



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Mise au point

Équipements requis pour la mise en œuvre de la radiochirurgie et de la radiothérapie en conditions stéréotaxiques intracrânienne

Medical devices needed for stereotactic radiosurgery and intracranial stereotactic radiotherapy

G. Delpon^{a,*}, D. Porcheron^b, F. Thillays^c, A. Redon^{d,e}, S. Blond^f, C.-A. Valéry^g, I. Latorzeff^{d,e}, M.-A. Mahé^c

^a Service de physique médicale, centre René-Gauducheau, institut de cancérologie de l'Ouest, boulevard Jacques-Monod, 44805 Nantes-Saint-Herblain, France

^b Service de physique médicale, CHU de la Timone, AP-HM, 264, rue Saint-Pierre, 13385 Marseille cedex 5, France

^c Service de radiothérapie, centre René-Gauducheau, institut de cancérologie de l'Ouest, boulevard Jacques-Monod, 44805 Nantes-Saint-Herblain, France

^d Centre régional de radiochirurgie stéréotaxique, CHU de Rangueil, avenue Jean-Poulhès, 31052 Toulouse cedex, France

^e Service de radiothérapie, groupe Oncorad Garonne, clinique Pasteur, « L'Atrium », 1, rue de la Petite-Vitesse, 31300 Toulouse, France

^f Service de neurochirurgie, hôpital Roger-Salengro, CHRU de Lille, 59037 Lille cedex, France

^g Service de neurochirurgie, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, AP-HP, 47–83, boulevard de l'Hôpital, 75651 Paris cedex 13, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 22 avril 2012

Accepté le 25 avril 2012

Mots clés :

Radiochirurgie

Radiothérapie stéréotaxique

Appareils de traitement

Keywords:

Stereotactic radiosurgery

Stereotactic radiotherapy

Treatment devices

RÉSUMÉ

Depuis le dernier numéro thématique de la revue *Cancer Radiothérapie* consacré à la radiochirurgie en 1998, les évolutions technologiques et informatiques importantes ont permis d'améliorer les performances des appareils de radiothérapie externe. Alors que le Gamma Knife® représentait l'équipement de référence pour la radiochirurgie, le développement des nouveaux accélérateurs et accessoires a grandement étoffé l'offre pour les cliniciens. Cet article a pour objectif de recenser les différents équipements disponibles commercialement pour traiter des patients par radiochirurgie ou irradiation fractionnée en conditions stéréotaxiques pour des localisations intracrâniennes.

© 2012 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

Since the previous special issue of *Cancer Radiothérapie* dedicated to radiosurgery in 1998, many important technological and computer developments have improved external beam radiotherapy treatment device performances. Whereas the Gamma Knife® was the gold standard for intracranial radiosurgery, new linear accelerator developments have led to new possibilities for the clinicians. This article describes quickly the different devices available for cranial radiosurgery or fractionated stereotactic radiotherapy.

© 2012 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

Les articles publiés dans ce numéro de la revue *Cancer Radiothérapie* dédié à la radiochirurgie et à la radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques confirment l'intérêt clinique et les indications thérapeutiques décrits dans un numéro thématique précédent en 1998 [1–16]. Les enjeux majeurs de ces traitements demeurent la capacité à calculer précisément la distribution de doses et à maîtriser la délivrance géométrique et mécanique du traitement validé par le médecin oncologue radiothérapeute prescripteur [17,18]. L'évolution technologique de ces

dernières années a permis d'améliorer les capacités et les performances des systèmes de calcul et des appareils de traitement, reléguant ainsi la célèbre chaise du professeur Betti au musée de la radiochirurgie [2]. Cependant, l'équipement requis pour réaliser une radiochirurgie ou une radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques reste identique : un système de positionnement et un appareil de traitement. L'objectif de cet article est donc de présenter les différentes machines de traitement disponibles aujourd'hui sur le marché de la radiothérapie pour réaliser ces actes techniques qui requièrent une précision millimétrique, voire inframillimétrique. Les équipes pratiquant la radiochirurgie et ou la radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques disposent d'au moins un des équipements suivants : un accélérateur linéaire classique avec un collimateur micro-multilames additionnel et/ou des localisateurs cylindriques, ou

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : gregory.delpon@ico.unicancer.fr (G. Delpon).

un accélérateur équipé d'un collimateur multilames directement compatible avec la radiochirurgie et la radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques, ou un appareil de type Leskell Gamma Knife® (Elekta) [19], ou encore un accélérateur robotisé de type CyberKnife® (Accuray), ou enfin un accélérateur délivrant une irradiation hélicoïdale HiArt® (Accuray/Tomotherapy). Au cours de cette revue, il sera uniquement question de décrire les équipements de traitement et non de chercher à démontrer une supériorité d'un équipement par rapport aux autres. De même, les différents systèmes de cadres invasifs ou non seront évoqués mais ne seront pas détaillés.

2. Accélérateur classique avec collimateur micromultilames ou cylindrique additionnel

Cette technique d'irradiation consiste à utiliser un accélérateur classique et à ajouter un collimateur micromultilames et/ou des localisateurs cylindriques pour traiter les patients par radiochirurgie ou irradiation intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques. Le collimateur additionnel est alors solidaire de la tête de l'accélérateur. Cette possibilité avait été envisagée par Leskell dès les années 1950, mais il avait dû renoncer à cause du manque de précision de l'alignement du faisceau [20]. Depuis le milieu des années 1980, les accélérateurs classiques ont été de plus en plus utilisés en radiochirurgie [2,21–24]. La technique de traitement utilisée est généralement des arcs multiples avec différents angles de table. La collimation secondaire est assurée soit par des localisateurs cylindriques, soit par un collimateur multilames. L'émergence des collimateurs micromultilames de type m3 (BrainLAB) permet aujourd'hui d'atteindre des conformations très intéressantes avec les arcs non coplanaires. Cette technique a été également rendue possible par les progrès réalisés par les industriels. En effet, les constructeurs garantissent des performances mécaniques et dosimétriques compatibles avec la radiochirurgie. Quelles que soient les positions de la table, du collimateur et du statif, l'isocentre est inscrit dans une sphère de rayon inframillimétrique [25]. De même, le faisceau produit est très stable et peut atteindre des débits de dose de 1000 UM/min.

L'utilisation d'un accélérateur conventionnel pour la radiochirurgie et la radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques présente l'avantage de disposer d'un accélérateur généraliste capable de traiter les différentes localisations d'un service de radiothérapie. En effet, lorsque la collimation dédiée à la radiochirurgie n'est pas en place, l'appareil de traitement est disponible pour traiter des volumes plus grands tels que des seins, des localisations de la sphère ORL... Cependant, cet usage multiple complique la mise en place des séances de radiochirurgie/radiothérapie intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques. L'installation du collimateur micromultilames requiert du temps de manipulation et de contrôle mécanique. Après chaque mise en place, il est nécessaire de contrôler le centrage du système additionnel par rapport au système principal. Un contrôle complet consisterait à réaliser un test de type Winston-Lutz dès que le collimateur additionnel est installé [25]. En pratique un contrôle simplifié est généralement réalisé.

3. Accélérateur équipé d'un collimateur multilames compatible avec la radiochirurgie

À la différence du cas précédent, le collimateur multilames fait partie intégrante de l'accélérateur (accélérateur Novalis®, BrainLAB/Varian). Cette configuration évite de nombreuses manipulations d'installation et de désinstallation. Ainsi, sauf ajout de localisateurs cylindriques, les problèmes d'alignement mécanique et dosimétrique sont ceux d'une machine classique. La structure

de la machine n'est pas modifiée que le traitement réalisé soit une radiochirurgie ou un traitement standard. Lors des réglages et des contrôles, les exigences doivent cependant être renforcées quant à la précision souhaitée. L'intégration d'un collimateur adapté à la radiochirurgie directement dans la tête d'irradiation de l'appareil permet également de réduire l'encombrement du système, ce qui facilite les rotations autour du patient et réduit les risques potentiels de collision. Cependant, un inconvénient de ce système est le nécessaire compromis entre la largeur des lames et la taille maximale du champ. Le collimateur m3 (BrainLAB) installé sur les machines Novalis possède des caractéristiques très intéressantes quant à la conformation aux volumes cibles avec des lames centrales de largeur 3 mm à l'isocentre, mais a une taille de champ maximale de seulement 10 × 10 cm. Cette taille maximale n'est absolument pas une limite dans le cadre d'une utilisation en radiochirurgie, mais ne permet pas de traiter l'ensemble des localisations de radiothérapie externe. Aujourd'hui, selon les constructeurs, la taille maximale du champ et la largeur des lames varient (Tableau 1). Des collimateurs tels que le Beam Modulator (Elekta) et le HD120 (BrainLAB/Varian) présentent des performances très intéressantes [26]. La largeur des lames inférieure à 5 mm aboutit à une conformation satisfaisante et les tailles de champ sont compatibles avec une très grande majorité des localisations de radiothérapie externe.

Ces équipements bénéficient également des avancées liées au guidage de la radiothérapie par l'image. En effet, il existe maintenant des solutions de vérification du positionnement avant et pendant la séance avec des systèmes d'imagerie de basse énergie (kV) ou des systèmes optiques. Les appareils de traitement tels que Synergy® (Elekta), Novalis TX™ et TrueBeam™ STX (BrainLAB/Varian) présentent toutes les caractéristiques requises pour réaliser des traitements aussi bien de radiochirurgie que d'autres localisations intra- et extracrâniennes. De plus, certains équipements permettent d'envisager des traitements par irradiation intracrânienne fractionnée en conditions stéréotaxiques sans cadre de positionnement et par radiochirurgie sans cadre invasif [27–30].

4. Gamma Knife® (Elekta)

Le Gamma Knife® Perfexion constitue l'appareil dédié à la radiochirurgie intracrânienne de dernière génération dans la famille des « Gamma Knives » débutée par le modèle U en 1968 à Stockholm, continuée par le modèle B, qui a évolué en C ; puis en 4 C au fur et à mesure de l'introduction d'une robotisation et d'une informatisation plus poussée pour une meilleure automatisation de la gestion des traitements.

Le Perfexion perpétue le principe de base de cette famille d'appareils, à savoir l'irradiation d'un volume cible intracrânien en faisant coïncider celui-ci avec un foyer radiologique où converge un grand nombre de mini-faisceaux de rayonnements gamma issus d'autant de sources miniaturisées de cobalt 60 (2 cm de hauteur pour 1 mm de diamètre). Par construction ce foyer où la distribution de dose affecte une forme sphérique de diamètre variable en fonction de la taille de collimation choisie est fixe et c'est la tête du patient que l'on déplace par rapport à ce foyer pour délivrer une dose homogène dans tout le volume à traiter.

Le Perfexion, dont le premier prototype a été mis en exploitation en juillet 2006 à Marseille apporte à la méthode des améliorations décisives dans plusieurs domaines par rapport aux appareils des générations précédentes [31–35] :

- un espace d'irradiation augmenté en taille de 300 % pour une plus grande facilité de traitement en une session unique de cibles multiples anatomiquement très éloignées les unes des autres (cas des métastases cérébrales) ;

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2118299>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2118299>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)