

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 23598

(54) Tête d'irradiation pour appareil de neutrothérapie.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 21 K 5/10; A 61 N 5/00.

(22) Date de dépôt..... 21 septembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : CGR MeV, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Hubert Leboutet.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel Pierre, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

La présente invention a pour objet un appareil de neutrothérapie utilisant un accélérateur de particules chargées et plus particulièrement une tête d'irradiation pour cet appareil.

Certains appareils de neutrothérapie utilisent des accélérateurs de particules chargées du type accélérateur linéaire pouvant fournir un faisceau d'électrons accélérés à quelques dizaines de MeV, ou des accélérateurs du type cyclotron destinés à accélérer des deutons entre 15 et 35 MeV par exemple ou des protons entre 25 et 50 MeV par exemple.

10 Ces accélérateurs de particules sont généralement associés à un dispositif d'irradiation isocentrique comprenant un bras mobile, pouvant tourner de 360° (ou $\pm 180^\circ$) autour d'un axe horizontal, ce bras mobile étant muni à son extrémité libre d'une tête d'irradiation comportant notamment une cible destinée à être
15 bombardée par le faisceau de particules accélérées et émettre, sous l'impact de ce faisceau, un faisceau de neutrons. Un collimateur associé à la cible permet de délimiter un faisceau utile de neutrons à partir des neutrons émis par la cible.

Une opération importante dans toute utilisation d'appareils d'irradiation, en particulier lorsqu'il s'agit d'appareils
20 médicaux d'irradiation, est le positionnement de la zone à irradier par rapport au faisceau d'irradiation.

Parmi les moyens connus de contrôle du positionnement de la zone à traiter on peut citer les systèmes à palpeurs associés à
25 un organe d'impression qui se déplace simultanément avec le palpeur et trace le contour de la zone à irradier.

Il est aussi connu d'utiliser comme moyens de contrôle de positionnement dans les appareils à rayons X, le faisceau d'irradiation lui-même, réglé momentanément à faible énergie pour le
30 contrôle du positionnement de la zone à traiter.

La tête d'irradiation de l'appareil à neutronthérapie suivant l'invention comporte un système de positionnement et de vérification du positionnement de la zone à traiter, ce contrôle étant effectué et enregistré avant chaque séance de traitement.

35 Suivant l'invention, une tête d'irradiation pour un appareil de neutronthérapie comportant un accélérateur de particules chargées, une cible pouvant émettre des neutrons sous l'impact du faisceau de particules chargées accélérées, un collimateur d'axe

ZZ délimitant un faisceau utile de neutrons, est caractérisé en ce que la tête d'irradiation comporte une source pouvant émettre un faisceau f_1 lumineux, une source pouvant émettre un faisceau f_2 de rayons X, et des moyens permettant de placer temporairement et
5 successivement les faisceaux f_1 et f_2 suivant l'axe ZZ du collimateur, le faisceau f_1 permettant le positionnement de la zone à traiter et le faisceau f_2 permettant la vérification de ce positionnement.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques
10 apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins qui l'accompagnent et sur lesquels :

La figure 1 représente un dispositif de neutronthérapie muni d'une tête d'irradiation suivant l'invention.

La figure 2 montre une coupe transversale suivant BB de la
15 tête d'irradiation suivant l'invention.

Les figures 3 et 4 représentent respectivement un collimateur utilisé dans la tête d'irradiation suivant l'invention et un détail de ce collimateur.

Le dispositif de neutronthérapie suivant l'invention, montré
20 en figure 1, comporte un accélérateur 1 de particules chargées, un bras mobile 3 isocentrique, pouvant tourner au moyen d'un roulement 2 à galets autour d'un axe XX coïncidant avec la trajectoire moyenne des particules accélérées émergeant de l'accélérateur 1, ce bras 3 mobile portant à son extrémité libre une tête
25 4 d'irradiation. Des déviateurs magnétiques D_1 , D_2 sont placés dans le bras 3 mobile, permettant de dévier le faisceau F de particules accélérées d'un angle θ déterminé. La tête 4 d'irradiation est munie d'une cible 5 pouvant émettre des neutrons sous l'impact du faisceau F de particules accélérées, un blindage 6
30 délimitant un faisceau N utile de neutrons, un système collimateur 9 d'axe ZZ et des moyens de vérification, de type connu, des caractéristiques du faisceau N utile de neutrons.

Dans la tête d'irradiation suivant l'invention est placée une tourelle 7 mobile autour d'un axe zz, cette tourelle 7 étant
35 portée, par l'intermédiaire d'un roulement à billes par exemple, par un plateau-support 8 muni d'une ouverture A d'axe ZZ.

Cette tourelle 7 comporte, comme le montre la figure 2, trois ouvertures a_1 , a_2 , a_3 . A l'ouverture a_1 de la tourelle 7 est

associée une source lumineuse S_1 pouvant émettre un faisceau lumineux de trajectoire moyenne f_1 , et, à l'ouverture a_2 est associé un appareil S_2 à rayons X pouvant émettre un faisceau de rayons X de trajectoire moyenne f_2 . Les sources S_1 et S_2 sont disposées de telle sorte que les trajectoires moyennes f_1 et f_2 , sensiblement parallèles à l'axe ZZ et traversant respectivement les ouvertures a_1 et a_2 , sont équidistante de l'axe zz. Dans ce qui suit, les faisceaux lumineux et de rayons X seront respectivement repérés par leurs trajectoires moyennes f_1 et f_2 .

10 L'utilisation de l'appareil de radiothérapie suivant l'invention comporte les étapes suivantes :

- positionnement, par rapport à l'axe ZZ du système de collimation 9, de la zone à traiter, ce positionnement étant réalisé au moyen du faisceau lumineux f_1 qui délimite, dans le plan de la zone à traiter, cette zone à traiter. La dimension du spot lumineux fourni par le faisceau f_1 est déterminé au moyen du système collimateur 9, ce faisceau f_1 émis par la source S_1 ayant traversé successivement l'ouverture a_1 et l'ouverture A ;
- vérification de ce positionnement de la zone à traiter. Cette 20 vérification est obtenue au moyen du faisceau f_2 de rayons X émis par la source S_2 , la trajectoire moyenne de ce faisceau f_2 étant amenée en coïncidence avec l'axe ZZ par une seconde rotation de la tourelle 7 autour de l'axe zz. La source S_2 , mise en fonctionnement, permet de prendre un cliché radiographique (ou d'effectuer une 25 radioscopie) de la zone à traiter et de vérifier ainsi son positionnement convenable par rapport à l'axe ZZ du système collimateur 9 ;

- enfin, par une dernière rotation de la tourelle 7, l'axe de l'orifice a_3 qui permet le passage du faisceau N d'irradiation, 30 est placé suivant l'axe ZZ.

Cette troisième rotation étant effectuée, un système de sécurité associé à la tourelle 7 est alors déverrouillé automatiquement (ou manuellement) autorisant la mise en fonctionnement de l'accélérateur 1 et l'irradiation par le faisceau N utile de 35 neutrons de la zone à traiter, le faisceau N utile de neutrons issu de la cible 5 traversant successivement les ouvertures a_3 de la tourelle 7 et A du plateau-support 8, ainsi que le système collimateur 9.

Dans cet orifice a_3 peuvent être disposées des chambres 10 d'ionisation (figure 1) permettant le contrôle des caractéristiques du faisceau N d'irradiation (débit de dose en particulier). Il est possible de placer suivant l'axe de l'orifice a_3 , en amont des 5 chambres 10 d'ionisation, un filtre 11 de type connu, en polyéthylène par exemple, permettant de filtrer le faisceau N de neutrons et éliminer les neutrons de trop faible énergie.

Cependant, il est à remarquer que la cible à rayons X (non représentée) de la source S_2 de rayons X est, à cause de la 10 réalisation de la tête d'irradiation, placée en aval de la cible 5 émettant le faisceau de neutrons, puisque cette cible 5 est portée par l'enceinte à vide de la tête d'irradiation et ne peut se déplacer. De ce fait, la surface de la zone irradiée par le faisceau f_2 de rayon X est un peu plus grande que la surface de 15 la zone qui sera irradiée par le faisceau N de neutrons.

Afin d'obtenir une délimitation rigoureuse de cette zone à traiter, le système collimateur 9 équipant la tête d'irradiation suivant l'invention peut comporter, comme montré en figures 3 et 4, un ensemble amovible d'éléments 20, 21, 22 de forme cylindrique 20 dont l'ouverture axiale, de forme tronc-conique, peut présenter à son extrémité libre un écran ayant une ouverture carrée ou rectangulaire muni sur son pourtour intérieur, un peu en retrait de ce pourtour, des fils de plomb 23, 24, 25, 26 positionnés de telle sorte que la projection de ces fils 23, 24, ... sur le film 25 sensible aux rayons X disposé dans le plan de la zone à traiter visualise rigoureusement le champ qui sera soumis au faisceau N utile de neutrons.

REVENDICATIONS

1. Tête d'irradiation pour un appareil de neutronthérapie comportant un accélérateur de particules chargées, une cible pouvant émettre des neutrons sous l'impact du faisceau de particules chargées accélérées, un système collimateur d'axe ZZ
5 délimitant un faisceau N utile de neutrons, caractérisée en ce que la tête d'irradiation comporte une source (S_1) pouvant émettre un faisceau lumineux de trajectoire moyenne f_1 , une source (S_2) pouvant émettre un faisceau de rayons X de trajectoire moyenne f_2 et des moyens permettant de placer temporairement et succes-
10 sivement les faisceaux f_1 et f_2 , émis respectivement par les sources (S_1) et (S_2), suivant l'axe ZZ du système de collimation, le faisceau f_1 permettant le positionnement d'une zone à traiter et le faisceau f_2 permettant la vérification de ce positionnement.
2. Tête d'irradiation suivant la revendication 1, caractérisée
15 en ce que les sources (S_1 et S_2) sont fixées sur une tourelle (7) mobile autour d'un axe zz parallèle à l'axe ZZ et munie de trois ouvertures (a_1 , a_2 , a_3) destinées respectivement au passage des faisceaux f_1 , f_2 et au passage du faisceau utile N de neutrons, les trajectoires moyennes des faisceaux f_1 , f_2 et N étant sensi-
20 blement parallèles et équidistantes de l'axe zz, et en ce que des moyens assurent la rotation de la tourelle (7) autour de l'axe zz.
3. Tête d'irradiation suivant la revendication 1, caractérisée en ce que des chambres de mesure permettant de vérifier les caractéristiques du faisceau N de neutrons sont disposées dans l'ouver-
25 ture (a_3).
4. Tête d'irradiation suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le système collimateur (9) délimitant le faisceau N utile de neutrons comporte à son extrémité libre des moyens de délimitation de la zone à traiter coopérant avec le faisceau de
30 rayons X émis par la source S_2 et permettant de visualiser avec précision la zone à traiter qui sera effectivement soumise au faisceau de neutrons.
5. Tête d'irradiation suivant la revendication 4, caractérisée en ce que les moyens de délimitation comportent des fils de plomb
35 disposés en retrait du pourtour intérieur système collimateur (9) du faisceau N de façon telle que l'image de ces fils obtenue au

moyen du faisceau f_2 de rayons X sur un film sensible placé dans le plan de la zone à traiter coïncide exactement avec le contour de la zone à traiter.

PL_3/3

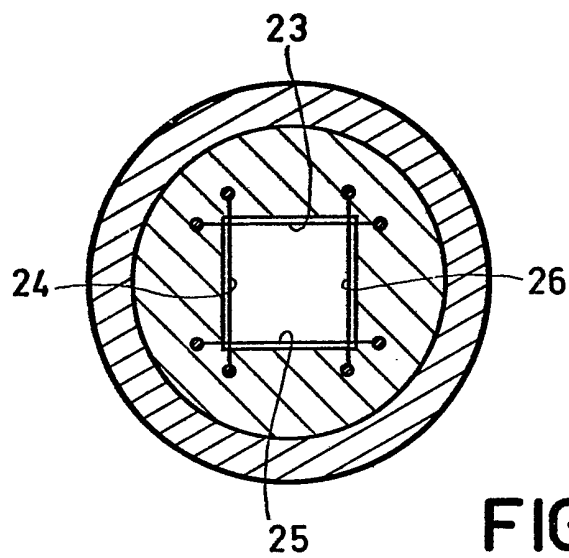


FIG. 4

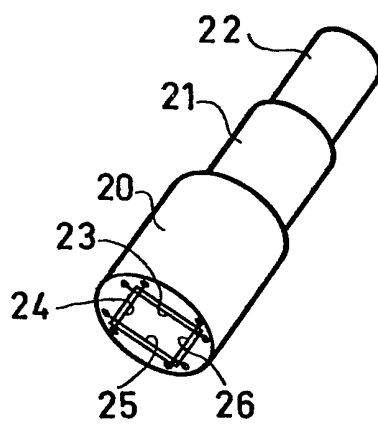


FIG. 3