



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

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



Article original

Développement d'une procédure de contrôle de qualité externe des faisceaux du CyberKnife : étude préliminaire multicentrique



Development of external quality control protocol for CyberKnife beams dosimetry: Preliminary tests multicentre

L. Guinement^{a,*}, V. Marchesi^a, A. Veres^b, T. Lacornerie^c, I. Buchheit^a, D. Peiffert^a

^a Institut de cancérologie de Lorraine, avenue de Bourgogne, CS 30519, 54519 Vandœuvre-lès-Nancy, France

^b Laboratoire Equal-Estro, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France

^c Centre Oscar-Lambret, 3, rue Frédéric-Combemale, 59000 Lille, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 19 décembre 2012

Reçu sous la forme révisée

le 9 avril 2013

Accepté le 11 avril 2013

Mots clés :

CyberKnife

Contrôle qualité externe

Dosimètre thermoluminescent

Films radiochromiques

DTL

RÉSUMÉ

Objectifs de l'étude. – Développer une procédure de contrôle qualité externe dédiée aux faisceaux du CyberKnife®. Cette étude, qui s'est déroulée à Nancy, a inclus un protocole de test initialement élaboré par les physiciens de Nancy et de Lille, en collaboration avec le laboratoire Equal-Estro.

Matériels et méthodes. – Un fantôme anthropomorphe tête et cou et un objet-test de forme cubique, « MiniCube », en plastique équivalent-eau et homogène, ont été utilisés. Des dosimètres thermoluminescents poudre et solide, ainsi que des films radiochromiques, ont permis de réaliser les études respectivement de doses absolues et de dose relative. La comparaison entre les doses calculées par le système de planification de traitement MultiPlan et les doses mesurées a été étudiée en dose absolue. Les distributions de dose provenant des films et des images du système de planification ont été comparées à l'aide de la fonction gamma, paramétrée avec différents couples de tolérance.

Résultats. – L'étude avec les dosimètres thermoluminescents solides a permis de vérifier la fiabilité du faisceau avec une reproductibilité de 1,7 %. Les mesures de dose absolue dans le fantôme irradié, dans sept centres participants, ont montré, pour le volume cible, une déviation de dose inférieure aux limites autorisées ($\pm 5\%$) pour la plupart des centres participants. Les mesures de dose relative réalisées à Nancy et par le laboratoire Equal-Estro ont permis de définir les critères de l'indice gamma le plus adaptés ($5\%/2\text{ mm}$ – avec l'indice gamma ≤ 1 pour au moins 95 % des pixels). Ces critères devaient être indépendants du logiciel d'analyse de films employé.

Conclusion. – L'étude a permis de définir un contrôle qualité externe basé sur un plan d'irradiation reproductible avec des mesures par dosimètres thermoluminescents et films radiochromiques. Ce protocole devra être validé par une nouvelle série de mesure utilisant les enseignements de cette étude.

© 2013 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

Purpose. – To develop an external quality control procedure for CyberKnife® beams. This work conducted in Nancy, has included a test protocol initially drawn by the medical physicist of Nancy and Lille in collaboration with Equal-Estro Laboratory.

Materials and methods. – A head and neck anthropomorphic phantom and a water-equivalent homogeneous cubic plastic test-object, so-called “MiniCube”, have been used. Powder and solid thermoluminescent dosimeters as well as radiochromic films have been used to perform absolute and relative dose studies, respectively. The comparison between doses calculated by Multiplan treatment planning system and measured doses have been studied in absolute dose. The dose distributions measured with films and treatment planning system calculations have been compared via the gamma function, configured with different tolerance criteria.

Keywords:

CyberKnife

External quality control

Thermoluminescent dosimeter

Radiochromic film

TLD

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : lucieguinement@hotmail.com (L. Guinement).

Results. – This work allowed, via solid thermoluminescent dosimeter measurements, verifying the beam reliability with a reproducibility of 1.7%. The absolute dose measured in the phantom irradiated by the seven participating centres has shown an error inferior to the standard tolerance limits ($\pm 5\%$), for most of participating centres. The relative dose measurements performed at Nancy and by the Equal-Estro laboratory allowed defining the most adequate parameters for gamma index ($5\%/2\text{ mm}$ – with at least 95% of pixels satisfying acceptability criteria: $\gamma < 1$). These parameters should be independent of the film analysis software.

Conclusion. – This work allowed defining a dosimetric external quality control for CyberKnife® systems, based on a reproducible irradiation plan through measurements performed with thermoluminescent dosimeters and radiochromic films. This protocol should be validated by a new series of measurement and taking into account the lessons of this work.

© 2013 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques est une technique qui consiste à délivrer une forte dose par la convergence de plusieurs faisceaux de rayonnements ionisants très collimatés, en vue d'obtenir une forte dose à la cible, tout en protégeant les organes à risque environnants [1–5]. Contrairement à la radiothérapie classique, la précision nécessaire pour ce type de technique est millimétrique. De ce fait, il est possible de délivrer de hauts gradients de dose proches des structures critiques tout en maintenant de faibles doses aux organes à risques.

Différents systèmes existent pour la radiothérapie stéréotaxique, tels que le GammaKnife® (Elekta, AB), les accélérateurs classiques avec un collimateur multimicrolames et/ou un jeu de collimateurs coniques et le système CyberKnife® (Accuray Inc., Sunnyvale, CA). Ce dernier a été inventé en 1987, 20 ans après la sortie du premier GammaKnife par le professeur John R. Adler. Il a été installé en 2006 à l'institut de cancérologie de Lorraine de Nancy lors de l'appel à projets de l'Institut national du cancer (Inca) en même temps que deux autres centres en France. Il en existe actuellement sept en fonctionnement [5].

Du fait de l'extrême précision demandé par le système CyberKnife®, de petites erreurs de positionnement peuvent avoir un impact considérable rendant particulièrement important la réalisation de contrôles géométriques et dosimétriques. Parmi les contrôles qualités existant pour le CyberKnife®, trois vérifient la géométrie et la dosimétrie du système [6–9]. Le premier test est un contrôle qualité quotidien appelé Automatic Quality Assurance (AQA), qui permet de vérifier la précision submillimétrique du système, basé sur le test de Winston-Lutz conçu pour vérifier la précision des machines isocentrique. Le rapport TG 135 de l'American Association of Physicists in Medicine (AAPM) [9], sur lequel les constructeurs se sont appuyés, a permis la mise en place d'un second contrôle qualité, réalisé mensuellement, qui vérifie aussi la précision géométrique du système et détermine l'erreur totale de positionnement. Ce test est appelé *end-to-end* (ou de bout en bout) et permet de simuler la totalité du processus de traitement du patient étape par étape. Ce test utilise un fantôme anthropomorphe tête et cou, ainsi qu'un objet-test Ball-Cube rempli de films radiochromiques. Le dernier test est un contrôle qualité permettant de vérifier la dose. Il est réalisé pour chaque plan de traitement Cyberknife® d'un patient. Les dosimètres utilisés pour ce test sont une chambre d'ionisation pour la dose absolue et des films qui peuvent également être insérés de manière à vérifier les distributions de dose.

Les trois contrôles qualités sont dits « internes » et sont réalisés par l'utilisateur. Afin de valider le processus de contrôles mis en place par l'exploitant, les contrôles dits « externes » présentent un intérêt certain. Ils sont réalisés par un laboratoire extérieur avec généralement la participation de l'utilisateur.

Les contrôles qualités externes sont réalisés par des laboratoires indépendants de dosimétrie et sont obligatoires, tous les trois ans et avant la première utilisation, sur les accélérateurs linéaires pour les faisceaux de traitement conventionnels. L'irradiation est réalisée par l'utilisateur puis la lecture est effectuée par un laboratoire extérieur. L'arrêté du 27 juillet 2007 de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (l'Afssaps), devenue l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), fixe les modalités du contrôle de qualité externe des installations de radiothérapie externe. En France, l'unique société habilitée pour ces contrôles de qualité externes en radiothérapie classique est la société Equal-Estro [10–13]. Cette société propose également d'autres contrôles non obligatoires pour la curiethérapie, la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité ou encore la tomothérapie, par exemple. D'autres sociétés étrangères proposent aussi ce type de contrôle qualité [14,15].

L'outil de mesure utilisé pour les audits de dosimétrie en radiothérapie externe est le dosimètre thermoluminescent, qui présente l'avantage de pouvoir réaliser une lecture différée de la dose délivrée et qui ne risque pas d'être altéré lors du transport. L'utilisateur reçoit un équipement complet pour chaque type de faisceau (photons ou électrons) ainsi qu'une série de dosimètres en fonction du nombre d'énergie à contrôler. Après irradiation, le matériel est renvoyé au laboratoire qui peut donc faire une comparaison entre la dose calculée par le système de planification de traitement et la dose mesurée. Des critères d'acceptabilité existent permettant de valider ou non les résultats.

Pour le moment, aucun contrôle de qualité externe n'est disponible pour les mini-faisceaux utilisés en radiothérapie en conditions stéréotaxiques et particulièrement pour le système CyberKnife®. L'objectif de ce travail était donc de développer une procédure de contrôle de qualité externe des faisceaux de radiothérapie par CyberKnife® à l'aide de détecteurs thermoluminescents et de films radiochromiques. La première partie du travail a consisté à évaluer la capacité des détecteurs retenus à réaliser des mesures dans les faisceaux étroits du CyberKnife® avec une précision acceptable. Parallèlement, il a fallu définir le protocole d'irradiation en commençant par la définition des volumes d'intérêt puis l'élaboration du plan de traitement. La procédure a ensuite été réalisée par d'autres centres disposants d'un CyberKnife® afin de valider la faisabilité d'une telle procédure.

2. Matériels et méthodes

2.1. CyberKnife®

À l'institut de cancérologie de Lorraine à Nancy, un CyberKnife® de quatrième génération a été installé. Le CyberKnife® est un système non invasif de radiochirurgie (une seule séance) et de radiothérapie stéréotaxique fractionnée.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2118036>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2118036>

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