The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	中性子捕捉療法の臨床経験 : H.T.R.(Hitachi Training Reactor)による患者被曝線量について
Author(s)	渡辺, 哲敏
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 30(3), p. 302-305
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20308
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

中性子捕捉療法の臨床経験

H.T.R. (Hitachi Training Reactor) による患者被曝線量について

東京大学医科学研究所附属病院放射線科
渡　辺　哲　敏

（昭和45年1月13日受付）

A Clinical Experience of the Neutron Capture Therapy
Part 1: Gamma ray Contamination of the H.T.R. (Hitachi Training Reactor)

by

Noritoshi Watanabe, M.D.
Lecturer and Director of Radiotherapy Research Unit, The Institute of Medical Science, University of Tokyo

The most urgent problem to be solved in the Neutron Capture Therapy is to reduce the dose of the gamma-ray contamination to the patient at the time of this therapy. H.T.R. (Hitachi Training Reactor) was used as a neutron source of our case having the thermal neutron flux of 10^8 n/cm^2/sec. The gamma-ray dose was measured by the use of ionizing chamber (Nuclear Chicago Model 2536), G.M. survey meter and specially own made graphite chamber. Several kinds of lead-plate shielding effect were examined in our case before the practical exposure of thermal neutrons.

As the results of our study, the estimated value of the gamma-ray doses were as follows:—

35–36 rads/hr to the top of the skull,
21–22 rads/hr to the neck region,
4.0 rads/hr to the abdominal region,
0.5 rads/hr to the knee joint.

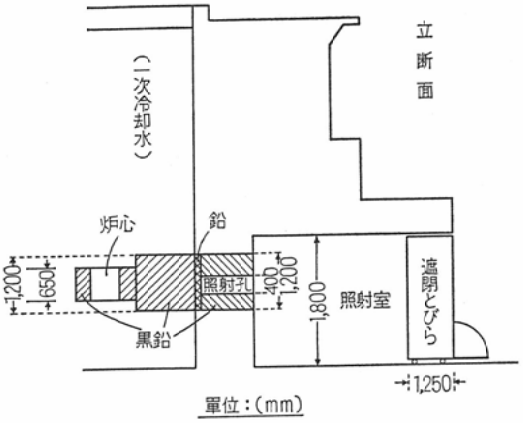
Another source of gamma-ray contamination come from thermal neutron itself was detected by the gold-fioil activation analysis and the result was as follow:—

12.5 mrads/hr to the neck region
3.0 mrads/hr to the abdominal region.

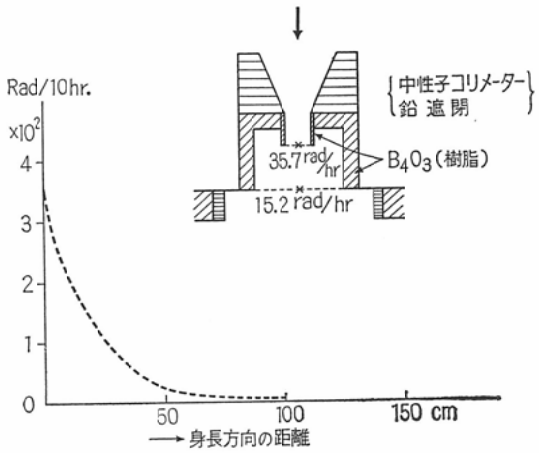
The exposure duration to the patient was 10 hours in our case because of rather lower order of thermal neutron, 10^8 n/cm^2/sec, however, total gamma-ray doses within 10 hours are considered to be out of question for carring this therapy.

I. 緒　言

脳腫瘍（とくに Glioblastoma multiforme）に対する硼素中性子捕捉療法（Neutron Capture Therapy）の実施に当つてまず問題となるものの一つに，本療法実施時の患者被曝線量の問題がある．昭和43年8月20日の本邦第一例の実施に先立つて，原子炉（この場合の使用予定炉：H.T.R.）の医用使用（Medical Use）の申請に際して，科



第1図　H.T.R. サーマルコラム立断面



第2図

学技術庁の安全審査委員会（工学・理学・医学の各専門委員より構成）の関心の重点も当然この患者被曝線量に集中された．われわれの研究班は 10^8n/cm²/sec. の Thermal neutron flux をもつ H.T.R.について，各種は条件下について被曝線量の測定を行ない，本療法の臨床実施にふみきつたものであるが，ここに H.T.R. での被曝線量について一応の結論を得たので報告するものである．

本研究班は東大脳神経外科，放射線科，東京原子力，日立造船中研，塩野義製薬中研より構成されたものである．

II. H.T.R. (Hitachi Training Reactor)

1．照射孔（第1図）

Thermal neutron flux として少なくも，10^8 n/cm²/sec 以上の出力を期待するために，H.T.R. の Thermal column の黒鉛ブロックの可動部分を（400× 400× 810mm）だけ引き抜き Thermal neutron flux の増大をはかつた．脳腫瘍（患部）以外への Thermal neutron の照射をさけるために，アクリール樹脂板の間に Thermal neutron をよく吸収する硼素の化合物として B_2O_3 の粉末を封入し，その中央部に12—15cmの円型孔（患部照射用）をもつ所の中性子コリメーターを試作して使用した．

2．Core γ 線の鉛遮閉について（第2図）

γ線を少なくするために色々な組合せの鉛遮閉を試み，γ線を実測した．

測定器は1）電離箱式サーベーメーター（Nuclear chicago: Model 2536）2）G.M. 管式サーベーメーター（SM- 102）および3）Graphite chamber(日立造船中研，東京原子力の共同製作）で内容積50cc，炭酸ガス，フロー型，で測定に先立つて電気試験所の ^{60}Co 標準線源で較正を行なつたものである．

測定は，炉出力10～ 100Wの低出力時に照射方向20cm，上下左右10cmの間隔でγ線々量率をGM管式サーベーメーターで測定し，その中の一点について 100KW時に Graphite chamber で測定し，その値で較正を行なつて炉出力 100KW時の Thermal column 内のγ線々量率の分布を推定した．その結果を第2図に示す．

III. Thermal neutrons による被曝について

このものの測定は，厚さ0.28mmの金箔を約20 mgr の重量に切り，これを各測定点におき照射後 β，γ，同時計数装置でこの中の一点を絶対測定し，残りの各点については較正した試料との比較から求めた．

IV. 患者被曝線量の実測

照射に先立つて患者の体の各部に Cd-被覆ガラス線量計，および金箔を貼付し，照射終了後にとりはずしてγ線量，中性子束密度を測定した．

その結果をとりまとめて，第1表に示す．γ線々量は，頭頂部で 350～ 360rads/10hrs，頸部で

表1　患者被曝線量

		γ線（10 hrs）	中性子束
首（頚）部		215 rads	3.26×10^{5}n/cm^2. sec 125 m rads
腹　部		14.7	10^{4}n/cm^2. sec 3 m rads
太腿部	右	4.9	10^{4}n/cm^2. sec 以下
	左	5.0	
足　首	右	2.2	
	左	1.9	

*　H.T.R.　20/Angust.

215rads/10hrs, 腹部で15rads/10hrs, 膝蓋部で5 rads/10hrs であり Thermal neutrons によるものは頭頂部：0.125rads/10hrs, 頚部：0.03rads/10 hrs で上記の被曝量は，臨床上本治療の遂行に当つて，とくに障害となる程度のものではないと考えられる．

V. 考　　案

従来の報告[1]にみられる M.I.T., B.N.L.の10^{10} n/cm^2/sec の Thermal neutron flux の原子炉を利用した場合の Core γ線は頭頂部で10rads/min. と報告されている．照射時間は flux が大きいので大体40～60分でよいので，頭頂部でのγ線量は 400～ 600rads/40～60min. となり，この値は Hitachi Training Reactor (H.T.R.) での頭頂部でのγ線々量 350～ 360rads/10hrs と比較して，この値を上まわる程度のものである．又 H.T.R. での照射に際しては患者の体位（体軸）を照射線束に対して左側に約15° 偏位させ，人体への無用の被曝を避けるように配意した．実際の照射終了後の患者の血液状態につき定期的に行なわれた検査結果からみて特に問題となる程度の放射線被曝を想定させるような血液像の変動は見られなかつた．又同時に患者照射中，および照射直後の，尿，血液中の Activated Cl, Na, についても測定したが，それらの人体許容量に遙かにおよばぬ程度のものでしかなかつた．

以上の実測結果からみて，10^{8}n/cm^2/sec. の Thermal neutron flux をもつ H.T.R. での10時間照射法では患者の被曝線量の点からみると，照射は臨床上充分に実施出来ることが判明した．

VI. H.T.R. での今後の問題

H.T.R. での10^{8}n/m^2/secc という Thermal neutron flux は Neutron Captme Therapy のためには余りにも flux が低すぎるので，今後再び H.T.R. を使用する場合には，少なくも，10^{8}n/cm^2/secは2～3×10^{8}n/cm^2/sec 程度にまでもつて行き度たい．このためには，患者の頭頂部を炉心方向に約5～10㎝近づける工夫が必要となる．この場合，患者へのγ線々量の増加が再度問題となるが，これは，第2図に示した実測結果からみて患者の胸部，腹部へのγ線被曝量の増加は，ほとんど問題とする程度のものでないことが，第2図から容易に推定できる．又一方において，Thermal neutron flux の増加により，照射時間を或る程度短縮出来るのでこの点からみても H.T.R. での10^{8}n/cm^2/sec の Thermal neut on flux の rder を2～3×10^{8}n/cm^2/sec に増加させることがγ線の被曝という点から問題とはならないものであると考えられる．

Thermal neutron flux と exposure time の組合せの上から Neutron Capture Therapy により腫瘍の治癒を期待出来る "Tumour-Size" との関係については別の機会に論ずる．

VII. 結　　語

10^{8}n/cm^2/sec の Thermal neutron flux をもつ H.T.R. を使用しての Neutron Capture Therapy の実施にさいして，10時間照射を行なつても，γ線の患者被曝量は，頭頂部：350～ 360rads/10 hrs, 頚部：215rads/10hrs, 腹部：15rads/10hrs, 膝蓋部：5 rads/10hrsであり，又 The mal neutrons に由来するものは非常に少なく（頭頂部：0.125 ads）実用的な意味でこの程度の被曝では，H.T.R. 使用は可能である．又 Thermal neutron flux の増大を目的として炉心方向に5～10㎝患者を近づけることも可能であることを報告した．

しかしγ線による被曝は出来うるかぎりこれを低下の方向にもつてゆく努力がさらに必要であることは当然のことである．

（附記）

本研究における協同研究班各位の御援助に深謝すると共に，本研究の実施に多大の支援も惜しまれなかつた田口正雍氏に厚く感謝いたします．

特に本治療上原子炉使用許可について示された原子力委員会，同専門家小委員会，科学技術庁原子力局の各位の御理解ある御援助に深く感謝いたします．

本文の要旨は第 206回日本医学放射線学会関東地方部会において発表した．

参考文献

G.L. Brownell:Medical Research Reactor における γ 線の汚染について（私信：1969年1月）