

DIE 2,350 CURIE KOBALT-60 TERAPIE-EENHEID AAN DIE KARL BREMER-HOSPITAAL

E. J. VAN DER MERWE, M.Sc., *Departement Radioterapie, Karl Bremer-hospitaal, Bellville, KP*

'n Theratron B, kobalt-60 rotasie terapie-eenheid is in November 1962 aan die Karl Bremer-hospitaal geïnstalleer en was in Maart 1963 gereed om op pasiënte gebruik te word.

Basies bestaan die eenheid uit vier dele. Die elektriese motors, rotasie- en ossillasie-ratsisteme en elektroniese komponente word in 'n sterk metaaldop gehuisves wat baie maklik afgehaal kan word, en vorm die agterste gedeelte van die eenheid.

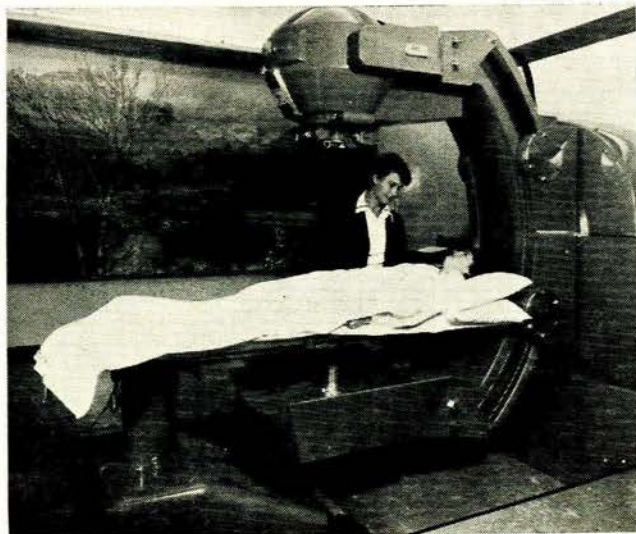
Die halfsirkelvormige arm met die bronhouer en die teengewig aan die onderskeie ente, is deur middel van die rotasierat aan die agterste gedeelte van die eenheid vas. Die arm kan in beide rigtings deur 360° roteer en aan beide kante van die vertikale middellyn van die eenheid 21° ossilleer. Die konstruksie van die arm is sodanig dat die bron gedurende rotasie altyd 75 cm. vanaf die rotasiepunt (BRP) is.

Die bronhouer, aan die een ent van die arm, bestaan uit 'n dik metaaldop wat met lood en wolfram gevul is. Die bronlaai met die bron wat in die middel daarvan geleë is, pas styf in 'n vierkantige opening wat dwarsdeur die bronhouer loop. Met die bronlaai in posisie is die bron onmiddellik bo-op 'n trapvormige gleuf wat die beweegbare en vaste sluiters huisves, geleë.

Afgesien van die feit dat die teengewig die balans van die arm verseker, absorbeer dit ook heelwat van die uit-tredende bundel met die gevolg dat die muurdiktes aansienlik verminder kan word.

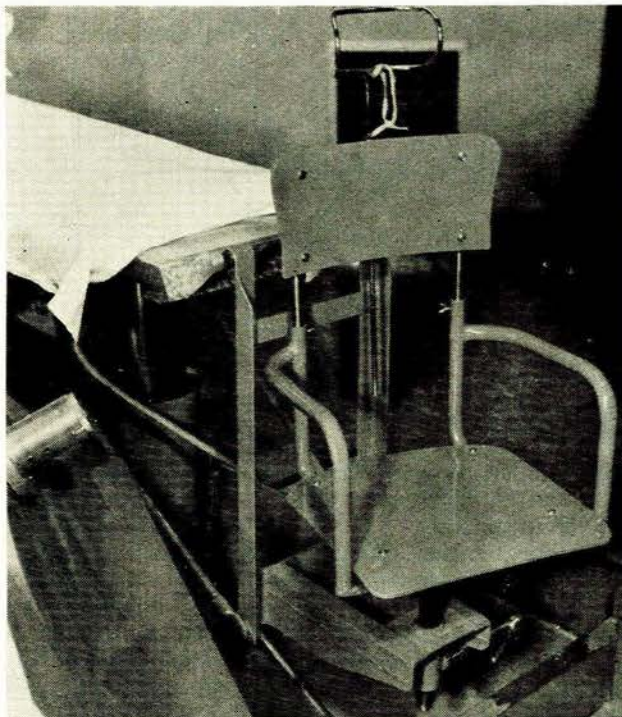
Die behandelingsbank, aan die voorkant van die eenheid, kan op en af beweeg oor 'n afstand van 42 cm., terwyl dit ook 50 cm. sywaarts kan beweeg, 100 cm. in die lengte van die bank, en 180° in beide rigtings kan draai.

Die eenheid soos hierbo beskrywe rus op 2 dik staalbalke wat in die vloer vas gekonkreet is om te verseker dat die eenheid altyd waterpas staan.



Afb. 1. Die Theratron B met die 2-cm. deursnit bron van 'n inisiële kapasiteit van 2,350 curies.

Die kontrole-paneel is kompak gebou en bevat die tydmeeganisme, die hoekaanduiders van die rotasie- en ossillasie-bewegings met kontrole-knoppe wat die spoed van die rotasie-beweging en die beweging van die behan-



Afb. 2. 'n Behandelingstoel, gemaak in die werkwinkel van die Fisika-afdeling, beskikbaar oor al die moontlike bewegings van die bank en kan op sigself 360° roteer en 9 duim op en af beweeg.

delingsbank beheer, en die sluitersisteme. Die handkontrole beheer die ossillasie- en rotasie-bewegings uitsluitlik en is baie handig by die opstelling van pasiënte. Die sluiters kan nie funksioneer as die handkontrole nie op sy regte posisie teruggeplaas is nie.

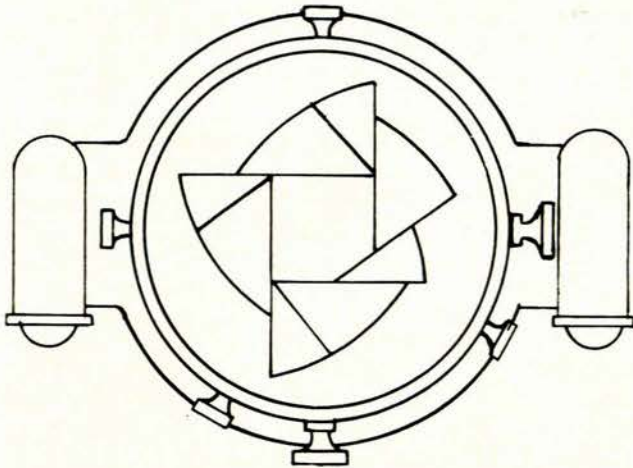
Die Sluitersisteme en Diafragma

Die sluitersisteme bestaan uit 'n beweegbare en 'n vaste wolframstaaf wat onmiddellik onder die bronlaai geleë is. Die beweegbare sluitersstaaf beweeg met behulp van saamgepersde lug, 63 lb. per vk. duim, teen die veerkrag van 'n stywe veer voor die bron verby. As die betrokke behandelingsperiode verstreke is, druk die veer die sluiters toe. As daar miskien 'n fout in die lugsisteme ontstaan, kan die vaste sluitersstaaf oor die bronopening met 'n staaf gestoot word.

Net onder die sluitersisteme is die bundelverteenvoerdigende ligsisteme geleë. Dit verskaf 'n ligbundel wat ooreenstem in area met die stralingsbundel en is voorsien van 'n stel kruisdrade waarvan die skaduwee die 2 asse van die betrokke veldgrootte aandui. In die teengewig is 'n soortgelyke ligsisteme, en die skadubeelde van die 2 kruisdrade

moet opmekaar val as die bronhouer en die arm op die nulposisies is.

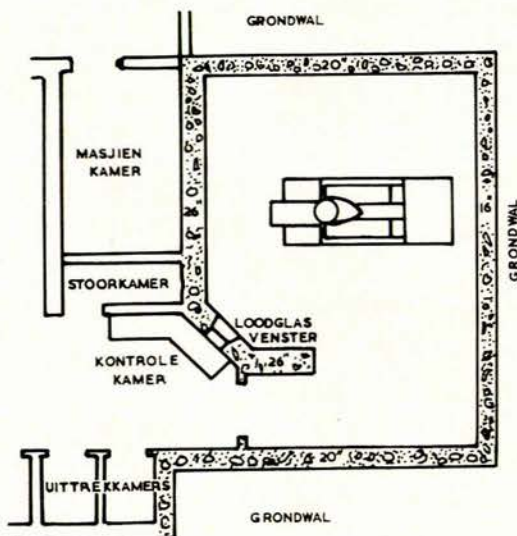
Die diafragma met die agt wolframblokke elk 2 duim dik, is aan die voorkant van die bronhouer geleë reg



Afb. 3. Die agtkantige diafragma kan gestel word om enige veldgrootte van 2×2 tot 17×17 vk.cm. te gee by 75 cm. BVA.

onder die bronopening en die sluiters. Die diafragma se vorm kan na willekeur verander word met behulp van 6 verstelknoppe. Twee van die verstelknoppe beheer die veldgrootte deurdat 2 teenoorgestelde blokke as 'n paar beweeg. Enige veldgrootte van 2×2 tot 17×17 vk.cm. by 75 cm. bron vel afstand (BVA) kan verkry word. Die veldgrootte word gedefinieer as die gebied tussen die 50% isodosislyne 0.5 cm. onder die oppervlakte. Twee skale aan weerskante van die diafragmahouer dui die veldgroottes aan by 75 cm. BVA. Die orige vier blokke kan elkeen afsonderlik van die hoeke in of uit beweeg om die veldgroottes enige vorm te kan laat aanneem.

Voorsiening is aan die voorkant van die diafragma gemaak om satelliet-diafragmas, wigfilters, die pen en boog, ens., sonder veel moeite aan te heg.



Afb. 4. Die plan van die behandelingskamer.

Die Bron

Die 2-cm. deursnit bron, verskaf deur die Atomic Energy of Canada Limited, het 'n inisiële kapasiteit van 2,350 curies op 12 September 1962 gehad met 'n lugdosistempo van 50-1 röntgens per minuut op 'n afstand van 1 meter.

Beskerming

Die 20 vt. vierkant by 12 vt. hoë behandelingskamer is gedeeltelik ondergronds met die agterste muur van 16 duim konkreet, die 2 symure van 20 duim konkreet en die voorste muur, wat ook grens aan die kontrole kamer en die masjienkamer, is van 26 duim konkreet gemaak met 'n digtheid van 146 lb. per kub.vt.

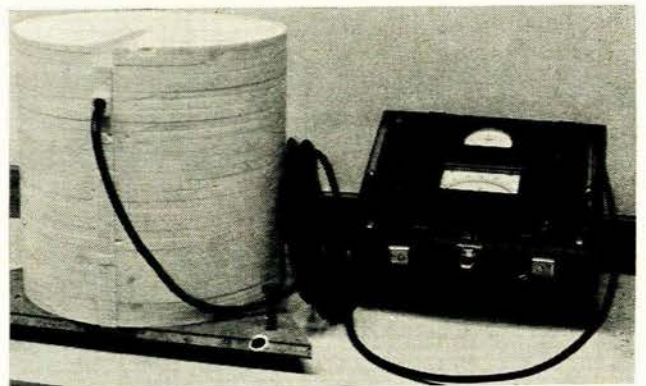
Die dak van die behandelingskamer bestaan uit 'n laag van 10-duim konkreet, 'n laag van spesiale baksteen vir temperatuur-isolasie en dan nog 'n 2-duim laag los konkreetblokke. Bo-op die dak, regbo die eenheid, is 'n staalkoepel met glas vensters aan die sykante om soveel moontlik natuurlike lig deur te laat en is as 'n geheel verwyderbaar. Die verskillende dele van die eenheid is deur die koepelopening neergelaat met die installering daarvan. Omdat die dak slegs 4 vt. bokant die grondoppervlakte is, is die hele dakoppervlakte met 'n 6 vt. hoë fabrieksdraad toegekamp.

Die observasievenster is skuins voor die eenheid geleë en is saamgestel uit 'n dubbele loodglas venster met 'n totale dikte van 23 cm. en 'n loodekwivalente van 10 cm. Die digtheid van die binneste venster met 'n dikte van 5 duim en wat gestabiliseer is teen kleurveranderinge is 4 gram per c.c., terwyl die buitenste venster met 'n dikte van 6 duim en wat nie gestabiliseer is nie 'n digtheid van 6 gram per c.c. het. Die 2 loodglas vensters is in 'n staalraamwerk met gewone ruitglas op die deursigtige oppervlakte vir beskerming, geplaas. Die raamwerk met die blokke pas in die muuropening wat skuins aan die binnekant na al vier kante afloop om 'n groter gesigsveld te bekom. Tussen die raamwerk en die muur is loodsnysels ingepers en as gevolg van die skuins vensteropening aan die binnekant van die kamer is 'n 1-duim dik loodplaat aan die buitekant om die venster geplaas en word in posisie gehou deur 'n kwartduim staalplaat.

Die deur wat op 'n hidroliese beginsel oop en toe maak, het 'n 4-mm. dik loodplaat oor die hele oppervlakte. Die sluiters sal ook nie werk as die deur nie behoorlik toe is nie. 'n Rooi lig bokant die deur brand as die sluiters oop is.

Die dosistempo op die bronhouer met die sluiters toe, aan die voorkant regoor die bronlaai, is 6 mr/uur; aan die agterkant van die bronhouer regoor die bronlaai, 17 mr/uur; en op die sykante is die maksimum dosistempo 7 mr/uur.

Met die sluiters oop, die bronhouer so ver moontlik geswaai in die rigting van die observasievenster en 'n maksimum veldgrootte, is die dosistempo aan die buitekant van die venster



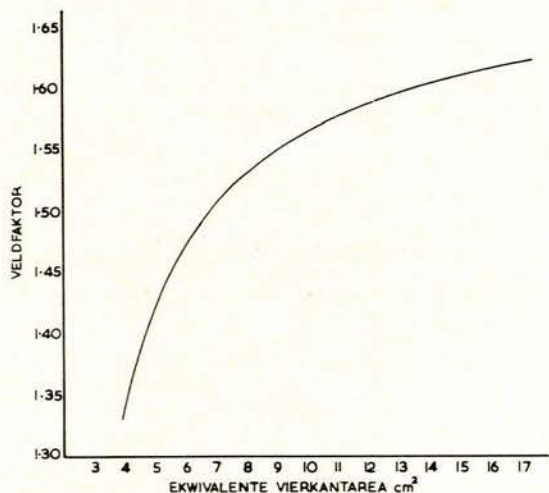
Afb. 5. Die Mix-D fantoom waarmee al die metings gedoen is. Mix-D is 'n samestelling van paraffienwas, poliëteleen, magnesiumoksied en titaniumoksied en verteenwoordig sagte weefsel sover dit absorpsie en elektron-digtheid betref.

0.6 mr/uur. Met dieselfde bogenoemde kondisies en die bundel na die deur gerig, is die dosistempo aan die buitekant van die deur 0.3 mr/uur. Bo-op die koepel is die maksimum dosistempo met 'n 360° rotasie en 'n maksimum veldgrootte, 350 mr/uur; terwyl dit aan die buitekant van die heining 0.5 mr/uur is. In die masjienkamer onder maksimum kondisies is die dosistempo 0.2 mr/uur en aan die buitekant van die suidewand ook 0.2 mr/uur.

Die metings is gedoen met 'n Ecko stralingsmonitor.

Veldfaktor

Die veldfaktor vir gewone velde is die verhouding tussen die dosistempo van 'n betrokke veldgrootte in 'n Mix-D fantoom¹ met die ionisasiekamer 0.5 cm. diep op 60 cm.



Afb. 6. Die verhouding tussen die veldfaktor en die area cm^2 vir gewone veldgroottes.

BVA en die dosistempo van 'n 14×14 vk.cm. veld in lug op 75 cm. afstand.

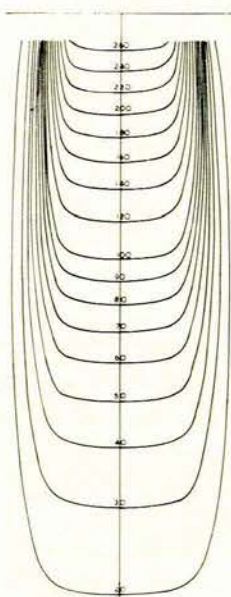
Die veldfaktor vir alle vierkant velde van 4×4 vk.cm. tot 17×17 vk.cm. (75 cm. BVA) is gemeet en grafies voorgestel (Afb. 6). Enige ander veldgrootte kan met behulp van die ekwivalente vierkant area-beginsel² afgelees word.

Die waardes van die dosistempo's op bogenoemde manier verkry, is vergelyk met waardes verkry as die lugdosistempo by 60 cm. BVA vermenigvuldig word met die betrokke terugverstrooiingsfaktor. Die verskillende waardes het in die meeste gevalle met minder as 1% van mekaar verskil.

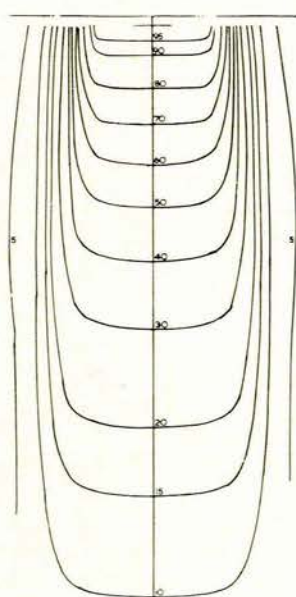
Die apparaat wat gebruik word om die metings te neem is 'n Baldwin Farmer Substandaard dosimeter wat deur die Nasionale Fisiese Laboratoriums in Engeland vir alle energieë, insluitend kobalt-60 γ -straling, gekalibreer is en die Mix-D fantoom. Die korreksie-faktor vir kobalt-60 γ -straling is in dié geval 1.07 by 22°C en 760 mm. kwikdruk.

Soos blyk uit Afb. 5 is die fantoom silindries met 'n deursnit van 30 cm. en 'n hoogte van 35 cm. 'n Akkurate gleuf van die kant na die middel en van bo na onder is in die fantoom gemaak en 1-cm. dik Mix-D blokkies pas styf in die gleuf. Die ionisasiekamer pas in 'n spesiale gemaakte blokkie waarvan die wanddikte gelyk is aan die elektron-opbouingsdikte vir Mix-D. Die kamer kan dus op enige hoogte gestel word en met behulp van 3 verstelkroewe kan die oppervlakte van die fantoom gestel word sodat die stralingsbundel dit altyd loodreg tref.

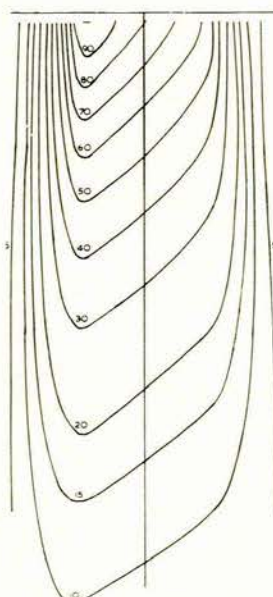
Die Atomic Energy of Canada Ltd. het 'n volledige stel isodosiskurwes verskaf waarvan 'n voorbeeld in Afb. 7 gegee word. Aangesien die 100% posisie 15-cm. diep geleë



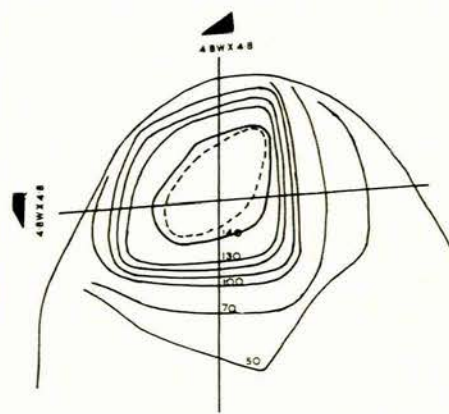
Afb. 7



Afb. 8



Afb. 9

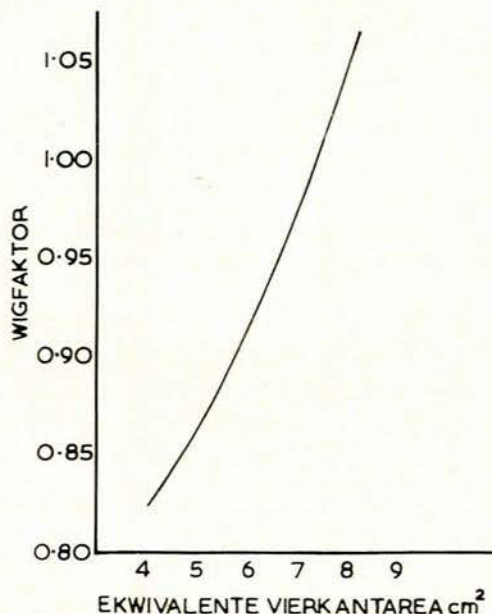


Afb. 10

Afb. 7. 'n Voorbeeld van 'n isodosiskurwe, 10×10 vk.cm. by 75 cm. BRP uitgemaat in 'n waterfantoom soos verskaf deur die Atomic Energy of Canada Ltd. Afb. 8. 'n Voorbeeld van 'n 8×8 vk.cm. isodosiskurwe by 60 cm. BVA soos uitgemaat in die Mix-D fantoom. Die kurwe in Afb. 7 is ook 'n 8×8 vk.cm. by 60 cm. BVA, want die 100% lê 15 cm. diep. Afb. 9. 'n Voorbeeld van 'n $8W \times 8$ isodosiskurwe 60 cm. BVA. Afb. 10. 'n Volledige distribusie van twee $4.8W \times 4.8$ wigvelde soos gebruik om 'n kwaadaardige gewas op die vloer van die mond te behandel. 'n Kontouer korreksie is in dié geval aangebring.

is, is al die kurwes verwerk om die 100% 0.5-cm. diep te kry. 'n Reeks kurwes is met die Baldwin Farmer en die Mix-D fantoom uitgemaat waarvan in Afb. 8 'n voorbeeld gegee word.

Die persentasie diepte dosiswaardes wat in die fantoom uitgemaat is, is vergelyk met gepubliseerde waardes³ en 'n baie goeie ooreenkoms is verkry.



Afb. 11. Die verhouding tussen die wigfaktor en die area vk.cm. vir wigvelde.

Wigfaktor

'n Loodwigfilter is gemaak volgens die formule van Van de Geijn,⁴ en verskillende isodosiskurwes is uitgemaat waarvan 'n voorbeeld in Afb. 9 gegee word.

Die verhouding tussen die dosistempo van enige wigveld in 'n fantoom op 'n diepte van 0.5 cm. by die punt van maksimum absorpsie en die dosistempo in lug van 'n 14 × 14 vk.cm. veld by 75 cm. is die wigfaktor (Afb. 11).

OPSOMMING

Die samestelling en werking van die Theratron B eenheid is beskrywe en die dosistempo-waardes binne en buite die behandelingskamer is gemeet. Die bepaling van die veldfaktor en die wigfaktor in 'n Mix-D fantoom is beskrywe, terwyl voorbeelde van isodosiskurwes van gewone en wigvelde, soos uitgemaat in die Mix-D fantoom met 'n Baldwin Farmer Substandaard dosismeter, aangetoon word.

SUMMARY

The construction and function of the Theratron B unit is described and the dose rate inside and outside the treatment room are given. The determination of the field factor and the wedge factor in a Mix-D phantom is described, and examples of the isodose curves of ordinary and wedge fields, as measured in the Mix-D phantom with a Baldwin Farmer substandard dose-meter, are given.

Dank is aan dr. R. L. M. Kotze verskuldig vir toestemming verleen om te publiseer, aan mnr. J. C. de Groot vir sy tegniese hulp, en aan die kliniese fotograaf.

VERWYSINGS

1. Jones, D. E. A. en Rain, H. C. (1949): Brit. J. Radiol., **22**, 549.
2. Day, M. J. (1961): *Ibid.*, bylaag nr. 10, p. 80.
3. Kemp, L. A. W. (1961): *Ibid.*, bylaag nr. 10, p. 55.
4. Van de Geijn, J. (1962): *Ibid.*, **35**, 710.
5. Kemp, L. A. W. en Burns, J. E. (1958): Acta radiol. (Stockh.), **49**, 471.
6. Hultberg, S. *et al.* (1962): *Ibid.*, **58**, 1.