegeven in moniteereenheden. Als er genoeg dosis is afgegeven slaat het toestel automatisch af.
- Spiegel en lichtveld projector: Met behulp van het lichtveld, dat het bestralingsveld nabootst, wordt het bestralingsveld ingesteld op de huid of op het masker.
- Diafragma blokken: dit zijn vier instelbare blokken die bestaan uit 10 cm dik lood of wolfram waarmee de bundel gevormd wordt. De paarsgewijs geplaatste blokken zijn boven elkaar gemonteerd en kunnen onafhankelijk van elkaar bewegen. Hiermee kunnen alleen rechthoekige velden ingesteld worden van 0,5x0,5 cm tot 40x40 cm.
- Bij onregelmatige velden wordt er gebruik gemaakt van Multi Leaf Collimatoren (MLC). De 'lamellen' die naast elkaar liggen, kunnen onafhankelijk van elkaar gepositioneerd worden.

## **Elektronenstraling**

Een elektron is een elementair deeltje, dat deel uitmaakt van een atoom of zich vrij in de ruimte bevindt.

De versneller biedt ook de mogelijkheid het trefplaatje opzij te schuiven. In plaats van een fotonenbundel ontstaat dan een elektronenbundel. De elektronen doorlopen dezelfde weg als de fotonen, maar maken eerder interactie met lucht waardoor de elektronen sneller verstrooien. Deze verstrooiing wordt tegengegaan door een metalen rek (applicator) dat aan de kop van het toestel hangt met op verschillende niveaus extra bundelbegrenzers die de verstrooide elektronen tegenhouden. Onderin de applicator zit een endframe, een uit lood bestaand plaatje met een opening, dat de veldgrootte bepaald. Het endframe moet zo dicht mogelijk aangesloten worden op de huid van de patiënt. Soms is het nodig dat er een endframe gemaakt wordt dat individueel voor een patiënt bestemd is, omdat het bestralingsveld geen standaardmaat heeft.

## **Eigenschappen fotonenbundel**

Er wordt voor een techniek met fotonenbundels gekozen als het gaat om tumoren die dieper in het lichaam gelegen zijn. Fotonen kunnen namelijk dieper in het lichaam doordringen. Daarbij wordt er gebruik gemaakt van het 'huidsparend effect' van een fotonenbundel: de afgegeven energie in de bovenste laag (= de huid) van het weefsel is lager dan in dieper gelegen lagen. De maximale dosis wordt dus dieper in het lichaam afgegeven.

## **Eigenschappen elektronenbundel**

Bestraling met elektronen wordt vooral toegepast als het te bestralen gebied in de huid of direct daaronder is gelegen (tot ongeveer 4 à 5 centimeter).

Elektronen geven hun energie eerder af aan het omgevende weefsel dan fotonen. Elektronenstraling dringt in vergelijking met fotonenstraling minder diep door. Bij een oppervlakkig bestralingsgebied (bij oppervlakkig gelegen tumoren) is een bolus nodig om de dosis in de huid zo optimaal mogelijk te krijgen.

# Bestralingstechnieken

## **IMRT (Intensity Modulated RadioTherapy)**

Bij de IMRT techniek wordt één bestralingsbundel opgedeeld in meerdere kleine bundels (segmenten). Deze worden vanuit verschillende richtingen op de tumor gericht. De intensiteit van deze kleinere bundels wordt gevarieerd. Door de precisie van deze behandeling krijgt de tumor een hoge stralingsdosis en het gezonde omliggende weefsel wordt zoveel mogelijk gespaard.

## **VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy)**

VMAT is een IMRT rotatie techniek, waarbij het bestralingstoestel tijdens de bestraling om de patiënt heen draait. De bestralingstijd wordt hierdoor verkort.

## **Het instellen van het bestralingsveld op het bestralingstoestel**

- Met behulp van lasers die uit de wanden en het plafond van de bestralingsruimte komen en geprojecteerd worden als rode lijnen, wordt de patiënt in de juiste houding voor de bestraling gepositioneerd.
- Met behulp van het lichtveld, dat het bestralingsveld nabootst, wordt het bestralingsveld ingesteld op de huid of op het masker (bij bestralingen in het hoofd-halsgebied) van de patiënt.
- Bij het bestralen met elektronen is het van belang dat het rekje (applicator met endframe) zo dicht mogelijk wordt aangesloten op de huid van de patiënt.
- Als het toestel straalt, hoort de patiënt een zoemend geluid. Regelmatig proberen de patiënten het aantal seconden dat dit piepend (zoemend) geluid duurt te tellen. Per toestel en zelfs per dag kan dit verschillend te zijn. Dit heeft onder andere te maken met de afregeling van het toestel, de temperatuur en luchtdruk. De afgegeven dosis wordt door middel van een ionisatiekamer in de versneller gecontroleerd. Bij volledige afgifte van de dosis slaat het toestel af. Zodra de bestraling is beëindigd, is er geen straling meer in de ruimte aanwezig. Als er in de bestralingsbundel een wig (zie schema bestralingskop) gebruikt wordt, dan merkt de patiënt

dat de bestraling onderbroken wordt. De wig zit gedurende een bepaalde tijd in het bestralingsveld en wordt automatisch uit de bestralingsbundel gehaald.

- Bij sommige bestralingsplannen wordt gebruik gemaakt van een bolus. Een bolus is een opbouw materiaal gemaakt van was of gietrubber dat direct op de huid/masker wordt aangebracht en ervoor zorgt dat de dosis op de huid verhoogd wordt. De afgegeven energie van de straling is in de bovenste laag (= de huid) van het weefsel lager dan in dieper gelegen lagen. Bij een oppervlakkig bestralingsgebied (bij oppervlakkig gelegen tumoren) is een bolus nodig om de dosis in de huid zo optimaal mogelijk te krijgen.

## **De werking van de bestraling op uw lichaam**

Organen en weefsels zijn opgebouwd uit cellen. Op het moment dat er kanker bij u vastgesteld wordt, betekent dit dat er in een bepaalde cel in uw lichaam een verandering heeft plaatsgevonden. Deze veranderde cel heeft ook de mogelijkheid tot deling net zoals alle cellen in het menselijke lichaam. Doordat deze slechte cellen zich delen ontstaat er een massa slechte cellen: een gezwel.

Een gezwel kan goedaardig of kwaadaardig (kanker) zijn. Een goedaardig gezwel heeft als eigenschap zich te delen binnen eenzelfde celstructuur (een bepaald orgaan/weefsel) en duwt als het ware andere weefsels aan de kant.

Een kwaadaardig gezwel kan infiltreren en doorgroeien in andere omliggende weefsels. De straling werkt op de celdeling, waardoor cellen zich niet meer kunnen vermenigvuldigen en hierdoor afsterven. Een gezwel vermindert daardoor in omvang of kan uiteindelijk verdwijnen. Gezonde cellen herstellen makkelijker dan kankercellen. Doordat de bestraling in kleine porties wordt gegeven, kunnen de gezonde cellen zich iedere keer voor het grootste deel herstellen, terwijl kankercellen dit minder goed kunnen en geleidelijk afsterven. De dosis die we geven en het aantal bestralingen zijn afhankelijk van het type cel en type aandoening. Elk orgaan heeft een andere tolerantiewaarde. Deze waarden heeft men uit jarenlange studies en ervaring verworven waardoor we u een optimale dosis kunnen geven voor uw aandoening.



Om bepaalde gebieden in het bestralingsveld niet mee te bestralen wordt er gebruik gemaakt van Multi Leaf Collimatoren (MLC, zie schema bestralingskop). Als afdekkingen met MLC technisch niet mogelijk is, worden er blokken gegoten (een legering) van lood en andere metalen die individuele afdekkingen in het bestralingsveld realiseren. Deze blokken staan op een perspex plaat en worden in een rekje geschoven dat aan de kop van het bestralingstoestel komt te hangen. Voor elk bestralingsveld worden in dat geval aparte loodblokken gegoten.

De bestralingsbundel kan dus gevormd worden tot het gewenste formaat. In geval van fotonenbestraling vindt de afblokking soms zeer dynamisch plaats doordat de multileafs in de collimatoren van het bestralingstoestel tijdens de bestraling bewegen.

## **Controle van het te bestralen gebied**

De controle van het bestralingsveld vindt plaats met een I-view opname, of een cone-beam CT- scan.

Met een I-view ( Image view) wordt een digitale opname van het bestralingsveld gemaakt en wordt de houding van de patiënt gecontroleerd. Met een cone-beam CT- scan wordt op het bestralingstoestel een CT- scan gemaakt. Deze beelden van de cone-beam CT-scan vergelijken we met de beelden van de planning CT-scan.

## **Andere technische informatie**

### **Wat is achtergrondstraling?**

Hoewel we het ons niet altijd realiseren, is overal op aarde straling aanwezig. Vanuit de ruimte worden we voortdurend gebombardeerd door kosmische deeltjes. Ook de aardkorst bevat van nature radioactieve stoffen en zendt voortdurend straling uit. Verder krijgen we via ons voedsel stoffen binnen die straling uitzenden (voornamelijk kalium-40). Er komt ook straling vrij uit onze huizen als gevolg van radioactieve stoffen in bouwmaterialen. Zo kan in goed geïsoleerde huizen de concentratie radioactief radongas binnenshuis flink toenemen. Deze straling die altijd aanwezig is, noemen we achtergrondstraling. De natuurlijke achtergrondstraling verschilt van

plaats tot plaats. In sommige landen zorgen meer radioactieve stoffen in de aardkorst ervoor dat de jaarlijkse stralingsdosis hoger is dan in Nederland. Op grotere hoogte is de dosis eveneens hoger. Daarom leveren vliegen en wintersport een kleine extra stralingsbelasting op.

### **Wat is de jaarlijkse stralings-dosis van de 'gemiddelde' Nederlander?**

Natuurlijke stralingsbronnen veroorzaken in Nederland gemiddeld ongeveer twee millisievert per jaar (een sievert is een maat voor de hoeveelheid ioniserende straling). Deze stralingsbelasting is een van de laagste ter wereld. In de ons omringende landen is de natuurlijke stralingsbelasting over het algemeen hoger. In bepaalde gebieden in Brazilië en India ligt de dosis zelfs een stuk hoger: tot wel 20 of zelfs 100 millisievert per jaar. De blootstelling aan kunstmatige stralingsbronnen komt bijna geheel voor rekening van medische toepassingen. Gemiddeld gaat het daarbij om 0,7 millisievert per jaar, voornamelijk als gevolg van de röntgenonderzoek. De totale gemiddelde stralingsdosis (natuurlijk en kunstmatig) komt daarmee op ongeveer 2 tot 2,5 millisievert per jaar.

### **ALARA-principe**

Binnen de stralingshygiëne kent men het zogenaamde ALARA-principe: As Low As Reasonably Achievable. Dit wil zeggen dat er voor gezorgd moet worden dat de dosis die iemand ontvangt "zo laag als redelijkerwijs haalbaar" is. Gedurende de bestraling ontstaat in de bestralingsruimte een verhoogd stralingsniveau. Daarom blijven er geen begeleiders bij een patiënt tijdens de bestraling, en lopen de begeleiders met de laboranten de ruimte mee uit.

## **Afscherming buiten de bestralingsruimte**

Om te voorkomen dat er te veel straling in de bedieningsruimte of in de wachtruimte terecht komt, zijn de wanden opgebouwd uit bijna 1,5 meter dik beton.

## **Kwaliteitscontrole**

Periodiek wordt de versneller zowel mechanisch als stralingstechnisch gecontroleerd door middel van vaststaande controles.

Een deel van de controles bestaat uit het bepalen van de hoeveelheid straling buiten het bestraalde gebied om zo voor personeel en patiënten de stralingsveiligheid te kunnen waarborgen. Daarnaast worden de afzonderlijke eigenschappen van de verschillende energieën nauwkeurig gecontroleerd en indien nodig bijgesteld. Wekelijks wordt de werking van de mechanische beveiligingen gecontroleerd.

## **Vragen**

Heeft u nog vragen? Neem dan contact op met afdeling Radiotherapie.

## **Contactgegevens**

Catharina Ziekenhuis

040 - 239 91 11

[www.catharinaziekenhuis.nl](http://www.catharinaziekenhuis.nl)

Afdeling Radiotherapie

040 - 239 64 00

Routenummer(s) en overige informatie over de afdeling Radiotherapie vindt u op [www.catharinaziekenhuis.nl/radiotherapie](http://www.catharinaziekenhuis.nl/radiotherapie)



Altijd als eerste op de hoogte?

Meld u dan aan voor onze nieuwsbrief:

**[www.catharinaziekenhuis.nl/nieuwsbrief](http://www.catharinaziekenhuis.nl/nieuwsbrief)**

Michelangelolaan 2 – 5623 EJ Eindhoven  
Postbus 1350 – 5602 ZA Eindhoven