

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE MÉDICALE



55^{ÈMES}
JOURNÉES
SCIENTIFIQUES

DU 1 AU 3 JUIN 2016

NANCY
CENTRE PROUVÉ



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE MÉDICALE

► SFPM-JS2016.SCIENCESCONF.ORG



Sommaire

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie	1
Session : Session d'actualité SFPM	9
Session : RT-2 Radiothérapie adaptative	13
Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)	19
Session : Session spéciale : Recherche en physique médicale	28
Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements	30
Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)....	37
Session : RT-5 Planification de traitement (suite)	44
Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie	52
Session : RT-7 Session SFRO/SFPM Radiobiologie des techniques avancées de radiothérapie ...	60
Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements	64
Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM.....	73
Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire.....	82
Session : RD Radiologie / IRM / US	87
Posters - Radiothérapie.....	98
Posters - Médecine nucléaire.....	147
Posters - Radiologie / IRM / Ultrasons	150

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 08h40

Auditorium

Session de perfectionnement : New Technologies for light ion beam therapy facilities

Loic Grevillot (1)

1 - EBG MedAustron GmbH, Vienne (Autriche)

Introduction

The use of Light Ion Beam Therapy (LIBT) in the context of cancer treatment has been increasing over the past 25 years and the technology is still developing. The main areas of development include accelerator technology, gantries, beam delivery techniques, patient positioning and alignment systems, as well as medical software systems. While protons are becoming more and more available worldwide, carbon ion facilities are still seldom. Other type of ions such as Helium or Oxygen ions are also investigated at a research level, but were not considered in this presentation.

Methods

This presentation proposes an overview of the current technology available in LIBT facilities, as well the current trends and developments for the near future.

Results

While scattering techniques are still most used worldwide, active scanning techniques are considered to be the future of LIBT as they allow better tumor conformation, sparing of organs at risks and facilitate Intensity-Modulated Ion Therapy. Robotic Patient Positioning Systems (PPS) have been used since 1991 and allow very accurate and precise positioning of the patient. However, it is only since recently that IGRT capabilities similar to conventional radiation therapy are offered as a standard option by many vendors. A general trend is the reduction of the size and consequently the costs of the facilities, in order become more widely accessible. Compact single room proton therapy solutions are now proposed by many companies and include all necessary features for delivering high quality treatments (active scanning delivery, rotating gantries, robotic PPS and IGRT capabilities including CBCT). For carbon ions, the reduction of the size of the accelerators and gantries is still a challenge.

Conclusions

The technology used in LIBT is still under rapid development. Today the vendors are proposing more affordable proton solutions having fully equipped treatment rooms and including the latest technology in terms of beam delivery and imaging systems. Developments allowing carbon ions to become more widely affordable are more complex.

References:

[1] PTCOG (www.ptcog.ch), Practical Implementation of Light Ion Beam Treatments, M. F. Moyers and S. M. Vatnitsky, mpp 2012

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107404/document>

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 09h15

Auditorium

Mise au point : Gestion d'un projet d'installation : besoins, contraintes, pré-requis

Régis Ferrand (1)

1 - Institut Claudius Regaud - IUC Toulouse, Oncopole (France)

The market of particle therapy is still rapidly growing worldwide and this modality is now being considered as one modality of radiation therapy, in complementarity with other types of RT treatments.

However, the number of facilities and patient treated remains negligible compared to photon RT (less than 1 %) mainly due to the complexity and therefore overall costs of the particle (proton and moreover ion) facility. Due to the current technology employed and the size/costs, a particle therapy project cannot be managed like a standard radiation therapy project.

Nevertheless, from a medical physics point of view, many steps are common to any radiation therapy machine set-up and commissioning and the methodology and principles employed can therefore be adapted.

From a project management point of view, a proton project reaches another dimension, on several aspects :

- regarding the time frame, the standard duration is in years (2 to 3 years for one room) and not in months
- the overall cost is in tens of millions (more than 30) for one single room and can reach hundreds of million for ion therapy centers, to be compared to several millions for a X ray RT project. Furthermore, a specific building has to be built and the constraints in terms of engineering (power supply, cooling...) exceed by far the standard constraints and have an impact on the whole infrastructure of the hospital.
- the financial aspects and the clinical constraints put a much higher pressure on the starting and the ramp rate of the facility and have therefore to be carefully studied and guaranteed, especially from a staffing and training point of view.

On the medical physics side, however, the traditional steps remain more or less the same, although modified by the specificity of the particles : beam acceptance and QA, TPS commissioning, daily QA, patient positioning, uncertainties management and robust planning. Nevertheless, three aspects are emphasized when addressing particle therapy :

- radiation protection and activation, as the nuclear interactions and neutron production rates are much more important
- treatment planning (beam modeling) and QA linked to inhomogeneities, motion and robust planning due to the required precision on the range of the clinical beams
- education and training as, up to now, particle therapy is not completely part of the background of the vast majority of medical physicists. Regarding this aspect, upstream education program far before the facility acceptance, is mandatory for clinical teams.

In conclusion, although industrial efforts and decades of treatment, a particle therapy facility is not a project like the others and the project management has to be adapted to this dimension. However, as it is no longer research centers but CE marked clinical machines, the methodology of x ray machines acceptance can be largely adapted.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107406/document>

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 09h40

Auditorium

Mise au point : Indications présentes et futures, le point de vue du clinicien

Xavier Geets (1)

1 - Clinique Universtaire Saint-Luc Bruxelles (Belgique)

Current and future indications of Proton Therapy, the clinician's point of view

Proton Therapy (PT) has gained interest recently. Indeed, protons have the advantage of depositing minimal dose until the end of its path, where a peak of energy deposition occurs (Bragg Peak). As a consequence of the reduced entrance dose and no exit dose, PT is expected to better spare normal tissues from radiation exposure, and should therefore facilitate the delivery of high radiation dose to the targets that are close to critical dose-limiting organs, or when severe late effects are foreseen.

From the clinical perspective, children would benefit most from the ballistic advantage of protons. First, they have a high susceptibility to the deleterious effects of radiation on organ growth and function which can cause significant morbidity and devastating cosmetic outcomes. In addition, since the incidence of radiation-induced cancers rises over the lifetime period, with a long latent period, secondary tumours are mainly a concern when radiation is given at young ages, especially during the paediatric period. For such specific population, the benefit of reducing integral dose to normal tissues is intuitively clear.

On the other hand, adults are less prone to secondary malignancies and developmental issues. Because of the higher cost of PT, superior dosimetry alone cannot justify its choice. A measurable clinical advantage must be demonstrated, either in terms of tumor local control (radioresistant tumours, dose escalation strategies) and/or in terms of late toxicities or quality of life. Chondrosarcomas and chordomas are typical examples of tumours for which PT may help at resolving the dilemma of achieving high tumour dose while preserving organs at risk in complex anatomical sites.

In the coming years, the PT indications will certainly expand to more frequent cancers, like locally-advanced head and neck, lung, liver or pancreatic tumours, for which conventional radiotherapy (RT) still faces severe limitations in terms of efficacy and safety. To achieve this goal, the scientific community together with industrial partners will have first to address some technological issues (interplay effect for moving tumours, range uncertainty related to anatomical changes), and to prove the superiority of PT over conventional RT with proper randomized trials and prospective collection of clinical data.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107413/document>

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 10h10

Auditorium

A dynamic collimation system improving target conformity of spot scanning proton therapy: comparison of dose calculations for two nozzles.

Alexandra Moignier (1), Edgar Gelover (1), Blake Smith (1), Dongxu Wang (1), Ryan Flynn (1), Maura Kirk (2), Liyong Lin (2), Timothy Solberg (2), Alexander Lin (2), Daniel Hyer (1)
1 - University of Iowa Hospitals and Clinics (États-Unis), 2 - University of Pennsylvania (États-Unis)

Introduction

Spot scanning proton therapy (SSPT) treatments suffer from poor conformity, especially at low energy, due to increased lateral spot size, which is further increased with the patient scattering. The University of Iowa Hospitals and Clinics recently proposed a dynamic collimation system (DCS) for SSPT, which is capable of providing spot-by-spot collimation. The purpose of this study is to quantify by simulations improvement in target conformity from the use of the DCS, in brain and head and neck tumor treatments.

Methods

Two spot scanning proton therapy delivery systems (Universal Nozzle, UN, and Dedicated Nozzle, DN - IBA company) with median spot sizes of 5.2 mm and 3.2 mm over a range of energies from 100 to 230 MeV were considered. Uncollimated and collimated plans were calculated with both UN and DN beam models implemented within our in-house treatment planning system for five brain and ten head and neck datasets of patients previously treated with spot scanning proton therapy. The DCS was simulated as close as 5 cm from the patient surface. The average reduction of the mean dose to the 10-mm ring surrounding the target between the uncollimated and collimated plans was calculated for the UN and DN. Target conformity was analyzed using the mean dose to 1-mm thickness rings surrounding the target at increasing distances ranging from 1 mm to 10 mm. The dose reduction to some organs-at-risk was also quantified.

Results

The average reductions of the 10-mm ring mean dose for the UN and DN plans were 13.7% (95% CI: 11.6%-15.7%; $p < 0.0001$) and 11.5% (95% CI: 9.5%-13.5%; $p < 0.0001$) across all brain cases, and 7.1% (95% CI: 4.4% to 9.8%; $p < 0.001$) and 6.3% (95% CI: 3.7% to 9.0%; $p < 0.001$) respectively across all head and neck cases. The collimated UN plans were either more conformal (all brain cases and 60% of the head and neck cases) than or equivalent (40% of the head and neck cases) to the uncollimated DN plans. The collimated DN plans offered the highest conformity.

Conclusions

According to these simulations, the DCS improved the target conformity for both the UN and the DN, and offered better dose reduction to OARs [1-3].

References

- [1] Moignier A et al. IJROBP 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2015.07.2029>.
- [2] Moignier A et al. IJPT 2016. <http://dx.doi.org/10.14338/IJPT-15-00036.1>.
- [3] Moignier A et al. Med Phys 2016. <http://dx.doi.org/10.1118/1.4942375>.

- Mots-clés : Spot scanning proton therapy, collimation, nozzle.
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101729/document>

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 10h22

Auditorium

Helium ions at the Heidelberg Ion Therapy Center: From measurements to Monte-Carlo Treatment Planning

Thomas Tessonier (1) (2), Stephan Brons (3), Francesco Cerutti (4), Juergen Debus (3) (2), Alfredo Ferrari (4), Thomas Haberer (3), Andrea Mairani (5) (3), Katia Parodi (3) (1), Paola Sala (4)

1 - Department of Medical Physics, Ludwig-Maximilian-Universität München (Allemagne), 2 - Department of Radiation oncology, University Hospital Heidelberg (Allemagne), 3 - Heidelberg Ion Beam Therapy Center (Allemagne), 4 - European Organization for Nuclear Research (Suisse), 5 - Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (Italie)

Introduction

At the Heidelberg Ion beam Therapy Center (HIT), besides the clinically used protons and carbon ions, helium ions are available for research purposes. Despite the discontinuation of their use after the end of the clinical experience at the Berkeley National Laboratory in 1992, several Monte Carlo- (MC), analytical- or experimental-based studies show that helium ions may be good candidates for further particle therapy improvement. We present in this work the experimental validation of the MC FLUKA code predictions and the first steps of the physical validation of a research MC treatment planning tool (MCTP) for helium ions at HIT.

Methods

Laterally integrated depth-dose distributions (DDD) of pencil-like helium beams have been measured using a water column, for 10 different energies in the therapeutic range. Lateral dose profiles were investigated at several depths in water, at low, middle and high beam energies. The measurements have been performed in a water tank coupled with 24 motor-driven PinPoint ionization chambers and by delivering a vertically scanned beam. Results were compared to MC-FLUKA dose predictions using the HIT beamline geometry and optimized input parameters (water ionization potential, momentum spread). Physically-optimized spread-out Bragg peaks (SOBPs) of several sizes (3x3x3 and 6x6x6 cm³) were planned with the MCTP, using the previously experimentally-validated MC input parameters, at different depths (5, 12.5, 20 cm). A biologically-optimized SOBP was also planned by integrating a data-driven biological model to the MCTP. Depth and lateral dose distributions of these plans were verified in the previously described water phantom. MCTP was used for the dose calculation of a meningioma case using helium ions and was compared to protons in term of dose volume histogram (DVH).

Results

DDD measurements and MC calculations show good agreements with weighted dose differences from 0.5% to 2.3% and range differences <0.2 mm. Lateral profiles and simulations exhibit differences in FWHM below 8%.

Physically- and biologically-optimized simulated SOBPs show good agreements with measurements with dose differences below 3% for both depth and lateral dose profiles. The homogeneity inside the physically-optimized SOBPs is below 5%.

For the clinical case, the DVH analysis shows advantages of helium ions compared to protons, including a sharper slope (better homogeneity) for the target and a better sparing of the organ at risk.

Conclusion

The satisfactory results between MC-FLUKA predictions and MCTP-optimized plans against measurements suggest that the FLUKA code, and its research MCTP extension, offer a promising research engine for further investigations and planning studies comparisons between helium ions and the clinically used protons and carbon ions towards eventual clinical deployment.

We acknowledge funding from DFG (KFO Schwerionentherapie 214).

- Mots-clés : Particle Therapy, Monte carlo, Helium ions, Experimental validation
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102965/document>

Session : RT-1 Proton/hadron-thérapie

Mercredi 1 Juin - 10h34

Auditorium

Conception d'un dosimètre diamant pour la mesure des distributions de dose des petits faisceaux utilisés en protonthérapie.

Cyril Moignier (1), Dominique Tromson (1), Fanny Marsolat (2), Ludovic De Marzi (2), Michal Pomorski (1), Mathieu Agelou (1), Juan Carlos Garcia Hernandez (1), Delphine Lazaro (1), Alejandro Mazal (2)
1 - Commissariat à l'Energie Atomique (France), 2 - Centre de Protonthérapie d'Orsay (France)

Introduction

En protonthérapie, la technique de pencil beam scanning (PBS) est caractérisée par l'emploi de faisceaux de petite dimension (FWHM d'environ 3 à 8 mm), un haut débit pulsé (jusqu'à 100 Gy/s) et une variation importante de l'énergie des protons (environ 30 à 250 MeV). Pour ce type de faisceau il n'existe pas encore de dosimètre parfaitement adaptés. L'un des objectifs du projet DEDIPRO financé par l'INSERM est de développer un dosimètre en diamant synthétique monocristallin (SCDDo) optimisé pour la mesure des distributions de dose des faisceaux de protons de petites dimensions tels que les pencil beams.

Matériel et méthodes

Des simulations Monte Carlo ont été réalisées avec le code MCNPX. Différents faisceaux de protons ont été modélisés, dont un petit faisceau de 5 mm de FWHM pour se rapprocher de la taille de champ des PBS. La géométrie du dosimètre diamant a également été modélisée pour différentes tailles de diamant et de composition d'encapsulation. La dose déposée dans le diamant a été comparée à la dose dans l'eau afin de réduire la perturbation induite par le SCDDo.

Des dosimètres ont été conçus selon la géométrie optimisée obtenue par simulation. Tout d'abord, les performances électriques du SCDDo ont été testées avec un générateur X. La caractérisation du SCDDo a ensuite été réalisée en faisceau de protons sur la ligne passive du Centre de Protonthérapie d'Orsay (CPO) de l'institut Curie afin de s'assurer que les paramètres dosimétriques soient respectés. Enfin, des mesures de distributions de dose en profondeur (DDD) ont été réalisées dans une cuve à eau pour des faisceaux larges de protons, avec et sans modulation du pic de Bragg. Ces DDD ont été comparées à celles obtenues avec un détecteur de référence pour ce type de mesure, la chambre d'ionisation plate IBA PPC05. Des distributions de dose latérales (LDD) ont également été mesurées avec un faisceau de protons de petite dimension (5 mm de diamètre) et comparées à une diode IBA SFD.

Résultats

Les résultats montrent que le dosimètre SCDDo développé dans le projet DEDIPRO respecte les paramètres dosimétriques avec une répétabilité, un SBR, une dépendance au débit et une linéarité avec la dose respectivement meilleure que : 0.2%, 1000, 0.4% (débit max étudié à 5 Gy/min) et 0.4% (pour les doses étudiées supérieures à 0.05 Gy). Les résultats montrent également que le SCDDo perturbe faiblement la mesure des distributions de dose dans l'eau.

Conclusion

Un nouveau dosimètre diamant a été développé dans cette étude, avec une géométrie optimisée numériquement pour les faisceaux de protons. Les mesures de DDD et LDD sur la ligne passive du CPO sont en très bon accord avec les détecteurs commerciaux IBA PPC05 et SFD. Aucune dépendance en énergie n'a été observée.

- Mots-clés : petits faisceaux, simulation Monte Carlo, distributions de dose, protonthérapie, dosimètre diamant
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102511/document>

Session : Session d'actualité SFPM

Mercredi 1 Juin - 11h15

Auditorium

Présentation du GT SFPM : "Assurance qualité en radiothérapie par modulation d'intensité rotationnelle"

Jean-Luc Dumas (1), Guillaume Auzac (2), Karen Brune (3), Christophe Legrand (4), Camille Llagostera (5)
1 - Institut Curie (France), 2 - Institut Gustave Roussy (France), 3 - Hôpitaux Civils de Colmar (France), 4 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Site Angers (France), 5 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Nantes (France)

Introduction

Les techniques de modulation d'intensité ont beaucoup évolué depuis quelques années, et une mise à jour des documents de recommandations est nécessaire. L'objectif de ce travail est de faire un état de l'art des techniques de modulation d'intensité rotationnelle utilisées et de proposer des tests dans un document en français.

Matériel et Méthode

Les deux techniques étudiées sont la Tomothérapie et l'arthérapie dynamique modulée (VMAT) sur les accélérateurs des sociétés Elekta et Varian Medical Systems (VMS). Les tests décrits portent sur les composants mis en jeu lors de la modulation du faisceau : collimateur multilames (MLC), rotation du bras et le débit du faisceau pour le VMAT. Nous décrivons la tomothérapie dans son ensemble en incluant tous ses composants. Les informations utilisées proviennent de la littérature, de l'expérience de centres et des informations fournies par les constructeurs.

Résultats et discussion

Une étude bibliographique a permis d'avoir un support remis à jour sur les méthodologies à mettre en oeuvre pour le contrôle de qualité. Les tests de Tomothérapie présentés incluent les lasers, le MLC et son centrage, la synchronisation table-bras-MLC, ainsi que la dosimétrie du faisceau. Les tests VMAT concernent la modélisation du MLC, ses performances mécaniques ainsi que celles du bras et les résultats dosimétriques. Les moyens et méthodes nécessaires à la mise en place des tests, les tolérances associées, les contrôles après panne ainsi que les périodicités de réalisation sont détaillés. Les contrôles pré-traitement et détecteurs associés sont ensuite abordés. Une réflexion sur la pertinence des modèles d'indice gamma utilisés pour l'analyse des résultats est proposée.

Conclusion

Nous avons établi un ensemble de recommandations pour la Tomothérapie et la technique VMAT sur les accélérateurs Elekta et VMS. La méthodologie et les périodicités pour chaque test sont définies. Plusieurs méthodologies sont présentées en tenant compte des logiciels et matériels fournis par les constructeurs et distributeurs ainsi que l'utilisation des données machine ou « log files ».

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/105754/document>

Session : Session d'actualité SFPM

Mercredi 1 Juin - 11h25

Auditorium

Présentation du GT SFPM : "Qualité et sécurité des traitements de radiochirurgie et de radiothérapie stéréotaxique"

Véronique Dédieu (1)

1 - Centre Jean Perrin, Clermont-Ferrand (France)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107653/document>

Session : Session d'actualité SFPM

Mercredi 1 Juin - 11h35

Auditorium

Actualités SFPM

Albert Lisbona (1)

1 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Nantes (France)

Pas de résumé

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107418/document>

Session : Session d'actualité SFPM

Mercredi 1 Juin - 12h05

Auditorium

Réforme des autorisations et du financement de la radiothérapie

Déborah Cvetojevic (1)

1 - DGOS, Ministère de la Santé, Paris (France)

Pas de résumé

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107420/document>

Session : RT-2 Radiothérapie adaptative

Mercredi 1 Juin - 14h00

Auditorium

Session de perfectionnement : Outils pour la radiothérapie adaptative

Caroline Lafond (1) (2)

1 - Centre Eugène Marquis, Rennes (France), 2 - Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image, Rennes (France)

Les changements anatomiques et/ou biologiques survenant en cours de radiothérapie impactent la dose délivrée au patient nécessitant une adaptation du traitement en particulier en cas de traitement par modulation d'intensité. On parle de radiothérapie adaptative (RTA) dès que plusieurs plans de traitement sont utilisés pour traiter un patient en cours d'une même séquence de radiothérapie. Cette adaptation peut avoir lieu en temps réel au moment de la séance de radiothérapie, en différée ou de façon combinée. L'implémentation de la RTA en routine nécessite une automatisation de l'ensemble du processus de RTA : critères de décision, segmentation, planification, validation et contrôle qualité. L'automatisation doit offrir une mise en oeuvre rapide et fluide afin de limiter l'augmentation de la charge de travail mais surtout d'assurer la qualité et la sécurité des traitements. La mise en oeuvre de la RTA passe par l'utilisation d'une nouvelle série d'images sur laquelle de nombreuses opérations sont réalisées : recalage d'image, segmentation d'image et évaluation de la dose cumulée. Des méthodes de recalage d'image déformable sont en général utilisées pour la fusion des images et pour la propagation des contours. Pour l'évaluation de la dose à la séance et en cumulé, des méthodes de recalage d'image déformable ont été développées ainsi que des méthodes plus complexes basées sur un calcul Monte Carlo. Toutes ces méthodes sont soumises à des incertitudes et doivent être évaluées. Mais les outils d'évaluation et de validation sont encore en cours d'élaboration. Le rôle du physicien médical est de veiller à ce que toute nouvelle technologie, comme la RTA, soit déployée avec le plus de sécurité possible en la validant techniquement et en développant un programme d'assurance qualité spécifique. De nombreuses questions accompagnent encore la RTA, l'utilisation de la RTA en clinique nécessite donc une grande prudence et devrait s'accompagner d'essais thérapeutiques encadrés. Elle nécessite une collaboration étroite entre oncologues radiothérapeutes, physiciens médicaux, ingénieurs experts en traitement d'images et industriels du domaine.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107210/document>

Session : RT-2 Radiothérapie adaptative

Mercredi 1 Juin - 14h27

Auditorium

Mise au point : La radiothérapie adaptative en ORL, le point de vue du clinicien

Vincent Grégoire (1)

1 - Hôpital Universitaire Saint-Luc, Bruxelles (Belgique)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107214/document>

Session : RT-2 Radiothérapie adaptative

Mercredi 1 Juin - 14h54

Auditorium

Radiothérapie adaptative : évaluation de la dose réellement délivrée au patient dans un traitement de radiothérapie de cancer de la prostate

Pauline Hinault (1), François Compagnon (1), Thierry Lacaze (1), Jean-Marc Bachaud (1), Eliane Graulière (1)
1 - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse (France)

Introduction

Lors d'un traitement de radiothérapie du cancer de la prostate, des variations de volume rectal et vésical sont observées. Ces variations peuvent conduire à une augmentation du risque de récurrence locale et une augmentation de dose aux organes à risque [1]. Une évaluation de l'impact dosimétrique de ces modifications permettrait de rendre compte de la nécessité d'une replanification en cours de traitement : il s'agit de radiothérapie adaptative. Le but de cette étude est d'évaluer la dose réellement délivrée au patient tout au long du traitement en comparaison à celle planifiée et estimer à quel moment une replanification de traitement est nécessaire.

Matériels et méthodes

Un CT de planification et 23 CBCTs correspondant aux 23 séances de traitement de radiothérapie ont été réalisés pour chacun des 7 patients de l'étude. Un recalage déformable des contours du CT de planification vers 3 CBCTs représentatifs ont été effectués avec un logiciel commercial (XD3 Version 3.6, Mirada Medical Ltd, UK). Un indice Dice a été calculé entre les contours déformés et ceux contourés par le même radiothérapeute afin d'évaluer le logiciel utilisé. Les distributions de dose ont été recalculées sur chaque CBCT en utilisant l'isocentre de traitement. Ces distributions ont été déformées avec le même logiciel d'un CBCT vers le suivant afin d'obtenir la dose cumulée séance après séance. Les DVHs générés ont permis de comparer la dose cumulée avec la dose planifiée.

Résultats

Les indices Dice médian obtenus sont 0,76 pour la prostate, 0,7 pour le rectum et 0,91 pour la vessie. Ces résultats concordent avec ceux de la bibliographie [2]. Concernant la dose cumulée sur les CBCTs, l'étude sur les deux premiers patients a montré une dose délivrée à la prostate inférieure à celle planifiée (Dmoy : 44,85 Gy vs 46,15 Gy), une dose délivrée au rectum supérieure à celle planifiée (Dmoy : 36,65 Gy vs 32,9 Gy) et constante pour la vessie (Dmoy : 31,15 Gy vs 31,75 Gy) à la fin du traitement. Les résultats des autres patients sont en cours de traitement.

Conclusion

L'objectif de la radiothérapie adaptative est que la dose planifiée soit bien celle délivrée. La méthode proposée ici permettra d'évaluer dans le cas d'un traitement de cancer de la prostate si une nouvelle planification en cours de traitement est nécessaire et quand.

Références

- [1] Louvel, G., G. Cazoulat, E. Chajon, A. Le Maître, A. Simon, O. Henry, R.J. Bensadoun, et R. de Crevoisier. 2012. « Radiothérapie guidée par l'image et adaptative ». 23e Congrès national de la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO) 16 (5?6): 423?29.
- [2] Castadot, Pierre, John Aldo Lee, Adriane Parraga, Xavier Geets, Benoît Macq, et Vincent Grégoire. 2008. « Comparison of 12 deformable registration strategies in adaptive radiation therapy for the treatment of head and neck tumors ». Radiotherapy and Oncology 89 (1): 1?12.

- Mots-clés : radiothérapie adaptative, dose cumulée, prostate
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102331/document>

Session : RT-2 Radiothérapie adaptative

Mercredi 1 Juin - 15h06

Auditorium

Comparaison des performances de deux logiciels qui réalisent des déformations d'images

Nikolaos Koutsouvelis (1), Michel Rouzaud (1)

1 - Hopitaux Universitaires de Genève (Suisse)

Introduction

Avec l'avènement de l'IGRT, il est maintenant très fréquent d'observer des modifications dans l'anatomie des patients au cours de leurs traitements de radiothérapie, par rapport à l'anatomie de référence du jour de la simulation. L'estimation des différences de doses reçues aux volumes cibles (PTV) et organes à risque (OAR) par ces modifications anatomiques est essentielle pour décider d'une modification du plan de traitement (principe de la radiothérapie adaptative). Dans ce travail, un fantôme 3D déformable a été conçu afin de quantifier et comparer les résultats des déformations de deux logiciels Velocity et SmatAdapt, actuellement en test dans notre service. Ces logiciels nous permettraient in fine d'accélérer le processus d'adaptation des traitements.

Matériel et méthodes

Pour la création du fantôme, deux matériaux sont utilisés : la cire, qui se déforme dès 40°, et l'Aquaplast qui se déforme dès 60°. Le corps du fantôme déformable (BODY) est fait de cire, et inclut deux volumes non déformables à ses extrémités en Aquaplast, PTV1 et PTV2 (Figure 1 en annexe). Le fantôme est scanné une première fois dans son état initial (CTinitial) puis il subit deux déformations irréversibles accompagnées chacune d'un CT (CT-1deform, CT-2deform). Les contours BODY, PTV1 et PTV2 sont contourés manuellement sur chaque CT. Le CTinitial est déformé par rapport au CT-1deform puis par rapport au CT-2deform à l'aide des deux logiciels SmartAdapt et Velocity. Les contours BODY, PTV1 et PTV2 du CTinitial sont ensuite déformés par les deux logiciels. La comparaison entre les contours déformés automatiquement et les contours dessinés manuellement est analysée avec l'indice Dice, la distance entre les bords des volumes ainsi que les volumes absolus.

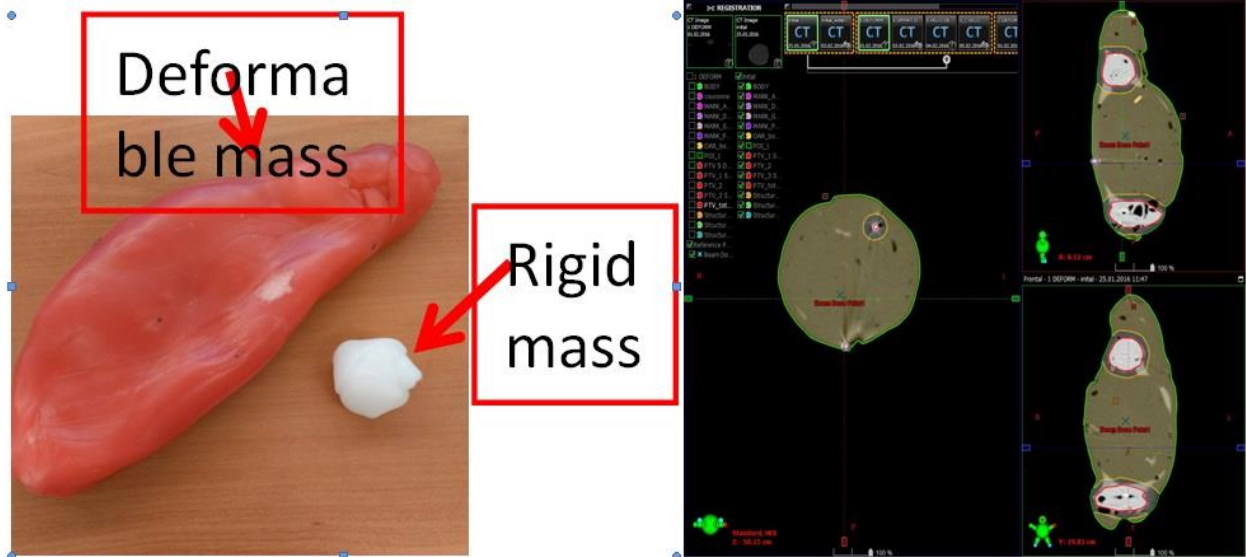
Résultats

Les résultats de la comparaison des volumes déformés par les logiciels vs réellement déformés, pour les deux déformations et les trois volumes (PTV1, PTV2 et BODY) sont : Coefficient de dice : 0.89 pour Velocity, 0.86 pour SmartAdapt Moyen \pm 2SD de distance entre volumes : 1.16 \pm 2.36mm pour Velocity, 1.53 \pm 2.85mm pour SmartAdapt Différence de volume absolu : 12.57% pour Velocity, 8.42% pour SmartAdapt A titre indicatif, les volumes initiaux des structures étaient respectivement de 10.78cc, 18.9cc et 466.8cc pour PTV1, PTV2 et BODY. Les déformations automatiques sont satisfaisantes, et présentent une erreur statistique de moins de 5 mm par rapport à la réalité. Par contre, des différences de l'ordre de 8.5mm étaient observées.

Conclusions

En général, les deux logiciels présentent des performances similaires, pour le cas du fantôme. Les déformations réalisées sont satisfaisantes, présentant une erreur de moins de 5 mm avec une certitude de 95%. Par contre, des différences de l'ordre de 9mm étaient observées. Il reste d'évaluer au cas par cas les déformations résultantes pour des cas cliniques.

COMMUNICATIONS ORALES



- Mots-clés : Radiothérapie, Déformation, Adaptatif, Velocity, SmartAdapt
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100374/document>

Session : RT-2 Radiothérapie adaptative

Mercredi 1 Juin - 15h18

Auditorium

Validation d'un algorithme de recalage déformable basé intensité « Demons » à l'aide de fantômes numériques et de CT-patients

Aurélien Badey (1), Rafik Belkacemi (1), Véronique Bodez (1), Khamphan Catherine (1), Enric Jaegle (1), Maria-Elena Alayrach (1), Paul Martinez (1), Marc Alfonsi (1), Robin Garcia (1)
1 - Institut Sainte-Catherine, Avignon (France)

Introduction

La radiothérapie adaptative (ou Adaptive Radiotherapy (ART)) est une technique qui permet de minimiser l'impact dosimétrique des changements anatomiques qui peuvent se présenter au cours du traitement. L'un des éléments-clés pour la mise en œuvre de l'ART est l'application d'un recalage déformable entre l'image initiale de planification et les images acquises au cours du traitement. Cette étude propose une méthode de validation, d'évaluation de performance et de précision de l'algorithme de recalage déformable basé intensité « demons » implémenté dans SmartAdapt® v.13.5 (Varian Medical Systems, E-U) pour la propagation de contours.

Matériel et méthodes

L'évaluation était menée avec deux types de données : des fantômes numériques, et des images CT- CBCT de 5 patients traités pour des localisations ORL. Le logiciel IMSIMQA? (OSL, UK) fournissait une bibliothèque de fantômes numériques, et la possibilité de générer des déformations. Des scénarios de déformation sur formes simples étaient créés et deux séries d'images étaient systématiquement obtenues pour chaque déformation induite: CTinitial et CTdéformé. La comparaison de contours était réalisée entre les contours déformés obtenus par SmartAdapt® et les contours d'expert sur le CTdéformé. Sur les séries d'images de patients, le but était d'évaluer la pertinence du recalage déformable avec des modifications anatomiques non maîtrisables. Les études sur cas cliniques ORL, avec chacun trois séries d'images (CTJo, CBCTJ16, CTrescan) évaluaient qualitativement et quantitativement la déformation de contours. Des outils logiciels analytiques tels que l'indice de similarité Dice pour la comparaison des contours étaient utilisés. Qualitativement, pour les cas cliniques, un radiothérapeute sénior évaluait les contours obtenus à l'aide d'une échelle dédiée et les adaptait si besoin. Une estimation du gain de temps potentiel était également réalisée.

Résultats

Sur fantômes numériques, les valeurs de Dice sont en moyenne de 0.84 ($2\sigma = \pm 0.13$) pour les scénarios de déformation testés. Pour les études sur CT patients, les valeurs de Dice sont en moyenne de 0,75 (min=0.64 ; max=0.92) et 0,73 (min=0.65 ; max=0.9) pour le recalage CTJo-CTrescan et CTJo-CBCTJ16 respectivement. La dispersion des valeurs est due au type d'organe et au choix de l'algorithme. Une variation jugée peu significative est obtenue entre le recalage mono-modalité (CT-CT) et multi-modalité (CT-CBCT). Par ailleurs, la propagation de contours réduit significativement le temps requis par les médecins pour le contour des images des patients pour les cinq dossiers étudiés.

Conclusion

Une utilisation en clinique est envisageable avec ces résultats, vu les valeurs obtenues sur fantômes numériques et images CT-patients. SmartAdapt® permet un gain de temps significatif, par rapport au re-contourage manuel, dans les stratégies de re-planification. Cependant une validation par un opérateur compétent des contours déformés est indispensable.

- Mots-clés : Tête et cou, Fantômes numériques, Déformation de contours, Recalage déformable, Radiothérapie adaptative, Cone Beam CT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102231/document>

Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)

Mercredi 1 Juin - 16h00

Auditorium

Optimisation de la dose en CBCT Prostate : d'une méthode itérative de réduction des mAs vers une réduction systématique de l'exposition

Enric Jaegle (1), Maria Elena Alayrach (1), Aurélien Badey (1), Véronique Bodez (1), Catherine Khamphan (1), Paul Martinez (1), Robin Garcia (1)
1 - Institut Sainte Catherine, Avignon (France)

Introduction

Une imagerie Cone Beam Computed Tomography (CBCT) est réalisée quotidiennement pour la radiothérapie de la prostate, utilisant des protocoles prédéfinis (kV, mAs). La qualité image et la dose délivrée sont directement liées à ces paramètres. Afin de limiter l'exposition des patients, il convient d'optimiser ces constantes tout en maintenant une qualité image suffisante pour recalibrer, sur tissus mous, l'image de référence CT avec l'image CBCT.

Matériel et méthodes

20 patients prostate (sans prothèse de hanche) bénéficiant de CBCT quotidiens (40 séances) sur un TrueBeam™ (Varian Medical Systems) ont fait l'objet, jour après jour, de réductions de mAs à partir du mode Pelvis (1080 mAs IDSp 14 mGy). Face à une augmentation attendue du bruit, les manipulateurs jugeaient si la qualité image était compatible avec le recalage. Le processus itératif s'achevait quand le CBCT était jugé trop mauvais et les dernières mAs correctes étaient conservées.

La relation entre le gain en dose et la corpulence du patient (volume patient dans le champ de vue du CBCT) a été étudiée.

23 manipulateurs ont effectué, pour un patient de l'étude, un recalage « hors ligne » CT-CBCT pour 3 séances : la première séance (S0%), la séance correspondant à une réduction de 50 % (S-50%) et la séance de réduction maximale (S-71%). Afin d'objectiver l'impact potentiel de la dégradation image sur la variabilité des recalages interopérateurs, le test de Fisher a été appliqué pour tester, dans chaque direction, l'égalité des variances entre S0% / S-50% et S0% / S-71%.

Résultats

La réduction des mAs n'est pas corrélée à la corpulence (corrélation de Spearman $r_s = 0.465$).

La médiane de réduction de mAs se situe à 64% (de 13% à 85%). Le jugement propre de chaque opérateur paraît être le facteur le plus déterminant.

L'analyse des variances, pour chaque direction, n'indique aucune différence significative ($p < 0.05$) entre la dispersion des recalages à S0%, S-50% ou S-71%.

Conclusion

Face à la subjectivité de l'ensemble des manipulateurs, cette méthode itérative d'optimisation des mAs affiche des résultats extrêmes sur la cohorte analysée mais la médiane de 64% indique une tendance nette. L'étude sur un dossier-type objective que la dégradation de la qualité d'image n'induit pas d'augmentation de la variabilité du recalage interopérateur.

Une réduction systématique de 50 % des mAs sur le protocole Pelvis est envisagée.

Tableau 1 : pour chaque séance et dans chaque direction, les variances des recalages des 23 manipulateurs et les résultats des tests de Fisher

	S _{0%}	S _{-50%}		S _{-71%}	
	σ^2	σ^2	$\sigma^2 S_{0\%} = \sigma^2 S_{-50\%} ?$	σ^2	$\sigma^2 S_{0\%} = \sigma^2 S_{-71\%} ?$
Vert.	0.086	0.064	p=0.184	0.109	p=0.28
Long.	0.074	0.074	p=0.972	0.081	p=0.666
Lat.	0.049	0.045	p=0.716	0.050	p=0.900

- Mots-clés : Optimisation de la dose, IGRT, CBCT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101931/document>

Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)

Mercredi 1 Juin - 16h12

Auditorium

Améliorations du repositionnement surfacique pour les traitements de sein avec ganglions avec TomoTherapy.

Frederik Crop (1), Thomas Lacornerie (1), Mathilde Lacour (1), David Pasquier (1)
1 - Center Oscar Lambret, Lille (France)

Introduction

Le repositionnement sur la table, avant l'imagerie de contrôle pour les traitements de sein avec ganglions, est normalement basé sur les lasers et les repères à la peau. Par contre, l'ensemble des volumes des ganglions et de la glande mammaire peuvent être déformés si les bras ou le menton ne sont pas bien repositionnés. L'imagerie surfacique peut résoudre ces problèmes. Après une première expérience avec le système Catalyst, partiellement concluante, il a été décidé de rapprocher la caméra des patientes, ce sont ces résultats qui sont présentés.

Methods

Nous avons étudié 40 patients avec la caméra rapprochée des patientes. 810 sessions de traitement avec la mise en place initial aidée par Catalyst ont été comparés avec 666 sessions de repositionnement basé sur les lasers et les repères externes et 790 sessions Catalyst avec la première position de la caméra. Le recalage avec les MVCT quotidiens a été utilisé pour l'évaluation, tout en tenant compte de la variabilité inter-opérateur pour apprécier le recalage et du fait que les patients peuvent bouger entre le repositionnement par Catalyst et le MVCT.

Results

Avec la caméra rapprochée, on obtient pour la position des patientes avec un intervalle de confiance de 68%, 1 déviation standard de [2.4 mm; 2.7 mm; 2.4 mm; 0.9°] pour les 3 translations et le roulis, respectivement. Auparavant ce résultat était de [2.9 mm; 4 mm; 3.1 mm; 1.1°]. Par rapport aux positionnements avec les lasers ([6.1 mm; 3.8 mm; 4.9 mm; 1.1°]), les résultats sont significativement meilleurs. Ces résultats sont maintenant comparables avec le repositionnement avec MVCT, qui présente une variabilité inter-utilisateur [1.4 mm, 1.8 mm, 1.3 mm, 1.0°] (mesurée sur un cas test entre 20 utilisateurs) et prend en compte le mouvement du patient pendant la prise de MVCT et le processus de recalage. L'incertitude total du positionnement par MVCT est ainsi après 5 minutes [2.5 mm; 3.0 mm; 2.2 mm; 1.4 °] et [2.7 mm; 3.3 mm; 2.6 mm; 1.4°] après 10 minutes.

Conclusions

L'utilisation de Catalyst peut remplacer le repositionnement avec des lasers et de repères externes. Catalyst peut aussi remplacer l'imagerie MVCT quotidienne. Nous suggérons l'évaluation de la précision du repositionnement après 5 séances et comme c'est possible dans la majeure partie des cas de remplacer les MVCT balayant tous les volumes par une seule coupe ou seulement 1 MVCT hebdomadaire afin de détecter l'oedème éventuel.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102458/document>

Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)

Mercredi 1 Juin - 16h24

Auditorium

Evaluation des doses apportées lors des procédures d'imagerie sur les accélérateurs du plateau technique de l'Institut de Cancérologie de Lorraine (ICL)

Camille Le Moigne (1), Nicolas Villani (1), Vincent Marchesi (1)
1 - Institut de Cancérologie de Lorraine, Vandoeuvre-les-Nancy (France)

Introduction

Avec le développement des techniques de traitement de radiothérapie guidée par l'imagerie (IGRT), la problématique du nombre d'images et de la dose cumulée associée est un enjeu important. Le but de cette étude est d'évaluer les doses apportées par l'imagerie sur les trois systèmes de traitement : Clinac (Varian), CyberKnife G4 (CK) et Tomothérapie (Accuray) en conditions de traitement réalistes.

Matériel et méthode

Sur le Clinac, les doses sont mesurées à l'aide de dosimètres thermoluminescents (TLD) sur le fantôme anthropomorphe Alderson Rando (Rando) et sur les fantômes de mesure de l'IDSP utilisés en scanographie. Sur le CK, les mesures sont effectuées sur et dans le Rando avec des TLD et un détecteur à semi-conducteur sonde kV Unfors Xi (RaySafe). Sur la Tomothérapie, le Rando et le fantôme Cheese sont utilisés avec des TLD et une chambre d'ionisation (A1 SL, Tomoelectrometer, Standard Imaging). Les TLD700 (Harshaw) sont lus avec un lecteur 2000D (Harshaw). L'étalonnage est réalisé dans un faisceau de 6 MV (Clinac). Les mesures de dose en CBCT sont réalisées au centre du fantôme pour trois localisations : crâne (100 kV, 145 mAs, 365 projections), pelvis (125 kV, 680 mAs, 665 proj.) et thorax (110 kV, 262 mAs, 655 proj). Les mesures de dose au CK sont effectuées à l'entrée du faisceau d'imagerie kV et au niveau d'organes à risque (OAR) (chiasma, nerfs optiques, poumons, têtes fémorales). Les paramètres d'acquisition sont : 120 kV, 150 mA, 100 ms. Compte-tenu des faibles doses attendues, les mesures sont cumulées sur 100 expositions. En Tomothérapie, les mesures sont effectuées sur le Rando au niveau de différents OAR, avec une épaisseur de coupe de 3 mm. Une estimation des doses aux OAR pour les épaisseurs de coupe de 1 et 2 mm est réalisée à partir du ratio des mesures effectuées au centre du fantôme Cheese pour des épaisseurs de coupe de 1, 2 et 3 mm. L'estimation de la dose reçue sur l'ensemble d'un traitement se base sur 30 acquisitions réalisées en CBCT et MVCT et 300 (150 paires) au CK.

Résultats

Les doses mesurées par acquisition et estimées sur l'ensemble du traitement sont présentées dans le tableau en annexe.

Discussion et conclusion

L'optimisation des protocoles CBCT sur les systèmes Varian permet de réaliser des IGRT quotidiennes sans dépasser 1 Gy sur l'ensemble d'un traitement, seuil fixé dans le service de l'ICL en dessous duquel aucune action n'est envisagée. Au CK, la dose cutanée apportée par les images utilisées pour le tracking sur l'ensemble d'un traitement reste inférieure à 0,15 Gy. En Tomothérapie, la dose apportée par le MVCT en coupes de 3 mm reste inférieure à 0,40 Gy. L'utilisation d'une épaisseur de coupe de 2 mm et 1 mm augmente la dose reçue aux OAR d'un facteur 1,41 et 2,96 respectivement par rapport à l'acquisition en 3 mm et la dose déposée en IGRT peut dépasser 1 Gy pour des coupes de 1 mm.

COMMUNICATIONS ORALES

		Dose par image (cGy)	Dose totale traitement (cGy)	
CBCT	Crâne	0,42	12,60	
	Pelvis	3,00	90,00	
	Thorax	0,94	28,20	
CyberKnife	Peau	0,09	13,50	
	Chiasma	0,06	9,00	
	Nerfs optique	0,05	7,50	
	Poumon	0,08	12,00	
	Tête fémorale	0,04	6,00	
MVCT	Chiasma	Coupe 3 mm	1,23	36,90
		Coupe 2 mm	1,73	51,90
		Coupe 1 mm	3,64	109,20
	Moelle épinière	Coupe 3 mm	1,21	36,30
		Coupe 2 mm	1,71	51,30
		Coupe 1 mm	3,58	107,40
	Poumon	Coupe 3 mm	1,09	32,70
		Coupe 2 mm	1,54	46,20
		Coupe 1 mm	3,23	96,90
	Têtes fémorales	Coupe 3 mm	1,10	33,00
		Coupe 2 mm	1,55	46,50
		Coupe 1 mm	3,26	97,80

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102730/document>

Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)

Mercredi 1 Juin - 16h36

Auditorium

Analysis of the impact of rCBV map threshold to predict tumor recurrence in high-grade gliomas

Isabelle Chabert (1) (2) (3), Eric Barat (3), Frédéric Dhermain (1), Fanny Poisson (1), Samy Ammari (1), Valentine Martin (1), Buva Irène Buvat (4), Delphine Lazaro (1), Eric Deutsch (2, 3), Charlotte Robert (2, 3)
1 - Institut Gustave Roussy, Villejuif (France), 2 - INSERM U1030 «Radiothérapie Moléculaire» (France), 3 - CEA - LIST, Gif-sur-Yvette (France), 4 - IMIV (France)

Introduction

Patients suffering from high-grade gliomas currently have a median survival time of 14 months despite treatment. Our purpose was to investigate whether MR perfusion and relative Cerebral Blood Volume (rCBV) maps could help to predict tumor recurrence areas and improve treatment outcome. This study investigates the impact of rCBV map thresholds on the ability of MR perfusion to predict tumor recurrence.

Methods

This retrospective study included 17 patients suffering from high grade gliomas who received standard chemo-radiation (30 x 2 Gy/fraction, Temodal). Subjects underwent pre-treatment CT, gadolinium-enhanced T1-weighted, T2 FLAIR acquisitions and a DSC-MR scan. rCBV maps were calculated with GE READE View Advantage Workstation and normalized to the contralateral normal white matter perfusion. The PLANET software (DOSisoft) was used to register MR images to the CT. A senior radiologist and a senior radiotherapist delineated conventionally GTV on anatomical MR images. PTV were defined by a physicist. Thresholds t of 1.5 to 2.5 were applied to the normalized rCBV maps to define hyper-perfused volumes ($V_{perf,t}$). Follow-up anatomical MR images were used to localize recurrence areas (GTV'). Correlations between all volumes were analyzed using six indexes. $I_{1,t}$ was the percentage of $V_{perf,t}$ not included in the GTV. $I_{2,t}$, I_3 and I_4 were respectively the percentages of GTV' included in $V_{perf,t}$, GTV, and PTV. $I_{5,t}$ was the percentage of $V_{perf,t}$ included in GTV'. $I_{6,t}$ was the percentage of $V_{perf,t}$ not included in the GTV which was predictive of tumor recurrence outside GTV.

Results

Index evolution when t rises is slow and no obvious break in slope suggests an optimal threshold. Whatever t (1) $I_{1,t}$ is higher than 20% for 14 patients, suggesting that $V_{perf,t}$ and GTV as defined using anatomical images are distinct volumes (2) $I_{2,t}$ shows that the proportion of relapse volumes characterized by high rCBV is between 2% and 63% (3) $I_{5,t}$ indicates that hyper-perfused areas will not necessary lead to relapse ($1\% < I_{5,t} < 98\%$) (4) $I_{6,t}$ is lower than 5% for 8 patients and greater than 40% for 5 patients: perfusion may help to predict relapse outside GTV in about half of the cases. Based on I_3 value analysis, two groups can be distinguished: The first (9 patients) shows a high overlap between GTV and GTV' ($I_3 > 80\%$) while this overlap is moderate in the second ($30\% < I_3 < 50\%$). I_4 is almost always equal to 100%: recurrence occurs inside the PTV.

Conclusions

Recurrence areas are always located in the PTV: an improvement of treatment planning will consist in defining boost areas rather than modifying the GTV. The impact of the threshold used to define hyperperfused area is low. Although 17 cases only were studied, our results suggest that MR perfusion is neither specific nor sensible enough for defining by itself recurrence (hence potential boost) areas. Multi-modality imaging such as PET-MR might help identify tissues with a high risk of recurrence.

- Mots-clés : radiotherapy, rCBV, glioma
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102034/document>

Session : RT-3 Imagerie en radiothérapie (pré-traitement, IGRT...)

Mercredi 1 Juin - 16h48

Auditorium

Calculs Monte Carlo pour l'estimation personnalisée des doses délivrées lors d'examens d'imagerie Cone-Beam CT.

Hélène Chesneau (1), Maëva Vangvichith (1), Olivier Henry (2), Caroline Lafond (2, 3), Valentin Blideanu (1)
1 - Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA-LIST) (France), 2 - Centre Eugène Marquis, Rennes (France), 3 - Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (France)

Introduction

Longtemps considérées comme négligeables, les doses délivrées aux patients lors d'acquisitions d'imagerie Cone-Beam CT (CBCT) soulèvent aujourd'hui de nombreux questionnements. La littérature annonce des doses additionnelles par acquisition CBCT de quelques cGy avec des maxima pouvant attendre 7 à 10 cGy pour les os et la peau [1]. Devant ce constat, la mise au point d'outils permettant l'estimation, le report et éventuellement l'optimisation des doses devient une nécessité. L'objectif de cette étude est d'utiliser un simulateur Monte Carlo (MC) du dispositif CBCT XVI (Elekta) afin d'étudier les niveaux de doses délivrés aux organes. Le but recherché est de mettre au point un outil d'estimation rapide et personnalisé.

Matériel et méthodes

Un modèle du dispositif CBCT a été développé avec le code MC PENELOPE. Les propriétés des faisceaux simulés ont été validées par comparaison avec des acquisitions de rendements en profondeur et de profils et par la confrontation des spectres de photons mesurés par un détecteur à semi-conducteur CdTe avec ceux issus du modèle MC. Afin d'évaluer l'exactitude du simulateur dans des conditions précliniques, des mesures de doses ont été réalisées en insérant des détecteurs OSL nanoDot au sein des fantômes anthropomorphes CIRS ATOM (femme, homme et enfant). Ces données expérimentales ont été comparées aux calculs réalisés avec le simulateur MC développé. Suite à cette ultime phase de validation, un fantôme numérique comportant 29 tissus humains (Fig. 1 A) a été utilisé pour estimer les doses aux organes délivrées par différents protocoles d'acquisition usuels. Une segmentation rigoureuse d'images CT en un ensemble de compositions de tissus mous et osseux a également été mise en place afin d'obtenir des dosimétries personnalisées.

Résultats

La validation des propriétés des faisceaux simulés a montré de bons résultats. Les mesures OSL dans les fantômes anthropomorphes concordent avec les calculs MC pour tous les types de tissus. L'écart moyen entre les 84 acquisitions OSL et les valeurs calculées est de 8,6%. Enfin, les doses aux organes calculées dans le fantôme numérique pour différents protocoles sont en accord avec les valeurs de doses publiées (fig. 1 B).

Conclusion

Le simulateur MC du dispositif CBCT XVI développé et validé permet le calcul des distributions de dose 3D au sein de fantômes numériques ou d'images CT propres à un patient donné. Les travaux à venir portent sur l'étude de l'évolution des niveaux de doses lors d'acquisition CBCT en fonction de facteurs morphologiques (poids, taille, etc.) afin de mettre en place un outil d'estimation rapide et personnalisé.

Références

[1] Spezi, E.; Downes, P.; Jarvis, R.; Radu, E. & Staffurth, J. Patient-specific three-dimensional concomitant dose from cone beam computed tomography exposure in image-guided radiotherapy International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics, Elsevier, 2012, 83, 419-426

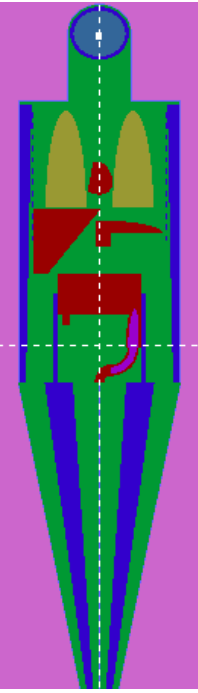
A	B		
	Protocoles d'acquisition XVI	Doses calculées :	Littérature [1]:
	Tête & cou : Tension : 100 kV Filtre : F0 mAs/proj : 0,1 Nb. projections : 366	Cristallin : de 0,8 à 1,1 mGy Squelette facial : 2,4 mGy Thyroïde : de 0,7 mGy Clavicule : de 2,5 à 3 mGy	Œil droit : 1 mGy Œil gauche : 1,1 mGy Mandibule : 8,3 mGy Moelle épinière : 1,7 mGy Parotides : 2,7 mGy
	Poumon : Tension : 120 kV Filtre : F1 mAs/proj : 1,6 Nb. projections : 660	Cœur : 19 mGy Poumon traité : 24 mGy Poumon sein : 14 mGy Côtes : 34 à 62 mGy Colonne vertébrale : 41 mGy Vessie : 23 mGy	Cœur : 20 mGy Poumon : 20 mGy Poumon traité : 24 mGy Poumon sein : 15 mGy Moelle épinière : 12 mGy
	Pelvis : Tension : 120 kV Filtre : F1 mAs/proj : 1,6 Nb. projections : 660	Ovaires : 25 mGy Colon sigmoïde : 19 mGy Tête fémorale : 42 mGy Vessie : 23 mGy	Rectum : 15 mGy Tête fémorale : 43 mGy Tissus mous : de 20 à 25 mGy

Fig. 1 : A) Illustration du fantôme numérique utilisé dans PENELOPE pour l'estimation des doses aux organes. B) Tableau présentant les doses calculées par le simulateur MC pour différents protocoles d'acquisition ainsi que leur comparaison aux valeurs de la littérature.

- Mots-clés : CBCT, Monte Carlo, dosimétrie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102804/document>

Session : Session spéciale : Recherche en physique médicale

Jeudi 2 Juin - 08h30

Auditorium

Etat des lieux de l'activité de recherche par les physiciens médicaux en France

Manuel Bardiès (1), Sophie Chiavassa (2)

1 - Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse (France), 2 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Nantes (France)

Introduction

Le métier de physicien médical présente différents aspects : clinique, recherche et développement, enseignement et formation. Il est également en constante évolution. Nous avons souhaité faire un état des lieux de l'activité de recherche menée par les physiciens médicaux en France, aussi bien sur les thèmes investigués que sur les organisations mises en place.

Matériel et Méthode

Un questionnaire électronique a été diffusé à la communauté via internet. Certains résultats ont pu être comparés avec ceux obtenus en 2011 lors d'une démarche similaire.

Résultats

Nous avons obtenu 28 réponses contre 18 en 2011. L'ensemble des réponses permet de recenser 67 physiciens médicaux exerçant une activité de recherche, à temps partiel ou à temps plein, en France. La majorité des réponses obtenues (23) provient de services de soins, réparties entre CRLCC (52%), centres hospitaliers (39%) et centres privés (9%) ; les autres sources étant les organismes de recherche (3) et les entreprises (2). De ce fait, 85% des physiciens médicaux recensés (soit 57 physiciens répartis dans 22 équipes) exercent logiquement une activité clinique. De plus, 16 équipes se sont organisées pour avoir un temps officiellement dédié à la recherche ce qui semble être une tendance récente forte. La radiothérapie reste le domaine le plus représenté avec 45% des réponses contre 40% en médecine nucléaire et 13 % en radiologie, mais 9 équipes combinent plusieurs disciplines montrant ainsi les interactions entre les différents domaines de la physique médicale. 54% des équipes ont un partenariat avec un industriel et 86% travaillent en lien avec un laboratoire de recherche contre 72% en 2011. De même le pourcentage d'équipes ayant encadré ou co-encadré une thèse a augmenté depuis 2011, passant de 60% à 75%. Le nombre de physiciens médicaux déclarant posséder une « Habilitation à Diriger les Recherches » (HDR) est passé de 4 à 7. Les publications se font très majoritairement dans des journaux étrangers (facteur 4 / journaux français) permettant une visibilité internationale. L'appel à Projet « Physique, Mathématiques et Sciences de l'ingénieur appliquées au Cancer » (AAP Physicancer) existe depuis 2011 et s'adresse entre autres aux physiciens médicaux. Sur les 28 équipes ayant répondu, 12 (43%) ont répondu à cet AAP en tant que partenaire ou porteur de projet (50%/50%) avec un taux de réussite de 32%. La participation à un autre AAP national (ANR, FRM, ...) concerne 8 équipes.

Conclusion

L'enquête menée met en avant l'activité de recherche des physiciens cliniciens en poste. Ces dernières années, plusieurs services se sont organisés pour avoir officiellement un temps dédié à la recherche favorisant la visibilité, les collaborations et l'encadrement de thèses. Des interventions seront faites au cours de la session pour donner des exemples d'organisation de service favorisant la recherche et pour rapporter des expériences de projet Physicancer menés par des physiciens médicaux.

- Mots-clés : état des lieux, physique médicale, recherche
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107952/document>

• **Session : Session spéciale : Recherche en physique médicale**

Jeudi 2 Juin - 09h00

Auditorium

Exemples d'organisations en recherche en physique médicale

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/108184/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 11h00

Salle 103-104

Session de perfectionnement : Apport des méthodes industrielles de management de la qualité pour la radiothérapie

Karine Herlevin (1)

1 - Institut de Cancérologie de Lorraine, Vandoeuvre-lès-Nancy (France)

Les évolutions techniques et technologiques de ces dernières années en radiothérapie ont entraîné une augmentation inévitable du nombre de contrôles qualité à effectuer, tant sur les équipements (machines de traitement, TPS, imagerie) que sur les patients (contrôles pré-traitement, dosimétrie de transit etc...). L'un des challenges actuels est de garantir et continuellement améliorer la qualité et sécurité de chacun des traitements, tout en optimisant le temps et les ressources. Ceci nécessite d'adopter une vision transversale, où l'on ne s'intéresse pas uniquement au résultat d'un contrôle donné par rapport à des tolérances établies, mais où on analyse un ensemble de résultats, afin de prendre des décisions conduisant à des actions sur un processus. L'effet de ces actions pourra ensuite être évalué, afin de rechercher continuellement à améliorer les résultats. Cette vision orientée processus, est très largement utilisée dans le milieu industriel, et apparait comme un pas nécessaire pour aller vers l'amélioration continue de la qualité en santé. Différentes approches, méthodes et outils issus de l'industrie peuvent donc avoir leur place en radiothérapie. Dans la présentation, nous détaillerons tout d'abord la Maîtrise Statistique des Processus (MSP). Cette méthode a pour objectif de contrôler et d'améliorer la qualité d'un processus, en cherchant à réduire sa variabilité. Elle est basée sur une analyse statistique et utilise deux outils principaux : les indicateurs de performance et les cartes de contrôle. Nous développerons un exemple d'application de cette méthode issu de notre institut, où la MSP est utilisée pour suivre, analyser et contrôler les résultats des contrôles qualité pré-traitement en Radiothérapie Conformationnelle par Modulation d'Intensité (RCMI). Nous aborderons ensuite la démarche Lean, initiée dans les années 1950 par le constructeur automobile Toyota. Cette démarche, basée sur le bon sens, vise à l'élimination de toutes les activités n'apportant pas de valeur ajoutée. Le principe du Lean management est de maximiser la valeur du client en réduisant les pertes générées à l'intérieur d'une organisation, pour une production et un rendement plus justes. Nous présenterons quelques outils de cette démarche et citerons quelques exemples d'applications en radiothérapie, notamment ceux d'un centre hollandais, pilote en Lean management. Nous pensons que le domaine de la santé et celui de la radiothérapie en particulier, ont tout à gagner à s'inspirer de méthodes industrielles telles que la MSP et le Lean management. Elles ont l'avantage de cadrer la pensée et sont très complémentaires pour contribuer à l'amélioration continue de la qualité des traitements.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107435/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 11h30

Salle 103-104

Installation, modélisation et programme d'assurance qualité du collimateur multi-lames InCise-2 du CyberKnife M6

Yves Barbotteau (1), Aliaume Rignon (1), Fabien Allot (1), François Delaire (1), Nathalie Dufour (1), Géraldine Michel-Amadry Damien Moreau (1), Matthieu Crespin (1)
1 - Centre de Radiothérapie de Clairval, Marseille (France)

Introduction

Le CML InCise-2 permet de diminuer le temps de traitement d'environ 30%, en réduisant le nombre de faisceaux et d'unité moniteur. La méthodologie de mesure de la bibliothèque de faisceaux, les résultats de la validation de la modélisation et le programme d'assurance qualité du CML sont présentés.

Matériel et méthodes

Recette: Les RTM, profils et FOC sont mesurés pour 11 tailles de champs variant de 7.6 x 7.7 mm² à 115 x 100.1 mm². Une diode (PTW) est utilisée dans l'explorateur de fantôme BluePhantom 2 (IBA). Les FOC sont également mesurés avec les chambres d'ionisation CC13 (IBA) et PinPoint (PTW) et des films Gafchromics EBT3 positionnés dans un fantôme solide. L'obtention de profils est sensible car dépendante de l'alignement des axes de la cuve et des axes du MLC (absence de champ lumineux, degrés de libertés du robot, inclinaison des lames induisant une pénombre asymétrique). Les mesures sont comparées aux composite data fournies par le constructeur. Validation du modèle : Deux méthodes sont disponibles pour la planification d'un traitement avec le MLC : Isocentric Conformal ou Conformal Avoidance. Ce dernier se décline selon trois principes de modulation de la fluence dans le système de planification inverse. Des plans de traitement utilisant chaque mode de planification sont calculés sur le SRS Dose Verification Phantom (Standard Imaging) puis délivrés sur le fantôme où plusieurs films EBT3 sont insérés. Une analyse par gamma index 2D (1 mm/5% et 3mm/3%) est réalisée à l'aide d'un logiciel développé en interne. Contrôle Qualité : La précision du positionnement des lames est contrôlée par film Gafchromics (EBT3) : test TG-50 et Garden-Fence. De même, la transmission à travers le CML est mesurée par film.

Résultats

Recette: Concernant les FOC, une bonne concordance entre les différents détecteurs est observée à partir d'une taille de champ de 23x23.1 mm² (écart max. 0.5%). En deçà, l'écart entre les chambres d'ionisation, la diode et les films devient significatif. Pour le champ 7.6 x 7.7 mm², la diode surestime le FOC de 5.3% par rapport au film. Les RTM, profils de dose et FOC, mesurés sont par ailleurs en bonne adéquation avec les composite data. Validation du modèle : L'analyse du gamma-index donne des résultats supérieurs à 95% pour les différents modes de planification. Contrôle Qualité : Le test TG-50 est réalisé chaque matin : la validation est visuelle. Le Garden-Fence est analysé quantitativement chaque mois. Les critères du constructeur sur la précision du positionnement des lames sont : - aucune déviation supérieure à 0.95 mm - aucune lame n'a plus d'une position avec une déviation supérieure à 0.5 mm - pas plus de 13 lames d'un même banc n'ont de déviation supérieure à 0.5 mm Une fuite inférieure à 0.5 % a été mesurée conformément aux critères du constructeur.

Conclusion

L'utilisation du CML en routine clinique est effective depuis mars 2016. Conformément aux attentes, un vrai gain de temps sur le temps d'irradiation est observé, tout en conservant une qualité dosimétrique comparable à l'IRIS. Son utilisation est cependant limitée par l'absence d'algorithme Monte Carlo. Les recommandations de CQ proposées par le constructeur sont notre référentiel de base ; des tests complémentaires sont à l'étude

- Mots-clés : Contrôle Qualité, MLC, Cyberknife, InCise
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101626/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 11h42

Salle 103-104

Dosimétrie par fibre plastique scintillante pour l'irradiation du petit animal

Coralie Le Deroff (1), Anne-Marie Frelin Labalme (1) (2), Xavier Ledoux (1)

1 - Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, Caen (France), 2 - Archade (France)

Introduction

Les micro-irradiateurs récemment apparus dans le domaine de la recherche préclinique délivrent des faisceaux de rayons X dont la taille millimétrique et l'énergie (<250keV) sont parfaitement adaptés à l'échelle du petit animal. Les dosimètres à fibre scintillante sont de bons candidats pour la dosimétrie de tels faisceaux car ils associent un faible volume de détection à une lecture directe et leur composition est proche de celle de l'eau. Cependant, aux énergies d'irradiation du petit animal, une saturation de la scintillation (« quenching ») apparaît, introduisant une dépendance en énergie. Ce travail présente d'une part la caractérisation de notre dosimètre par fibre scintillante ainsi que l'étude de la dépendance en énergie de sa sensibilité. Nous présentons d'autre part les premiers résultats de mesure dans des champs millimétriques.

Matériel et méthodes

Le prototype, appelé Dosirat, est constitué d'une sonde de fibre plastique scintillante (BCF-12, Saint Gobain) de 1mm de diamètre et de 15mm de long couplée à une fibre optique. Le signal lumineux produit lors de l'irradiation est mesuré par une photodiode couplée à un électromètre. Les études ont été effectuées avec le micro-irradiateur X-Rad 225Cx (PXI) installé à Caen. Des mesures de répétabilité et de linéarité ont été réalisées. La réponse de Dosirat a ensuite été évaluée pour différentes qualités de faisceaux et comparée à celle d'une chambre d'ionisation ainsi qu'à des simulations Monte Carlo. Les facteurs d'ouverture de collimateur (FOC) ont été évalués avec une sonde de 4mm de long, pour des faisceaux allant de 10x10cm² à 1mm de diamètre et comparés aux FOC mesurés par des films dosimétriques EBT3.

Résultats

La répétabilité de mesure est de 0,15% et la réponse linéaire avec la dose et le débit de dose, pour des débits allant de 10 à 293 cGy/min. L'étude de la dépendance en énergie montre que la sensibilité (pC/Gy) de Dosirat présente une variation de 7% sur toute la gamme d'énergie étudiée (80 à 225 kV, filtration de 2mm Al ou 0,3 mm Cu). Ceci s'explique par la présence de quenching. La courbe de FOC normalisée à un champ 10x10cm² concorde à 4% à celle des films EBT3 jusqu'à une taille de champ de 5mm de diamètre.

Conclusion

Les résultats montrent que Dosirat a des propriétés intéressantes pour la dosimétrie à moyenne énergie et peut être utilisé avec différentes qualités de faisceaux via un étalonnage approprié. Son utilisation est donc très prometteuse pour l'irradiation des petits animaux et notamment pour la dosimétrie in vivo, prochaine étape de notre étude. Par ailleurs, l'utilisation des dosimètres à fibre scintillante pourrait être étendue aux domaines de la clinique utilisant des rayons X de moyennes énergies notamment en radiologie, en curiethérapie ou encore en radiothérapie per-opératoire.

- Mots-clés : radiothérapie préclinique, fibre scintillante, dosimétrie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101292/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 11h54

Salle 103-104

Reproduction de spectres INTRABEAM® à l'aide d'un générateur de rayons x de référence

Abdullah Abudra'a (1), Marc Denozière (1), Johann Plagnard (1), Jean Gouriou (1), Ramona Itti (2), Isabelle Aubineau-Lanièce (1)

1 - CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel, Gif-sur-Yvette (France), 2 - Service de cancérologie - Radiothérapie (France)

Introduction

La Radiothérapie de Contact par Générateur de Rayons X (RC-GRX) est une technique de traitement de cancers utilisant des photons de faible énergie (? 50 keV). L'irradiation, réalisée au contact de la tumeur, y délivre une forte dose tout en préservant les tissus sains environnants. Le but ultime de l'étude est d'établir des références primaires, en kerma dans l'air K_{air} et dose absorbée dans l'eau D_{eau} afin de calibrer la distribution spatiale relative de dose absorbée. Un travail intermédiaire, présenté ici, consiste à caractériser et à reproduire, à partir d'un GRX disponible au LNHB, différents faisceaux de RC. Les faisceaux émis par l'INTRABEAM® étant très utilisés avec ses applicateurs sphériques pour traiter le cancer du sein, deux de ces derniers sont considérés ici.

Méthodes

Les spectres INTRABEAM® ont été mesurés à l'aide d'un détecteur CdTe, fortement collimaté pour réduire le flux de photons. Afin de reproduire la partie continue et les raies de fluorescence de ces spectres, des filtres ont été spécifiquement ajoutés au GRX du LNHB. Les faisceaux reproduits ont alors été mesurés dans les mêmes conditions que ceux d'origine. Tous les spectres ont été corrigés des artefacts de mesure [1]. Pour quantifier la fiabilité de reproduction des spectres, la grandeur $K_{air,norm}$ correspondant au kerma dans l'air pour un spectre photonique

normalisé a été définie : $K_{air,norm} = \frac{\sum [\phi(E) \cdot \left(\frac{\mu_{tr}(E)}{\rho}\right)_{air} \cdot E \cdot \Delta E]}{\sum [\phi(E) \cdot \Delta E]}$. Le rapport des $K_{air,norm}$ entre les spectres d'origine et reproduit a été comparé à l'unité. Par ailleurs, les valeurs $K_{air,MC}$ des spectres originaux et reproduits ont également été calculées à l'aide du code MCNPX [2].

Résultats

Les rapports $K_{air,norm}$ et $K_{air,MC}$ sont inférieures à 1,005 pour l'applicateur sphérique de 3 cm de diamètre. Cependant, ces rapports sont d'environ 1,05 pour l'applicateur sphérique de 4 cm du fait d'une plus haute intensité des pics de fluorescence des couches L d'or, induites par l'anode en or de l'INTRABEAM®. Une tentative d'amélioration par l'ajout de filtres en or a échoué à cause de leur trop faible rendement de fluorescence.

Conclusions

Cette étude démontre la faisabilité de l'approche suivie pour reproduire des spectres de RC à partir d'un GRX du LNHB. Afin d'améliorer la reproduction du spectre émis avec l'applicateur sphérique de 4 cm, une étude consistant à exploiter les pics de fluorescence du tungstène, d'énergies proches de celles de l'or, est en cours. Cette étude exploratrice pourra à terme être appliquée à d'autres applicateurs et systèmes de RC.

Références:

[1] S. Deloule, Thèse, 2014. HAL Id : tel-01126925, version 1.

[2] D.B. Pelowitz, rapport LA-UR-11-01502, 2011.

- Mots-clés : kerma dans l'air, dose dans l'eau, générateur de rayons x, spectre, INTRABEAM, Radiothérapie de contact, MCNPX
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102464/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 12h06

Salle 103-104

Commissioning du Leksell Gamma Knife ICON

Antoine Dorenlot (1), Jérôme Champoudry (1)

1 - Service de neurochirurgie fonctionnelle et stéréotaxique Gamma Knife, Marseille (France)

Objectif

Le nouvel appareil Leksell Gamma Knife ICON permet d'acquérir des images stéréotaxiques via l'utilisation d'un CBCT, donnant la possibilité d'utiliser comme moyen de contention et de positionnement un masque thermoformé à la place du cadre invasif de Leksell. La surveillance de l'immobilisme du patient est assurée par une caméra infra-rouge stéréoscopique captant les mouvements d'une pastille collée sur le nez du patient. Les différents contrôles effectués pour le commissioning ont pour but d'évaluer la qualité des différents éléments de la machine, les uns indépendamment des autres. Pour ceux impliquant le CBCT, les contrôles ont été réalisés avec les deux presets de kV et mAs disponibles (low et high dose).

Méthode

Cette évaluation se base sur quatre critères : qualité de l'image, dose apportée par l'image (CBDI et dans le patient), performances mécaniques et performances du système de monitoring patient.

La qualité des images CBCT a été évaluée en utilisant le Catphan 503 (The Phantom Laboratory) avec le logiciel myQA (IBA). Le fantôme a été imagé avec les deux presets disponibles bi-hebdomadairement pendant les 2 premiers mois puis bimensuellement. Les paramètres mesurés sont le rapport signal/bruit, l'uniformité globale, différence d'échelle, la distorsion géométrique et la résolution spatiale.

Le CBDI a été mesuré pour les deux presets à l'aide d'une chambre Raysafe X2 CT et du fantôme cylindrique en PMMA associé. L'évaluation de la dose apportée au patient a été réalisée en utilisant des dosimètres thermo luminescents (TLD) et un fantôme anthropomorphique tête RANDO (The Phantom Laboratory).

Les performances mécaniques, consistant à comparer des coordonnées de Leksell données par le CBCT de quatre objets aux coordonnées physiques connues, a été évaluée en utilisant le Diode Tool+ d'Elekta. Une série de 100 mesures sur les deux premiers mois, quotidiennes depuis, ont permis de quantifier la répétabilité et la reproductibilité des mesures.

Le système de monitoring patient (HDMM) a été vérifié en positionnant un marqueur visible par la caméra infra-rouge sur une platine dont le mouvement est géré par des vis micrométriques. Des mouvements dans les trois directions ont été appliqués par un opérateur pendant qu'un second relevait les déplacements vus par la caméra.

Résultats

Qualité image : S/B : $1.41 \pm 0.1 / 2.24 \pm 0.17$ (low / high), uniformité globale : $83.14 \pm 0.98 / 86.57 \pm 0.66$ (low / high), différence d'échelle : $0.26 \pm 0.20 / 0.21 \pm 0.1$ mm (low / high), distorsion géométrique : $0.33 \pm 0.05 / 0.21 \pm 0.03$ mm (low / high) et résolution spatiale : $0.49 \pm 0.02 / 0.48 \pm 0.01$ lp/mm (low / high). Les valeurs de CBDI mesurées sont de 2.23 et 5.9 mGy (low / high). La distribution de dose dans le patient est hétérogène : les doses mesurées s'étalent de 2.24 à 7.28 mGy pour le preset high dose. Les performances mécaniques via l'utilisation du Diode Tool+ révèlent une erreur maximale de 0.17 ± 0.02 mm lorsque les



COMMUNICATIONS ORALES

mêmes contrôles réalisés manuellement et visuellement montrent une erreur maximale de 0.19 ± 0.5 mm. La précision du système de monitoring du patient est mesurée à 0.01 mm avec une erreur maximale de 0.05 mm.

Conclusion

Les contrôles effectués ont permis de s'assurer de la qualité des différents nouveaux éléments apportés par le nouveau Gamma Knife ICON par rapport à son prédécesseur le Gamma Knife Perfexion. Les résultats obtenus sont en adéquation avec la pratique de la radiothérapie stéréotaxique hypo fractionnée.

- Mots-clés : CBDI, commissioning, Gamma Knife ICON, HDMM
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102753/document>

Session : RT-4 Assurance de qualité des équipements

Jeudi 2 Juin - 12h18

Salle 103-104

Evaluation de la méthode EpiDream pour le contrôle qualité interne des faisceaux d'électrons en radiothérapie par imageur portal

Aurélie Sors (1), Philippe Dudouet (1) (2), Denis Franck (2), Christine Boutry (1)
1 - Groupe Oncorad Garonne Montauban (France), 2 - Groupe Oncorad Garonne Toulouse (France)

Introduction

Le but de cette étude est d'évaluer l'utilisation de l'imageur portal pour le contrôle de qualité interne des faisceaux d'électrons, défini par la décision du 27/07/2007, en s'appuyant sur une nouvelle approche de reconstruction de la dose absorbée dans l'eau, la méthode EpiDream.

Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée sur deux accélérateurs de la société Varian, équipés d'EPID(AS500 et AS1000) pour des faisceaux d'électrons de 6, 9, 12, 15 et 18 MeV. La calibration de chaque imageur a été réalisée avec l'application EpiDream afin d'obtenir la conversion des niveaux de gris(NG) de l'image en matrice de dose équivalente dans l'eau à la profondeur de référence(zref) de l'énergie étudiée. Pour chaque énergie, les images intégrées en NG corrigées du bruit de fond ont été acquises via le module AM Maintenance (Varian) à la distance source détecteur (DSD)=100cm et DSD=(100+zref)cm pour des paramètres variables : tailles de champ(6×6-20×20cm²), UM délivrées(3-300UM), débit de dose(100-300UM/min). Pour chaque condition d'irradiation, une évaluation en gamma index(2%/2mm) a été réalisée entre la matrice de dose calculée par l'algorithme du TPS d'Eclipse(eMC v13.6,Varian) et la matrice de dose calculée par la méthode EpiDream (MD EpiDream). Des profils de dose radiaux et transverses mesurés avec une chambre d'ionisation de 0.125cm³(PTW31010) à zref et DSP=100cm ont été comparés aux profils de dose obtenus à partir des MD EpiDream considérant pour un champ 15×15cm²: homogénéité, symétrie, pénombre et coefficient de corrélation.

Résultats

Les résultats sont en cours d'obtention. Cependant les premières analyses sont prometteuses : Pour l'énergie 9 MeV, à DSD=100+zref, la valeur moyenne du gamma index pour les tailles de champ de 6×6, 10×10, et 15×15 cm² vaut respectivement : 99.9%(?=0.1%), 99.8%(?=0.32%), 96.3%(?=2.2%).

Conclusion

La méthode EpiDream pourrait permettre d'envisager la réalisation des contrôles de qualité internes des faisceaux d'électrons par EPID, à tous les angles de bras en maximisant la reproductibilité de mesure.

- Mots-clés : dosimétrie portale, faisceaux d'électrons, imageur portal
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102845/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 14h00

Salle 103-104

Session de perfectionnement : Intérêt des techniques de modulation pour l'irradiation des cancers du sein

Pascal Fenoglietto (1)

1 - ICM Val d'Aurelle Montpellier (France)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107429/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 14h30

Salle 103-104

Etude dosimétrique comparative des cancers du sein avec irradiation ganglionnaire prophylactique en arcthérapie volumétrique modulée (AVMI), selon l'optimisation multicritères (MCO) (Raystation®) versus Progressive Resolution Optimizer (PRO) (Eclipse®)

D.Nguyen (1), C. Sporea (2), G. LARGERON (1), F. JOSSERAND-PIÉTRI (2), M. KHODRI (1) (2)
1 - ORLAM / Mâcon / France (France), 2 - ORLAM / Villeurbanne / France (France)

Introduction

Depuis 2012 dans nos centres, l'AVMI avec le système de planification de traitement (TPS) Eclipse® v10 (VARIAN®) est utilisée en routine pour traiter les patientes atteintes d'un cancer du sein nécessitant une irradiation ganglionnaire prophylactique. En 2015, nous avons acquis le TPS RayStation® v4.7.2 (RAYSEARCH®), avec sa nouvelle approche dosimétrique basée sur le MCO. L'objectif de notre étude est de démontrer que l'utilisation du MCO permet de réduire le temps d'apprentissage, en obtenant plus rapidement des plans de traitements respectant les contraintes dosimétriques cliniques communément publiées dans la littérature.

Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée sur 10 patientes, sélectionnées de façon aléatoire, traitées pour un cancer du sein (5 seins gauches + 5 seins droits) avec irradiations ganglionnaires (chaîne mammaire interne, aire susclaviculaire, plus ou moins troisième étage de Berg) par AVMI. Pour chaque patiente, la dosimétrie initiale a été réalisée par le TPS Eclipse® avec l'algorithme d'optimisation PRO v3 et le calcul de la dose avec l'algorithme « Analytic Anisotropic Algorithm » v10, grille 2mm. Les doses prescrites sont de 50Gy sur la glande mammaire et de 44 à 50Gy pour les ganglions, en 25 séances. Le TPS RayStation® a ensuite été utilisé pour générer un nouveau plan de traitement, à l'aide de l'optimisation MCO et de l'algorithme "Collapsed Cone Convolution" en conservant les paramètres balistiques et la grille de calcul (2mm). Les analyses comparatives se font suivant différents critères dosimétriques et qualitatifs tels que l'index d'homogénéité (HI), l'index de conformité (CI), Dmean (Gy), V95% pour les volumes cibles et Dmean(Gy), V5Gy, V10Gy, V20Gy, V30Gy, V45Gy, D2%(Gy) pour les organes à risques.

Résultats

Au niveau de la couverture des volumes cibles, l'algorithme MCO est meilleur que PRO (V95% =95.39±1.96% vs 85.15±8.48% (p=0.005) pour les PTVSein; même constatation pour l'index HI = 0.15±0.03 vs 0.21±0.03 (p=0.007)) et HI = 0.18±0.06 vs 0.24±0.05, respectivement pour le PTVSein et PTVGanglions. L'analyse des doses aux organes à risques pour les 10 patientes montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux Algorithmes (p>0.05).

Conclusion

Sur la base des résultats obtenus, nous pouvons dire que l'algorithme MCO peut être utilisé afin de générer efficacement des plans de traitement pour les cancers du sein complexes. De plus, le TPS RayStation avec l'optimisation MCO permet d'obtenir rapidement et facilement des plans comparables à l'algorithme PRO en termes de préservation des organes à risques, mais supérieurs pour les couvertures des volumes cibles. En peu de temps d'utilisation, nous avons facilement basculé sur le nouveau TPS pour cette localisation.

- Mots-clés : PRO, MCO, AVMI, Cancer sein
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102632/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 14h42

Salle 103-104

Evaluation dosimétrique d'une irradiation mammaire et ganglionnaire de drainage en VMAT

J. Le Bourhis (1), P. Dinh (1), H. Huet De Froberville (1)

1 - Service de Physique, Clinique de la porte de Saint-Cloud (France)

Introduction

Retour d'expérience de dosimétrie de sein complet en VMAT à partir d'un concours international organisé par King Faisal Specialist Hospital & Research Centre (Arabie Saoudite) en 2016, pour une mise en place en routine clinique au Centre Clinique de la Porte de Saint Cloud.

Matériel et Méthode

Des plans de traitements d'un sein avec aires ganglionnaires homolatérales (sous-claviculaires, susclaviculaires et axillaire) ont été effectués avec le TPS « Pinnacle 9.10 » de Philips pour une machine Elekta Versa HD avec collimateur Agility 160 lames. Les dosimétries ont été optimisées pour différentes contraintes sur les organes à risque et les organes cibles. Les dosimétries finales ont été évaluées selon les critères du concours (indice d'uniformité, d'homogénéité et doses aux organes à risque) puis à travers un contrôle qualité patient sous accélérateur à l'aide de l'Octavius 4D et du logiciel Verisoft 6.2 de PTW. Une comparaison en termes d'histogramme dose volume (HDV) entre dosimétrie VMAT et dosimétrie conformationnelle a également été effectuée.

Résultats

Les critères du concours ont été majoritairement atteints avec cependant des critères d'acceptabilités du gamma index à 4%/4mm atteint pour 92% des points de mesures. Les analyses de contrôle qualité patient en terme de gamma index montre des résultats meilleurs pour les dosimétries VMAT moins optimisées ayant un score de compétition moins important. Les dosimétries VMAT protègent mieux les organes à risque dans l'ensemble et couvrent mieux le volume cible en terme de conformité et d'uniformité de dose.

Conclusion

Le concours a permis d'améliorer notre niveau de connaissance et de maîtrise pour la réalisation d'une dosimétrie VMAT dans le sein. L'analyse des dosimétries en termes de faisabilité avec l'accélérateur (analyse des contrôles qualité patient) montre que trop d'optimisation entraîne une incertitude plus importante sur la réalisation concrète du traitement. Un compromis doit être défini afin de maximiser les contraintes tout en ayant des arcs de traitement d'un part simulé avec le moins d'approximation (de modélisation et de calcul) et d'autre part réalisable pour l'accélérateur (contraintes mécaniques). Le VMAT apporte de meilleurs résultats dosimétriques selon l'HDV par rapport à la technique conformationnelle ; ainsi qu'un gain par réduction de la durée d'irradiation par séance.

- Mots-clés : Sein complet, VMAT, Dosimétrie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102933/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 14h54

Salle 103-104

Planification dosimétrique optimale en VMAT ORL : évaluation d'un outil de prédiction d'épargne des parotides

Sandrine Martin (1), Nolwenn Delaby (1), Olivier Henry (1), Enrique Chajon (1), Caroline Lafond (2)
1 - Centre Eugène Marquis, Rennes (France), 2 - Université de Rennes 1 (France), 3 - INSERM U 1099 (France)

Introduction

La Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité a permis une hyper-personnalisation du traitement à l'anatomie du patient. Du fait de la complexité des objectifs cliniques, on observe une variabilité du processus de planification, en particulier d'un opérateur à l'autre. Une des difficultés majeures repose alors sur l'évaluation du caractère optimal d'un plan de traitement. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'apport de l'utilisation d'un modèle de prédiction de dose moyenne atteignable aux parotides lors des planifications dosimétriques des traitements de la sphère ORL.

Matériel et méthodes

Les planifications dosimétriques ont été réalisées sur le logiciel de planification Pinnacle v.9.10 (Philips), en technique VMAT. Un modèle de prédiction de dose moyenne atteignable aux parotides a été défini selon la méthode publiée par Moore et al. [1] à partir du volume de chevauchement entre parotide et volume cible (PTV). Une cohorte de 20 patients traités pour un cancer ORL en boost intégré a servi à la création du modèle. Ces patients étaient répartis en 3 groupes : 10 patients avec 3 niveaux de dose prescrite 70/63/56 Gy, 5 patients avec 3 niveaux de dose prescrite 66/59,4/54,1 Gy (post opératoire) et 5 patients avec 2 niveaux de dose prescrite 60/54 Gy (post opératoire). Dix patients ont été planifiés avec et sans le modèle de prédiction : 8 patients avec 3 niveaux de dose prescrite 70/63/56 Gy ; 2 patients avec 2 niveaux de dose prescrite 60/54 Gy. Les plans ont été normalisés deux à deux afin d'avoir une même conformation de l'isodose 95 % au PTV de plus haut niveau de dose. La distribution de dose de chaque plan a été validée par le radiothérapeute. Plusieurs valeurs ont été relevées et comparées : les doses reçues par les PTV, les parotides et le PRV moelle (canal médullaire + 3 mm), les indices de conformation (CI) et d'homogénéité (HI) et le nombre d'unités moniteur (UM).

Résultats

Le tableau 1 compare les planifications dosimétriques avec et sans utilisation du modèle de prédiction. Ce modèle a permis de diminuer la dose moyenne aux parotides de manière significative : -5,3 Gy en moyenne. Les indices de conformation ainsi que les doses maximales relevées au PRV moelle restent équivalents entre les deux méthodes. Cependant, les plans réalisés avec le modèle montrent des doses aux PTV moins homogènes. De plus, l'utilisation de cette méthode a montré une augmentation du nombre d'UM sur la majorité des plans : + 13 % en moyenne [-3,1% ; 32,6%] traduisant une augmentation de la complexité des plans générés.

Conclusion

Cette étude a montré la faisabilité de l'utilisation d'un outil de prédiction permettant de diminuer significativement la dose aux parotides dans les irradiations de la sphère ORL entraînant ainsi un bénéfice clinique potentiel non négligeable. Le modèle proposé permet de donner un objectif de dose moyenne atteignable aux parotides dès le début de la planification dosimétrique : un gain de temps et une diminution de la dépendance à l'opérateur seront certainement observés lors de l'intégration de cette méthode en routine clinique.

Bibliographie

[1] KL. Moore et al. ? Experience-based quality control of clinical intensity-modulated radiotherapy planning ? Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. Vol81 n2 ? 2011

		Sans modèle	Avec modèle	Valeur cible
PTV haute dose	CI	0,986* [0,979 ; 0,998]	0,986* [0,979 ; 0,998]	1
	HI	0,060 [0,032 ; 0,100]	0,077 [0,041 ; 0,111]	0
PTV dose intermédiaire	CI	0,971 [0,954 ; 0,987]	0,969 [0,947 ; 0,986]	1
	HI	0,162 [0,096 ; 0,211]	0,191 [0,137 ; 0,237]	0
PTV dose faible**	CI	0,992 [0,981 ; 0,997]	0,991 [0,985 ; 0,997]	1
	HI	0,131 [0,098 ; 0,166]	0,139 [0,107 ; 0,190]	0
Parotide homolatérale	D _{moyenne} (Gy)	26,20 [11,97 ; 38,64]	20,21 [12,04 ; 25,91]	< 26 Gy
Parotide controlatérale	D _{moyenne} (Gy)	23,63 [8,95 ; 36,80]	18,97 [11,56 ; 29,22]	< 26 Gy
PRV moelle	D _{2%} (Gy)	37,57 [34,70 ; 39,64]	38,25 [35,00 ; 40,98]	< 45 Gy

Tableau 1 : Comparaison des planifications dosimétriques VMAT des traitements ORL avec et sans modèle de prédiction de dose moyenne aux parotides (moyenne sur 10 patients ou **8 patients, [valeurs extrêmes]), * point de normalisation des plans

- Mots-clés : VMAT, ORL, prédiction dose, Planification dosimétrique, contrôle qualité
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102871/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 15h06

Salle 103-104

Evaluation et validation de l'utilisation des images scanner corrigées par l'algorithme O-MAR pour les calculs dosimétriques en radiothérapie

Caroline Noblet (1), Grégory Delpon (1), Claire Dupuy (1), Stéphanie Josset (1), Camille Llagostera
1 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Nantes (France)

Introduction

O-MAR est un algorithme permettant de réduire les artéfacts causés par des implants métalliques dans les images tomodensitométriques (TDM). Son application aux images TDM utilisées pour le calcul de dose en radiothérapie est intéressante car les artéfacts perturbent les calculs. Ils sont généralement corrigés manuellement en forçant la densité des zones artéfactées à $1g.cm^{-3}$. Ce processus est long, peu précis et opérateur dépendant. Il est de plus insuffisant car appliqué uniquement aux tissus mous. L'objectif de ce travail est de valider l'utilisation d'O-MAR sur les images TDM dosimétriques des patients qui présentent des implants métalliques (orthopédiques ou dentaires).

Matériel et méthodes

La capacité d'O-MAR à restaurer les Unités Hounsfields (HU) réelles a été évaluée pour différents inserts (eau, poumon et os) sur un fantôme cylindrique. Les images TDM (Philips BigBore®) ont été acquises en l'absence de métal (référence) puis en présence de 2 prothèses de hanche (reconstructions avec et sans O-MAR). Le même travail a été réalisé avec des implants dentaires. L'impact d'O-MAR sur le calcul dosimétrique a été évalué sur les images précédentes avec le logiciel de planimétrie (TPS) CMS XIO pour un faisceau de photons de 6MV puis pour des balistiques cliniques sur différents TPS (CMS XIO, BrainLAB IplanRT et Tomotherapy®). Les performances d'O-MAR ont également été comparées aux résultats obtenus avec une correction manuelle qui est la pratique de référence du centre. Pour chaque cas, la cartographie 3D de l'écart relatif de dose par rapport à la référence a été analysée dans l'isodose 10%. Enfin, O-MAR a été appliqué à des images de patients.

Résultats

La mesure des HU montre que l'impact des artefacts est négligeable dans l'insert poumon mais significatif dans les inserts eau et os avec respectivement des écarts de 100HU et 250HU. O-MAR réduit ces écarts à 40HU dans l'eau et à 90HU dans l'os. L'action d'O-MAR sur les artéfacts permet de réduire leur impact sur les calculs dosimétriques de façon plus efficace que la correction manuelle. Dans le fantôme avec 2 prothèses de hanche, pour un faisceau de 6MV, le pourcentage de pixels avec un écart relatif de dose $> \pm 1\%$ (PER1%) est de 5,2% sans correction, de 2,3% avec une correction manuelle et de 1,2% avec O-MAR. Une analyse similaire pour un plan RCMI de 7 faisceaux de 6MV donne un PER1% de 9,5%, 5,7% et 4,4% respectivement. Sur les images de patients avec prothèses de hanche, O-MAR donne directement de bons résultats. Au contraire, pour des patients avec implants dentaires, la correction réalisée par O-MAR est imparfaite et doit être complétée manuellement.

Conclusion

Pour des patients avec prothèses de hanche, O-MAR corrige de manière efficace les artéfacts. Par rapport à une correction manuelle, il apporte un gain de temps substantiel à l'étape de planimétrie et permet un calcul de dose plus précis. En présence d'implants dentaires, bien qu'une correction manuelle soit encore nécessaire après l'application d'O-MAR, le gain reste important.

- Mots-clés : Planimétrie, Algorithme de réduction des artéfacts métalliques
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101101/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (session commune avec la section Dosimétristes)

Jeudi 2 Juin - 15h18

Salle 103-104

Intérêt potentiel des protons par rapports aux traitements de stéréotaxie et de RCMI par photons pour lesquels la dose prescrite voulue ne permet pas de respecter les contraintes aux OAR

Antoine Wagner (1), Thomas Lacornerie (1), Romain Cayez (1), Xavier Mirabel (1), Nick Reynaert (1)

1 - Centre Oscar Lambret, Lille (France)

Introduction

Il est communément admis que les traitements par protons permettent des distributions de dose meilleures que les traitements par photons. C'est pourquoi nous avons cherché à savoir quel pourrait être le rôle des protons pour les traitements pour lesquels il n'est pas possible de satisfaire les contraintes usuelles aux organes à risque et qu'il est nécessaire de diminuer la dose prescrite. Nous ne cherchons pas dans cette étude à étudier tous les cas en général où la radiothérapie par proton serait plus protectrice que les traitements par photons mais seulement à évaluer l'intérêt pour les cas difficiles décrits ci-dessus.

Matériel et méthodes

Pendant l'année 2015, tous les traitements du service en conditions stéréotaxiques par CyberKnife et en arthrothérapie hélicoïdale par Tomotherapy, pour lesquels il a fallu diminuer la dose aux volumes cibles, demandée par la prescription, pour satisfaire les contraintes aux organes à risque, ont été répertoriés. Tous ces cas ont été replanifiés avec une machine de proton IBA en mode Pencil Beam Scanning sur une station de calcul RaySearch, avec les PTV identiques aux techniques par photon. Les incertitudes sur la profondeur du pic de Bragg n'ont pas été prises en compte si ce n'est pour le choix des incidences des faisceaux.

Résultats

Parmi les 1310 traitements en conditions stéréotaxiques ou par modulation d'intensité hélicoïdale, ceux pour lesquels il a été nécessaire de diminuer la dose prescrite se classent selon 2 types : - lorsque c'est un organe en série qui est adjacent et limitant, comme la moelle épinière dans le cas de ré-irradiation de vertèbre. - lorsque c'est un organe parallèle qui est limitant, quand la taille du volume cible est telle que le niveau des faibles doses est trop important, comme pour le foie pour lequel il faut garder 700 cm³ en dessous d'un certain seuil. Pour le 1er type de traitement, les plans protons n'ont pas permis de montrer que la dose prescrite initiale aurait pu être conservée, car la pénombre des faisceaux en Pencil Beam Scanning (spot de 3 mm) n'est pas inférieure à celle produite par les faisceaux de photons en conditions stéréotaxiques. Pour le 2ème type de traitement, nous avons compté 11 lésions hépatiques et 6 lésions pulmonaires avec envahissement médiastinal, les plans protons ont permis de montrer systématiquement que la dose prescrite initiale pouvait être conservée.

Conclusion

Sur une année, 17 patients pour lesquels il a été nécessaire de diminuer la dose de prescription et pour lesquels un traitement par protons (Pencil Beam Scanning) permettrait de la conserver ont été comptabilisés. Ces traitements concernaient de grands volumes cibles dans les poumons ou le foie.

- Mots-clés : protonthérapie contraintes de dose aux organes à risque
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101988/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 16h15

Salle 103-104

Optimisation de l'organisation en radiothérapie et impact de l'implémentation d'un logiciel d'optimisation: RT-Flow

Frederik Crop (1), Thomas Lacornerie (1), Julien Defrance (1), Xavier Mirabel (1), Eric Lartigau (1)
1 - Center Oscar Lambret, Lille (France)

Introduction

Le flux des patients en radiothérapie concerne plusieurs acteurs et différentes étapes. Cette organisation de flux de travail peut être organisée de plusieurs façons en radiothérapie. Deux d'entre elles ont été étudiées: la rétro planification et la gestion de travail constant (ConWIP [1]), sans rendez-vous des patients attribués a priori. Les effets de l'Introduction du logiciel RT-Flow (Surgiqua Institute), qui optimise l'organisation dont la priorisation et permet de suivre toutes les étapes, de la création du dossier à l'archivage, ont été étudiés ainsi que la possibilité d'améliorer la prise en charge avec l'utilisation des « booking curves ».

Matériel et méthodes

La comparaison pour l'organisation a été faite en prenant l'année avant l'utilisation de RT-Flow et la suivante. Toutes les données ont été normalisées en nombres de jours travaillés afin d'éliminer l'effet des jours fériés et des pannes des machines. L'effet de la variabilité du nombre de patients adressés en radiothérapie, a été étudié par des simulations. L'effet de l'utilisation des booking curves est évalué avec un calcul de probabilité de contrôle tumoral pour tous les patients (TCP global).

Résultats

L'utilisation des machines en conditions saturées a augmenté de 2%. Le nombre de premières séances reportées a été diminué de moitié. La meilleure gestion du système ConWIP (organisation sans rendez-vous) a augmenté l'efficacité de 9%. Les délais pour les contours et la prescription ont diminué de 0.7 jours. L'utilisation des « booking curves » pourrait améliorer la gestion des délais par indications. Par conséquent le TCP global des patients peut être amélioré dans l'organisation avec rendez-vous à priori de façon analogue avec l'organisation sans rendez-vous a priori.

Conclusion

L'Introduction de RT-Flow a augmenté l'efficacité du service. Les différentes organisations ont leurs propres avantages, mais l'organisation ConWIP reste la plus efficace pour le TCP global et l'utilisation maximale des machines.

Références

[1] Crop, F., Lacornerie, T., Mirabel, X., & Lartigau, E. (2015). Workflow optimization for robotic stereotactic radiotherapy treatments: Application of Constant Work In Progress workflow. *Operations Research for Health Care*, 6, 18-22. <http://doi.org/10.1016/j.orhc.2015.05.002>

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102445/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 16h27

Salle 103-104

Épargne hippocampique lors d'une radiothérapie de l'encéphale « in toto » en arcthérapie volumétrique modulée

Christel Lanaspeze (1), Leonel Varella Cagetti (2), Laure Vieillevigne (1)

1 - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Institut Claudius Regaud (France), 2 - Institut Paoli Calmette (France)

Introduction

Épargner les hippocampes lors d'une radiothérapie de l'encéphale « in toto » permet de diminuer la toxicité neurocognitive. Le but de ce travail consistait à étudier la faisabilité et l'efficacité de la technique d'arcthérapie volumétrique modulée (VMAT) pour épargner les hippocampes tout en délivrant la dose prescrite au reste de l'encéphale.

Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée sur 4 patients. Des plans de traitement ont été replanifiés en épargnant les hippocampes pour une dose prescrite de 30 Gy en 10 fractions. Un masque thermoformé associé à une inclinaison de la tête avec une cale de 25° ont été utilisés. Une marge uniforme de 5mm a été ajoutée aux hippocampes pour définir une région d'évitement. Le volume cible a été défini comme l'encéphale auquel on a enlevé la région d'évitement. Les plans VMAT ont été effectués sur le logiciel de planimétrie Eclipse version 11 pour un accélérateur Varian True Beam STx équipé du collimateur multilames haute définition. Différentes balistiques ont été étudiées. Les plans de traitement ont été évalués en termes de couverture, homogénéité du volume cible ainsi qu'en relevant les doses minimales, maximales, moyennes et la D40% aux hippocampes ainsi que les doses maximales et moyennes aux cristallins. Le but était de générer des plans qui satisfont les critères du RTOG 0933 [1].

Résultats

La balistique retenue comprenait 6 arcs avec 2 arcs non coplanaires avec des rotations de collimateur multiples. Tous les plans VMAT respectaient les critères du RTOG 0933 de couverture de l'encéphale et d'épargne des hippocampes. Concernant le volume cible, les doses moyennes D98%, D95% et D2% étaient respectivement $27,3 \pm 0,3$ Gy, $29,0 \pm 0,1$ Gy et $30,8 \pm 0,1$ Gy. Les valeurs moyennes des index d'homogénéité et de conformité étaient respectivement $0,11 \pm 0,01$ et $0,94 \pm 0,01$. Les doses D100%, moyennes et maximales reçues par les hippocampes étaient en moyenne $7,9 \pm 0,4$ Gy, $10,1 \pm 0,8$ Gy et $14,6 \pm 1,0$ Gy. En moyenne, les cristallins avaient une dose moyenne de $4,5 \pm 0,4$ Gy et une dose maximale de $5,2 \pm 0,2$ Gy.

Conclusion

L'inclinaison de la tête avec une cale de 25° combinée à une balistique à 6 arcs VMAT avec 2 arcs non coplanaires permettent d'obtenir des plans très conformationnels qui respectent les critères du RTOG 0933. Dans le futur, nous allons évaluer la faisabilité d'irradier de multiples métastases cérébrales tout en épargnant les hippocampes et évaluer la distance minimale nécessaire entre les métastases et les hippocampes.

References

[1] Radiation Therapy Oncology Group RTOG 0933 A Phase II Trial of hippocampal avoidance during whole brain radiotherapy for brain metastases. 2012.

- Mots-clés : Epargne des hippocampes, VMAT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102645/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 16h39

Salle 103-104

Utilisation des faisceaux sans filtre égalisateur en radiothérapie en conditions stéréotaxiques : impact de la taille du volume cible

Sandra Bessieres (1), Monia Ouali (2), Christel Lanaspeze (2), Laure Vieillevine (2)

1 - SCM Oncologie, Clinique du Pont de Chaume, Montauban (France), 2 - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Institut Claudius Regaud (France)

Introduction

Les faisceaux sans filtre égalisateur (FFF) remplacent les faisceaux filtrés (FF) pour la radiothérapie en conditions stéréotaxiques (SBRT). Celle-ci peut être réalisée en faisceaux fixes, en arcthérapie dynamique (AD) ou en arcthérapie en modulation d'intensité (VMAT). Nous avons comparé des plans SBRT en AD FF, AD FFF, VMAT FF, VMAT FFF pour différentes tailles de volumes cibles (PTV). Le but était d'obtenir un consensus sur la technique de traitement en fonction de la taille du volume cible.

Matériel et méthodes

Trois milieux ont été étudiés avec plusieurs PTV concentriques : 11 dans un fantôme elliptique équivalent eau, 6 dans le poumon, 7 dans le foie. Pour chaque PTV, 8 plans de traitements ont été réalisés : AD et VMAT en 6 MV et 10 MV FF et FFF. Les index d'homogénéité (IH), de conformité (IC), de gradient (IG) ainsi que les doses délivrées aux tissus sains et aux organes à risque (OAR) ainsi que le nombre d'unité moniteur (UM) et le temps d'irradiation ont été étudiés. La corrélation entre la taille des PTV et le rapport des indices FFF/FF et VMAT/AD a été évaluée grâce au test de Spearman. Les médianes des paramètres ont été comparées avec le test non paramétrique de Friedman.

Résultats

Les indices dosimétriques sont améliorés en FFF mais pas de manière significative (médiane IC : AD 6 FF = 1,19 ; AD 6 FFF = 1,17 ; VMAT 6 FF = 1,04 ; VMAT 6 FFF = 1,04). Dans les trois milieux, la dose aux tissus sains se dégrade significativement en AD 10 FFF avec l'augmentation du volume du PTV (fantôme : $p = 0,0001$, $\rho = 0,91$; V20 poumon : $p = 0,000$, $\rho = 1,00$; D700cc foie : $p = 0,000$, $\rho = 1,00$). Les résultats obtenus dans le foie montrent que le VMAT permet un gradient de dose plus fort que l'AD pour les volumes importants (IG : $p < 0,0001$, $\rho = -1,00$). L'association VMAT et FFF permet une meilleure épargne des OAR (V20 poumon : $p = 0,0188$, $\rho = -0,89$). Le temps d'irradiation est plus court pour les énergies FFF (55% en 6 MV, 75% en 10 MV) et la technique AD (environ 55% en 6 MV et 70% en 10 MV). Le nombre d'UM est plus élevé en FFF et en technique VMAT.

Conclusion

Nous n'avons pas constaté de différences significatives dans nos plans SBRT entre les faisceaux FF et FFF. Il semblerait que ces derniers permettent une meilleure épargne des OAR. L'AD n'est pas adaptée à l'irradiation des gros volumes en particulier en 10FFF, mais a toute sa place pour celle des petits volumes. L'AD permet l'obtention d'un temps d'irradiation plus court qu'en VMAT et s'affranchit de tout phénomène d'« interplay ».

- Mots-clés : FFF, SBRT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102638/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 16h51

Salle 103-104

Calcul de la dose pour les stéréotaxies pulmonaires en Inspiration Profonde : comparaison de AAA et Geant4

Sara Beilla (1), Tony Youness (1), Laure Vieillevigne (1) (2), Manuel Bardies (1), Xavier Franceries (1), Luc Simon (1) (2)

1 - Centre de recherche en cancérologie de Toulouse UMR1037 Inserm Université Toulouse III Paul Sabatier (France), 2 - Institut universitaire du cancer de Toulouse, Département de Physique Médicale (France)

Introduction

Les limites des systèmes de planification de traitement (TPS) pour le calcul de dose en radiothérapie dans des milieux de densités modérées sont connues. Elles ont été étudiées en utilisant les méthodes Monte Carlo (MC)[1]. Dans le cas des traitements du cancer du poumon réalisés en DIBH (inspiration profonde), la densité pulmonaire peut atteindre $0,12 \text{ g.cm}^{-3}$. Le but de ce travail est d'évaluer les performances d'un TPS (Eclipse AAA) et d'une modélisation MC dans les conditions particulières de très faible densité et pour de petits faisceaux. Des mesures (films) sont réalisées pour des fantômes hétérogènes et sont comparées à ces deux calculs.

Matériels et méthodes

Les simulations MC et la modélisation de la tête de l'accélérateur TrueBeam (Varian, Palo Alto, CA) sont réalisées avec GATE/Geant4. Les dimensions géométriques du TrueBeam ainsi que les fichiers d'espace des phases (phsp) sont fournies par Varian[2]. Les mâchoires, le mylar et le «baseplate» ont été modélisés et validés pour les énergies X6, X10, X6FFF et X10FFF : les calculs MC sont comparés avec des mesures réalisées avec une chambre d'ionisation Semiflex (PTW) dans une cuve d'eau, pour les tailles de champ de 3×3 à $20 \times 20 \text{ cm}^2$. Les rendements en profondeurs (PDD) et les profils de dose, à différentes profondeurs, mesurés et calculés, sont comparés (méthode du Gamma Index). Deux qualités de liège (densités $0,24$ et $0,12 \text{ g.cm}^{-3}$) sont utilisées pour réaliser deux fantômes hétérogènes eau/poumon correspondant à la densité pulmonaire en respiration libre et en DIBH respectivement. Ces fantômes de dimensions de $20 \times 20 \times 25 \text{ cm}^3$ sont composées de 3 cm de PMMA, 7 cm de liège et 15 cm de PMMA (fig. 1). La dose est mesurée à différentes profondeurs du fantôme avec des films EBT3 Gafchromic (Ashland) pour des tailles de champ de $8 \times 8 \text{ cm}^2$ et $3 \times 3 \text{ cm}^2$ et pour deux énergies de photons (X6FFF et X10FFF). Ces deux fantômes ont été implémentés dans Eclipse et MC.

Résultats

La modélisation du TrueBeam montre une bonne correspondance avec les mesures dans l'eau pour toutes les tailles de champs et dans les fantômes hétérogènes. Plus de 99% des points passaient l'analyse gamma ($2\%-2\text{mm}$) pour les profils et les PDD. Dans l'hétérogénéité poumon, des différences ont été observées entre AAA et la mesure qui sont majorées pour les petites tailles de champ et les très faibles densités. Par exemple, pour le champ 3×3 , en densité de $0,12 \text{ g.cm}^{-3}$ à une profondeur de 7 cm , la dose relative est de $56,61\%$, $56,25\%$, et $67,54\%$ pour la mesure, MC et AAA respectivement.

Conclusions

Pour les faibles densités, AAA montre rapidement ses limites alors que MC se conforme aux mesures. Ce modèle MC nous permettra d'évaluer les résultats du TPS dans des cas complexes non mesurables comme par exemple, pour le traitement de patients par stéréotaxie en DIBH. Références: [1] C. D. Tony Teke, ?Monte Carlo validation of the TrueBeam 10XFFF phase?space files for applications in lung SABR,? Med. Phys., vol. 42, no. 12, pp. 6863?6874, 2015. [2] M. Constantin, J. Perl, T. LoSasso, A. Salop, D. Whittum, A. Narula, M. Svatos, and P. J. Keall, ?Modeling the truebeam linac using a CAD to Geant4 geometry implementation: dose and IAEA-compliant phase space calculations,? Med. Phys., vol. 38, no. 7, pp. 4018?4024, Jul. 2011.

- Mots-clés : dosimétrie, AAA, stéréotaxie pulmonaire, radiothérapie, Geant4, Monte Carlo
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102553/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 17h03

Salle 103-104

Evaluation de l'apport du collimateur multi-lames Incise2® au Cyberknife®

Julien Bellec (1), Charlotte Limoges (1), Nolwenn Delaby (1), Mickael Perdrieux (1), Fanny Jouyau (1),
Caroline Lafond (1) (2) (3)

1 - Centre Eugène Marquis (France), 2 - Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (France), 3 - LTSI, Université de
Rennes 1 (France)

Introduction

Le Cyberknife® (Accuray) est un système de radiothérapie stéréotaxique robotisé utilisant historiquement des collimateurs circulaires. Il est maintenant possible d'équiper les Cyberknife® M6 d'un collimateur multi-lames (MLC). L'objectif de cette étude est d'évaluer l'apport du MLC dans le cadre de la radiothérapie stéréotaxique intra et extra-crânienne en comparant la qualité des plans de traitement obtenus avec le MLC par rapport à ceux obtenus avec le collimateur circulaire à ouverture variable (IRIS?).

Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée sur une cohorte de 17 patients traités pour des lésions cérébrales, hépatiques, rachidiennes et prostatiques sur un Cyberknife® M6 v10.6. Pour chaque cas, deux plans de traitement ont été calculés avec le logiciel de planification Multiplan®v5.3 : un plan utilisant le MLC Incise2 obtenu avec l'algorithme Finite Size Pencil Beam (FSPB) et un plan utilisant le collimateur IRIS? obtenu avec l'algorithme RayTracing ou MonteCarlo. Les plans ont été normalisés afin d'obtenir une couverture identique du volume-cible à $\pm 0,5\%$ (prescription sur isodose 80%). Les plans de traitement MLC et IRIS ont été comparés selon deux critères:

- la distribution de dose (indices de conformation (COIN), d'homogénéité (HI) et de gradient de dose (GI));
- l'efficacité (nombre d'unités moniteurs total (UM), temps de traitement)

Afin d'évaluer les performances des algorithmes de calcul de dose, la cohérence calcul-mesure a été évaluée pour un plan test dans un fantôme hétérogène type poumon QUASAR? Respiratory phantom (Modus Medical Inc), en utilisant des films radiochromiques EBT3 (Ashland). L'analyse a été réalisée avec la méthode du gamma index pour des critères de 3 % (local) / 2 mm (seuil d'analyse : 30 % de la dose maximale).

Résultats

Le tableau 1 détaille les résultats obtenus. Les index COIN et HI sont équivalents pour les plans IRIS et MLC. Le gradient de dose est amélioré de 10,5 % en moyenne avec le MLC. Pour les volumes supérieurs à 100 cm³ (lésions hépatiques) une amélioration du GI de 26 % en moyenne est obtenue. Pour les volumes inférieurs à 2 cm³ (neurinomes et hypophyses) une dégradation du COIN de 14 % en moyenne est observée. L'utilisation du MLC permet de diminuer le nombre d'UM de 25 % en moyenne, la réduction pouvant aller jusqu'à 70 %. Un gain de temps systématique est observé : diminution de 28 % en moyenne et au maximum de 54 %. Avec les algorithmes FSPB et RayTracing, 51,6 % et 45,5 % des points passent respectivement les critères du gamma index 3% (local) / 2 mm dans le fantôme poumon. Avec l'algorithme MonteCarlo, 98,7% des points passent ces critères.

Conclusion

Le MLC Incisez du Cyberknife® permet d'obtenir un gain significatif au niveau du temps de traitement et du nombre d'UM délivrées par rapport aux collimateurs circulaires tout en maintenant un haut niveau de conformation et un gradient de dose important. Les collimateurs circulaires restent cependant à privilégier pour le traitement des volume-cibles inférieurs à 2 cm³. Le calcul de dose avec le MLC est réalisé, à l'heure actuelle, uniquement avec un algorithme de type A, son utilisation devrait donc être évitée pour le traitement des lésions pulmonaires.

	MLC	IRIS	Ideal value
COIN	1.20 ± 0.15	1.16 ± 0.07	1
HI	1.33 ± 0.23	1.36 ± 0.25	1
GI	2.98 ± 0.48	3.38 ± 0.59	Lower as possible
Total MUs	15 797 ± 9 544	20 572 ± 10 130	
Treatment time (min)	27 ± 7	38 ± 15	

- Mots-clés : Cyberknife, MLC, Radiothérapie stéréotaxique
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102917/document>

Session : RT-5 Planification de traitement (suite)

Jeudi 2 Juin - 17h15

Salle 103-104

Radiothérapie stéréotaxique des métastases cérébrales : Cyberknife® versus VersaHD® / Exactrac®

Mickaël Perdrieux (1), Marc Céleste (1), Isabelle Lecouillard (1), Elodie Nouhaud (1), Christophe Blay (1), Fanny Jouyau (1), Nolwenn Delaby (1), Julien Bellec (1), Caroline Lafond (1) (2) (3)
1 - Centre Eugène Marquis, Rennes (France), 2 - Université Rennes 1 (France), 3 - INSERM (France)

Introduction

L'objectif de cette étude est de comparer les performances dosimétriques et géométriques du Cyberknife (Accuray) et du VersaHD (Elekta) équipé du système Exactrac (BrainLab) dans le cas de la radiothérapie stéréotaxique des métastases cérébrales.

Matériel et méthode

Cette étude a été menée sur 5 patients pour une dose prescrite de 27 Gy en 3 fractions avec une marge entre le CTV et le PTV de 1 mm au Cyberknife et de 2 mm au VersaHD conformément à nos pratiques cliniques. L'étude dosimétrique a également été menée avec une marge de 2 mm au Cyberknife afin de prendre en compte l'impact dosimétrique des marges. Les plans ont été réalisés sur le Cyberknife M6 v10.6 avec une balistique multi-faisceau non-isocentriques générée par optimisation inverse sur le TPS Multiplan v5.3 (Accuray) ainsi que sur le VersaHD équipé du système Exactrac v6.1 avec le système Frameless (BrainLab) et avec une balistique VMAT à 4 arcs non-coplanaires générée par optimisation inverse sur Pinnacle v9.10 (Philips). L'évaluation dosimétrique a porté sur la couverture du PTV et le volume d'encéphale hors PTV recevant 23,1 Gy correspondant aux critères principaux de validation médicale. Le volume des isodoses 6 Gy, 2,7 Gy et 1 Gy ainsi que le rapport du volume des isodoses 13,5 Gy et 27 Gy sont détaillés afin de caractériser l'étalement des faibles doses et le gradient de dose en périphérie du PTV. Des contrôles de qualité sont réalisés par films radiochromiques EBT3 (Ashland) et par chambre d'ionisation Pinpoint 31014 (PTW) dans le fantôme anthropomorphe STEEV (CIRS). La dose mesurée par film est comparée à la dose calculée selon la méthode du gamma index avec des critères de 3% (local) / 2 mm (seuil d'analyse défini à 30% de la dose maximale). L'écart géométrique entre la distribution de dose mesurée et calculée est également relevé.

Résultats

Le tableau 1 montre que les critères de validation sont respectés pour les deux modalités. Pour une couverture du PTV équivalente, les gradients de dose obtenus au Cyberknife étaient plus importants que ceux obtenus au VersaHD et de plus faibles volumes de tissus sains recevaient des doses inférieures à 6 Gy. Les écarts entre la dose mesurée par chambre d'ionisation et la dose calculée sont en moyenne de 2,3 % au Cyberknife et de -0,5 % au VersaHD. La valeur moyenne du gamma index est de 0,41 au Cyberknife et de 0,35 au VersaHD. Les écarts géométriques moyens entre la distribution de dose mesurée et calculée sont de 0,86 mm au Cyberknife et de 0,50 mm au VersaHD.

Conclusion

Les deux modalités de traitement, Cyberknife et VersaHD avec Exactrac, permettent de respecter les critères dosimétriques dans le traitement stéréotaxique des métastases cérébrales. La géométrie d'irradiation au Cyberknife permet d'obtenir des gradients de dose plus élevés qu'au VersaHD et de limiter l'irradiation des tissus sains aux faibles doses. La cohérence calcul-mesure était satisfaisante pour les deux modalités avec des valeurs de gamma moyen inférieures à 0,5. Les écarts géométriques inférieurs à 1 mm obtenus sur le VersaHD/Exactrac vont mener à une investigation sur la possibilité de réduire les marges de traitement utilisées.

- Mots-clés : Exactrac, VersaHD, Cyberknife, métastases cérébrales, Radiothérapie stéréotaxique
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102909/document>

Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 09h00

Auditorium

Session de perfectionnement : Real-time MR image guided radiotherapy: the time is near!

Jochem Wolthaus (1)

1 - University Medical Center Utrecht (Pays-Bas)

Introduction

Despite the fact that several studies has shown that dose escalation improves treatment outcome, there are currently very limited clinical indications treated with high dose-high precision radiotherapy. Due to the inability to visualize tumor and critical organs sufficiently during delivery, a normal tissue margin around the tumor needs to be included in the target volume, which leads to toxicity and thereby limiting the maximum dose. If high quality (contrast) real-time MRI images of the tumor and surroundings are available during treatment, it is expected that smaller normal tissue margins are necessary (what you see is what you treat), and consequently increasing the possibility for dose escalation.

Methods

MR guided radiotherapy is rapidly evolving from research feasibilities towards real clinical treatment machines. Cobalt systems are currently on the market and soon the first clinical MR-linac based on a 7 MV linear accelerator and a 1.5T MRI scanner will become operational. It is a misconception to consider the MR-guided radiotherapy systems as the next generation CBCT-linacs. The combination of a radiotherapy device with an MRI scanner enables high dose-high precision radiotherapy for many complex indications, bringing a new paradigm for radiotherapy. This enables new possibilities of on-line treatment plan adaptation, including gating and tumor tracking. However, the implications on reference dosimetry, machine QA and treatment planning due to the changed dose deposition by the magnetic field must be taken into account. This opens a whole new field of radiotherapy physics. In this talk the different MR radiotherapy solutions currently clinically available or under development will be discussed. Furthermore, a short description of the clinical MR guided workflow is given. The impact of the magnetic field on dose deposition is large due to the Lorentz force on the electrons released in matter. This results in skewed dose distributions and different build-up and exit doses compared to distributions in conventional radiotherapy. Since the trajectories of the electrons are now curved, readings in ionization chambers will also differ. My talk will address these effects on dose based on the Utrecht experience but these implications also apply to the other MR radiotherapy solutions.

Conclusions

The use of MRI in radiotherapy is fast growing. To explore the patient benefits of MR guided radiotherapy almost all conventional aspects of current radiotherapy needs an overhaul, from the clinical workflow to dosimetry physics and machine QA. A short overview will be given.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107440/document>

Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 09h30

Auditorium

Mise au point : MRI-only radiotherapy, benefits and remaining challenges

Nick Reynaert (1)

1 - Centre Oscar Lambret, Lille (France)

Introduction

The aim of current presentation is to provide an overview of the current status of MRI-only treatment planning and MRI-only radiotherapy in general. It is well known that MRI provides an optimal soft tissue differentiation and allows more accurate target volume delineation in modern radiotherapy. Current dose calculation algorithms require electron density though, thus MRI and CT data need to be registered, increasing uncertainty. A direct dose calculation on MRI images can reduce the uncertainty and simplifies the treatment planning process. Recently introduced radiotherapy specific MRI systems allow positioning the patient in the actual treatment position and image distortions are corrected at a 1 mm level.

Methods and materials

The main focus of current presentation will be an overview of the different methods described in literature to calculate dose on MRI images, by conversion of MRI to pseudo CT. These conversion algorithms were originally introduced for attenuation correction calculations on PET/MRI systems, and later fine-tuned for treatment planning purposes. The simplest method consists of assigning so-called bulk densities. For each delineated organ a unique density is defined. The main disadvantages of this method are the need of delineation (sometimes semi-automatically) and the fact that inhomogeneities within organs are ignored. In spite of the high level of approximation, this method has proven to lead to an acceptable dosimetrical precision for a number of clinical indications, such as prostate cases. A second popular method is based on deformable image registration using reference images (atlas-based methods). Depending on the quality of the deformation algorithm, this method provides excellent results for the majority of treatment plans, and can be applied without any user interaction (no contouring required). On the other hand, when the patient geometry is very specific, deformations cannot always reconstruct the geometry correctly. A third method is based on a direct conversion of the MRI grey values and mostly demands dedicated MRI sequences, having T1 and T2 weighting removed, such as UTE or ZTE sequences. Some authors have also considered combining some of the methods described above. Other aspects, important for MRI-only radiotherapy, such as MRI simulation, MRI compatible positioning tools, optimization of radiotherapy specific MRI antennas and the impact of image distortions will be discussed as well.

Conclusion

Listing all these challenges might seem discouraging to go towards MRI-only radiotherapy, but we probably do not have a choice of treatment precision needs to be further improved. Currently, when using the most advanced radiotherapy techniques, all having a sub-millimeter precision regarding positioning and tracking, the remaining uncertainty is in the definition of the GTV, which demands the most advanced imaging modalities.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/103213/document>

Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 09h55

Auditorium

Dosimétrie sur IRM par méthode atlas appliquée aux traitements intra-craniens par Cyberknife

Benjamin Demol (1) (2) (3), Christina Boydev (1), Nick Reynaert (1)

1 - Centre Oscar Lambret, Lille (France), 2 - AQUILAB (France), 3 - Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie, Lille (France)

Introduction

La planification de dose sur IRM est une étape-clé dans la réalisation d'un traitement tout IRM, sans utilisation du CT. L'intérêt principal d'une telle démarche est de ne plus avoir besoin de réaliser un examen CT et de supprimer l'incertitude de localisation de la tumeur liée au recalage IRM/CT [1]. Pour cela, une méthode de création d'un pseudo-CT (pCT) à partir d'une image IRM basée sur une méthode d'atlas a été développée dans le cadre des traitements tête par Cyberknife.

Méthodes

Cette méthode est inspirée de la méthode de Gudur et al. [1]. Un atlas modèle a été constitué d'une paire d'images IRM-CT recalées rigidement d'un même sujet. Pour chaque patient, l'IRM du modèle est recalée de manière déformable sur l'IRM de ce patient. Le champ de déformation ainsi établi est appliqué au CT du modèle : l'IRM modèle et le CT modèle déformés sont ainsi exprimés dans le repère de l'IRM du patient. L'opération pour synthétiser un pCT à partir de l'image IRM est la suivante : pour chaque pixel de l'IRM du patient, une sélection en intensité est effectuée sur les pixels proches de l'IRM déformée du modèle. Cette sélection permet de déterminer les pixels ayant une valeur en intensité semblable au pixel concerné (fourchette de 5%) de l'IRM patient. Cette sélection des pixels est directement transférée au CT déformé du modèle. La moyenne pondérée des nombres CT (nCT) des pixels ainsi sélectionnés constitue la valeur du nCT du pCT. La pondération porte sur la distance du pixel par rapport au pixel traité. Cette opération est effectuée sur chaque pixel de l'IRM du patient. Le pCT est ensuite recalé rigidement au CT réel du patient, et le plan de traitement Cyberknife est calculé sur les 2 images par une méthode Monte Carlo. Cette étude porte sur la comparaison dosimétrique du PTV entre le CT réel et le pCT de la localisation crâne. Pour cela, les indices de dose D98, D95, D50, D05, D02 et Dmean extraits de l'histogramme dose-volume ont été relevés pour le CT réel et le pCT pour chaque PTV de l'étude (n=35).

Résultats

Le test des rangs signés de Wilcoxon a été conduit sur l'ensemble des indices de dose : la moyenne de la répartition des différences de dose n'est pas différente de 0 de manière significative (p-valeur > 0.05 pour tous les indices de dose). La fonction de densité de probabilité a été estimée pour chaque indice de dose et le pourcentage de valeur comprises entre -2%/2% et -3%/3% a été calculé pour chaque indice de dose à partir de la fonction de densité cumulée (voir tableau 1). Seuil D98 D95 D50 D05 D02 Dmean -2%/2% 74% 75% 87% 81% 83% 85% -3%/3% 89% 90% 99% 97% 97% 98% Tab. 1 : pourcentage estimé des valeurs de différences de dose relatives entre un CT réel et un pCT comprises dans un seuil de $\pm 2\%$ et dans un seuil de $\pm 3\%$.

Conclusion

La méthode de création de pCT a été caractérisée de manière dosimétrique. Notamment, au moins 97% des écarts de dose entre le pCT et le CT réel pour les indices D_{50} , D_{05} , D_{02} et D_{mean} sont inférieurs à 3% en valeur absolue dans le PTV. La répartition des écarts pour les indices D_{98} et D_{95} est plus étendue mais est tout de même supérieure ou égale à 89% pour ce même critère. Ces résultats sont en faveur d'une mise en place de la méthode en routine clinique et d'une étude sur le transfert de cette méthode à d'autres localisations anatomiques.

Références

[1] M. Gudur et al. A unifying probabilistic Bayesian approach to derive electron density from MRI for radiation therapy treatment planning. Phys. Med. Biol. 2014; 59(21):6595-6606

Tab. 1 : pourcentage estimé des valeurs de différences de dose relatives entre un CT réel et un pCT comprises dans un seuil de $\pm 2\%$ et dans un seuil de $\pm 3\%$.

Range	D_{98}	D_{95}	D_{50}	D_{05}	D_{02}	D_{mean}
-2%/2%	74%	75%	87%	81%	83%	85%
-3%/3%	89%	90%	99%	97%	97%	98%

- Mots-clés : head and neck treatments, Cyberknife treatments, CT, pseudo, based method, atlas, only treatment planning, MRI, probability density function
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101938/document>

Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 10h07

Auditorium

Faisabilité de planification VMAT sur des images PSEUDO-CT, générées à partir d'images IRM

Nikolaos Koutsouvelis (1), Michel Rouzaud (1), Raymond Miralbell (1)

1 - Hopitaux Universitaires de Genève (Suisse)

Introduction

En radiothérapie, les IRM sont indispensables pour la délimitation précise des structures. Ils existent déjà dans le commerce des algorithmes pour la génération d'images Pseudo-CT (pCT) à partir de séquences IRM. Ainsi, le calcul de dose est possible directement à partir d'IRM, en évitant la réalisation des images CT. Dans ce travail un algorithme de génération pCT amélioré est utilisé pour les régions pelviennes. Les calculs de doses de plans VMAT sur les images produites par cet algorithme sont comparés à ceux réalisés sur les CT conventionnels (cCT).

Matériel et méthodes

En générale, la génération d'images pCT est réalisée par des algorithmes basés sur des données des patients déjà existants (Atlas), qui incluent des images CT et IRM déjà fusionnées. Une fusion élastique de la valeur moyenne (MV) de ces images est réalisée avec les images du patient actuel, afin de produire l'image CT demandée. L'algorithme proposé, effectue une sélection localement pondérée (LW) des images de l'Atlas, avant de procéder à la fusion et la génération des images pCT. Une étude rétrospective pour un échantillon de 12 patients traités pour des tumeurs rectales a été réalisée. Dans le système de planification (TPS) sont insérés les images générées de l'algorithme classique de valeur moyenne (MV), celles de l'algorithme amélioré (LW) ainsi que les images homogènes du patient avec $UH=0$ (WATER). Le plan initial (référence) est recalculé sur les différentes séries d'images, et les matrices de doses sont comparées, par DVH et gamma index 2D (GI). Le volume des isodoses correspondant à la différence de plans est également calculé. TPS : Eclipse v13 - Algorithme de calcul : AAA v.10 - Energie : 6MegaVolt - Technique : VMAT - Résolution calcul : 2.5x2.5mm

Résultats

La comparaison dosimétrique a montré une bonne précision de calcul pour le nouvel algorithme étudié (LW). Néanmoins, les différences entre les calculs de doses des différentes séries d'images est cliniquement peu importante. Les différences sur les GI ne sont plus visibles au delà des critères 1% de dose et 1mm de distance. Dans ce cas le pourcentage des points avec $GI > 1$ était de (moyenne \pm 1SD en %) 91.40 \pm 7.56 CT-RT vs image homogène, 96.00 \pm 4.11 CT-RT vs image (MV) 97.67 \pm 3.60, CT-RT vs image LW (pCT) Les résultats des moyennes des volumes des différences de doses sont visibles en annexe (Figure 1).

Conclusions

La planification sur des images PSEUDO-CT est possible et suffisamment précise pour les régions pelviennes. Le nouvel algorithme proposé donne des résultats prometteurs pour utilisation en planification directe par des images IRM.

COMMUNICATIONS ORALES

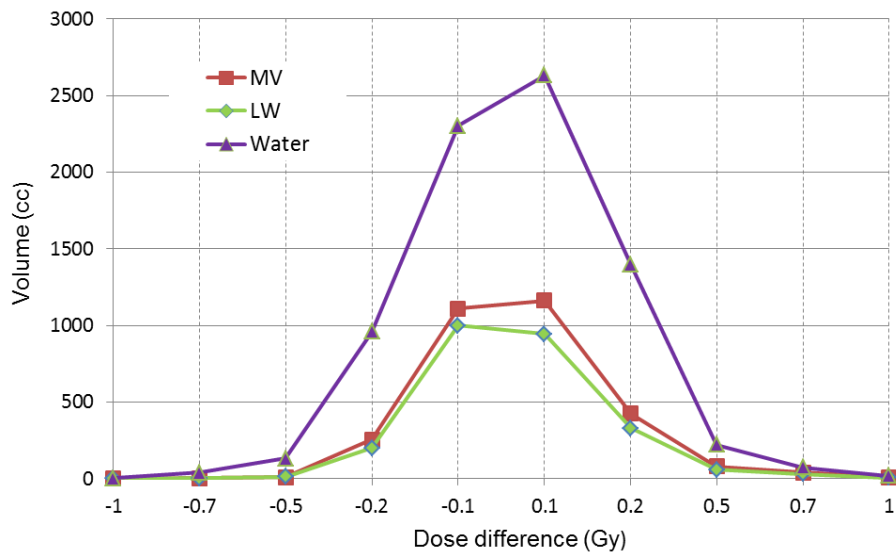


Figure 1

- Mots-clés : VMAT, radiotherapy, planification, PseudoCT, IRM, pelvis
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/98582/document>

Session : RT-6 Utilisation de l'IRM en radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 10h19

Auditorium

Magnetic Resonance Imaging optimization for liver SBRT: breath-triggered acquisition in treatment position to improve lesion contouring

Soleakhena Ken (1), Aurelie Tournier (1), Michel Rives (1), Françoise Izar (1), Richard Aziza (1),
Nicolas Morel (1), Younes Sekkal (1), Laure Parent (1)

1 - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Oncôpole (France)

Introduction

Magnetic Resonance Imaging (MRI) acquisition in treatment position was implemented in our institution for the need of stereotactic body radiotherapy (SBRT) program. During imaging acquisition, significant liver motion is usually observed due to breathing motion. The aim of this study is to report the benefits of setting out a breath-triggered MRI protocol optimized for radiotherapy (RT) planning in order to account for liver motion.

Materiel et methods

Prior to imaging, three internal gold fiducials were implanted under echo or CT guidance in the vicinity of the lesion site in order to improve images registration, patient's positioning and target volume tracking during SBRT treatment. A 4D CT scan was acquired in treatment position. Images were reconstructed in six phases across the respiratory cycle with CT50 being the exhale image set used for MR image registration. MRI was acquired with a 18-channel design body flex coil on a 1.5T MR scan. The patients were set up with the same immobilization and positioning devices as for CT imaging thanks to a MR compatible table. The three sequences were systematically used: - For lesion visualization, axial single shot fast spin echo T2-weighted (T2) with fat saturation was first acquired with breath triggering on exhale. - Fiducials are visible on ultra-fast gradient echo T1-weighted DIXON (T1 DIXON) water reconstructed images acquired in exhale breath hold. - Lesion are also well defined after injected T1-weighted Fast Low Angle Shot (T1 TFL) imaging sequence acquired with breath triggering on expiration phase. Gold fiducials are also visible on this sequence. Slice thickness was set to 2 mm and all sequences were acquired in the same plane with the same slice position in order to ease image registration in the treatment planning software. The entire MRI protocol acquisition lasts around 20 min depending on the regularity of the patient's breathing pattern.

Results

The lesion was not always visible on 4D CT scan, even on images with contrast enhancement hence the need of MRI to better define the lesion. Target motion range was assessed based on fiducials' displacement. Most frequently, treatment planning is performed on expiration phases but when lesion movement is small with breathing, target contouring is done over all phases and treatment planning is achieved in free breathing. The use of the same table and immobilization device for MRI minimized uncertainties due to patient position for image registration. An example of MR/CT50 registration and target volume definition is illustrated on Figure 1.

Conclusion

The use of MR imaging sequences optimized to account for fiducial visualization and tumor delineation allow high precision target delineation for treatment planning. Increasing cases of patients eligible for SBRT and its proof of benefit have stimulated the effort to set up and improve new imaging protocols at our institute for a personalized and optimal SBRT treatment. Recent developments in 4D MRI demonstrated the possibility to sort and reconstruct the images according to the respiratory phases [1-3]. Future implementation of 4D MRI in our institution would allow better registration with 4D CT planning over the entire breathing cycle and delineation accuracy will benefit from significant improvements.

References

[1] von Siebenthal et al. Phys. Med. Biol. 2007. [2] Paganelli et al. Med. Phys. 2015. [3] Bernatowicz et al. MAGNETOM Flash, 2015.

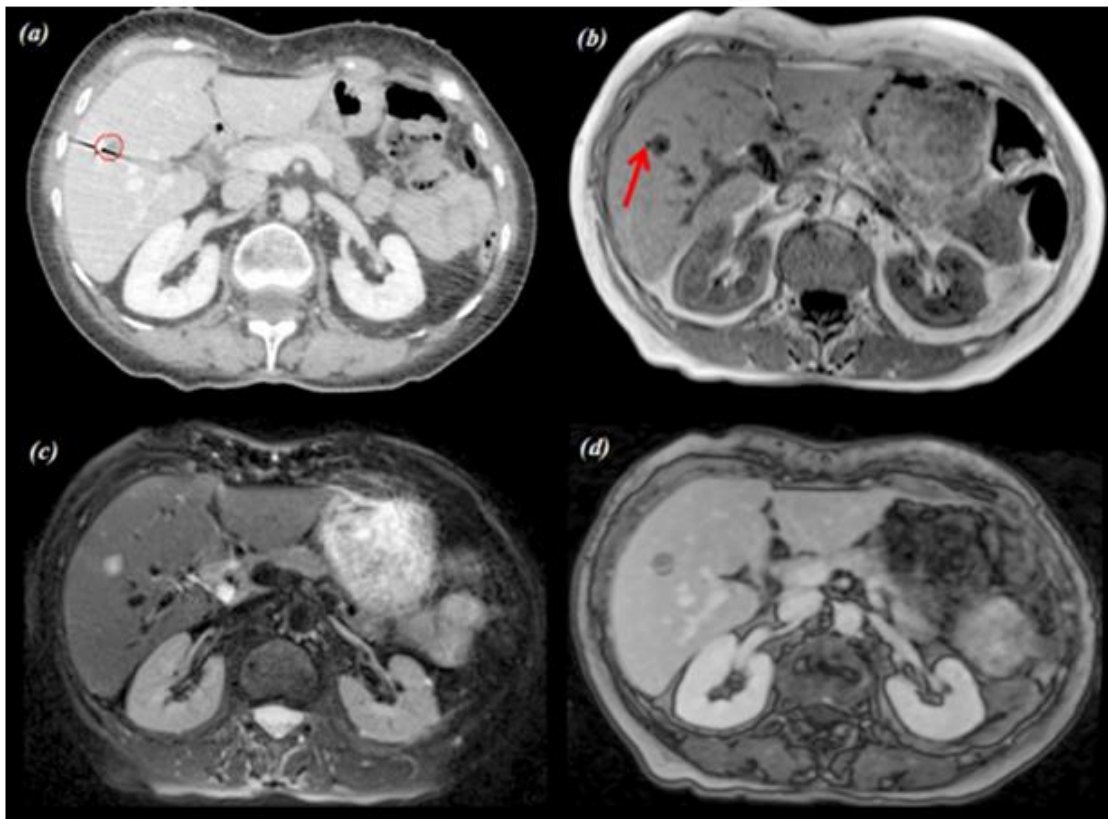


Figure 1: Example of registered image for a breast metastasis in liver segment V (a): injected CT50 with target contour delineated in red thanks to the MR sequences. (b): T1 DIXON with red arrow identifying the fiducial. (c):T2 showing hyper intense lesion (d): injected T1 FLT.

- Mots-clés : stereotactic body radiation therapy, MRI in treatment position, liver, breath, triggering
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100387/document>

Session : RT-7 Session SFRO/SFPM Radiobiologie des techniques avancées de radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 11h00

Auditorium

Généralités en radiobiologie

Laurent Quero (1)

1 - Service de radiothérapie, Hôpital Saint-Louis, Paris (France)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107974/document>

Session : RT-7 Session SFRO/SFPM Radiobiologie des techniques avancées de radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 11h20

Auditorium

Radiobiologie de la radiothérapie hypofractionnée stéréotaxique

Stéphanie Servagi-Vernat (1), Nathalie Gaillot-Petit (2), Alexandre Roque (2), Clément Champagne (2)

1 - Institut Jean Godinot, Département de Radiothérapie (France), 2 - Institut Jean Godinot, Département de Radiophysique (France)

Introduction

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques permet de délivrer des doses ablatives par fraction de l'ordre de 6 à 20 Gy dans un volume tumoral. La radiobiologie des doses ablatives, définie comme l'étude des mécanismes d'action des radiations ionisantes est encore mal connue. A coté des 5 facteurs, dits les « 5R », décrits comme majeurs en radiobiologie, la Réparation des dommages sublétaux, la Repopulation cellulaire, la Redistribution des cellules dans le cycle, la Réoxygénation des cellules survivantes et la Radiosensibilité intrinsèque, le rôle de l'hypoxie, de l'angiogénèse et de la vasculogénèse semblent prépondérants. La quantité des dommages sublétaux conditionne la survie des cellules irradiées. Lors d'une irradiation en condition classique (2Gy/f), il n'y a pas de réparation des lésions subléthales durant le temps d'irradiation. Lors d'une irradiation à forte dose, la durée d'irradiation pourrait favoriser la réparation des lésions per-irradiation. La repopulation cellulaire n'existerait pas en cas de radiothérapie ablative étant donné son étalement très court. Par ailleurs, concernant la redistribution dans le cycle cellulaire, après une irradiation à fortes doses, les cellules ont tendance à s'arrêter dans la phase du cycle dans laquelle elles ont subi l'irradiation et de se diriger vers une mort par nécrose ou apoptose. Il n'y aurait pas de redistribution cellulaire en phase G2 comme en radiothérapie classique. Lors de doses conventionnelles, une proportion des cellules hypoxiques de la tumeur, est reoxygénée par l'effet du fractionnement. L'irradiation à forte dose ne favoriserait pas cette réoxygénation par l'altération de la vascularisation et par l'inhibition de sa formation par la vasculogénèse. Enfin, aucune relation n'a été établie entre la radiosensibilité intrinsèques et les fortes doses. L'effet de l'immunité anti-tumoral a également un rôle dans la radiothérapie à doses ablatives, avec soit le relargage de cytokines inhibitrices de la mitose soit par relargage d'antigènes circulant activant des cellules T, permettant ainsi une action antitumorale à distance du site irradié via le système immunitaire, dit l'effet abscopal. Plus spécifiquement, il a été mis en évidence un rôle de l'apoptose des cellules endothéliales lors des irradiations à forte dose qui induit la destruction des vaisseaux sanguins, créant ainsi un stress entraînant la mort des cellules cancéreuses et donc une régression tumorale dans un second temps. Enfin, la vasculogénèse, processus impliquant la migration et la différenciation des cellules pluripotentes pour la formation de vaisseaux primitif semble être plus sensible aux doses ablatives alors que la néoangiogénèse est plus sensible au fractionnement.

Conclusion

La radiobiologie des fortes doses est encore mal connue. A coté des 5R, la mort cellulaire ne serait plus causée uniquement par les dommages induits à l'ADN mais également via l'apoptose des cellules endothéliales et via le dysfonctionnement microvasculaire.

- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107975/document>

Session : RT-7 Session SFRO/SFPM Radiobiologie des techniques avancées de radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 11h40

Auditorium

Rationnel radiobiologique de l'hadronthérapie

Guillaume Vogin (1) (2)

1 - IMOPA - UMR CNRS 7365, Université de Lorraine, Nancy (France), 2 - Institut de cancérologie de Lorraine, Vandoeuvre les Nancy (France)

L'hadronthérapie utilise des particules subatomiques accélérées natives ou composites (ions légers) constituées de quarks. Ces particules - possédant une masse et éventuellement une charge - offrent ainsi des modalités d'interactions coulombiennes qui leur confèrent des avantages balistique et biologique particulièrement intéressants pour certaines tumeurs inopérables et très radiorésistantes qui constituent actuellement de véritables impasses thérapeutiques. En comparaison aux photons de haute énergie, ces particules déposent leur énergie selon des traces densément ionisées ce qui est à l'origine d'un rendement particulier en lésions élémentaires de l'ADN et donc d'effets biologiques propres. Après avoir défini le concept d'EBR, nous en présentons les déterminants radiobiologiques sur le plan chimique, moléculaire, cellulaire et tissulaire que ce soit dans la tumeur ou les tissus sains. Nous adaptons ces concepts à la qualité des radiations d'intérêt utilisées en hadronthérapie. Nous considérons la problématique particulière de la carcinogenèse radioinduite. Nous démontrons que les protons de haute énergie, outre leur distribution de dose intéressante, possèdent des propriétés biologiques originales malgré leur faible TEL.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107977/document>

Session : RT-7 Session SFRO/SFPM Radiobiologie des techniques avancées de radiothérapie

Vendredi 3 Juin - 12h00

Auditorium

Optimisation et évaluation des plans de traitement à partir d'indices biologiques

Marie-Claude Biston (1) (2)

1 - Centre Léon Bérard, Lyon (France), 2 - CREATIS, CNRS UMR-5220, Inserm U-1044, INSA, Université de Lyon (France)

Le principal objectif d'un traitement de radiothérapie est de délivrer une dose thérapeutique de rayonnements ionisants à la tumeur sans dépasser la tolérance des tissus sains avoisinants. Jusqu'à récemment, l'optimisation des plans de traitement ainsi que l'évaluation à long terme des conséquences du traitement reposaient sur des objectifs en dose physique exprimés soit à l'aide de contraintes en termes de dose minimum/maximum ou en termes d'histogrammes dose-volume. Bien que ces données soient utiles pour prédire la réponse biologique des tissus, les cliniciens montrent un intérêt accru pour les indices biologiques car ils sont susceptibles de refléter de manière plus précise les perspectives biologiques de chaque traitement. Aujourd'hui, la plupart des systèmes de planification de traitements proposent des fonctions biologiques pour l'optimisation et/ou l'évaluation de plans de traitements. Dans les modèles disponibles on retrouve le concept de dose uniforme équivalente (EUD) proposé par Niemierko [1]; différents modèles de TCP (Tumor Control Probability) reposant notamment sur l'hypothèse que le nombre de cellules survivantes suit une distribution de Poisson [2]; des modèles NTCP (Normal Tissue Complication Probability) tels que le modèle de Lyman [3] ou Lyman-Kutcher-Burman (LKB) [4], ou le modèle de sérialité relative [5]. La plupart des modèles utilisés pour l'évaluation sont basés sur des données doses-volumes publiées dans la littérature. Alors qu'ils sont mathématiquement simples et facile à implémenter par rapport aux autres modèles qui tentent d'intégrer différents processus biologiques, ils sont limités dans leur capacité à prédire des conséquences biologiques plus complexes. Ainsi la précision du modèle devrait être considérée avant toute utilisation à des fins cliniques. A l'inverse, les fonctions de coûts biologiques utilisées pour l'optimisation de plan de traitement nécessitent seulement des modèles qui sont capables de faire converger le TPS vers la solution dosimétrique souhaitée. Le but de cette présentation est de faire une revue des différentes fonctions biologiques disponibles, de présenter les performances des fonctions biologiques de coûts pour l'optimisation des plans de traitement et de discuter des stratégies et des restrictions à l'utilisation de ces modèles en clinique.

References

- [1] Niemierko A. Med Phys. 1997; 24 (1):103-110.
- [2] Munhro TR, Guilbert CW. Br J radiol. 1961; 34:246-251.
- [3] Lyman JT. Radiat Res Suppl. 1985; 8:S13-S19.
- [4] Kutcher GJ, Burman C. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1989; 16 (6):1623-1630. [5] Källman P., Agren A. Int J Radiat Biol. 1992;62(2):249-262.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107979/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 14h00

Auditorium

Mise au point : Rôle des audits dosimétriques pour la qualité et la sécurité des traitements en radiothérapie.

Milan Tomsej (1)
1 - CHU Charleroi (Belgique)

Les audits dosimétriques externes indépendants sont un composant essentiel pour une pratique de la radiothérapie avec qualité et sécurité. Cependant, la valeur et les concepts ne sont pas toujours entièrement compris. Cette présentation passera en revue la démarche scientifique, les méthodes et les approches des audits dosimétriques et discutera de son importance clinique qui est capitale. Des exemples et résultats seront donnés d'audits clôturés précédents ainsi que les besoins futurs, comme par exemple l'implémentation des nouvelles techniques innovantes.

De plus en plus d'appareils de traitement et de TPS sont installés dans le monde avec les capacités de techniques de traitement avancées telles que l'IMRT, VMAT, etc, et qui sont devenues des techniques largement disponibles.

Ces techniques de traitement de plus en plus innovantes requièrent une modélisation du TPS très sophistiquées pour pouvoir calculer avec grande précision des distributions de dose dans de telles techniques dynamiques.

Ainsi, il est important de revoir les éléments clés des designs d'audit, leur implémentation et analyse, incluant : le choix des fantômes et des détecteurs, les visites sur site ou à distance, l'efficacité et l'efficacité de la méthodologie des audits et le retour d'expérience de ces audits.

La thématique de cette présentation réside ainsi dans :

- la compréhension de l'apport de sécurité, qualité, et meilleure pratique des traitements en radiothérapie,
- la connaissance sur le choix de la méthodologie appropriée de l'audit et comprendre les résultats
- l'appréciation du raisonnement scientifique, légal et philosophique des audits dosimétriques
- les résultats d'audits dosimétriques récents

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107446/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 14h30

Auditorium

Assurance qualité en Radiothérapie hypo-fractionnée intra crânienne.

Robin Garcia (1), Enric Jaegle (1), Catherine Khamphan (1), Maria Elena Alayrach (1), Aurélien Badey (1),
Paul Martinez (1)

1 - Institut Sainte Catherine, Avignon (France)

Introduction

La radiothérapie hypo-fractionnée intra crânienne s'adresse à des petits volumes qui nécessitent une irradiation sophistiquée afin d'optimiser la distribution de dose. Les techniques actuelles combinent l'arthérapie et la modulation d'intensité. De telles irradiations extrêmement précises nécessitent une validation dosimétrique pertinente. Différents systèmes permettent de réaliser une comparaison entre le calcul et l'irradiation. Ils sont variablement efficaces pour obtenir une réelle preuve d'une bonne concordance. Nous avons comparé des validations dosimétriques obtenues à l'aide de détecteurs 2D, 3D et fantôme anthropomorphe.

Matériels et Méthodes

Les fichiers images Dicom du crâne d'un patient ont été fournis à la société RT-Safe. Ils ont réalisé une impression 3D de la tête avec un matériau plastique et rempli la boîte crânienne avec un gel dosimétrique. Ce fantôme tête était placé dans la même position que le patient en utilisant le système d'immobilisation original. Le plan dosimétrique était importé dans l'image scanner du fantôme pour être calculé en vue de réaliser l'irradiation. Une acquisition IRM du fantôme était ensuite réalisée suivant une configuration spécifique. Le fichier Dicom IRM était exploité pour obtenir une distribution de dose 3D mesurée. Le même plan était utilisé pour obtenir des mesures dosimétriques à l'aide des systèmes de dosimétrie portale PDIP/Varian et Delta4/Scandidos.. Les trois systèmes de mesures fournissent des comparaisons dosimétriques sous formes de profils ou d'évaluation Index gamma.


Résultats

Les mesures et analyses concernent l'irradiation d'une très petite lésion dont le PTV a un diamètre de 1cm. La comparaison de profils montre une très bonne superposition avec le système Delta4. L'analyse en imagerie portale contient des différences dues à la position continue face au faisceau. La dosimétrie par gel affiche des différences dans la tolérance globale issue du processus complexe d'acquisition IRM. Les analyses Delta4 et gel dosimétrique présentent respectivement un pourcentage de l'index gamma, avec une tolérance de 3%/3mm de 100% et 99.2 %. Le tableau présente les résultats avec différent paramètres en %, mm pour un Gamma index global.

Conclusion

La méthode de validation et de sécurisation d'une irradiation est fonction du niveau de complexité. L'imagerie portale est cohérente avec une vérification rapide de routine. Le système Delta4 offre un niveau élevé de validation mais ne permet pas d'irradier avec des faisceaux ou des arcs d'incidences non coplanaires. Pour des traitements comportant des fortes doses par séance, il est approprié de s'appuyer sur une méthode d'assurance qualité couvrant l'intégralité du processus de radiothérapie (End-to-End), basée sur l'utilisation d'un fantôme anthropomorphique. L'impression 3D de la tête et l'utilisation du gel dosimétrique reproduisent les conditions exactes du patient et offrent une validation dosimétrique très satisfaisante.

☞	PDIP		DELTA 4		Fantome Tête-Gel	
	3%/3mm	2%/2mm	3%/3mm	2%/2mm	3%/3mm	2%/2mm
Gamma index tolérances						
6 Arcs			100	100	99,2	96,6
Arc 1	98,2	96,7	100	100		
Arc 2	95,9	93,7	100	100		
Arc 3	98,2	95,5	100	100		
Arc 4	95,2	91,2	100	96,2		
Arc 5	98,1	95,7	100	100		
Arc 6	97,5	90,7	100	100		
Arc 7	97,3	96,9	100	100		
Arc 8	97,6	95,9	100	100		



- Mots-clés : stéréotaxie, validation dosimétrique, AQ, intra crânien
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102161/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 14h42

Auditorium

A multicentre QA study on 4DCT and IMRT/VMAT techniques for lung stereotactic treatments using the 008A CIRS 4D phantom

Marie Lambrecht (1), Coen Hurkmans (1)

1 - Catharina ziekenhuis, Eindhoven (Pays-Bas)

Introduction

To determine stereotactic treatment accuracy in the institutions participating in the Phase II EORTC Lungtech trial, we have performed end-to-end tests investigating both 4D computed tomography (4D-CT) and IMRT/VMAT techniques under static and dynamic conditions.

Methods

All centres audited (12 out of the foreseen 22 centres) performed 3D-CTs and 4D-CTs on the same CIRS008A phantom. The phantom was successively scanned using two film inserts, one with a 15mm diameter target (15mmd) and the other carrying a 25mm diameter target (25mmd). Three motions were tested: 20bpm/15mm amplitude (A), 10bpm/15mmA, and 15bpm/25mmA. We thus developed a test procedure to evaluate the impact of motion on the target volume and motion as determined using the available binned CT data. These results were evaluated and compared to the true volume and the known motion amplitude. Regarding the credentialing of radiotherapy delivery, three treatment plans were made by institutions based on the two targets static 3D-CTs and using the 4D-CT data set of the 15mmd animated by the 20bpm/15A signal. Prior to phantom measurements, a beam output check was performed in water under reference conditions for the institution chosen energy. The plans were then measured twice using EBT3 films (12,5cmx5 cm) and a 0.04cc ionization chamber (Scanditronix/Wellhoffer Inc.). The films analysis was done in RIT113 version 6.3. Gamma analyses were performed using film dose as reference, a normalisation at the centre of the sphere, a low dose threshold at 20% of Dmax and 3% dose /3mm deviation as agreement criteria.

Results

On average volume deviations (here expressed in % of the true volume) were respectively for the 15mmd and the three motions tested: +10%(+/- 7%), + 1% (+/-17%), +12%(+/-12%) and for the 25mmd: +6%(+/-7%), +4%(+/-7%)*. [i] Volume deviations were found higher at the end of inspiration than at the end of expiration 8% (+/-26%) insp and 1% (+/-3%) exp. The range of motion was underestimated in all cases with on average -0.15cm (+/- 0.07cm), the slow breathing pattern (10bbpm) presented the largest mean error -0.2cm(+/- 0.2cm) compared to the breathing pattern 20bpm/15A, -0.09cm(+/- 0,08cm). Regarding the dosimetric evaluation, the output dose mean deviation was 0.57% (+/- 1.42%) across institutions, agreement between chamber doses and point-planned doses were respectively for the 15mmd and the 25mmd static 98.9%(+/-1.3%), and 99.9%(+/-2.8%). Agreement with planned dose (centre of the PTV taken as reference point) for the 15mmd in motion was 98.6% (+/- 0.86%). The film gamma mean pass rates were 70% for 15mmd static, 59% for 15mmd dynamic and 74% for 25mmd static.

Conclusion

QA of 4D-CT and stereotactic treatments on a moving target has been performed. Film dosimetry in 4D conditions can be challenging and not many data are available to compare our results too. The mean pass rates found in this study are lower for dynamic than for static measurements. As not many similar studies have been performed yet, we cannot define an acceptability threshold yet. These preliminary results are a starting point for discussion, with more dataset analysed we hope to correlate 4DCT and dosimetric data and to propose relevant evaluation criteria.

[i] 15bpm/25mmA not tested on the 25mmd insert.

- Mots-clés : 4D dosimetry, SBRT, QA, EORTC
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102979/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 14h54

Auditorium

Tests End-to-End du Leksell Gamma Knife ICON

Antoine Dorenlot (1), Jérôme Champoudry (2)

1 - Service de neurochirurgie fonctionnelle et stéréotaxique Gamma Knife, Marseille (France), 2 - Service de neurochirurgie fonctionnelle et stéréotaxique Gamma Knife, Marseille (France)

Objectif

Le nouvel appareil Leksell Gamma Knife ICON permet d'acquérir des images stéréotaxiques via l'utilisation d'un CBCT, donnant la possibilité d'utiliser comme moyens de contention et de positionnement un masque thermoformé à la place du cadre invasif de Leksell.

L'objectif de l'étude est d'évaluer les performances globales de la nouvelle machine de traitement Gamma Knife ICON par des tests types end-to-end, comprenant donc l'ensemble de la procédure de prise en charge du patient.

Méthode

Cette étude comporte trois tests end-to-end : vérification de l'alignement du système de coordonnées, précision de la dose ponctuelle et de la distribution de dose.

La première étude vérifie la précision du système en utilisant un fantôme composé de plaques de plexiglass entre lesquelles sont positionnés des films Gafchromic. Des images CBCT de ce fantôme sont acquises et utilisées pour la planification dosimétrique. Les films sont percés à l'aide d'une aiguille à des coordonnées spécifiques, la dosimétrie consiste en trois isocentres de 4 mm à ces mêmes coordonnées. Les films sont ensuite analysés sur ImageJ, le but étant de comparer la position du trou faite par l'aiguille par rapport au profil de dose.

La seconde étude évalue la précision de délivrance de dose ponctuelle. Le fantôme anthropomorphique CIRS STEEV et une chambre à ionisation PTW PinPoint sont utilisés. Une dosimétrie consistant en un isocentre unique de 4 mm positionné sur le volume sensible de la chambre à ionisation est réalisée sur le scanner du fantôme. L'intégralité de la prise en charge patient, comprenant la réalisation de masque et coussin personnalisé ainsi que l'acquisition de CBCT de repositionnement, est suivie. L'analyse de la dose sur 10 repositionnements a été effectuée.

La troisième étude évalue la qualité de la délivrance de la distribution de dose. Le fantôme CIRS STEEV et un insert contenant sept films Gafchromic sont utilisés. Une dosimétrie réaliste (25 isocentres, collimateurs de 4 et 8 mm, prescription de 4.8 Gy à l'isodose 50%) a été planifiée sur le scanner du fantôme en utilisant l'algorithme Convolution de Leksell Gamma Plan. L'intégralité de la prise en charge patient, comprenant la réalisation de masque et coussin personnalisé ainsi que l'acquisition de CBCT de repositionnement, est suivie. Les distributions de dose ont été comparés à celles théoriques extraites du TPS en utilisant le logiciel Ashland FilmQA Pro et un Gamma Index 3%/1mm.

Résultats

L'erreur sur la précision du système de coordonnées est mesurée à 0.25 mm et 0.27 mm dans les directions x et z. L'écart en dose ponctuelle relevée est de 0.18% lorsque la position du fantôme est changée puis réaligné en utilisant un recalage CBCT. Le nombre moyen de pixels passant le critère 3%/1mm d'une analyse Gamma Index est de 97.5% (min. 93.6% et max. 99.45%).

Conclusion

La somme de ces études démontre les qualités globales de prise en charge par le nouvel appareil Leksell Gamma Knife ICON. Il garantit une précision élevée en termes de positionnement patient et de délivrance de la dose, en accord avec les exigences des traitements par radiothérapie stéréotaxique hypo fractionnée.

- Mots-clés : end to end, stéréotaxie, Gamma Knife ICON, précision
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102141/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 15h06

Auditorium

Double calcul d'UM en 1D ou double calcul de dose en 3D ?

Anais Barateau (1), Jérôme Mesgouez (1), Damien Autret (1), Maxime Bremaud (1), Christelle Di Bartolo (1), Stéphane Dufreneix (1), Christophe Legrand (1)

1 - Institut de Cancérologie de l'Ouest - Site Paul Papin, Angers (France)

Introduction

Le douzième critère INCA stipule qu'une vérification du nombre des unités moniteur (UM) doit être effectuée par un deuxième système de calcul pour chaque faisceau avant traitement. Dans ce cadre, l'ICO Paul Papin s'est doté de la solution MOBIUS3D (M3D v.1.5.1). Cette solution présente la particularité de vérifier le calcul d'UM et la dose en 3D pour des faisceaux fixes, RCMI ou VMAT. L'objectif de ce travail est de présenter une nouvelle démarche d'évaluation des plans de traitement en radiothérapie basée sur une évaluation dosimétrique en 3D.

Matériel et méthodes

M3D est basé sur un algorithme de type CCCS lui permettant de calculer pour chaque patient en 2 à 10 minutes, une distribution de dose en 3D à partir de fichiers au format DICOM RT (RT-images, RT-struct, RT-plan et RT-dose) exportés depuis le TPS. Une analyse gamma est effectuée afin de comparer la distribution de dose du TPS à celle calculée par M3D. L'analyse gamma est faite sur toute la matrice 3D (g3D) et sur chacun des volumes délinéés. Les écarts relatifs sur la dose moyenne (EDmoy), et sur la valeur de l'isodose qui couvre 95% du volume (ED95%) sont également calculés par M3D. L'étude (i) a consisté à comparer la méthode du double calcul 1D classique avec le double calcul 3D en utilisant différents critères gamma (3%/3mm et 2%/2mm, seuil à 10%) sur le PTV (gPTV) et g3D pour 9 plans patients en RC3D de différentes localisations (5 EIT, 2 oesophages, 1 pelvis et 1 tumeur cérébrale). Le TPS contrôlé est Eclipse v.11 avec l'algorithme AAA. L'étude (ii) de faisabilité a été réalisée sur 27 patients en Tomothérapie (Accuray). Les "paramètres de double calcul" pris en compte étaient g3D, gPTV, EDmoy, et ED95%. Les résultats ont été comparés à des mesures 1D ionométriques (A1SL, Standard Imaging) et 2D par films radiochromiques (EBT3, Ashland) dans le fantôme "Cheese".

Résultats

Les résultats de l'étude (i) montrent que l'utilisation du double calcul 3D est plus pertinente car il compare d'emblée la répartition de la dose sur l'ensemble du volume. Les résultats montrent un bon accord entre le double calcul classique et le calcul 3D (taux de passe > 95% et double calcul 1D < 1%) excepté pour la localisation oesophagienne. L'écart maximal alors mesuré est de 8,2% à cause de la traversée de cavités aériennes. En déplaçant le point géométrique 1D de quelques cm, l'écart chute à 1,5%. Pour les 9 cas, gPTV est compris entre 96.4% et 100% alors que g3D est compris entre 91.4% et 98.9%. De plus, gPTV est systématiquement meilleur que g3D. Les résultats de l'étude (ii) sont respectivement $98.5\% \pm 0.6\%$, $99.5\% \pm 1.0\%$, $-0.5\% \pm 0.8\%$ et $-0.9\% \pm 1.2\%$ pour g3D, gPTV, EDmoy, et ED95%. Les résultats des comparaisons montrent de bonnes corrélations entre les paramètres M3D et les mesures réalisées. M3D est donc capable de contrôler des plans issus de la Tomothérapie.

Conclusion

Cette nouvelle méthode de validation des plans de traitement en radiothérapie est une avancée indéniable en regard du calcul d'UM traditionnel pour la vérification du calcul de dose effectué par le TPS. Son intérêt résidant dans le calcul de dose en 3D, les écarts TPS/M3D de doses moyennes et analyses gamma dans un volume donné semblent plus pertinents à relever qu'un écart de dose ponctuelle. Le résultat du contrôle de qualité n'est plus dépendant du point de normalisation choisi comme pour un double calcul d'UM classique. Toutefois, les seuils de ces grandeurs sont à définir selon la technique, la localisation ou encore l'algorithme de calcul utilisé.

- Mots-clés : TPS, Double calcul d'UM, Mobius3D
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102936/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 15h18

Auditorium

Contrôles de qualité machine et patient par imagerie portale à l'aide d'un logiciel indépendant.

Jimmy Fontaine (1), Gregory Delpon (1), Sophie Chiavassa (1), Alexandre Pin (1), Christine Boutry (2),
Philippe Dudouet (2), Franck Denis (2)

1 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Nantes (France), 2 - Groupe Oncorad Garonne Toulouse (France)

Introduction

Par décision réglementaire et par bonnes pratiques, des contrôles de qualité machine et patient sont mis en œuvre en radiothérapie. L'objectif de cette étude est de montrer la faisabilité de certains de ces contrôles par imagerie portale avec un algorithme indépendant de conversion du niveau de gris de l'image en dose absorbée dans l'eau.

Matériel et méthodes

Les irradiations ont été réalisées en 6 MV sur un accélérateur Varian Clinac iX équipé d'un MLC 120 lames et d'un détecteur en silicium amorphe (EPID aSi1000). Les images portales acquises ont été converties en dose avec l'algorithme EpiDream proposé par la société DREAM. Après création d'une courbe de calibration, il permet de convertir l'image en matrice de dose sans connaissance a priori des conditions d'irradiation. Pour le contrôle machine, les tests ont concerné la mesure de constance du débit de dose, la symétrie des faisceaux, la transmission du filtre dynamique et le Dose Leaf Separation (DLS). Pour ce dernier, des plans simulant des décalages sur le banc de lames de 0,1, 0,2 et 0,5 mm ont été créés afin d'évaluer la capacité du système à les détecter. Les résultats issus des images portales ont été comparés aux mesures habituellement réalisées dans le service. Pour le contrôle des plans de patients traités en RCMI, des distributions de doses calculées avec EpiDream à partir d'images portales ont été comparées à celles mesurées par films EDR2 et calculées par le TPS en utilisant un gamma index 3%-3mm pour un seuil à 10%. Afin de tester la sensibilité du système, des erreurs de position de lames ont également été volontairement introduites.

Résultats

Les contrôles de qualité réalisés avec l'EPID ont montré une adéquation avec les mesures effectuées périodiquement au centre. L'étude du DLS a montré une sensibilité du système proche de celle de la chambre d'ionisation pour la détection d'un décalage du banc de lames. Les images converties en dose ont permis de détecter des décalages inférieurs à 0,2mm. L'étude des plans RCMI a montré sur les 28 faisceaux contrôlés, pour la comparaison EPID-TPS un gamma moyen de 0,39 ($\pm 0,05$) ainsi qu'un pourcentage moyen de points passant le critère gamma de 96% ($\pm 3\%$). Concernant les comparaisons EPID-EDR2 et EDR2-TPS, les pourcentages sont respectivement de 90% ($\pm 4\%$) et 94% ($\pm 3\%$) et les gammas moyens sont de 0,59 ($\pm 0,06$) et 0,47 ($\pm 0,06$). L'EPID a permis de détecter la totalité des erreurs incluses dans les plans de traitement en mettant en évidence visuellement les zones d'introduction des erreurs et en dégradant la valeur du gamma index.

Conclusion

Les résultats obtenus à l'aide de l'algorithme de conversion en dose d'EpiDream permettent d'envisager l'utilisation de l'EPID pour la réalisation de nombreux contrôles de qualité en radiothérapie. Ainsi, les contrôles pourraient être réalisés plus rapidement, en 2D et avec une résolution spatiale élevée. Dans cette étude, la possibilité de réaliser le contrôle des plans RCMI, du DLS, de la transmission du filtre, du débit de dose et de la symétrie des faisceaux avec l'imageur portal a été démontrée. Un suivi longitudinal est en cours pour confirmer ces résultats.

- Mots-clés : EPID, CQ RCMI, CQ réglementaire, DLS
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102679/document>

Session : RT-8 Assurance de qualité des traitements

Vendredi 3 Juin - 15h30

Auditorium

Assessment of portal dosimetry accuracy as a QA tool for VMAT clinical treatment plans using DOLPHIN/COMPASS tools

Anne Monseux (1), Valérie Baltieri (1), Alain Sottiaux (1), Milan Tomsej (1), Cedric Leclercq (1)
1 - CHU de Charleroi (Belgique)

Introduction

Thanks to intensity modulated radiotherapy and dynamic arctherapy techniques, the degree of complexity of modern radiotherapy treatments has reached an important level, especially when attempting to better spare organs at risk, while trying to escalate the dose to target volumes. In order to achieve this, quality has to be ensured through the whole RT quality assurance chain. At CHU de Charleroi, patients with head and neck and pelvic cancers are treated on a Novalis powered by Truebeam STx (VARIAN) linac using VMAT technique, and thus patient specific QA is performed for each single clinical treatment plan.

Materiel et methods

VMAT patient QA is known to be very time and energy consuming; our current routine methodology is based on a 2D coronal plane comparison containing measured and calculated absorbed fluences in the detector plane in a phantom. Portal dosimetry of each clinical treatment arc is also performed and looks attractive thanks to its rapid measurement and potential efficiency but is not a dose measurement. As measurement with flat panel for portal dosimetry shows a totally different geometry, in terms of measurement conditions, both measurements cannot be correlated. Therefore, for localizations requiring high intensity modulation such as head and neck and some challenging pelvic cases, a special methodology has been developed in order to be able to compare such fluences. This is made feasible thanks to a new dosimetry equipment acquiring radiation at the exit of the collimator, called DOLPHIN using COMPASS software in the framework of a scientific collaboration with IBA Dosimetry. Basically, the aim of this detector system is to reconstruct the dose into the patient CT, injecting delivered fluence instead of the calculated one from the TPS model software.

Results and discussion

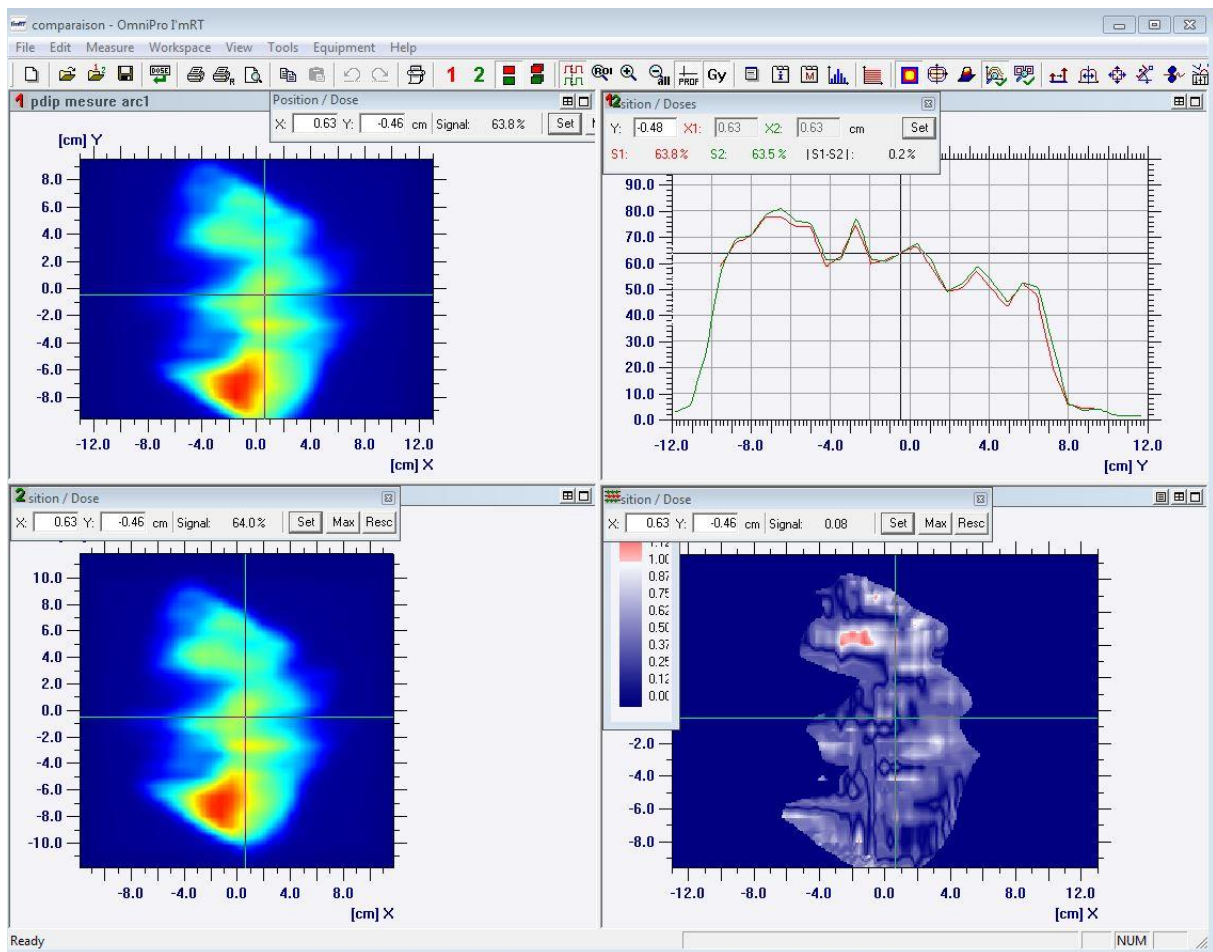
Until now, few cases have been investigated but the feasibility is demonstrated. So far, good agreement between predictions and measurements is obtained. Actually, for 14 clinical arcs evaluated (for all localizations), in average 97,4% of the pixels passed, and 0,5% of the points are between 1 and 1,05 for a gamma criterion of 3%-3mm. Results for more than 30 patients will be presented sorting out dosimetry information from different localizations.

Conclusions

For all cases including head and neck and pelvic localizations- analyzed and showed in this study, measurements performed by linac flat panel and considered detector showed excellent agreement.

COMMUNICATIONS ORALES

Annexes



- Mots-clés : portal dosimetry, patient QA, Dolphin/Compass, VMAT, Truebeam
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100751/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeu­di 2 Juin - 10h30

Auditorium

Mise au point : Mise en place d'un TEP/IRM dans un service clinique : le point de vue du physicien

Marine Soret (1)

1 - Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière, Service de médecine nucléaire, Paris (France)

En septembre 2015, un TEP/IRM (TEP/MR 3T TOF Signa, General Electric) a été installé dans le Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière avec la mission d'évaluer les performances de l'équipement et l'impact sur la prise en charge des patients en pratique clinique. Cet appareil permet l'acquisition simultanée des données TEP temps de vol et des données IRM 3T. Pour cette technologie nouvelle, le rôle et les actions du physicien restent entièrement à définir. Un des défis de cet appareil est la problématique de la correction d'atténuation basée sur la séquence IRM de DIXON. Plusieurs méthodes ont été développées par le constructeur et sont encore à valider en pratique clinique.

D'un point de vue des contrôles de qualité, les contrôles quotidiens TEP, la validation du SUV, la vérification de la mise en correspondance des deux modalités ont été mis en place en suivant les recommandations du constructeur. De même pour l'homogénéité en IRM.

Pour les contrôles de mise en service, notre premier objectif a été de mesurer les performances de l'équipement TEP selon la norme internationale NEMA. Cependant, la qualité image utilise, pour la correction d'atténuation, une image théorique de la densité du fantôme. La caractérisation de ce paramètre ne permet donc pas de statuer sur la qualité de la correction d'atténuation utilisant l'IRM. Nous avons, chez deux patients, réalisé le même jour un examen corps entier TEP/IRM et TEP/TDM. Nous avons ainsi pu comparer la qualité des images et la valeur des SUV obtenues. D'autres travaux sont en cours dans le service sur des données patients et des acquisitions sur des objets test pour valider les différentes corrections d'atténuation.

Un rôle important à jouer pour le physicien est également la mise en place des protocoles d'acquisitions cliniques. En effet, les contraintes de deux appareils simultanés et l'acquisition de toutes les séquences IRM nécessaires pour le diagnostic compliquent le choix de l'ordre des acquisitions des données IRM et TEP, le positionnement des séquences IRM ainsi que la durée des acquisitions TEP. Si ce problème est relativement bien documenté en imagerie neurologique, il existe très peu de centres cliniques ayant une expérience pour les acquisitions oncologiques corps entier ou de la sphère ORL.

Pour l'optimisation de la dosimétrie patient, le choix de la dose injectée a été réalisé en fonction des performances de l'appareil mais aussi en fonction de la durée des examens pour assurer une qualité d'image TEP satisfaisante. La dose injectée a ainsi évolué en même temps que les protocoles d'acquisition. La dosimétrie du personnel est également à prendre en compte, essentiellement car l'installation du patient est plus longue qu'en TEP/TDM.

La mise en place d'une nouvelle technologie dans un service clinique nécessite une forte implication du physicien pour l'utilisation en routine ainsi qu'un investissement scientifique important.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107457/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 10h50

Auditorium

Mise au point : PET-IRM : Applications cliniques

Aurélie Kas (1)

1 - Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière ? Service de médecine nucléaire, Paris (France)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107461/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 11h15

Auditorium

Caractérisation des performances d'une Signa PET/MR à l'aide du protocole NEMA NU 2-2007

Jacques-Antoine Maisonobe (1), Marine Soret (1), Aurélie Kas (1)
1 - Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière, Service de médecine nucléaire, Paris (France)

Introduction

Notre objectif est d'évaluer les performances de l'imageur Signa PET/MR (GE Healthcare) qui combine un TEP temps de vol et une IRM 3T.

Matériel et méthodes

Les performances sont évaluées selon le protocole NEMA NU 2-2007 [1]. Les analyses sont effectuées à l'aide du logiciel constructeur. Pour caractériser la qualité image, le rapport de contraste radioactif entre les 4 sphères et le fond est de 4. Les 2 plus grosses sphères contiennent de l'eau non radioactive. Une acquisition de 10mn est effectuée et reconstruite avec un algorithme 3D itératif sans correction de la résolution spatiale (RS). Le coefficient de recouvrement (CR) et la variabilité du fond (VF) des différentes sphères sont calculés. La mesure de la RS est réalisée avec 3 sources ponctuelles situées dans un plan au centre du champ de vue (FOV) axial, puis décalé de 6,3cm. Les images sont reconstruites par FBP. Les largeurs à mi-hauteur (LMH) et à dixième de hauteur (LDH) dans les directions axiale et transverse sont mesurées. La sensibilité est mesurée à l'aide d'acquisitions d'une ligne source de 70cm contenant 9MBq placée dans différentes épaisseurs de milieu atténuant. La ligne source est centrée dans le FOV transverse puis décalée de 10cm. La sensibilité est obtenue en divisant le taux de comptage extrapolé sans atténuation par l'activité mesurée. Le taux de comptage et la fraction de diffusé (FD) sont mesurés pendant 14 heures à l'aide d'une ligne source contenant 830MBq. Les courbes obtenues (cf figure) nous permettent de mesurer la concentration au maximum de l'indice de rapport signal sur bruit (NECR) ainsi que la FD correspondante.

Résultats

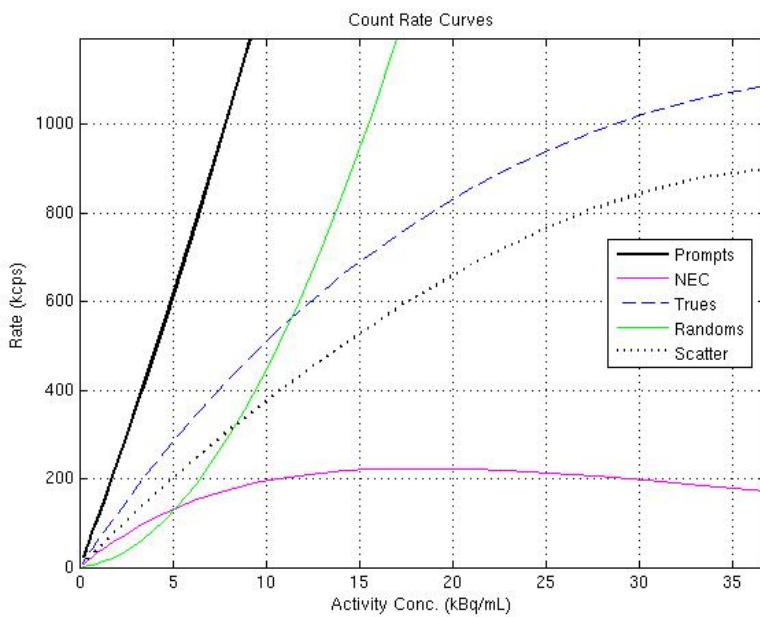
Les CR(%) et VF(%) pour les sphères de 10, 13, 17, 22, 28 et 37mm de diamètre sont de 62,0-71,8-108,1-96,0-86,7-91,1 et 7,1-5,4-4,0-3,2-2,5 et 2,1, respectivement. Les LMH/LDH (en mm) moyenne des sources ponctuelles à 1 et à 10cm de l'axe de l'imageur sont respectivement de 4,02/8,57 et 5,08/9,68 en transverse et de 5,70/11,40 et 7,41/14,70 en axial. La sensibilité au centre du FOV et à 10cm sont de 23,5 et 22,8cps/kBq. Le maximum du NECR est de 223kcps, pour une concentration de 18,9kBq/mL. Cette valeur est associée à une FD de 44,06%.

Conclusion

Les performances de la Signa PET/MR sont toutes meilleures que les spécifications du constructeur. Cependant, la qualité image utilise pour la correction d'atténuation une image théorique de la densité du fantôme. La caractérisation de ce paramètre ne permet donc pas de statuer sur la qualité de la correction d'atténuation utilisant l'IRM.

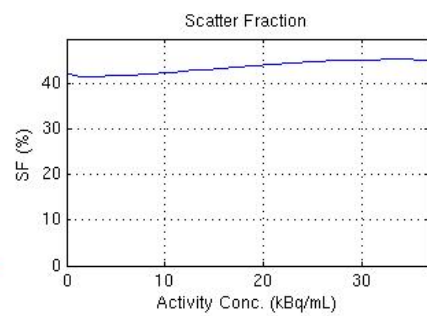
COMMUNICATIONS ORALES

29 frames are processed; procedure completed.



Patient ID: 123456
FamilyName: NEMA NECR
SeriesDescription: NEMA 07 Scatter Log Decay
nuclideName: 18F
report made at 01-Oct-2015 11:04:15

peak NECR is 223.3 kcps at 18.9 kBq/mL
SF at peak NECR is 44.06%



Référence

[1] National Electrical Manufacturers Association. Performance measurements of positron emission tomographs. NEMA Standards Publication NU 2-2007. 2007.

- Mots-clés : Qualité image, NEMA, TEP/IRM
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102935/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 11h25

Auditorium

Faisability and quantitative impact of the use of a FDG PET/CT respiratory gating method using HD Chest without increasing acquisition time, in a daily practice

Brieuc Bernard (1), David Bourhis (1), Pierre Yves Le Roux (1), Ronan Abgral (1), Solène Querellou (1), Ronan Abgral (1), Solène Querellou (1), Philippe Robin (1), Pierre-Yves Salaün (1)

1 - CHRU Brest, médecine nucléaire (France)

Introduction

Respiratory motion in FDG PET/CT induces blurring images, leading to errors in tumor location and in lesion quantification, especially for lung and upper abdominal lesions. To avoid these artefacts, various respiratory gating methods have been developed and most of current PET/CT scans are equipped. However, these methods are not routinely used especially because they are time-consuming. The aim of the study was to assess the faisability and the quantitative impact of the use of a respiratory gating method using HD Chest without increasing the acquisition time in all patients referred for a FDG PET/CT in daily practice.

Methods

All patients referred for whole-body FDG PET/CT were prospectively enrolled. Two sets of images were analysed: standard free-breathing FDG PET/CT images (1mm/s speed, Siemens Biograph mCT flow), and respiratory gating images without changing acquisition time (data were stored in list-mode during standard acquisition, computer automatically kept 35%, 40% and 50% of the counts between 2 determined thresholds). Analysis was done in patients with lung or upper abdominal lesion, other patients were excluded. Contrast to noise ratio (CNR) in each set of gating images was compared to find the best compromise between respiratory blurring correction and count rate. SUVmax, SUVmean, metabolic tumour volume (MTV) were recorded and compared. A 4D reconstruction was performed to measure the displacement of the lesion, and a relative value according to its size was calculated to categorize the results. All results were expressed as mean values of the percentage differences \pm standard deviation compared to non-gated data.

Results

Between October 1st and December 31st, 2016, 775 patients were referred to our medicine department for FDG PET/CT examinations. 643 were excluded: technical problem or non compliant patient in 34 cases, 523 patients did not have lung or upper abdominal lesion, in 86 patients respiratory gating images were not usable. Analysis was finally performed on 132 patients (17%). No significant improvement was found in the 40% and 50% reconstructed data regarding to the CNR measure. The 35% reconstructed data were used for the second analysis. SUVmax, SUVmean and MTV changes were respectively 14% \pm 10, 10% \pm 7 and -13% \pm 11 for lesion with a relative displacement less than 80 % and respectively 36% \pm 12, 40% \pm 10 and -35% \pm 10 for lesion with a relative displacement more than 80 %.

Conclusion

The use of HD Chest without increasing acquisition time is feasible in daily practice, using 35% reconstructed data and has a quantitative impact for lung or upper abdominal lesion with a significant displacement according to its size.

- Mots-clés : respiratory gating, HD Chest
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102901/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 11h37

Auditorium

Présentation du GT SFPM : "Dosimétrie des explorations diagnostiques en médecine nucléaire"

Jean-Marc Vrigneaud (1), Corinne Millardet (2), Marie-Josephine Waryn (3), Jean-Noel Badel (4),
Antoine Martineau (5)

1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France), 2 - Centre Jean Perrin (France), 3 - Hôpital Avicenne, Bobigny (France),
4 - Centre Léon Bérard (France), 5 - CHU Saint-Louis (France)

Ce travail a pour objectif de compléter les informations dosimétriques disponibles dans le rapport SFPM n°19-2001. Il est destiné à aider les professionnels de médecine nucléaire dans l'évaluation des doses délivrées aux patients lors d'examens diagnostiques en médecine nucléaire. Il tient compte d'un certain nombre d'évolutions apparues depuis 2001, comme par exemple le développement de la TEP ou l'apparition de caméras hybrides (couplés à un scanner RX) dans les services de médecine nucléaire. Pour rester cohérent avec le rapport SFPM n°19-2001, la dose efficace a été calculée selon la méthodologie appliquée dans le rapport 60 de la CIPR (1991). Un nouveau système de référence pour le calcul dosimétrique a été introduit dans le rapport 103 de la CIPR (2007) mais les données nécessaires à son application en médecine nucléaire ne sont pas encore validées de manière collégiale à l'échelle internationale. Le document SFPM s'articule donc autour de la mise à jour des tableaux dosimétriques pour un certain nombre de données récentes issues des derniers rapports de la CIPR (106, 128) ou de la littérature, notamment dans le cas des traceurs TEP. Les estimations dosimétriques pour le nouveau-né et le fœtus ont été mises à jour pour le fluor-18. Les recommandations d'allaitement ont été révisées en adoptant une méthode d'estimation de l'exposition du nouveau-né par contamination interne dans le lait maternel et par irradiation externe lors des périodes de contact durant l'allaitement. Le document collige également les recommandations d'activité à administrer, pour les principaux examens de médecine nucléaire, à partir des guides de procédure des sociétés savantes (SFMN, EANM) et des références réglementaires (ANSM, NRD). À travers ce document, le GT a tenu à inciter les professionnels de médecine nucléaire à suivre les recommandations existantes à l'heure actuelle en matière d'activité administrée, notamment en pédiatrie et en TEP. Enfin, la dosimétrie des scanners RX est abordée en donnant quelques exemples d'estimation dosimétrique dans le cadre d'une utilisation du scanner limitée à la localisation et à la correction d'atténuation.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107202/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 11h49

Auditorium

Retour d'expérience sur la mise en place d'un outil d'analyse automatique des contrôles qualité des installations de médecine nucléaire

Francis Bouchet (1)

1 - Unité de Radiophysique et Radioprotection, CHU Angers (France)

Introduction

Les solutions d'analyse des contrôles de qualité des installations de médecine nucléaire proposées par les constructeurs ne répondent que partiellement aux besoins des médecins. En effet, les textes de référence de portée nationale [1][2][3] ne sont pas implémentés dans ces solutions. Le CHU d'Angers a choisi de s'équiper d'un logiciel entièrement paramétrable permettant aux médecins d'analyser tous les contrôles, réglementaires ou basés sur des recommandations internationales. Nous présentons ici notre retour d'expérience sur la mise en place de ce logiciel.

Matériel et méthodes

Le logiciel Qualimagiq® (Qualiformed, France) a été acquis dans le cadre d'un contrat de partenariat qui a permis de le faire évoluer afin qu'il réalise l'analyse des images des gamma-caméras et TEP hybrides, et prenne en compte nos objets-test. Le paramétrage de Qualimagiq® pour chaque type de contrôle et chaque installation se déroule en 3 étapes : réglage du protocole qui décrit les images attendues pour les tests, réglage des méthodes et paramètres d'analyse selon les textes de référence, réglage des tolérances sur les résultats des tests. Les différentes méthodes d'analyse proposées par Qualimagiq® ont été testées et leurs résultats ont été comparés à ceux obtenus avec ImageJ ou les outils des constructeurs. Les valeurs cibles et tolérances retenues ont été basées sur la valeur moyenne des résultats obtenus sur 3 acquisitions.

Résultats

La mise au point des évolutions du logiciel Qualimagiq®, les paramétrages associés et les tests, ont nécessité 8 mois de travail par deux stagiaires. Il est maintenant utilisé en routine pour le contrôle de qualité des gamma-caméras (uniformité intrinsèque, taux de comptage entre détecteurs, enregistrement spatial en fenêtres multiples, centre de rotation, uniformité corps entier, linéarité spatiale, résolution spatiale planaire et tomographique, qualité image tomographique), des TEP (résolution spatiale, contrôle SUV, recalage TEP-TDM, qualité image) et des scanners couplés (UH - bruit ? uniformité).

Conclusion

L'utilisation d'un outil entièrement paramétrable permet au médecin médical d'approfondir la maîtrise des performances des installations par rapport aux analyses proposées par les constructeurs.

Références

- [1] Décision du 25 novembre 2008 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique
- [2] Contrôle de qualité et mesure des performances des gamma-caméras, Rapport SFPM n°28
- [3] Contrôle de qualité et mesure des performances en Tomographie d'Emission de Positons, Rapport SFPM n°24

- Mots-clés : analyse automatique, Contrôle qualité
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102480/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 12h01

Auditorium

Quantification en TEMP/TDM : Étalonnage, méthodologie d'utilisation du logiciel Q.Metrix.

Célian Michel (1), Marcel Ricard (1)

1 - Service de Physique, Hôpital Gustave Roussy, Villejuif (France)

Introduction

Bien qu'ayant fait l'objet d'un grand nombre de travaux, la quantification en tomographie d'émission mono photonique (TEMP) fait toujours l'objet d'un débat. Le couplage de cette modalité à un tomodesitomètre à rayons X (TEMP/TDM) ouvre potentiellement de nouvelles possibilités. Le logiciel Q.Metrix (General Electric) en est une illustration. Le but de ce travail est de proposer une méthodologie, dans le cas de médicaments radiopharmaceutiques marqués au Tc-99m, afin de minimiser les biais de quantification.

Matériel et méthodes

Du fait du nombre important d'indications faisant appel au Tc-99m, les formes et les localisations des fixations présentent de grandes diversités (fixation pulmonaire diffuse versus foyers osseux). Afin de corréliser le nombre d'évènements avec l'activité présente, via un coefficient de sensibilité spécifique, plusieurs fantômes ont été utilisés. Pour simuler la phase de préparation d'une radio-embolisation hépatique aux microsphères de Y-90, l'outil que nous avons choisi est le fantôme Torso (Data Spectrum?) avec inserts pulmonaires et hépatique. Dans le cas d'applications conduisant à des fixations plus localisées c'est l'objet test NEMA IEC Body Phantom? qui a été sélectionné (6 sphères creuses de 0,5 à 26,5 mL). Les acquisitions ont été réalisées au moyen d'une caméra à scintillations Discovery NM/CT 670 (General Electric) pour des conditions d'acquisition et de reconstruction utilisées en routine clinique (15 s et 6° par projection, matrice 128x128, OSEM 10 sous-ensembles / 2 itérations, post filtrage 3D Butterworth 10 / 0,50). Les coefficients de sensibilités ont été déterminés par seuillage 3D des images tomoscintigraphiques ou tomodesitométriques, remises à la même échelle (256x256).

Résultats

Fixations étendues, fantôme Torso ? Le coefficient de sensibilité (72,4 cps/s/MBq) a été déterminé à partir de l'activité contenue dans l'insert hépatique. En appliquant ce coefficient aux inserts pulmonaires droit et gauche les écarts entre activités mesurée et contenue sont respectivement de -4,4 et -4,3 %. Ces résultats ont été obtenus pour un rapport de concentration foie / poumons de 3,3. Une fois rapportée aux volumes respectifs des organes cette valeur correspond à un shunt de 15 %. Fixations localisées, fantôme NEMA IEC - Pour un rapport de concentration arbitraire voisin de 20, le coefficient de sensibilité est égal à 50 cps/s/MBq pour un niveau de seuillage de 40 % appliqué à la sphère la plus volumineuse. Pour l'ensemble des sphères les écarts de quantification sont compris entre -0,3 et -27 %, l'écart le plus important étant observé pour la sphère la plus petite.

Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec les propriétés des données reconstruites en TEMP/TDM. Ils montrent également que le logiciel Q.Metrix possède un potentiel intéressant à condition de déterminer les coefficients de sensibilité pour des situations cliniquement réalistes.

- Mots-clés : Quantification, TEMP/TDM, Tc99m
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102788/document>

Session : MN-1 Médecine nucléaire PET/IRM

Jeudi 2 Juin - 12h13

Auditorium

Comparaison de la sensibilité aux déplacements cardiaques de différentes caméras de cardiologie nucléaire

Julien Salvadori (1), Laetitia Imbert (1, 2, 3, 4), Yolande Petegnief (5), Remy Sabbah (5), Hatem Boulahdour (5), Gilles Karcher (2, 3, 6), Pierre-Yves Marie (2, 3, 6, 7)

1 - Institut de Cancérologie de Lorraine, Vandoeuvre-lès-Nancy (France), 2 - Centre de Recherche en Automatique de Nancy (France), 3 - Centre hospitalier de Nancy (France), 4 - GIE-Nancyclotep (France), 5 - Centre Hospitalier Régional Universitaire de Besançon (France), 6 - Université de Lorraine, Faculté de Médecine, Nancy (France), 7 - INSERM, U1116, Nancy (France)

Introduction

Les nouvelles caméras CZT permettent d'obtenir des images de cardiologie nucléaire de très bonne qualité, avec de meilleures résolutions spatiales que les caméras conventionnelles [1], mais leur robustesse et leur sensibilité aux déplacements cardiaques reste à évaluer. L'objectif de cette étude était de comparer les variations d'activité segmentaire générées par les déplacements d'un fantôme cardiaque sur les caméras CZT Discovery NM-530c (GE) et DSPECT (Spectrum Dynamics) et sur la caméra d'Anger Symbia T2 (Siemens) équipée de collimateurs LEHR ou convergent (IQSPECT).

Matériel et méthodes

Des déplacements du fantôme cœur, contenant une activité pariétale homogène de 99mTc , ont été appliqués au milieu de chaque enregistrement dans 6 directions (-X/+X, -Y/+Y et ?Z/+Z) et avec des amplitudes variables. Les images ont été reconstruites avec les paramètres recommandés pour la routine clinique [2]. L'impact des déplacements a été évalué selon les différences d'activité segmentaire entre l'acquisition de « référence » et chaque acquisition déplacée en utilisant une représentation du ventricule gauche en 17 segments [3] et en considérant comme significatives des différences de plus de 10% de l'activité par rapport à la référence.

Résultats et conclusions

Pour une amplitude moyenne de déplacement de 5 mm, les différences d'activité segmentaire par rapport aux acquisitions de référence ne sont que peu ou pas significatives quel que soit le type de caméra. Lorsque l'amplitude des déplacements augmente, la caméra CZT D530c s'avère la plus sensible, la caméra DSPECT, la moins sensible et la caméra d'Anger se situe à un niveau intermédiaire quel que soit le collimateur (LEHR ou convergent).

Références

- [1] Garcia EV, Faber TL. "New trends in camera and software technology in nuclear cardiology", *Cardiol Clin.* 27(2):227-36, 2009.
- [2] Imbert L, Poussier S, Franken PR et al. "Compared performance of high-sensitivity cameras dedicated to myocardial perfusion SPECT: a comprehensive analysis of phantom and human images", *J Nucl Med.* 53(12):1897-903, 2012.
- [3] Djballah W, Muller MA, Angioï M et al. "Nitrate-enhanced gated SPECT in patients with primary angioplasty for acute myocardial infarction: evidence of a reversible and nitrate-sensitive impairment of myocardial perfusion", *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 34(12):1981-90, 2007.

- Mots-clés : tomoscintigraphie myocardique, déplacement cardiaque, camera CZT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101887/document>

Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire

Jeudi 2 Juin - 14h00

Auditorium

Session de perfectionnement : Clinical NECR in 18F-FDG PET scans: use for optimization purposes

Thomas Carlier (1)

1 - CHU Nantes (France), 2 - CRCNA (France)

Clinical NECR in 18F-FDG PET scans: use for optimization purposes The injected activity and the acquisition time per bed position for 18F-FDG PET scans are usually optimized by using metrics obtained from phantom experiments. However, optimal activity and time duration can significantly vary from a phantom set-up and from patient to patient. In this presentation, we will give an overview of the different approach used for determining optimal acquisition settings using either clinical or experimental data. We will focus next on an approach using a patient-specific noise equivalent count rate (NECR) modelling that has been previously proposed for optimizing clinical scanning protocols [1]. This methodology has been recently extended and assessed using a large population as a function of the body mass index (BMI) for deriving the optimal injected activity and acquisition duration per bed position [2]. The relationship between the NEC and the signal-to-noise ratio (SNR) was assessed both in a phantom and in a clinical setting. 491 consecutive patients were retrospectively evaluated and divided into 4 BMI subgroups. Two criteria were used to optimize the injected activity and the time per bed position was adjusted using the NECR value while keeping the total acquisition time constant. Finally, the relationship between NEC and SNR was investigated using an anthropomorphic phantom and a population of 507 other patients. While the first dose regimen suggested a unique injected activity (665 MBq) regardless of the BMI, the second dose regimen proposed a variable activity and a total acquisition time according to the BMI. The NEC improvement was around 35% as compared with the local current injection rule. Variable time per bed position was derived according to BMI and anatomical region. NEC and number of true events were found to be highly correlated with SNR for the phantom set-up and partially confirmed in the patient study for the BMI subgroup under 28 kg/m² suggesting that for the scanner, the nonlinear reconstruction algorithm used in this study and BMI

References: [1] Watson CC, Casey ME, Bendriem B, Carney JP, Townsend DW, Eberl S, Meikle S, DiFilippo FP 2005 Optimizing injected dose in clinical PET by accurately modeling the counting-rate response functions specific to individual patient scans J. Nucl. Med. 46 1825-34 [2] Carlier T, Ferrer L, Necib H, Bodet-Milin C, Rousseau C, Kraeber-Bodéré F 2014 Clinical NECR in 18F-FDG PET scans: optimization of injected activity and variable acquisition time. Relationship with SNR Phys. Med. Biol. 59 6417-30

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107655/document>

Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire

Jeudi 2 Juin - 14h25

Auditorium

Mise au point : Thérapie et théragnostic en cancérologie

Pierre Olivier (1)

1 - Centre hospitalier de Nancy, service de médecine nucléaire (France)

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107658/document>

Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire

Jeudi 2 Juin - 14h50

Auditorium

Impact de l'effet de volume partiel et du bruit sur des histogrammes dose-volume (HDV) pour la dosimétrie des microsphères d'Yttrium-90.

Hugo Levillain (1), Manuel Sanchez Garcia (2) (3), Rachida Lebtahi (2) (3), Arnaud Dieudonné (2) (3)
1 - Département de Médecine Nucléaire, Hôpital de Beaujon, Clichy (France), 2 - Département de Médecine Nucléaire, Hôpital de Beaujon, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (France), 3 - INSERM U773 (France)

Introduction

Le but de notre travail a été d'étudier les dégradations sur les histogrammes dose-volume, induites par l'effet de volume partiel (EVP) et le bruit indépendamment, puis dans le cas simulé de la TEMP et du TEP.

Matériels et Méthodes

Des sphères de différents diamètres ont été modélisées analytiquement : 1cm, 5cm et 10cm (S1, S2 et S3 respectivement), remplies uniformément d'activité (contraste de 10 avec le fond) et contenues dans un volume d'eau. Les effets de l'EVP et du bruit ont été modélisés de manière analytique. L'EVP a été simulé comme la convolution d'une fonction de dispersion ponctuelle (PSF) gaussienne caractérisée par sa largeur à mi-hauteur (FWHM). Le bruit a été simulé par une distribution log-normale caractérisée par sa déviation standard (SD). Deux niveaux d'EVP (FWHM = 5mm et 10 mm) et deux niveaux de bruit (SD= 0.1 et 0.3) ont été appliqués sur chacune des trois sphères séparément pour une analyse distincte. Les dégradations des imageurs TEMP et TEP ont ensuite été simulées, en accord avec ce qui est observé en routine clinique avec respectivement (FWHM=10, SD=0.1) et (FWHM=5, SD=0.3). Les histogrammes dose-volume (HDV) ont été générés à partir des cartes de doses obtenues par convolutions de Dose Point Kernels (DPK) avec les différentes cartes d'activité. Un HDV sans dégradation a également été calculé afin de servir de référence. Finalement les HDV dégradés ont été comparés au théorique à l'aide des indices de dose : D80, D50, Dmoyen et D20.

Résultats

L'EVP sous-estime D80, D50 et n'a pas d'impact sur les autres indices, excepté dans le cas de S1 pour laquelle D20 est sous-estimée de 66%. Plus la PSF est proche des dimensions de la sphère et plus l'EVP est important. A titre d'exemple D80, qui est l'indice le plus impacté par l'EVP, est sous-estimé entre 38% et 8% et entre 61% et 20% pour FWHM = 5mm et 10 respectivement. Le bruit sous-estime D80, surestime D20 et n'a pas d'impact sur les autres indices. Pour le plus haut niveau de bruit SD=0.1, D80 est sous-estimé entre 0.4% et 9.5%, D20 est surestimé entre 6.4% et 12.2%. La simulation TEMP sous-estime D80 jusqu'à 80%, D50 jusqu'à 82%, Dmoyen jusqu'à 79% et D20 jusqu'à 78%. La simulation TEP sous-estime D80 jusqu'à 21%, D50 jusqu'à 17%, Dmoyen jusqu'à 12% et D20 jusqu'à 4%.

Conclusion

Notre étude met en lumière les impacts de l'EVP et du bruit et souligne l'importance de contrôler et d'évaluer ces effets pour le développement de protocole dosimétrique.

- Mots-clés : Radioembolisation, bruit, EVP, Y90
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102899/document>

Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire

Jeudi 2 Juin - 15h02

Auditorium

Radioprotection de l'entourage des patients traités à l'iode 131 pour des cancers thyroïdiens différenciés : comparaison de deux méthodes de détermination des temps de restriction de contact

Igor Bessieres (1), Jean-Marc Vrigneaud (1)
1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)

Introduction

En France, l'information sur la radioprotection suite à un acte de thérapie à l'iode 131 est obligatoire. Cependant, il n'existe pas de méthodologie réglementaire pour estimer les durées de restriction de contact auprès de l'entourage des patients. Dans cette étude, on se propose de comparer deux méthodes de calcul des restrictions pour les cancers thyroïdiens : la méthode du Conseil Supérieur d'Hygiène de France (CSHPF) [1] et la méthode « patient-dépendant » (PaDe) qui s'appuie sur la mesure des périodes effectives pour chaque patient pendant l'hospitalisation.

Matériel et méthodes

Les paramètres d'entrée de ces simulations sont les contraintes de dose, les scénarii de contact, les mesures de débit de dose et la variation de ce débit avec la distance. Pour la méthode du CSHPF, ces données sont fixées et n'ont pas été modifiées. Pour la méthode PaDe, les paramètres d'entrée sont issus de la littérature [2]. La contrainte de dose pour le public est fixée à 1 mSv. La période effective est déduite d'un ajustement mono-exponentiel de mesures réalisées au cours de l'hospitalisation. À partir de la période effective et du débit de dose en fin d'hospitalisation, une formulation inverse permet de calculer les durées de restriction de contact pour les différents scénarii choisis. La comparaison des deux méthodes a été réalisée sur une cohorte de 59 patients.

Résultats

Pour environ 63% des patients (37/59), aucune restriction n'est nécessaire avec la méthode PaDe alors que jusqu'à 2 jours peuvent être requis selon la méthode du CSHPF. Pour environ 20% (12/59), les durées de restriction de la méthode PaDe sont systématiquement inférieures à celles du CSHPF. Pour les 17% restant (10/59), la méthode CSHPF sous-estime les temps de restriction pour au moins un scénario. De plus, avec la méthode du CSHPF, des consignes identiques sont obtenues pour 97% des patients (57/59). Ces résultats montrent les limites du modèle du CSHPF qui ne considère pas les données biologiques propres au patient et utilise une variation théorique du débit de dose avec l'inverse carré de la distance.

Conclusion

Désormais, dans un but d'amélioration du confort du patient et d'optimisation de la radioprotection, nous avons choisi d'appliquer la méthode PaDe au CGFL.

Références :

- [1] Précautions recommandées aux patients ayant bénéficié d'un traitement par l'iode radioactif afin de limiter l'exposition aux rayonnements ionisants des personnes à son contact, Groupe de travail de la section radioprotection du CSHPF, 2006 ;
- [2] Recommandations pratiques concernant la sortie des patients après traitement du cancer différencié de la thyroïde à l'iode 131, Carlier et al. 2004, Radioprotection Vol. 39.

- Mots-clés : temps de restriction de contact, radioprotection, iode 131
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/98191/document>

Session : MN-2 Optimisation en médecine nucléaire

Jeudi 2 Juin - 15h14

Auditorium

La radioprotection de l'entourage des patients traités pour hyperthyroïdie par I131

Bardia Farman (1), Olivier Carpentier (1), Marc Bourrelly (1), David Taieb (1)

1 - Service de médecine nucléaire, CHU Marseille (France)

Introduction

L'exposition de l'entourage des patients ayant subis une radiothérapie interne vectorisée est un thème qui soulève beaucoup de questions. Nous avons déjà mené une étude sur l'entourage des patients ayant été traités pour un cancer de thyroïde [1], cette fois nous nous sommes intéressés aux patients atteints d'hyperthyroïdie. Ces patients ne bénéficiant pas d'hospitalisation, il est important de connaître l'impact des consignes de radioprotection, dans l'exposition de leur entourage.

Matériel et méthode

Pour cette étude, nous avons sollicité l'entourage de 34 patients traités pour hyperthyroïdie par l'administration de gélule d'iode¹³¹. Ces personnes ont accepté d'être suivi dosimétriquement en portant un dosimètre passif OSL (Luminescence stimulée optiquement) pendant 10 jours, en notant le détail de leurs journées, le nombre d'heures et la distance passés en présence du patient traité. Nous avons analysé leurs réponses et mis en correspondance avec leur exposition.

Résultats

L'exposition de l'entourage est bien évidemment fonction de l'activité administrée (posologie forfaitaire en fonction du taux d'hormone thyroïdienne). Cependant, selon le lien entre le patient et la personne de son entourage surveillée dosimétriquement, nous avons retrouvé deux classes distinctes : parents (20) et conjoint (14). Les résultats montrent que les conjoints sont davantage exposés que les parents. Néanmoins, dans les deux cas de figures, nous avons mesuré des dépassements (10 % pour les parents et 14 % pour les conjoints) du seuil d'exposition de 1 mSv (limite d'exposition pour le public).

Conclusion

Il est important de fournir des consignes de radioprotection aux patients sortant d'une radiothérapie interne vectorisée, ainsi qu'à leur entourage, aussi bien lors d'un traitement de cancer thyroïdien qu'une hyperthyroïdie. Il faut souligner que le non-respect de ces consignes peut aboutir à un dépassement du seuil d'exposition fixée à 1 mSv pour le public.

- Mots-clés : exposition de l'entourage, hyperthyroïdie, RIV
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102422/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 16h15

Auditorium

Session de perfectionnement : Imagerie spectrale, principe et technologie en scanographie

Nicolas Villani (1)

1 - Institut de Cancérologie de Lorraine, Vandoeuvre-les-Nancy (France)

Les acquisitions en double énergie pour la scanographie, ont été décrites il y a de nombreuses années, mais n'ont pris leur essor que depuis une dizaine d'années. Elles sont aujourd'hui disponibles dans de nombreux centres de radiologie. Ces acquisitions permettent d'obtenir une imagerie spectrale, aussi appelée scanner multi énergie. Les applications cliniques apportées par cette technique sont riches ; puisque des bénéfices sont reconnus pour les domaines de l'oncologie, du vasculaire, de la neurologie, de la cardiologie, où une amélioration de la visualisation des tissus est décrite, ainsi que la possibilité de «décomposer la matière», en caractérisant des lésions. D'autres applications de cette technique sont la réduction des artéfacts métalliques ou encore la possibilité d'améliorer les calculs de doses en radiothérapie et curiethérapie. Ce travail s'intéresse aux aspects technologiques. Nous commencerons la présentation par un rappel des principes physiques employés pour la technique d'acquisition en double énergie et qui permettent d'obtenir des images monochromatiques ainsi qu'une décomposition des matériaux (eau/iode). Dans un second temps, les différentes technologies proposées par les principaux constructeurs et disponibles sur le marché seront exposés. Nous terminerons enfin en présentant les méthodes utilisées et disponibles pour analyser les données acquises. Les différentes technologies proposées par les constructeurs permettant d'obtenir une imagerie spectrale présentent des avantages et des inconvénients, et donc nécessairement des compromis dans leurs utilisations et leurs potentiels. Les points relatifs aux aspects dosimétriques, de qualité d'image et de produit de contraste seront également discutés. A ce jour les choix technologiques très différents des constructeurs imposent d'en connaître les points forts mais aussi les limites pour les radiologues, les manipulateurs d'électroradiologie médicale et les physiciens médicaux. Les développements techniques récents permettent d'apporter grâce à l'imagerie spectrale un nouvel outil d'intérêt dans la prise en charge des patients, pour les domaines du diagnostic comme pour celui de la thérapie.

References:

- [1] Danad I et al, New Applications of Cardiac Computed Tomography: Dual-Energy, Spectral, and Molecular CT Imaging, JACC Cardiovasc Imaging. 2015 Jun;8(6):710-23
- [2] Van Elmpt W et al, Dual energy CT in radiotherapy: Current applications and future outlook, Radiother Oncol. 2016 Apr;119(1):137-44
- [3] Alvarez RE et al, Energy-selective reconstructions in X-ray computerized tomography, Phys Med Biol. 1976 Sep;21(5):733-44
- [4] Winklhofer S et al, CT metal artefact reduction for internal fixation of the proximal humerus: value of mono-energetic extrapolation from dual-energy and iterative reconstructions, Clin Radiol. 2014 May;69(5):e199-206
- [5] Frellesen C et al, Dual-energy CT of the pancreas: improved carcinoma-to-pancreas contrast with a noise-optimized monoenergetic reconstruction algorithm, Eur J Radiol. 2015 Nov;84(11):2052-8
- [6] Yuan R et al, Reduced iodine load at CT pulmonary angiography with dual-energy monochromatic imaging: comparison with standard CT pulmonary angiography—a prospective randomized trial, Radiology. 2012 Jan;262(1):290-7
- [7] McCollough C et al, Dual- and Multi-Energy Computed Tomography: Principles, Technical Approaches, and Clinical Applications, Radiology. 2015 Sep; 276(3): 637-653

- Mots-clés : scanner double énergie, imagerie spectrale
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107960/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 16h35

Auditorium

Session de perfectionnement : Imagerie spectrale, apport pour le clinicien

Damien Mandry (1) (2)

1 - Service de Radiologie, CHU de Nancy (France), 2 - IADI Inserm u947, Nancy (France)

Objective: To describe the principal medical applications of spectral imaging.

Medical applications of spectral imaging in computed tomography (CT) rely on the basic principle that this technique allows a more precise material differentiation[1]. It is helpful in metal artifacts reduction or bone removal. Another use is renal stone composition determination [2].

Monoenergetic images at low keV provide enhanced density and reduced noise; hence, CNR and SNR are higher, with the additional advantage to decrease further more contrast medium doses and radiation exposure; at high keV, blooming artifacts are reduced, improving stenosis assessment in highly calcified patients in coronary CT angiography for instance. Moreover, atherosclerotic plaques composition becomes achievable, with the hope to identify vulnerable plaques[3].

The other main advantage is establishment of iodine maps. This can be used to generate virtual noncontrast images from enhanced images, i.e. with a reduction in radiation exposure; determining iodine concentration within an organ improves both sensibility and specificity of enhancements detection, for instance to distinguish between a tumor and a thrombus, between hemorrhage and enhancement, to detect endoleaks, or to follow-up on antiangiogenic therapies[4-6]. It is also key for a more robust perfusion quantification, leading towards functional CT imaging, in lungs for pulmonary embolism diagnosis, brain for stroke, cardiac for ischemia detection, or “body” in oncologic applications [7-10].

References:

1. McCollough CH, Leng S, Yu L, Fletcher JG. Dual- and Multi-Energy CT: Principles, Technical Approaches, and Clinical Applications. *Radiology* 2015;276:637–53.
2. Kulkarni NM, Eisner BH, Pinho DF, Joshi MC, Kambadakone AR, Sahani DV. Determination of renal stone composition in phantom and patients using single-source dual-energy computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 2013;37:37–45.
3. Danad I, Fayad ZA, Willemink MJ, Min JK. New Applications of Cardiac Computed Tomography: Dual-Energy, Spectral, and Molecular CT Imaging. *JACC Cardiovasc Imaging* 2015;8:710–23.
4. Kaza RK, Caoili EM, Cohan RH, Platt JF. Distinguishing Enhancing From Nonenhancing Renal Lesions With Fast Kilovoltage-Switching Dual-Energy CT. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:1375–81.
5. Hong YJ, Hur J, Kim YJ, Lee H-J, Hong SR, Suh YJ, et al. Dual-energy cardiac computed tomography for differentiating cardiac myxoma from thrombus. *Int J Cardiovasc Imaging* 2014;30:121–8.
6. Müller-Wille R, Borgmann T, Wohlgemuth WA, Zeman F, Pfister K, Jung EM, et al. Dual-energy computed tomography after endovascular aortic aneurysm repair: The role of hard plaque imaging for endoleak detection. *Eur Radiol* 2014;24:2449–57.
7. Thieme SF, Becker CR, Hacker M, Nikolaou K, Reiser MF, Johnson TRC. Dual energy CT for the assessment of lung perfusion—Correlation to scintigraphy. *Eur J Radiol* 2008;68:369–74.



COMMUNICATIONS ORALES

8. So A, Hsieh J, Narayanan S, Thibault J-B, Imai Y, Dutta S, et al. Dual-energy CT and its potential use for quantitative myocardial CT perfusion. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography* 2012;6:308–17.
9. Postma AA, Das M, Stadler AAR, Wildberger JE. Dual-Energy CT: What the Neuroradiologist Should Know. *Curr Radiol Rep* 2015;3:16–6.
10. Agrawal MD, Pinho DF, Kulkarni NM, Hahn PF, Guimaraes AR, Sahani DV. Oncologic Applications of Dual-Energy CT in the Abdomen. *Radiographics* 2014;34:589–612.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107963/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 16h55

Auditorium

Mise au point : La tomosynthèse mammaire

Alain Noel (1)

1 - Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN - UMR 7039) (France)

Introduction

Le passage de la mammographie numérique 2D à la tomosynthèse 3D représente un saut technologique important qui nécessite d'être parfaitement maîtrisé pour une adoption efficace de cette technique en usage clinique.

Matériel et Méthode

Dans un premier temps, nous précisons les points essentiels concernant les algorithmes de reconstruction et les compromis nécessaires qui doivent être faits. Dans un second temps, nous verrons que la détermination de la qualité de l'image et l'évaluation de la dose sont des étapes indispensables et qu'elles nécessitent la mise en place d'un contrôle de qualité.

Résultats

L'angle et le temps de balayage, le nombre de projections à l'acquisition, qu'elle soit continue ou par « step and shoot », sont des paramètres techniques essentiels à considérer. L'algorithme influence la rapidité de la reconstruction et la qualité de l'image résultante du fait de la troncature des projections acquises liée à l'angle d'acquisition limitée. Les constructeurs ayant fait des choix très différents, il faut s'assurer de la qualité globale de l'image obtenue tout en contrôlant le niveau de dose absorbée. En France aujourd'hui, la tomosynthèse mammaire est utilisée sans qu'un contrôle de qualité spécifique réglementaire n'ait été mis en place. Celui-ci pourrait s'appuyer sur le protocole mis au point par l'EUREF dont la version définitive a été publiée en mars 2015

Conclusion

La tomosynthèse mammaire n'est pas une simple évolution de la mammographie numérique mais représente une innovation technologique importante où les algorithmes de reconstruction jouent un rôle central majeur et nécessite de mettre en place rapidement un protocole de contrôle de qualité.

Références :

- (1) Sechopoulos I. A review of breast tomosynthesis. Part I. The image acquisition process. Med. Phys. 40 (1), January 2013 [<http://dx.doi.org/10.1118/1.4770279>]
- (2) Sechopoulos I. A review of breast tomosynthesis. Part II. Image reconstruction, processing and analysis, and advanced applications. Med. Phys. 40 (1), January 2013. [<http://dx.doi.org/10.1118/1.4770281>]
- (3) Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis Systems. EUREF (European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services), March 2015
- (4) IRSN. La tomosynthèse. Rapport d'étude bibliographique. PRP-Hom n°2015-00008.
- (5) Meyblum E, et al. Breast tomosynthesis: Dosimetry and image quality assessment on phantom. Diagnostic and Interventional Imaging (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.diii.2014.12.010>

- Mots-clés : tomosynthèse, mammaire, tomosynthesis
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107959/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 17h15

Auditorium

Mise au point : Sécurité des patients et des travailleurs en IRM

Cédric Pasquier (1), Jacques Felblinger (1)

1 - Imagerie Adaptative Diagnostique et Interventionnelle, INSERM u947, Nancy (France)

Depuis ces 10 dernières années le nombre d'IRM et surtout le nombre d'examen IRM est en forte croissance.

Un dispositif d'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une source de champs électromagnétiques complexes, avec des fréquences diverses allant de 0 Hz à quelques centaines de MHz. Les ondes électromagnétiques de fortes puissances peuvent interagir avec les dispositifs médicaux implantables ou non et d'une manière générale avec tout matériel introduit mais aussi avec le corps humain.

Ces différentes interactions peuvent présenter des risques pour le patient porteurs de dispositifs médicaux mais aussi pour les travailleurs intervenants en IRM.

Dans l'environnement IRM, un dispositif peut, selon sa constitution et sa géométrie :

- être attiré,
- chauffer fortement,
- dysfonctionner,
- perturber l'image de diagnostic...

Pour les dispositifs implantables ces risques peuvent entraîner de sérieux incidents, de la simple douleur au décès du patient.

L'autorité de mise sur le marché américain (Food and Drug Administration, FDA) demande aujourd'hui la réalisation de « tests de compatibilité IRM » de plus en plus complexes et longs pour qualifier ce risque. Au vu des propos tenus par les différents organismes de régulation comme la FDA, il est fort probable que dans les prochaines années, TOUS les DM devront comporter une indication de compatibilité IRM.

Quotidiennement, les manipulateurs radio, les médecins (radiologues, anesthésistes, chirurgiens, pédiatres,...), les infirmières, les chercheurs, les techniciens de maintenance et d'entretien sont exposés à l'environnement IRM. Or le risque d'une exposition prolongée aux ondes électromagnétiques est aujourd'hui encore assez méconnu. Pourtant la directive 2013/35/UE [1] fixe des limites d'exposition du travailleur aux ondes électromagnétiques qui peuvent être très largement dépassées par les travailleurs en IRM [2]. Pour cette raison l'article 10 de la directive traite spécifiquement le cas des travailleurs en IRM. La difficulté est de connaître les niveaux d'exposition qui sont très variables. Contrairement à la radiologie standard (rayon X), il existe très peu de systèmes commerciaux de surveillance pour l'exposition du travailleur en IRM.

[1] Directive n° 2013/35/UE du 26/06/13 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques).

[2] M. Capstick, D. W. McRobbie, J. W. Hand, A. Christ, S. Kühn, K. H. Mild, E. Cabot, Y. Li, A. Melzer, A. Papadaki, K. Prüssmann, R. Quest, M. Rea, S. Ryf, M. Oberle, and N. Kuster, An Investigation into Occupational Exposure to Electromagnetic Fields for Personnel Working With and Around Medical Magnetic Resonance Imaging Equipment, European Commission, Project VT/2007/017, Apr. 2008.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107964/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 17h35

Auditorium

Présentation du GT SFPM : "Evolution de la formation à la radioprotection patients en radiologie"

Defez Didier <didier.defez@chu-lyon.fr> (1)

1 - Service de Physique Médicale et Radioprotection CHU Lyon Sud (France)

Compte tenu des évolutions réglementaires européennes [EURATOM 2013/59 ; MEDRAPET-175] et de l'évolution des techniques, l'ASN a souhaité remettre à jour les formations initiales et continues des professionnels concernés par la radioprotection du patient. Les formations continues doivent désormais être réalisées spécifiquement par domaine d'activité ou par profession et proportionnées à l'importance du risque radiologique pour le patient. La SFPM a donc eu la charge de définir un guide professionnel pour les physiciens médicaux exerçant en radiologie. Ce document présente, pour chacun des 5 objectifs définis par l'ASN, les objectifs opérationnels choisis ainsi que le déroulement, la méthode et le contenu retenu. Enfin, ce document précise la durée de la formation, son évaluation ainsi que la durée de validité de l'attestation remise au professionnel.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/107966/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 17h45

Auditorium

Assessment of new model-based iterative reconstruction kernels for the detectability of small hypervascular liver lesions: a phantom study

Hugo Pasquier (1), Francois Gardavaud (2), Mélanie Chiaradia (1), François Legou (1), Alain Rahmouni (1) (3), Alain Luciani (1) (3)

1 - CHU Henri Mondor - Service d'imagerie médicale, Créteil (France), 2 - Hôpital Tenon - Service d'Imagerie Médicale, Paris (France), 3 - IMRB Equipe 18 - INSERM (France)

Introduction

The purpose of this study was to evaluate the new kernels associated to Model Based Iterative Reconstruction (MBIR) for the detection of low contrast hepatic lesions based on a Non-PreWhitening matched filter with Eye filter (NPWE) model observer.

Methods

An image quality phantom (CATPHAN 600, The Phantom Laboratory, NY) was imaged on a Discovery CT750 HD scanner (GE Healthcare, Wisconsin) under variable tube current configurations (Noise Index (NI) ranged from 15 to 70). Images were reconstructed using filtered back projection (FBP), Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) 50% and MBIR associated to Standard, Noise Reduction (NR05, NR40) and Resolution Improvement (RP05, RP20) kernels. Noise Power Spectrum and Task based Modulation Transfer Function measurements were combined into a NPWE observer to assess the detectability index (d') for a clinical imaging task representative of the detection of small liver lesions (contrast of 20 HU and 11 mm diameter). The dose potential reduction of each MBIR kernel was evaluated regarding the protocol clinically used at our institution (NI 25, ASIR 50%).

Results

At comparable dose, the d' for MBIR Standard, NR05 and NR40 was higher than the one of FBP by 20%, 24% and 53%; and ASIR by 5%, 10% and 34% respectively. The d' for MBIR RP05 and RP20 wasn't improved compared to ASIR. In comparison to our routine protocol, MBIR Standard, NR05 and NR40 can lead to dose reductions of 15%, 22% and 56% respectively.

Conclusions

New MBIR NR05 and NR40 can offer further dose reduction than Standard kernel. Alternatively, at fixed dose, they can improve detectability of small hepatic lesions.

- Mots-clés : Iterative Reconstruction, Dose, Image Quality, Computed Tomography, Model Observer, Detectability
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102282/document>

Utilisation d'un modèle d'observateur pour une comparaison de protocoles cliniques en tomodensitométrie

Anais Viry (1), Christophe Aberle (1), Francis Verdun (1)
1 - Institut de Radiophysique, Lausanne (Suisse)

Introduction

Les différentes améliorations des TDMs, détecteurs et algorithmes cessent d'évoluer depuis les dernières années. Toutes ces avancées technologiques conduisent à une adaptation constante des protocoles cliniques, réduction de dose, amélioration de la qualité image. Afin de comparer ces protocoles, les métriques classiques d'évaluation de la qualité image ne permettent plus une analyse pertinente. Un outil objectif basé sur une détection d'une tache clinique, en accord avec le protocole clinique utilisé est nécessaire pour cela. L'utilisation des modèles d'observateur, basé sur la théorie statistique de la décision est donc nécessaire dans ce contexte. Le but de cette étude est de comparer pour quatre TDMs de dernières générations, en utilisant un modèle d'observateur anthropomorphique les différents protocoles cliniques définis pour la détection d'une lésion bas contraste dans l'abdomen. Nous pourrions ainsi mettre en évidence l'impact de la reconstruction utilisée, ou de la modulation automatique de courant.

Méthode

Un fantôme abdomen contenant des sphères de 20 HU, de 5 et 8 mm a été scanné sur quatre TDM différents : Deux TDM Siemens®, Somatom Definition Flash® et Somatom Definition Edge® et deux TDM GE Healthcare® (Discovery CT750 HD® et Revolution HD®). Dans un premier temps, un protocole dit de référence sans modulation d'intensité et à dose fixe de 10 mGy a été comparé sur les quatre TDM. Ensuite, sur les deux scanners Siemens, les protocoles cliniques utilisés pour une détection de lésion bas contraste dans l'abdomen ont été testés. De manière à observer, l'effet de la modulation automatique du courant, des anneaux respectivement de 2.5 cm et 5 cm ont été ajoutés autour du fantôme. Les images ont été reconstruites sur ces deux TDM en utilisant les algorithmes disponibles, FBP et itératif de niveau moyen (SAFIRE 3® et ADMIRE 3®). Sur les deux TDM, GE HealthCare®, les protocoles cliniques abdomen disponibles ont également été utilisés en adaptant le Noise Index pour chaque taille de fantôme. Les images ont été reconstruites en utilisant un algorithme FBP, ASIR 50 % et MBIR pour le TDM CT750 HD® et un algorithme Asir V 0% et Asir V 50% sur le TDM Revolution®.

Résultats

Le protocole de référence montre peu de différences entre les différents TDMs pour la tâche clinique de détection d'une lésion de 5 mm. Les protocoles cliniques Abdomen utilisés sur les TDM Siemens montrent une nette diminution de 25% de la détectabilité bas contraste lors de l'augmentation de la taille du fantôme de 20 à 40 cm de diamètre. Une reconstruction itérative de type hybride (Admire 3®, Asire 50%) montre un faible apport par rapport à l'utilisation d'un algorithme FBP pour ce type de tâche clinique. Pour le scanner GE HD 750, la reconstruction VEO permet une meilleure détectabilité de la lésion de 5 mm et ceci pour les trois tailles de fantôme.

Conclusion

Cette méthode permet de pouvoir comparer les différents protocoles cliniques de manière objective et de montrer l'impact des différentes technologies des TDMs de dernière génération dans le cadre d'une détection de lésion bas contraste dans l'abdomen.

- Mots-clés : détectabilité bas contraste, qualité image, Modèle d'observateurs, TDM, protocole clinique.
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/103465/document>

Couplage et échauffements de sondes de dispositif médical induits par radiofréquence de l'IRM

Julie Kabil (1) (2), Alexia Missoffe (1) (2), Pierre-André Vuissoz (1) (2), Cédric Pasquier (1) (2) (3), Jacques Felblinger (1) (2) (4) (5)

1 - Université de Lorraine, Nancy (France), 2 - Laboratoire IADI, Nancy (France), 3 - Healtis (France), 4 - CHU de Nancy (France), 5 - CIC-IT (France)

Introduction

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est de nos jours une technique incontournable en raison de son excellente résolution et de son caractère non irradiant. S'il existe aujourd'hui des dispositifs implantables actifs (tels que les pacemakers) compatibles avec l'IRM ne présentant pas d'échauffements locaux dangereux en interagissant avec la radiofréquence émise par l'imageur, les cas de dispositifs multiples, tels que deux sondes côte à côte, ont été étudiés [1,2] mais ne sont pas assez connus pour permettre à des patients implantés ainsi de passer un examen IRM. Le travail présenté ici se propose donc d'étudier par simulation et par expérience les effets de couplages entre deux sondes et les échauffements résultants.

Matériel et méthodes

Un fantôme ASTM [3] à l'intérieur d'une antenne radiofréquence de type birdcage a été modélisé dans le logiciel CST Microwave Studio (CST GmbH, Darmstadt, Allemagne). Deux câbles métalliques simples isolés et dénudés sur 5 mm à une extrémité ont été insérés dans le fantôme, écartés de 2.5 mm. L'un des câbles était également isolé à l'extrémité supérieure (dit « capped »), tandis que l'autre était dénudé des deux côtés (« uncapped »). Une simulation électromagnétique a été réalisée et ses résultats ont été utilisés pour lancer une simulation thermique. A partir de cette dernière, les variations en température au cours du temps au niveau des extrémités des câbles ont été recueillis. Le même procédé a été répété pour chacun des câbles seuls. Des expériences correspondantes ont été faites avec une machine IRM 1.5T Signa HDx (GE Healthcare Technologies, Milwaukee, WI), un fantôme rempli de gel ASTM et des câbles fabriqués de manière à correspondre à la simulation. La séquence utilisée était une séquence FSE destinée à générer de forts échauffements mesurés via des sondes de température optiques.

Résultats

Les données obtenues mettent en évidence un couplage entre les deux câbles : en effet, il est observé en simulation et en expérience que l'échauffement du câble « capped » diminue de plus de la moitié en présence du câble « uncapped ». On observe également que quand les câbles sont seuls, le câble « capped » chauffe davantage que le câble « uncapped », mais qu'une fois côte à côte le plus fort échauffement est au niveau de l'extrémité du câble « uncapped » (voir les courbes en annexe).

Conclusion

Cette étude met en évidence l'existence d'un couplage entre deux câbles, tel qu'il peut se produire dans le cas de deux sondes d'implants actifs dans le corps d'un patient. Ce couplage pourrait s'expliquer par un

COMMUNICATIONS ORALES

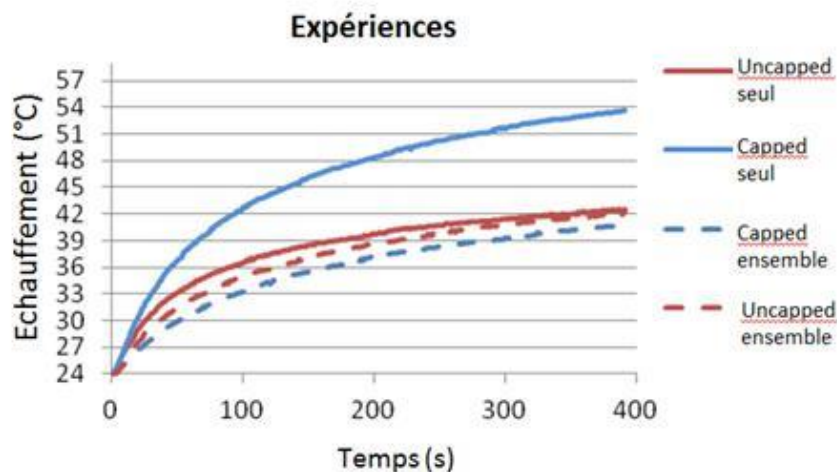
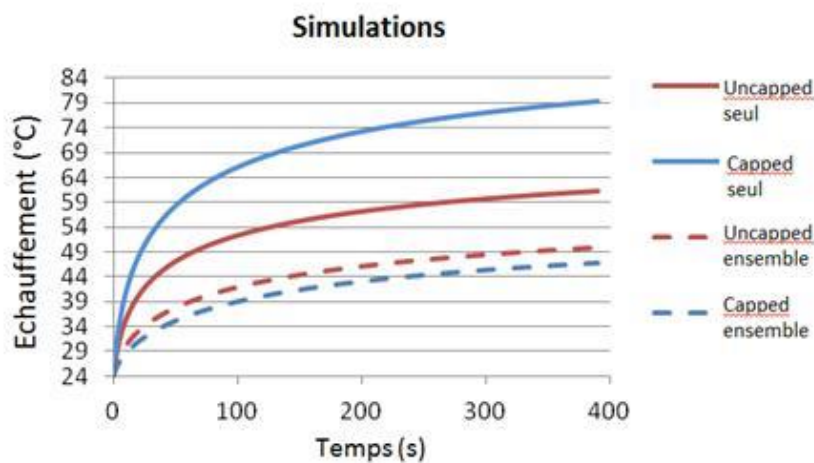
modèle théorique de deux antennes longilignes soumises à la radiofréquence, incluant une inductance et une capacité mutuelles entre les câbles. De plus, des expérimentations sur sondes d'implant de type pacemaker pourraient permettre de conclure sur la présence de ce phénomène dans des cas plus concrets. A terme, la compréhension de ce type d'interaction pourra permettre une évolution dans la conception des dispositifs, pour que chaque patient puisse passer un examen IRM en toute sécurité quelle que soit la nature de son ou ses implants.

Références :

[1] Langman et al, J Magn Reson Imaging. 2011

[2] Mattei et al, Magn Reson Med. 2015 [3] ASTM F2182-11a, www.astm.org. 2011

Les auteurs remercient la Région Lorraine et FEDER pour le soutien financier.



- Mots-clés : simulation, implant, sécurité, IRM, radiofréquence
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102902/document>

Session : RD Radiologie / IRM / US

Jeudi 2 Juin - 18h21

Auditorium

Comparaison dosimétrique de quatre techniques radiologiques d'ablation percutanée de tumeurs hépatiques

Lama Hadid (1), Bouchra Habib-Geryes (2), Julien Le Roy (3), Claire Costes (3), Boris Guiu (3), Jean-Michel Correas (2), Olivier Seror (1)

1 - Hôpital Jean Verdier, Bondy (France), 2 - Hôpital Necker - Enfants malades, Paris (France), 3 - CHU de Montpellier (France)

Introduction

La radiologie interventionnelle est de plus en plus utilisée pour le traitement des pathologies cancérologiques. Elle a notamment prouvé son efficacité pour l'ablation des tumeurs hépatiques à l'aide d'aiguilles introduites en percutanée. En complément de l'échographie utile pour le repérage de la tumeur et le guidage des aiguilles, différentes techniques d'imagerie RX peuvent être utilisées pour contrôler le positionnement des aiguilles. Le but de cette étude est d'évaluer la dose patient pour quatre techniques de guidages réalisées dans trois CHU : le Cone Beam CT (CBCT), le scanner hélicoïdal (CT), le scanner avec fluoroscopie (CT-fluoro) et le scanner avec fluoroscopie couplé à un arceau du bloc opératoire (CT-fluoro+Arceau).

Matériel et méthodes

Notre étude inclut 148 procédures au total. La cohorte CBCT inclut 34 patients traités sur une table INNOVA-IGS540 (GEMS). Un CBCT est réalisé en début de procédure afin de modéliser la tumeur en 3D et un second en fin d'intervention pour contrôler la zone d'ablation. En per-opératoire, la superposition virtuelle de la cible sur les images de scopie permet de positionner les aiguilles. La cohorte CT inclut 34 patients traités avec un scanner DISCOVERY-750HD (GEMS). Des hélices ont été utilisées, en préopératoire pour un bilan multiphasiques ou pour localiser la lésion, en per-opératoire pour contrôler la position des aiguilles et en post-opératoire pour contrôler la zone d'ablation. La cohorte CT-fluoro inclut 49 patients traités sur un scanner optima 660 (GEMS) en utilisant le module Smartview fluoro pour positionner les aiguilles et contrôler leur trajet. La cohorte CT-fluoro+Arceau inclut 31 patients traités avec le même scanner optima 660 (GEMS) couplé à un arceau de bloc OEC 9900 Elite (GEMS). L'arceau est utilisé pour réaliser une artériographie dans le cas où la tumeur n'est pas visible sous échographie. Le reste du geste thérapeutique est réalisé sous fluoroscopie au scanner. La dose efficace a été calculée à partir du PDL et du PDS en utilisant des facteurs de conversion.

Résultats

En moyenne, le diamètre maximal des tumeurs traitées est de 3,7, 2,7, 1,9 et 1,6 pour le CBCT, CT, CT-fluoro et CT-fluoro+Arceau, respectivement. La dose efficace médiane en pré-opératoire, per-opératoire par aiguille et post-opératoire a été estimée à 5, 1 et 6 mSv pour le CBCT, 3, 4 et 3 mSv pour le CT, 19, 1 et 12 mSv pour le CT+fluoro et 32, 3 et 13 mSv pour le CT+fluoro+arceau.

Conclusion

En comparaison avec le CT, la technique CBCT permet de délivrer moins de doses lors du positionnement et de guidage des aiguilles. Le CT reste utile pour les procédures ne nécessitant pas l'implantation d'un nombre important d'aiguilles. Cependant, l'utilisation de la fluoroscopie au scanner permet d'optimiser les doses pendant la phase per-opératoire. Enfin, l'utilisation de l'arceau du bloc couplé au scanner semble être la technique la plus irradiante.

- Mots-clés : TDM, CBCT, dose efficace, Radiologie interventionnelle, ablations percutanées de tumeurs hépatiques
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102461/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-01

Hall d'exposition technique

PO-RT-01 Problématique d'un seul choix de paramètres (T et DLG) dans Eclipse pour la modélisation des MLC Varian (Millenium 120 et 120HD) pour les techniques d'irradiations RCMI statiques et RapidArc

Christophe Legrand (1), Jerome Mesgouez (1), Cécile Di Bartolo (1), M Bremaud (1), Stephane Dufreneix (1), Damien Autret (1)

1 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Angers (France)

Introduction

Pour les accélérateurs Varian Medical Systems (VMS), quel que soit la technique par modulation d'intensité utilisée (RCMI statique ou RapidArc) ou le type de MLC (Millenium 120 ou 120HD), ce dernier est modélisé dans « Eclipse », pour une énergie donnée, par deux paramètres : la transmission (T) et, toutes lames fermées, la distance théorique entre les extrémités des paires de lames opposées (DLG). Cette étude présente les résultats obtenus pour un Novalis Truebeam STx (NTB) et un Truebeam (TB) installés courant 2015 à l'Institut de Cancérologie de l'Ouest Paul Papin.

Matériel et méthodes

Deux accélérateurs NTB et TB (6 MV) équipés respectivement des MLC Millenium 120HD et 120. Les couples (T, DLG) ont été établis en trois étapes : (i) calcul à partir d'une méthodologie préconisée par Varian[1] ; (ii) ajustement via des mesures ionométriques 1D (CC13, IBA Dosimetry) en RCMI statiques : fentes glissantes, test de la « chaise », gradients de dose dans des champs carrés, 5 plans RCMI statiques et pour 5 plans RapidArc ; (iii) contrôles de 5 RCMI statiques et 5 plans RapidArc® par la méthode de l'indice gamma avec des films radiochromiques (EBT3, Ashland) et les systèmes d'imagerie portale (PDIPv11.031, VMS).

Résultats

Les valeurs (T, DLG) sont de 1.3 % et 0.38 mm pour le NTB. Ce couple a été déterminé à partir des mesures de l'étape (i) car les résultats des mesures des étapes (ii) et (iii) restaient dans les tolérances définies (< 2% pour (ii) et indice gamma > 95% en 3%/3mm GA pour (iii)). Pour le TB, la valeur de la transmission a été fixée à 1.5% commemesurée dans l'étape (i). La détermination du DLS a été plus délicate : une valeur donnant des résultats très corrects pour les tests en RCMI donnait des résultats pour les plans RapidArc peu satisfaisants ; et réciproquement. Finalement, la valeur du DLS permettant d'obtenir des résultats satisfaisants aux étapes (ii) et (iii) a été fixée à 1.45 mm au lieu de 0.55 mm comme mesuré à l'étape (i). Ce couple (1.5%, 1.45 mm) est proche de ceux reportés dans la littérature[2-4]. Néanmoins, il reste un compromis pour rester dans les tolérances définies lorsque les deux techniques RCMI statique et RapidArc sont réalisées sur le même accélérateur toutes localisations confondues.

Conclusion

Un couple de paramètres (T, DLG) par énergie a été déterminé pour chacun des accélérateurs pour modéliser le MLC. La détermination de ce couple reste un compromis lorsque les deux techniques de RCMI statique et RapidArc sont disponibles. La faisabilité de modéliser un faisceau par technique dans le module « Beam Configuration » d'Eclipse est en cours d'étude.



POSTERS

Références

- [1] Dosimetric Leaf gap Measurement, Eclipse 10 Inverse Planning Administration and Physics rev.6.1.1 pp. 605-607, VMS
- [2] Commissioning of the Varian Truebeam linear accelerator: A multi-institutional study, Glide-Hurst , MP, Vol. 40, No. 3, 2013
- [3] Verification of dosimetric accuracy on the TrueBeam STx: Rounded leaf effect of the high definition MLC, Kielar , MP, Vol. 39, No. 10, 2012
- [4] Commissioning and dosimetric characteristics of TrueBeam system: Composite data of three TrueBeam machines, Chang , MP, Vol. 39, No. 11, 2012

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/103368/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-02

Hall d'exposition technique

PO-RT-02 Reconstruction retrospective d'images scanographiques du Siemens Somatom Scope en respiration libre (4-CT) synchronisées à des cycles respiratoires virtuels.

Paul-Alexandre Daviau (1)
1 - CCGM, Montpellier (France)

Introduction

Le traitement des tumeurs extra-crâniennes en condition stéréotaxique demande une grande précision sur le mouvement de la cible. Des erreurs systématiques de positionnement ou des déformations de structures apparaissent lors d'acquisitions scanographiques non synchronisées (respiration libre, bloquée). L'utilisation de la respiration libre synchronisée (4D-CT) permet de s'affranchir de ces erreurs.

Matériels et méthodes

Le montage développé pour cette étude inclut un fantôme Catphan CTP504® ainsi qu'un Quasar® équipé du moteur (Modus®). L'objet test est une sphère mobile de 30 mm de diamètre positionnée dans un insert de densité pulmonaire. La qualité d'image est étudiée via le Catphan® mobile. L'amplitude maximale est de 40 mm dans les 3 plans de reconstructions. Les paramètres d'acquisitions sont fixes : collimation totale de 16*1.2 mm, tension de 130 kV, 320 mAs de référence avec modulation d'intensité (CARE Dose 4D®), pitch de 0.1 avec un temps de rotation de 0.6 s. Les cycles respiratoires (régulier à très instable) sont modélisés par le logiciel Quasar Respiratory Motion. Le mode 4D-CT rétrospectif du Siemens Scope divise le cycle respiratoire en 8 phases. Les images sont reconstruites par RPF et la méthode itérative de réduction de bruit (SAFIRE®). D'autres séquences, Average et Max/MinIP, ont été reconstruites par niveaux 2 et 3 de SAFIRE®. Le TPS Varian® Eclipse 10.0 est utilisé pour la segmentation de l'objet test mobile dans chaque phase. Les analyses portent sur la fidélité de l'aire, du diamètre et des positions attendues de la sphère mobile dans chaque phase. La stabilité des unités Hounsfield et les modifications de contraste d'image sont réalisées dans les différentes sections du fantôme Catphan®.

Résultats

Les images synchronisées avec des cycles respiratoires sinusoïdaux réguliers ne présentent pas de déformation d'image. Les cycles incluant des erreurs comme des toux ou de courtes apnées perturbent la reconstruction des phases des variations de positionnement sur plusieurs coupes. Ces erreurs sont corrigées en excluant les zones irrégulières du cycle respiratoire avant reconstruction. Les niveaux 4 et 5 de SAFIRE® dégradent la résolution à bas contraste. La déviation standard des unités Hounsfield ne changent pas significativement grâce à l'adaptation automatique de l'intensité du signal en 4D-CT. Les reconstructions Average et Max/MinIP présentent des variations du diamètre de la sphère dans l'axe de son mouvement en fonction de l'épaisseur de coupe et du type d'erreurs introduites dans le cycle respiratoire.

Conclusion

La reconstruction retrospective d'images permet d'augmenter la précision de la position de l'objet test mobile. Les erreurs majeures résultantes de l'instabilité de la respiration peuvent être exclues des reconstructions. Il est nécessaire d'avoir un maximum de cycles respiratoires réguliers pour augmenter la précision des reconstructions des objets mobiles. Le suivi de la lésion sur 8 phases permettra la délimitation d'un ITV. Les séquences Average et Max/MinIP seront exploitées pour la délimitation et le calcul de dose. La mise en place d'un contrôle de qualité global (End to End) pourra être réalisée pour chaque traitement.

- Mots-clés : phantom motion, retrospective, freebreathing, mobile lesion, CT, 4D
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102991/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-03

Hall d'exposition technique

PO-RT-03 Elaboration d'une méthode de caractérisation des distorsions géométriques en IRM 3D : application à la stéréotaxie

Anou Sewonu (1) (2), Olivier Meyrignac (1, 3), Fanny Carbillet (2), Hervé Rousseau (1, 3), Ramiro Moreno (1, 2)

1 - Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires, Toulouse (France), 2 - ALARA Expertise, Strasbourg (France), 3 - Radiologie, Pôle imagerie (France)

Introduction

L'imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est de plus en plus utilisée pour la planification de traitements par radiochirurgie et radiothérapie car elle la modalité d'imagerie par excellence pour l'exploration morphologique et fonctionnelle du cerveau. Néanmoins ses images sont intrinsèquement soumises à des distorsions géométriques en raison de limitations techniques de conception résultant en des défauts d'homogénéité du champ magnétique statique (B_0) et de linéarité des gradients de champ. En routine clinique, mesurer ces distorsions est un enjeu majeur pour la prise en charge des patients. Notre étude présente l'élaboration d'une méthode de mesure des distorsions pour les acquisitions d'IRM 3D et son utilisation dans un contexte d'application stéréotaxique.

Matériels et méthode

La méthode se base sur l'utilisation d'un fantôme de taille 170x170x170mm composé de 3621 points de contrôle (sphères de diamètre=5mm). Ils sont disposés de façon équidistante suivant une configuration cylindrique et leurs positions spatiales (XYZref) sont connues et servent de référence. Le fantôme a été fabriqué par impression 3D. Principe: Les positions des points sont mesurées à partir d'IRM 3D de ce fantôme (XYZirm). Les distorsions sont évaluées en soustrayant les positions de référence de celles mesurées à l'IRM ($\Delta = XYZref - XYZirm$). Analyse des images: L'algorithme d'extraction des positions des points de contrôle à partir des images a été programmé en MATLAB. Il principalement basé sur une détection de structures par connectivité de voxels. Les positions des points de contrôle sont obtenus en calculant les barycentres des structures détectées. Validation: L'algorithme d'analyse a été validé par une approche de simulation consistant à appliquer un champ de déformations, d'amplitude variable et définie, à un volume 3D synthétique comportant les points de contrôle. La fiabilité de l'algorithme a été évaluée en comparant les mesures réalisées sur ces données synthétiques avec les déformations appliquées. Application clinique: Notre méthode a été appliquée dans un contexte clinique d'IRM stéréotaxique pour la planification de radiothérapie (imagerie cérébrale, IRM 1.5T, antenne tête en réseau phasé). Nous avons employé les séquences 3D dédiées (écho de gradient 3D en inversion-récupération, TR/TE/TI=1940/2.95/1100ms, voxel=1x1x1mm³). Les images ont été acquises avec et sans la correction de distorsions proposée par le constructeur. La limite de tolérance est de ± 1 mm.

Résultats

L'expérience de validation indique que l'algorithme permet de caractériser les déformations géométriques avec une fiabilité > 97%. Les mesures réalisées avec la séquence 3D d'IRM stéréotaxique ont fourni les résultats suivants: sans correction $-1.41 \text{ mm} < \Delta < 0.38 \text{ mm}$; avec correction $-1.1 \text{ mm} < \Delta < 0.32 \text{ mm}$.

Conclusion

Notre méthode permet une caractérisation directe et hautement précise des distorsions géométriques. Elle s'inscrit dans une démarche d'assurance qualité et d'optimisation de pratique en routine clinique. Nos travaux se poursuivent dans le but d'évaluer la robustesse de l'algorithme d'analyse par rapport au bruit d'acquisition ainsi que la reproductibilité de notre méthode et, surtout, de corriger les distorsions mesurées dans les images cliniques.

- Mots-clés : distorsions géométriques, contrôle qualité, stéréotaxie, IRM
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102968/document>

Posters – Radiothérapie

Poster - PO-RT-04

Hall d'exposition technique

PO-RT-04 Comparaison de dispositifs haptiques permettant d'améliorer l'intuitivité du déplacement manuel d'un robot de proton-thérapie lors du pré-positionnement.

Julien Baumeyer (1), Sylvain Miossec (2), Cyril Novalés (2), Gérard Poisson (2), Pierre Vieyres (2), Samuel Pinault (1)

1 - LEONI CIA Cable Systems, Chartres (France), 2 - Laboratoire PRISME, Bourges (France)

Introduction

La réduction du temps de traitement en proton-thérapie est un facteur clé pour l'augmentation du nombre de personnes traitées par jour. A cette fin, nous proposons d'améliorer l'intuitivité de la commande manuelle du robot utilisée en phase de pré-positionnement. Les différents modes de commande haptique qui maintiennent une relation de proximité entre le patient et le manipulateur médical sont comparés de façon qualitative et quantitative avec une trajectoire de référence.

Matériel et méthodes

L'objectif de cet article est de comparer les 4 modalités haptiques suivantes sur le robot de proton-thérapie présenté en [1] : - Commande avec teachPendant sur les 6 axes Cartésien. Cette méthode est similaire aux dispositifs utilisés en radio/protonthérapie de nos jours. - Commande par barre haptique présentée dans [2]. L'opérateur paramédical exerce un effort sur une barre haptique en U située sous la table et munie d'un capteur d'efforts. Le mouvement du robot sur les 6 axes Cartésiens suit le mouvement de l'opérateur. - Commande en comanipulation par la table. L'opérateur exerce un effort sur la table, les efforts sont ressentis par un capteur situé sous la table et transforme les efforts en mouvements du robot. L'avantage de cette technique par rapport à la précédente est la possibilité pour l'opérateur de manipuler quel que soit sa position par rapport à la table. - Commande par joystick 3D situé sur la table. Un joystick 3D situé sur la table transforme les mouvements du joystick en mouvements du robot. La comparaison des dispositifs haptiques sera faite sur une trajectoire de référence pour laquelle, les critères pris en compte sont : - La durée du mouvement pour atteindre la position finale - L'écart moyen à la trajectoire de référence - La courbe d'apprentissage des dispositifs haptiques

Résultats

A ce jour, les 4 dispositifs haptiques sont opérationnels sur le robot et ont été testés. Des tests qualitatifs ont montré une amélioration de l'intuitivité lors de l'utilisation de la barre haptique par rapport à la commande traditionnelle avec un teachPendant. Les tests quantitatifs menés très prochainement permettront de mesurer quantitativement l'apport des différentes solutions proposées.

Conclusion

Cet article montre 3 nouveaux dispositifs haptiques fonctionnels permettant une manipulation intuitive du robot de proton-thérapie en phase manuelle de pré-positionnement. Les tests qualitatifs montrent une amélioration de l'intuitivité d'une des solutions proposées, des tests quantitatifs seront menés prochainement.

Références

- [1] Baumeyer et al., « Torque Collision Detection with experimental validation for protontherapy positioning robot ».
[2] Baumeyer et al., « Robotic co-manipulation with 6 DoF admittance control: application to patient positioning in proton-therapy ».

- Mots-clés : teachpendant, dispositif haptique, commande manuel, positionnement, pré, robot, thérapie, proton
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102963/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-05

Hall d'exposition technique

PO-RT-05 Validation et mise en place d'un double calcul d'UM pour des faisceaux fixes, RCMI et VMAT

Anaïs Barateau (1), Jérôme Mesgouez (1), Damien Autret (1), Maxime Brémaud (1), Christelle Di Bartolo (1), Stéphane Dufreneix (1)

1 - Institut de Cancérologie de l'Ouest - Site Paul Papin, Angers (France)

Introduction

Le double calcul d'UM est un des dix-huit critères d'agrément fixés par l'INCA. L'ICO Paul Papin à Angers s'est récemment doté de la solution MOBIUS3D (M3D v.1.5.1) pour réaliser ce contrôle de qualité. Cette étude présente l'évaluation et la validation pour une utilisation en routine clinique de ce nouveau système de double calcul d'UM pour des faisceaux fixes, RCMI ou VMAT.

Matériel et méthodes

Pour contrôler un plan de traitement d'un patient, le RT plan, le RT dose, les images CT, les RT structures et un point géométrique sont exportés du TPS vers M3D. M3D calcule la dose en 3D avec un algorithme de type CCCS, en appliquant le nombre d'UM du RT-plan fourni par le TPS. M3D utilise des données constructeurs pré-rentées (rendement, profils, FOC). L'étude a concerné un Novalis Truebeam (MLC120HD, Varian/Brainlab), un Truebeam (MLC120, Varian) pour des faisceaux RC3D, RCMI et VMAT. Le TPS contrôlé est Eclipse v11 (Varian) avec les algorithmes AAA et AXB. (i) Les données pré-rentées dans M3D ont été comparées à celles mesurées sur le Novalis et le Truebeam. (ii) L'influence de la courbe de conversion UH/densité, la grille de calcul, le traitement des données DICOM ont été étudiés. (iii) Les doses calculées par le TPS pour 144 configurations de champs statiques ont été comparées à celles obtenues par M3D. Ces configurations ont été déterminées d'après un plan d'expérience, elles sont statistiquement représentatives des paramètres ayant une influence sur le calcul de dose (énergie, milieu, profondeur, filtre dynamique, etc.). (iv) Enfin, une étude sur les faisceaux modulés a été réalisée. Un facteur de correction DLG (Dosimetric Leaf Gap) doit être renseigné dans M3D pour chaque énergie. Il est déterminé sur le Truebeam en comparant la dose mesurée dans un fantôme cylindrique homogène et celle calculée par M3D avec différentes valeurs de correction de DLG (de 0 à -2 mm). 12 plans VMAT ont été étudiés.

Résultats

(i) Les écarts entre les données de modélisation du faisceau par M3D et celles mesurées sont inférieurs à 1 %. (ii) La différence des courbes de conversion UH/densité TPS/M3D pour les hautes densités (due à la saturation du scanner) n'est pas significative. L'écart est inférieur à 0,2 % en présence d'un matériau de haute densité (2000 UH). La différence moyenne entre les doses ponctuelles calculées avec des grilles de calcul sur M3D de 2 et 3 mm, est de 0,1 %. (iii) En milieu homogène, les écarts moyen et maximum de dose entre les valeurs obtenues par le TPS (AAA) et par M3D sont respectivement de $-0,2 \pm 0,8$ % et $-2,5$ %. En présence d'hétérogénéités, ils atteignent $-0,7 \pm 2,0$ % et $-5,7$ %. En comparant les valeurs TPS (AXB) et M3D, l'écart maximal est seulement de $-2,2$ % en présence d'hétérogénéités. (iv) D'après les 12 plans VMAT sélectionnés, la correction de DLG est de -1,5 mm pour le Truebeam. L'écart moyen trouvé entre les mesures et M3D est alors de $-0,2 \pm 1,2$ %.

Conclusion

Nous obtenons un très bon accord entre les données par défaut des linacs fournies par M3D et nos données mesurées. La correction du DLG pour les faisceaux avec modulation d'intensité doit être rigoureusement déterminée du fait de son impact important sur les résultats. L'étape suivante est la détermination de grandeurs pertinentes et de seuils de tolérance associés pour la validation des plans de traitement en routine clinique.

- Mots-clés : Double Calcul, Mobius3D, TPS
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102906/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-06

Hall d'exposition technique

PO-RT-06 Choix du détecteur pour les mesures dosimétriques dans les petits et mini-faisceaux

Stephane Dufreneix (1), Christelle Di Bartolo (1), Maxime Bremaud (1), Jérôme Mesgouez (1),
Christophe Legrand (1), Damien Autret (1)
1 - Institut de cancérologie de l'Ouest - Angers (France)

Introduction

Afin de limiter l'incertitude de mesure dans les faisceaux de petites dimensions (inférieures à 3 cm de côté), il est recommandé d'utiliser plusieurs dosimètres (IPEM, 2010). Plusieurs dosimètres ont ainsi été comparés lors de la recette d'un Novalis TrueBeam STx.

Matériel et méthodes

Une chambre d'ionisation de petit volume (CC01, IBA), une diode (Razor, IBA) et un micro-diamant (PTW_60019) ont été utilisés pour caractériser des faisceaux de 3, 2 et 1 cm de côté définis par le collimateur multi-lames: rendement, profil et facteur d'ouverture du collimateur (FOC). La diode et le diamant ont également servi à caractériser des faisceaux coniques de 1,5 à 0.4 cm de diamètre.

Résultats

L'analyse des mesures a permis de faire ressortir les principaux résultats suivants : les rendements et les FOC mesurés avec les trois détecteurs sont identiques pour les champs de 3 et 2 cm de côté. Pour les champs dont la plus grande dimension est supérieure à 0.6 cm, les rendements mesurés avec la diode et le micro-diamant sont en bon accord. En dessous de cette dimension, des écarts apparaissent attribués à l'effet de volume sensible du micro diamant (0.22 cm de diamètre contre 0.06 cm pour la diode). Concernant les mesures de FOC, la diode et le diamant sont en accord à moins de 0.3 % entre 3 et 1 cm de côté. En deçà, le FOC du diamant est systématiquement plus faible.

Conclusion

Les mesures de rendements et profils obtenus avec la diode ont été privilégiées. Le FOC a été défini comme la moyenne des valeurs obtenues avec la diode et le diamant pour les faisceaux délimités avec le MLC. Pour les mini-faisceaux délimités par des cônes, seule la valeur de la diode a été conservée, le volume sensible du diamant n'étant pas adapté pour les plus petits cônes.

Référence : IPEM, 2010. Small field MV photon dosimetry. Institute of physics and engineering in medicine, Report 103.

- Mots-clés : diode, diamant, faisceaux, mini, recette
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102838/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-07

Hall d'exposition technique

PO-RT-07 Correction des valeurs Hounsfield grâce au logiciel iMAR® et impacts sur la dosimétrie pour le traitement en radiothérapie.

Stephane Muraro (1), Geoffrey Galliano (2)

1 - Centre de Cancérologie du Grand Montpellier (CCGM) (France), 2 - Université Blaise Pascal - UFR Sciences et Technologies (France)

Introduction

Pour effectuer un plan de traitement en radiothérapie externe, la dosimétrie réalisée dans le TPS (treatment planning system) se base sur un scanner de dosimétrie acquis au préalable. Ce dernier permet de définir des Unités Hounsfield (UH) en fonction de la densité des tissus traversés par les rayons X du scanner. Une véracité accrue de ces UH est primordiale pour une dosimétrie optimale. L'iMAR® est un software développé par Siemens permettant une reconstruction des données brutes acquises avec un scanner de dosimétrie. Ce software est utilisé dans le cas d'une présence d'objet métallique provoquant des artéfacts sur les images scannographique, comme par exemple lors d'implantation de grains d'or pour le traitement du cancer de la prostate, la présence de prothèse de hanches, amalgame dentaire... L'algorithme utilisé permet de se rapprocher des unités Hounsfield réelles, c'est à dire sans artéfacts. Pour ce faire des tests sont effectués pour démontrer l'efficacité de ce produit.

Matériel et méthodes

Le Centre de Cancérologie du Grand Montpellier (CCGM) est doté d'un scanner Siemens SOMATOM Scope 24 barrettes (16*0,6mm au centre et 4*1,2mm sur les bords) et de deux accélérateurs de la marque Varian (Clinac 2100C 120 lames). Un fantôme Quasar? Multi-Purpose Body Phantom est utilisé pour réaliser les différentes acquisitions scannographiques. Plusieurs acquisitions ont été réalisées avec des paramètres d'acquisitions et de reconstructions identiques (plusieurs protocoles) mais en alternant l'utilisation ou non de l'algorithme iMAR®. Le calcul dosimétrique dans le TPS étant fortement dépendant des valeurs UH, une comparaison des UH avec/sans le software iMAR® est effectuée pour garantir un traitement optimisé du patient. Pour terminer, l'étude dosimétrique a été réalisée sur un accélérateur pour vérifier la conformité de la balistique calculé dans le TPS et la dose réelle délivrée.

Résultats

Les premières études effectuées montrent une nette amélioration des valeurs des UH entraînant donc une optimisation et un calcul affiné des planimétries. Des plans de traitement en VMAT (Irradiation avec Modulation d'intensité Volumétrique par ArcThérapie) ont aussi été réalisés, les études sont en cours.

Conclusion

L'utilisation du logiciel iMAR® de Siemens permet une meilleure qualité lors de l'acquisition des scanners permettant donc une meilleure délimitation des organes et une dosimétrie plus précise.

- Mots-clés : dosimétrie, iMAR®, calcul, scanner, UH, tps
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102830/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-08

Hall d'exposition technique

PO-RT-08 Commissioning and evaluation of a new commercial small animal radiation research platform Xsthral xenX irradiator

Djilali Adel (1), Ludovic Bedos (1), Muriel Brengues (1), David Azria (1), Pascal Fenoglietto (1), Norbert Aillères (1)
1 - Institut du cancer de Montpellier (France)

Introduction

The aim of this study was to perform the commissioning and acceptance tests of the commercial small animal radiation research platforms Xsthral-xenX irradiator.

Methods

The Xstrahl-Xenx irradiator contains an x-ray tube with potentials of 20-220 kVp range. The inherent filtration of X-ray tube is 0.8 mm (Be). An additional filtration of 0.15 mm (Cu) is used in irradiation mode, and additional filtration of 0.15 mm (Al) is used for imaging. The source-to-axis (SAD) distance is 35 cm. Absolute dose were determined for the largest field without collimator (10×10cm²) following the recommendation of AAPM TG61 protocol using in air method to determine the dose-to-water at the surface of a water phantom for orthovoltage x-ray tubes. These measures were performed with an ion chamber and a calibrated dosimeter (10x6-6 ionization chamber with Accu-Dose Dosimeter, Radcal Corporation, USA). Absolute dose for small field (10×10mm²) was determined using radiochromic films (Gafchromic EBT₃). A calibration curve was fit to characterize the change in optical density (OD) in function of dose using mean intensities read from the red color channel. Films were irradiated with dose range from 0.5 Gy to 9 Gy. Then, films were scanned in transmission mode (positive mode), 48 bits RGB (16 bits per channel color), and 72 dpi resolution. In addition of dosimetric acceptance, other physics measurements were performed. These include measuring the beam homogeneity in the in-plan and cross-plane direction using film for large and small field. Other measurement such as reproducibility of tube voltage, dose output, accuracy of kVp , mA , time , and half value layer have been carried out.

Results

X-ray tube output and reproducibility for kilovoltage (difference between the measured and displayed value), dose output were performed five times. Reproducibility of kiloVoltage was ranged from -1.7% to 1%, of dose was lower than 0.1%. The maximum dose rate at SAD was 278 cGy/min for large field without collimator and determined using an ion chamber, for small field it was 256 cGy/min and determined using gafchromic films after calibration. Homogeneity of radiation field was 6,5% and 5,4% in cross plan and in plan profile for large field. Homogeneity is better for small field with a collimator, 2,5% and 2,4% in cross plan and in plan profile respectively.

Conclusion

Results and procedures described in this study are consistent. This commercial irradiator is provided without TPS. The acceptance tests and calibration of Xsthral xenX platform provide to researchers a tools to estimate doses delivered during irradiation of cells and mice in order to advance research in radiobiology.

- Mots-clés : small animal irradiator, orthovoltage Xray
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102786/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-09

Hall d'exposition technique

PO-RT-09 Spine SBRT: benefit of Magnetic Resonance Imaging acquisition in treatment position and first results of Volumetric Modulated Arc Therapy dose plan

Aurelie Tournier (1), Laure Parent (1), Pierre Graff-Cailleaud (1), Carole Massabeau (1), Jean-Marc Bachaud (1), Richard Aziza (1), Younes Sekkal (1), Nicolas Morel (1), Soleakhena Ken (1)

1 - Institut Universitaire du Cancer Toulouse Oncopole (France)

Purpose:

In stereotactic body radiotherapy (SBRT), high-gradient dose is delivered and target volumes have to be delineated precisely in order to avoid irradiation of healthy tissue. Magnetic Resonance Imaging (MRI) acquisition in treatment position allows same spine curvature reproduction and shows to be useful to delineate organs at risk such as spinal cord. The aim of this study is to report the benefit of setting out an imaging protocol optimized for SBRT planning and to present a Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) methodology to treat spine metastasis.

Materiel et methods

Patient immobilization and positioning was first set up at the GE Healthcare Planning CT scan with dedicated thermo-plastic nets, supports and cushions. An MR compatible table was designed by Orfit Industries and approved for testing by Siemens Healthcare. The same patient's immobilization devices were used at the MR scan to perform optimized imaging series to reproduce treatment position.

At the 1.5T Siemens Aera MR scan, head and body flex coils were used and imaging sequences were optimized to account for the table and immobilization devices. Coronal 3D Turbo Spin Echo T2-weighted and T1-weighted (3D TSE T2-w and 3D T1-w TSE) had the same acquisition matrix size and field-of-view with 1.00 mm slice thickness, resulting in isotropic voxel size of 1.00 mm³. TR/TE were 1100ms/132ms (T2-w) and 400ms/18ms (T1-w), respectively.

Gross Target Volume (GTV) was contoured as the visible lesion on CT scan or hyper-signal on MR images. Clinical Target Volume was delineated upon GTV location according to [1]. The Planning Target Volume was defined as CTV+2mm. An optimized PTV was created: $PTV_2 = [PTV - (\text{medullary canal} + (\text{spinal cord} + 3\text{mm}))]$.

VMAT dose plans were performed with AAA algorithm (Eclipse v11), 6MV fields and 1mm calculation grid. The prescription was 3* 9Gy on the median volume of the PTV₂.

We compared different methods to decrease the dose outside the PTV₂ (NTO function (Normal Tissue Objective) vs. ; NTO automatic vs. rings).

A second study was performed to compare different configurations: 2 coplanar 360° arcs (collimators 15°/345° or 100°/80°) and 4 coplanar 360° arcs (collimators 15°/345°/100°/80°).

POSTERS

Results

There was no problem of registration on the spine curvature between CT and MR images thanks to the table and immobilization devices (Figure 1A)

Examples of MR/Planning CT registration with benefit for target volume and organs at risk delineation are illustrated on Figure 1B. Different geometries of PTV were considered, when spinous process was involved, 4 arcs are needed to better conform the PTV and respect the dose to the spinal cord.

Dose plans reach good coverage of PTV₂ (95% PTV received 96.8% of the prescribed dose), maximum dose for PTV₂ was 105%. For the spinal cord+2mm, max dose was 19.85 Gy, V11.1Gy=0.64cc and V18Gy<0.01cc.

Conclusion

Optimized imaging protocol in RT treatment position allows high precision registration with planning CT scan for a better delineation of target volume and organs at risk.

All dose planning simulations fulfilled [2-4] the international recommendations.

References

- [1] Cox et al. 2012
- [2] Grimm et al. 2011
- [3] Timmerman et al. 2007

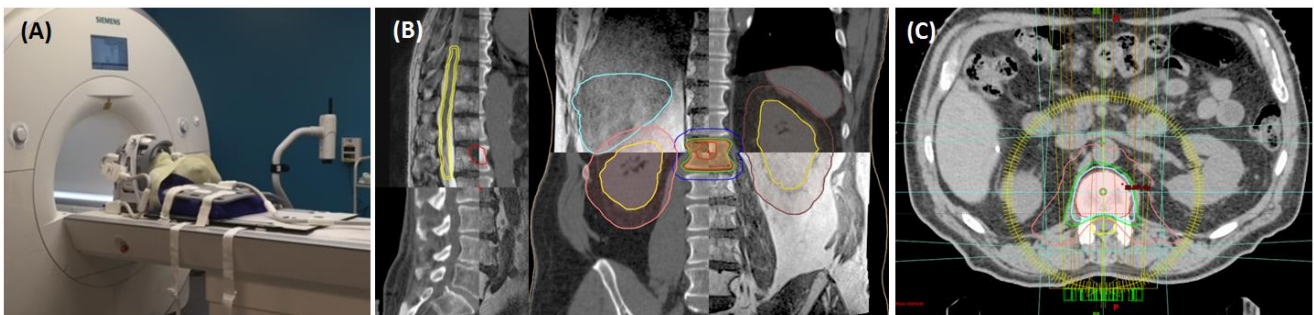


Figure 1 : (A) Setting up at the 1.5T MR scan for the imaging acquisition protocol in treatment position for the Spine SBRT. Patient's immobilization device was placed on the MR compatible table with dedicated cushion. For this acquisition of C7 and T1, two head flex coils and one body flex coil were used. (B) Sagittal and coronal view of the registration between CT planning and MR images acquired in treatment position. GTV on L1 is contoured in red on both CT and MR modalities, delineation of spinal cord in yellow is performed on MR T2-w SPACE and other organs at risk are defined on CT scan. (C) Dose plan shows isodose lines of interest, for good coverage of PTV (isodose 25.8 Gy in light blue), spinal cord (isodose 22 Gy in green), and kidneys (isodose 12 Gy in pink) sparing.

- Mots-clés : VMAT, Spine Stereotactic Body Radiation Therapy, MRI
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102745/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-10

Hall d'exposition technique

PO-RT-10 Reconstruction de la dose en 2D à partir d'images EPID pour la dosimétrie in-vivo en milieu hétérogène.

Fouad Younan (1)

1 - Neuroimageire clinique et cognitive, Unité de recherche Inserm 1214, Toulouse (France)

Introduction

Pour mesurer la dose in-vivo en 2D à partir d'images EPID réalisées sur des patients, un algorithme prenant en compte les hétérogénéités a été développé sous Matlabm v.R2015b.

Matériel et méthodes

L'algorithme réalisé a permis d'effectuer les calculs pour l'imageur aS-500/2 du clinac 23 iX (Varian) et un faisceau de 6MV avec un débit de 300UM.min⁻¹.

Pour palier au manque d'uniformité de la réponse du détecteur et pour prendre en compte l'influence du rétrodiffusé issu du bras robotisé, un prétraitement a été appliqué sur les images. Puis les niveaux de gris des pixels sont convertis en dose absorbée dans l'eau à l'aide de kernels de correction. Cette dose est ensuite rétroprojetée dans le plan d'isocentre en appliquant la loi d'inverse carré des distances et en considérant l'atténuation des faisceaux dans le milieu. Pour calculer le facteur d'atténuation dans chaque pixel, un module supplémentaire a été développé sous Matlab. Tout d'abord, afin d'obtenir les coordonnées des points d'entrées et de sortie à la surface du patient, une triangulation de Delaunay est réalisée. Ensuite, les distances réelles parcourues par chaque faisceau dans le volume ont été déterminées grâce à un algorithme de ray-tracing adapté des travaux de Möller et Trumbore. Ces distances sont ensuite converties en distances équivalentes eau par la méthode de Bresenham. Dans le but d'optimiser les temps de calculs, une étape intermédiaire visant à segmenter le patient en boîtes est réalisée avant de lancer l'algorithme du ray-tracing. Notre algorithme a été évalué sur le fantôme thorax CIRS et sur 20 faisceaux IMRT issus de différents plans optimisés pour des traitements de prostate et d'ORL. La dose estimée à partir de l'EPID a été comparée à celle calculée par le TPS avec un γ -index : 3%-3mm pour le CIRS et 5%-3mm pour les patients.

Résultats

Notre méthode d'optimisation a permis de passer de 30 min à 26 sec d'exécution. En outre, en comparaison à l'algorithme développé en milieu homogène, celui ci permet d'améliorer les résultats en milieu hétérogène en passant de 80% à 95% de points ayant un γ -index >1 pour des critères : 5%-3mm.

Conclusion

L'algorithme de calcul de dose développé peut être utilisé pour reconstruire avec précision en 2D la dose délivrée au patient au cours de son traitement par RCMI à partir des images EPID.

- Mots-clés : Delaunay, Bresenham, ray tracing, dose absorbée, hétérogénéité, EPID
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102603/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-11

Hall d'exposition technique

PO-RT-11 Evaluation of two immobilization devices and variation of target volumes for breast treatments with Helical Tomotherapy : Application of in-vivo dosimetry software tools

Thérèse Planté (1), Emilie Costa (1), Marc Laurans (1), Sandra Losa (1), Mathilde Croisé (1), Youlia Kirova (1)
1 - Institut Curie (France)

Introduction

Dynamic arcttherapy techniques (VMAT) are often used when complex volumes in the breast must be treated. This is specially the case of patients presenting a funnel chest, an inner quadrant tumor or obesity. However, these irradiation techniques impose a good management of patient setup as well as an ability to detect anatomy variations to eventually adapt the treatment inter-fraction. The purpose of this work is to evaluate the impact of uncertainties in patient setup and anatomy variations on the delivered treatment dose for patients using two different immobilization devices.

Materials & Methods

In this study, a sample of 20 patients treated for breast cancer with Helical Tomotherapy (HT) was selected. Two types of thermoplastic immobilization devices were used: the first group of patients used one device extending from the shoulders to the ribcage (9 patients) and the second one used one that only fixed the chin (11 patients). All patients were repositioned using the HT MVCT on-board detector on a daily basis. Image acquisition followed by automatic registration was performed in order to account for day-to-day setup variation (6 degrees of freedom). Patient shifts from each group were collected and compared between them. A new in-vivo dosimetry software tool (TomoGamma, 21th Century Oncology) was used to collect detector data during the treatment delivery and reconstruct the dose into the daily MVCT patient image volume. A Gamma Index (GI) was calculated and compared to the reference fraction (1st fraction). Concurrently with this study, we also used the Planned Adaptive software (Accuray). This tool was able to recalculate the dose distribution on the daily MVCT image based on detector data. Target volumes were contoured and adapted to account for anatomy variations on MVCTs on a weekly basis and dose coverage was evaluated.

Results & Discussion

We could not observe any relevant differences between the two groups of patients using the immobilization devices evaluated in this study. Preliminary results obtained from the in-vivo dosimetry analysis show a reduction trend on the GI with increasing fractions (-6% average GI between the 1st and last fraction). Anatomy variation throughout the treatment (weight loss) can be one of the causes of this trending as observed on the daily MVCT. Target dose coverage also changes with increasing fraction number showing a gradual increase of the heterogeneity on the reconstructed dose distribution.

Conclusion

In this study we have observed that patient anatomy changes can lead both to reduced outcome of transit and adaptive dosimetry analysis. Future work involves the application of this methodology to a bigger patient population with the purpose of determining a relationship between the outcome of transit dosimetry and that of adaptive planning. This is necessary to establish a set of action levels to assess radiation oncologists on the decision of eventually replanning the patient treatment.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102561/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-12

Hall d'exposition technique

PO-RT-12 Influence de l'injection d'un produit de contraste sur le calcul de dose avec l'algorithme Acuros XB® dans le cadre de traitements ORL en technique VMAT.

Layal Obeid (1), Jessica Molinier (1), Norbert Ailleres (1), Ludovic Bedos (1), Aurelie Morel (1), Sebastien Simeon (1), Pascal Fenoglietto (1)
1 - Institut du Cancer de Montpellier (France)

Introduction

Lors de la simulation scanner (CT) du patient, l'injection d'un produit de contraste iodé facilite la délimitation des volumes cibles dans le cas de traitements de la sphère ORL. Cependant, l'augmentation de contraste dans ces images peut générer des écarts de dose entre la planification et la délivrance du traitement. L'objectif de cette étude rétrospective est de quantifier les variations d'unités Hounsfield (UH) des images CT et d'analyser leur impact sur les plans de traitement d'arthérapie dynamique (VMAT).

Matériel et méthodes

Dix patients préalablement traités en technique VMAT avec des niveaux de dose identiques (70/60/50 Gy) ont été sélectionnés. Pour chaque patient, deux acquisitions CT ont été réalisées, 2 (CTinj) et 12 minutes (CTtard) après une injection intraveineuse bi-phasique d'Ioméron 350 (60 mL, 1mL/s suivie de 90 mL, 2 mL/s après 30 s). La planification de traitement (optimisation et calcul de dose) a été réalisée sur CTinj avec le TPS Eclipse® et l'algorithme Acuros XB®, puis recalculée de la même manière sur CTtard. Les histogrammes des UH, leurs moyennes et la distribution du produit de contraste ont été comparés entre les deux scanners dans le PTV50, les parotides et la thyroïde. Ensuite, une comparaison dosimétrique a été réalisée à l'aide des histogrammes dose-volume des PTV et OAR (thyroïde et parotides). Les doses maximale (D2%), minimale (D98%) et médiane (D50%) ont été relevées.

Résultats

Sur les dix patients, les écarts d'UH moyens les plus importants ont été observés dans la thyroïde (81.37 ± 36.01 UH) suivie du PTV50 ($10,76 \pm 15,70$ UH) et des parotides ($9,39 \pm 16,01$ UH). Les écarts de dose relatifs moyens étaient inférieurs à 0,2% sur D2%, D98% et D50% dans les trois niveaux de volumes cibles PTV et à 0,31% dans les OAR.

Conclusion

Cette étude montre que malgré les variations des UH observées sur les images CT en présence de produit de contraste iodé, les écarts de dose restent faibles et n'influencent pas significativement la délivrance du traitement en technique VMAT avec l'algorithme Acuros XB®. La dosimétrie peut ainsi être réalisée sur des images CT injecté.

- Mots-clés : iode, injection, Acuros, HDV, produit de contraste, ORL, VMAT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102533/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-13

Hall d'exposition technique

PO-RT-13 Interprétation de la dosimétrie in vivo de transit lors de modifications anatomiques du patient par une représentation fantôme équivalent homogène (EHP)

Clément Chevillard (1) (2), Matthieu Michel (2), Jean-Luc Dumas (2), François Husson (1)
1 - R&D Physique Médicale, Cachan (France), 2 - Service de Physique médicale, Institut Curie, Paris (France)

Introduction

Avec la dosimétrie de transit, le signal lu par le système électronique d'imagerie portale (Electronic Portal Imaging Device ou EPID) dépend essentiellement de l'épaisseur (équivalent eau) traversée le long du rayon dans le patient. L'imagerie kilovolt de tomographie conique (Kilovoltage Cone Beam Computed Tomography ou kV-CBCT) permet l'identification des changements anatomiques et peut être utilisée pour représenter le patient sous forme de fantôme homogène équivalent (Equivalent homogeneous phantom ou EHP). L'objectif de notre étude est d'utiliser le concept de l'EHP pour rendre compte des modifications entre le CT de planification (pCT) et les CBCT successifs acquis durant le traitement pour faciliter l'analyse de la dosimétrie de transit.

Matériel et méthodes

Afin de valider la méthode, nous avons utilisé un fantôme hétérogène [CIRS IMRT thorax phantom (CIRS, Inc., Norfolk, Virginia, USA)] avec différentes épaisseurs de bolus. Nous avons appliqué la méthode à des patients pour différentes localisations tumorales (ORL, poumon, prostate). Le fantôme et chaque patient ont bénéficié d'un pCT et chaque patient d'un CBCT hebdomadaire. Le CBCT de chaque patient a été acquis en utilisant le même protocole afin de garantir une courbe de conversion Unité Hounsfield (UH) à densité électronique (de) constante pour la reconstruction des EHPs. La calibration des courbes a été réalisée avec le fantôme « Cheese » (Gammex RMI, Middleton, WI) pour le scanner Toshiba (AquilionTM LB, Toshiba Medical Systems) et pour le TruebeamTM Varian doté d'un système d'imagerie embarquée (On-Board Imaging ou OBI). Nous avons calculé basé sur le contour externe un EHP Antéro-postérieure et latéral droite/gauche.

Résultats

Nous avons validé la méthode de construction de l'EHP sur fantôme hétérogène grâce aux courbes de calibration. Nous avons observé une corrélation significative entre la valeur de dose in vivo et la forme de l'EHP.

Conclusion

La représentation de l'EHP permet de synthétiser l'information en complément des résultats de la dosimétrie de transit basée sur l'EPID et contribue efficacement à l'analyse des résultats dosimétriques.

- Mots-clés : EPID, EHP, dosimétrie de transit, CBCT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102508/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-14

Hall d'exposition technique

PO-RT-14 Détermination par gel dosimétrique de la distribution de dose autour d'un grain d'¹²⁵I de curiethérapie

Abdullah Abudra'a (1), Christel Stien (1), Dominique Cutarella (1), Marc Denozière (1),
Isabelle Aubineau-Lanièce (1)

1 - CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel, Gif-sur-Yvette (France)

Introduction

La curiethérapie prostatique à l'¹²⁵I consiste à implanter à demeure dans la tumeur une multitude de grains d'¹²⁵I. La distribution de dose absorbée au sein de la prostate est la somme des distributions spatiales de dose absorbée dans l'eau de chaque grain implanté. La distribution spatiale de dose absorbée dans l'eau d'un grain donné est obtenue en étalonnant sa distribution de dose relative, publiée par l'AAPM [1], à l'aide de la valeur de dose absolue du grain considéré [1, 2]. La présente étude détermine, par gel dosimétrique, la distribution spatiale relative de dose absorbée au voisinage d'un grain d'¹²⁵I de curiethérapie, puis la compare à celle calculée ici à l'aide du code MCNPX [3] et à celle publiée par l'AAPM. Le but de ce travail est de valider l'utilisation de ce gel pour les photons de basses énergies (

Matériel et méthodes

Le gel dosimétrique utilisé est développé par le CRLCC Jean-Perrin de Clermont Ferrand et l'université Paul Sabatier de Toulouse. Sa vitesse de relaxation (R_2) est lue par Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) et ses variations sont directement dépendantes de la dose absorbée dans le gel. Par ailleurs, les espèces produites sous irradiation et responsables des variations de R_2 ne diffusant pas pendant plusieurs heures, la résolution spatiale du gel est millimétrique. La figure 1.A présente le dispositif expérimental. Un fantôme cylindrique étanche, au milieu duquel est positionné un tube en Kapton® obturé par le bas, est rempli de gel liquide. Une fois gélifié à basse température, le fantôme de gel est placé dans une cuve d'eau adaptée aux conditions de l'AAPM. Un grain d'¹²⁵I (BEBIG de type I125.S16), introduit au fond du tube de Kapton® pour une durée donnée, irradie le gel. Une fois le grain retiré, le fantôme de gel est lu par IRM. La modélisation avec MCNPX du dispositif (fig. 1.B) comprend un maillage cylindrique au niveau du gel pour le calcul des énergies volumiques déposées.

Résultats

La comparaison des profils de dose absorbée, mesuré et calculé dans le gel, dans le plan équatorial d'un grain BEBIG d'¹²⁵I montre un accord satisfaisant aux incertitudes près. Les distributions de dose absorbée dans l'eau, calculée ici et publiée par l'AAPM, sont également en accord.

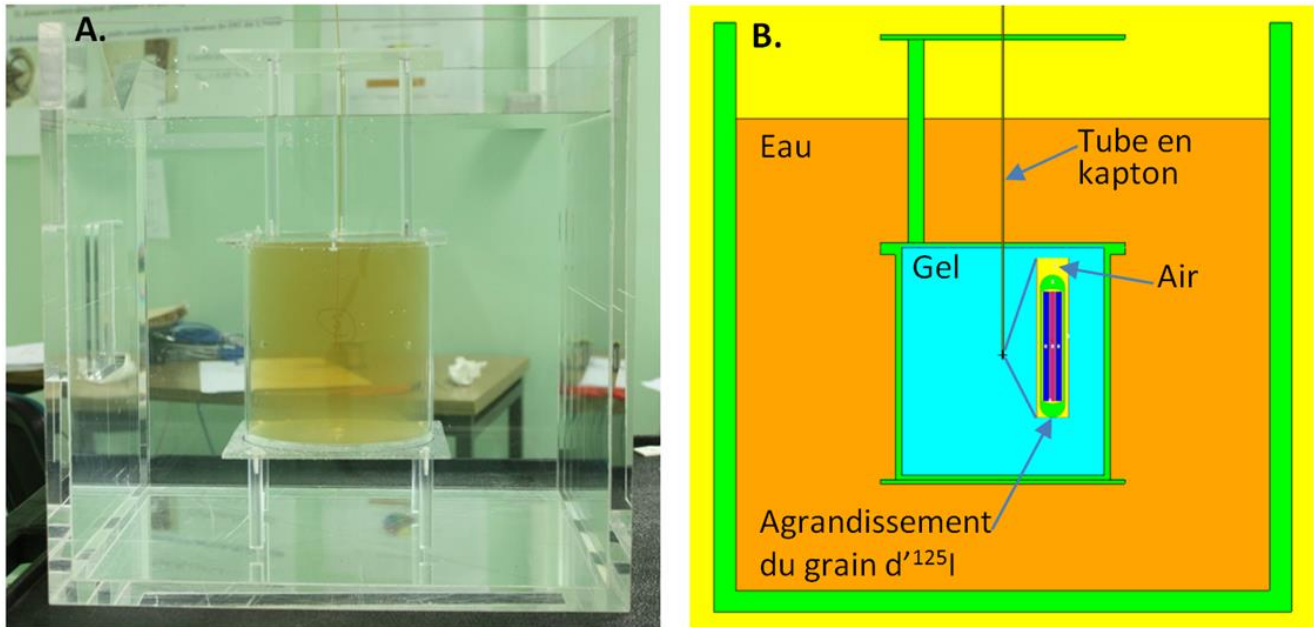
Conclusion

Le gel dosimétrique étudié ici peut être appliqué à la mesure relative des distributions de dose absorbée délivrées par radiothérapie de contact.

POSTERS

Références

[1] M. J. Rivard et al., Med. Phys., 31 , 2004. [2] I. Aubineau-Lanièce et al., Metrologia 49, 2012. [3] D.B. Pelowitz, rapport LA-UR-11-01502, 2011. Figure 1: Photographie (A) et modèle MCNPX (B) du dispositif.



- Mots-clés : photons de basse énergie, radiothérapie de contact, iode 125, curiethérapie, Gel dosimétrique, MCNPX
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102496/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-15

Hall d'exposition technique

PO-RT-15 Radiothérapie conformationnelle mono-isocentrique segmentée versus arcthérapie dynamique en sénologie

Véronique Bodez (1), Florentine Duqueyroi (1), Magalie Fourvel (1), Violaine Pradon (1), Véronique Roux (1), Alice Mège (1), Robin Garcia (1)
1 - Institut Sainte Catherine, Avignon (France)

Introduction

Depuis 2005, la radiothérapie conformationnelle mono-isocentrique segmentée reste le standard de traitement de tous les cancers du sein dans notre centre. Cependant, l'arcthérapie dynamique modulé (VMAT) pourrait avoir un intérêt dans l'irradiation de conformations thoraciques complexes.

Matériel et méthodes

Pour un pectus excavatum, les dosimétries en radiothérapie conformationnelle (RC) et en VMAT [1] ont été réalisées, avec et sans blocage en inspiration profonde (BIP). La dose prescrite au volume mammaire est de 50 Gy en 25 fractions et la normalisation est telle que 95% du volume cible reçoit 95% de la dose prescrite. Le système de planification EclipseTM Varian et l'algorithme de calcul est le AAA (Anisotropic Analytical Algorithm) sont utilisés dans cette étude. La balistique de traitement comprend 2 faisceaux tangentiels segmentés opposés en RC, 3 arcs en VMAT et 5 arcs en VMAT BIP. La technique mono-isocentrique nécessite une optimisation directe par une méthode de « Field in Field » pour remplacer le filtre en coin dynamique inutilisable en quart de faisceau. Contrairement à la technique 3D, où l'ouverture externe des champs tangentiels prend en compte les mouvements respiratoires et les modifications anatomiques (?dème), le contour externe des patientes sur le scanner servant à la planification inverse en VMAT doit être étendu. Le plan optimisé est ensuite copié sur le scanner initial et calculé en gardant les unités moniteur obtenues lors du calcul sur le scanner étendu [2].

Résultats

Les principaux organes à risque (OAR) pour cette pathologie, sont les deux poumons sains (P sains), le poumon homolatéral sain (PHL sain), le cœur et le sein controlatéral (Sein CL). Pour ces OAR, les paramètres caractéristiques tels que le volume recevant 20 Gy (V₂₀ Gy) ou 30 Gy (V₃₀ Gy), la dose moyenne (D_{moy}), ou la dose à 2% du volume (D_{2%}), sont relevés. Ils sont analysés selon les critères notés dans le tableau. La dosimétrie en VMAT respecte tous les critères de validation dosimétrique et permet une meilleure épargne pulmonaire. Par contre, même si les critères sont acceptables, le cœur est moins protégé par cette technique. Le gain majeur apporté par le VMAT reste la protection du sein controlatéral.

Conclusion

Cette comparaison dosimétrique montre que l'arcthérapie dynamique est bénéfique pour traiter des conformations thoraciques particulières, en épargnant au mieux les OAR. Cette comparaison mérite d'être réalisée pour le traitement des seins gauches avec aires ganglionnaires, et des parois fines et concaves.

POSTERS

Références

- [1] P. M. Haertl, F. Pohl, K. Weidner, C. Groeger, O. Koelbl, B. Dobler, Treatment of left sided breast cancer for a patient with funnel chest : Volumetric- modulated arc therapy vs. 3D-CRT and intensity-modulated radiotherapy, Medical Dosimetry 38 (2013) 1-4.
- [2] G. Nicolini, A. Fogliata, A. Clivio, E. Vanetti, L. Cozzi, Planning strategies in volumetric modulated arc therapy for breast, Med. Phys. 38, 4025 (2011).

	OAR	P sains			PHL sain		Cœur		Sein CL	
	Critères à respecter	V20 Gy < 30 %	V30 Gy < 20 %	D _{moy} <12 Gy	V20 Gy < 25%	D _{moy} <13 Gy	D _{moy} <7 Gy	D2% <42 Gy	D _{moy} minimale	D2% minimale
Type de dosimétrie	RC	24.7	22.8	12.6	40.0	20.2	1.2	4.7	6.4	47.7
	RC BIP	18.7	16.3	9.6	32.1	16.3	1.1	4.2	5.5	46.9
	VMAT	11.5	1.7	9.6	18.6	12.6	6.3	24.9	5.6	12.9
	VMAT BIP	11.4	4.1	9.9	19.8	12.7	7.1	19.5	7.5	17.8

- Mots-clés : VMAT, Sein, Radiothérapie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102439/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-16

Hall d'exposition technique

PO-RT-16 Etude Monte Carlo des distributions de dose délivrées en arcthérapie par l'accélérateur médical Elekta Synergy

Baptiste Lhomel (1), Régine Gschwind (1), Pierre-Emmanuel Leni (1), Aurélien Vasseur (1)

1 - UMR 6249 - Laboratoire Chrono-environnement, Montbéliard (France)

Introduction

Avec l'avancée des techniques d'irradiation, les planifications de traitement en radiothérapie nécessitent une meilleure précision. Par la modélisation exacte de la structure de la tête de traitement de l'accélérateur et en prenant en compte les effets des hétérogénéités, les simulations Monte Carlo sont les méthodes les plus précises pour calculer les distributions de doses absorbées. C'est pourquoi nous avons décidé d'utiliser le code Monte Carlo BEAMnrc [1] pour modéliser les distributions de doses délivrées en arcthérapie par un accélérateur linéaire médical.

Matériel et méthodes

L'accélérateur linéaire modélisé dans cette étude est l'Elekta Synergy équipé du collimateur multi-lames MLCi2 [2] [3]. Pour construire un modèle dans BEAMnrc, l'utilisateur configure successivement plusieurs modules, tels que le filtre égalisateur, la chambre d'ionisation, ou encore le collimateur multi-lames, aux dimensions fournies par le constructeur. La source de photons est obtenue par simulation d'une source ponctuelle et unidirectionnelle d'électrons accélérés sur une cible en tungstène. Le spectre en énergie des électrons est gaussien avec une énergie moyenne et une largeur à mi-hauteur données par Elekta. Pour obtenir les distributions de doses dans des fantômes voxeliques, il faut utiliser un autre code : DOSXYZnrc, qui utilise les fichiers d'espaces des phases générés par BEAMnrc pour simuler le transport des particules dans le volume. Cette implémentation permet aussi l'utilisation des images tomodensitométriques du patient pour obtenir des fantômes anthropomorphes. Après avoir validé le faisceau de photons de 6 MV dans une cuve d'eau (pour plusieurs champs, allant jusqu'à 40 cm x 40 cm), nous simulons un traitement en arcthérapie en modélisant la rotation de la tête de traitement et le mouvement des lames du collimateur. Ensuite, nous comparons les résultats obtenus aux distributions de dose de la planification de traitement.

Résultats

Les rendements en profondeur et les profils de dose générés par BEAMnrc sont validés en les comparant point par point aux mesures expérimentales réalisées avec une chambre d'ionisation cylindrique. Pour comparer les distributions de dose, nous utilisons l'index gamma [4]. Cet index combine les écarts de dose relatifs et les écarts de position à dose égale par rapport à un point de référence.

Conclusions

La modélisation Monte Carlo de l'accélérateur est validée par des écarts entre mesures expérimentales et simulations inférieurs à 2% du maximum de dose ou des écarts de position inférieurs à 2 mm. Ensuite, les distributions de dose délivrées par arcthérapie seront simulées à partir de données d'un traitement pour une lésion tumorale pulmonaire.



POSTERS

Références

- [1] D.W.O. Rogers, B. Walters, I. Kawrakow, BEAMnrc Users Manual, National Research Council of Canada, 2016.
- [2] K. Asnaashari, J.C.L Chow, M. Heydarian, Dosimetric comparison between two MLC system commonly used for stereotactic radiosurgery and radiotherapy: A Monte Carl and experimental study, vol. 29, Physica Medica, 2013, pp. 350-356.
- [3] Y. Tayalati, S. Didi, M. Zerfaoui, A. Moussa, Monte Carlo Simulation of 6MV Elekta Synergy Platform Linac photon beam using Gate/Geant4, Journal of Medical Physics, 2015.
- [4] D.A. Low, S. Mutic, J.F. Dempsey, R.L. Gerber, W.R. Bosh, C.A. Perez, J.A. Purdy, Quantitative dosimetric verification of an IMRT planning and delivery system, vol. 49, Radiotherapy Oncology, 1998, pp. 305-316.

- Mots-clés : Arcthérapie, Radiothérapie, BEAMnrc, Monte Carlo, Modélisation
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102427/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-17

Hall d'exposition technique

PO-RT-17 Une nouvelle solution logicielle pour le contrôle des TPS

Pierre-Emmanuel Leni (1), Régine Gschwind (1), Libor Makovicka (1)
 1 - IRMA/CE, CNRS UMR 6249, Université de Franche-Comté, Montbéliard (France)

Introduction

En radiothérapie externe, une des étapes les plus longues est consacrée au Système de Planification de Traitement (TPS) et au contrôle qualité des algorithmes pour le calcul de la dose. Grâce aux Réseaux de Neurones Artificiels (RNA), il est possible de calculer les doses résultant d'un rayonnement ionisant dans un fantôme [1][2].

Matériel and méthodes

Plus précisément, une fois le RNA entraîné, il peut calculer la dose dans chaque voxel du fantôme en tenant compte des paramètres du faisceau. Le principal avantage est le temps de calcul : l'étape coûteuse en temps de calcul est l'entraînement du RNA, qui n'a besoin d'être réalisée qu'une fois et offline. Le temps d'exécution est par contre très faible. Nous présentons une évolution de la plateforme présentée dans [3], afin de prendre en compte différentes tailles et formes de champ, et différentes orientations du faisceau par rapport au fantôme. Pour valider les calculs du RNA, nous les comparons à des simulations Monte-Carlo. Des fantômes homogènes sont utilisés pour valider les interpolations à des profondeurs et densités variables. Ensuite, des fantômes réalistes sont créés pour valider la distribution de doses calculée pour un faisceau carré dans des zones complexes (ORL, poumons, prostate). Enfin, des simulations de traitements RCMI sont validées.

Résultats

Nous comparons les résultats obtenus par notre approche, par le TPS Eclipse (AAA), et par des simulations Monte-Carlo pour un faisceau de photon de 10cm x 10cm sur des fantômes extraits de données cliniques. La même procédure est appliquée pour la validation des traitements RCMI. Pour comparer les distributions de doses, le gamma index en 3D est utilisé, ainsi que des extractions de profils. Pour des traitement RCMI, la distribution de dose est calculée en moins d'une minute sur un ordinateur classique.

Conclusions

Nous avons démontré les performances de notre moteur de calcul de distributions de doses pour la RCMI. Notre objectif est de proposer une solution rapide et précise pour la contrôle qualité des TPS. Ainsi, nous travaillons actuellement au développement de simulations pour les traitements d'arcthérapie.

References

- [1] R.MATHIEU, E. MARTIN, L.MAKOVICKA, R.GSCHWIND, S.CONTASSOT-VIVIER, J.BAHI. Calculations of dose distributions using a neural network model, *Physics in Medicine and Biology* 50, p.1019-1028 (2005)
- [2] A.VASSEUR, L.MAKOVICKA, E.MARTIN, M.SAUGET, S.CONTASSOT-VIVIER, J.BAHI. Dose calculations using artificial neural networks: a feasibility study for photon beams; *NIM. B, Vol.266*, p.1085-1093 (2008)
- [3] Sauget, M., Laurent, R., Henriet, J., Salomon, M., Gschwind, R., Contassot-Vivier, S., ... & Soussen, C. Efficient domain decomposition for a neural network learning algorithm, used for the dose evaluation in external radiotherapy. In *Artificial Neural Networks?ICANN 2010* (pp. 261-266). Springer Berlin Heidelberg. (2010)

- Mots-clés : doses, réseaux de neurones, Planification
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102386/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-18

Hall d'exposition technique

PO-RT-18 Planification de traitement pour les irradiations stéréotaxiques du foie par faisceaux de photons FFF

Stéphanie Ochoa (1), Luc Simon (1), Michel Rives (1), Françoise Izar (1), Soleakhena Ken (1), Laure Parent (1)
 1 - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Oncopole (France)

Introduction

Depuis avril 2015, des patients sont pris en charge dans notre département pour des irradiations stéréotaxiques extra-crânienne du foie, sur un accélérateur disposant de la technologie sans cône égalisateur (Flattening Filter Free). L'énergie et l'utilisation de l'asservissement respiratoire du traitement, ont été adaptées pour chaque patient. Cette étude présente un retour d'expérience sur les 14 premiers patients.

Matériels et méthodes

Trois fiduciaires en or sont implantés dans ou à proximité de la lésion 7 à 10 jours avant l'imagerie pour la planification de traitement. Le patient arrive à jeun de 4 heures, et un TDM 4D est réalisé avec guidage audio systématique et un masque thermoformé sur son thorax (Orfit Industries, Wijnegem, Belgique). Une IRM est réalisée en position de traitement puis est recalée avec les images TDM sur les fiduciaires. Le radiothérapeute contourne le GTV sur chacune des 6 phases du cycle respiratoire puis crée un ITV 6 phases (tout le cycle respiratoire) et un ITV 3 phases (correspondant aux 3 phases expiratoires) auxquels on ajoute 5 mm de marges afin d'obtenir les PTV correspondants. Si le rapport de ces 2 volumes (PTV 6 / PTV 3) est supérieur à 1,5 le traitement est réalisé en asservissement sur la phase expiratoire (PTV 3). La balistique utilisée est un arc dynamique d'amplitude comprise entre 180° à 200° conforme au PTV. L'énergie 10 MV FFF est préférentiellement choisie car le débit est plus important qu'en 6 MV FFF (2400 et 1200 UM/min respectivement). Les contraintes aux organes à risques sont issues de Timmerman et al[1].

Résultats

Depuis un an, nous avons traité 14 patients (8 en 3 fractions de 18 Gy, 3 en 5 fractions de 11 Gy et 3 en 5 fractions de 10 Gy), sans aucune restriction sur le volume du PTV (entre 11 et 273 cm³). L'isodose de prescription est la 80 %. Sur cette cohorte, 5 patients ont été traités en respiration libre (PTV 6) et 9 avec asservissement respiratoire (PTV 3). Parfois, il a été nécessaire de réaliser le traitement en asservissement respiratoire pour respecter les contraintes aux organes à risques. La comparaison systématique des deux énergies de traitement (6 MV FFF et 10 MV FFF) pour les 10 premiers patients a montré que les objectifs dosimétriques étaient atteints de manière équivalente sauf lorsque le PTV est proche d'un organe à risque. Dans ce cas, de meilleurs résultats étaient obtenus avec le 6 MV FFF.

Conclusion

Bien que le foie soit un organe très mobile, certains patients ont pu être traités en respiration libre, sans compromis sur les objectifs dosimétriques, pour un meilleur confort du patient (irradiation environ trois fois plus rapide). L'énergie la plus couramment utilisée est le 10 MV FFF avec un débit de 2400 UM/min ; cela permet d'obtenir des temps de traitement inférieurs à 10 minutes même en asservissement respiratoire et pour des doses élevées.

Référence

[1] R. D. Timmerman, "An Overview of Hypofractionation and Introduction to This Issue of Seminars in Radiation Oncology," Semin. Radiat. Oncol., vol. 18, no. 4, pp. 215-222, 2008.

- Mots-clés : FFF, asservissement respiratoire, irradiations stéréotaxiques du foie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102380/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-19

Hall d'exposition technique

PO-RT-19 Comparaison dosimétrique du traitement du sein et des aires ganglionnaires RC3D vs Tomothérapie

Marc Couturier (1), Sarah Belhomme Perry (1)

1 - Institut Bergonié, Bordeaux (France)

Introduction

Evaluation dosimétrique entre différentes techniques d'irradiation : Tomothérapie Vs radiothérapie conformationnelle chez des patientes traitées pour un cancer du sein avec irradiation des aires ganglionnaires. Le but de notre étude est de montrer l'intérêt de l'utilisation de la Tomothérapie sur ces types de cancer du sein+ganglions.

Matériels & méthodes

Une double dosimétrie par Tomothérapie et par radiothérapie conformationnelle a été réalisée chez 20 patientes, pour une prescription de 50Gy à 2Gy/séance. Normalisation 100% au point de référence principal pour le RC3D et normalisation à la médiane du PTV pour la Tomo. Utilisation de 2 algorithmes différents : RC3D Eclipse (Varian) PBC v10 Vs Tomo Planning Station (Accuray) Collapse Cone 5.04.

Un reporting dosimétrique a été fait à partir de plusieurs paramètres relevés des HDV comme suit :

- Les Volumes Cibles étudiés CTV sein, CTV Susclav, CTV Cmi, CTV Boost. (D95%, Dmoy, D98%)
- Les Organes à Risque étudiés Poumons Homolat et Controlat (V5Gy, V20Gy), Poumon Total (V5Gy, V10Gy, V20Gy, V30Gy), Cœur (V5Gy D2%<35Gy), Sein controlat (Dmax, V5Gy, Dmoy).

Résultats

Une différence significative sur la couverture des volumes cibles et épargne des OAR a été observée en faveur de la Tomothérapie sur la radiothérapie conformationnelle. Les index de couverture sont significativement meilleurs en Tomothérapie sur les Organes Cibles. Respectivement pour la Tomothérapie et la radiothérapie conformationnelle, la D95% du CTV sein 49.3Gy contre 35.8Gy, la Dmoy 51.9Gy contre 51.2Gy, la D98% 48.4Gy contre 25.1Gy, la D95% du CTV SusClav 49.1Gy contre 42.4Gy, la Dmoy 50.9Gy contre 48.5Gy, la D98% 48.6Gy contre 39.1Gy, la D95% du CTV Cmi 45.6Gy contre 29.4Gy, la Dmoy 49.3Gy contre 39.7Gy, la D98% 44.4Gy contre 28Gy. La Tomothérapie permet de diminuer les fortes doses aux OAR (cœur, poumon Homolat) parfois au détriment des faibles doses (poumons controlat, cœur, sein controlat). Les doses sur poumon Homolat V20Gy 17%TOMO contre 18%3D, V30Gy 8%TOMO 10.7%3D, V5Gy 80.9%TOMO 47.7%3D, V10Gy 41.7%TOMO 33.5%. Le poumon controlat reçoit plus de faible dose en Tomothérapie V5Gy 57.9% contre la RC3D 2.2%.

Le cœur reçoit plus de faibles dose en Tomothérapie mais moins de forte dose. V5Gy 2%<35Gy. Le sein Controlat reçoit également plus de faibles doses en Tomothérapie

Conclusion

La radiothérapie du sein par Tomothérapie permet une meilleure escalade de la dose délivrée dans les volumes cibles et une meilleure épargne des tissus sains adjacents. Malgré l'obtention d'une meilleure épargne dosimétrique du cœur, du poumon homolatéral en RC3D, la technique par tomothérapie a été employée pour améliorer l'homogénéité de la dose dans le sein traité et avoir une meilleure couverture des volumes cibles complexes. A noter, qu'il est apparu en Tomothérapie des épidermites plus tardives qu'en RC3D. L'arcthérapie en tomothérapie reste la technique à privilégier pour les cas complexes avec une prise en charge de traitement impérative des aires ganglionnaires.

- Mots-clés : Tomothérapie RC3D sein ganglions aires ganglionnaires dosimétriste
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102338/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-20

Hall d'exposition technique

PO-RT-20 Evaluation et implémentation du module myQA Machines pour un accélérateur Elekta type Synergy, avec mise en place de critères d'acceptance selon les modalités fixées par la décision de l'ANSM du 27 juillet 2007 (texte 12 sur 49), et mise en routine clinique

A. Djibo Sidikou (1), M. Benkreira (1), E. Garnier (1), S. Gempp (1), J.M. Nigoul (1), Alain Niang (1), C Baude (1), A Bouchet (1)

1 - Service de Radiothérapie CHU Timone, Marseille (France)

Introduction

myQA Platform and Devices est un logiciel développé par IBA, hébergeant des applications telles que myQA Patient, myQA Machines, myQA Accept et myQA FastTrack. Ce projet s'intéresse à myQA Machines qui fournit un ensemble de fonctions permettant la planification et la réalisation des contrôles qualités des installations de radiothérapie externe. Tous ces contrôles sont fondés sur des protocoles personnalisables. L'objectif de ce projet est d'implémenter un protocole basé sur la décision de l'ANSM du 27 juillet 2007 afin d'évaluer l'application myQA Machines pour une mise en routine dans le service.

Matériels et méthode

Nous utilisons un accélérateur Elekta Synergy MLC80 délivrant des faisceaux de RX de 6 et 18 MV et des faisceaux d'électrons de 6 à 18 MeV. Il possède un système d'imagerie portale et CBCT. Deux types de contrôles sont possibles dans l'application myQA Machines: Generic tests, contrôles dont les résultats sont renseignés manuellement et, Plugin tests, contrôles réalisés avec le module myQA Machines qui utilise le multi-détecteur MatriXX. Les résultats des contrôles relatifs à la dosimétrie et aux MLC seront comparés respectivement à ceux obtenus dans la cuve à eau type MP3 PTW et avec la solution Aquilab. Une étude d'influence de des paramètres mécaniques, physiques et dosimétriques de l'accélérateur est réalisée dans le but d'évaluer les performances et les limites du système myQA Machines ainsi que des critères d'acceptabilités fixés.

Résultats

Le Template relatif aux contrôles qualités de la décision ANSM, est opérationnel sur myQA Machines. Les Plugin tests donnent des résultats conformes. L'écart relatif maximum entre les mesures de constance et les références pour l'homogénéité et la symétrie, de tous les faisceaux disponible sur la machine, est inférieur à 1%. L'étude sur la sensibilité du système montre l'importance de bien choisir les tolérances car un écart de plus de 1 mm dans le centrage de la MatriXX induit une non-conformité d'au moins un des paramètres contrôlés.

Conclusion

L'application myQA Machines est opérationnelle pour les contrôles qualités machines. L'analyse des résultats obtenus et l'étude de la sensibilité, nous permettront de statuer quant à la faisabilité, la fiabilité et l'adaptabilité de l'application myQA Machines pour une mise en routine dans un service de radiothérapie externe. Cette mise en service permettrait d'avoir le contrôle des données en connectant toutes les applications d'assurance qualité sur une plateforme unique.

- Mots-clés :
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102332/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-21

Hall d'exposition technique

PO-RT-21 Quels sont les critères d'analyse du gamma index les plus pertinents ?

Maëva Lagaisse (1), Perrine Bertrand (1), Eric Delattre (1)

1 - CHU de La Réunion (Réunion)

Introduction

La technique d'irradiation en arthrothérapie dynamique par modulation d'intensité (VMAT) nécessite des contrôles qualités machines et patients supplémentaires. Ces contrôles réalisés sur fantôme (Octavius®, Arccheck®) ou imagerie portale (EPID) ne sont pas régis par une réglementation ANSM. C'est pourquoi le choix des paramètres de validation type gamma index doit être défini par chaque centre. Il est généralement admis par la communauté scientifique un gamma index de 3%/3mm en global avec un critère d'acceptabilité de 95 %. Quelle est la pertinence d'un tel paramètre ? Pourquoi choisir une méthode globale au lieu de locale ? Le critère d'acceptabilité peut être défini par localisation ? Et l'écart accepté en dose ou en distance peut-il être adapté ? Notre étude statistique sur 250 analyses tente de répondre à ces différentes questions.

Matériel et méthodes

Le matériel utilisé est le suivant : TPS Eclipse V11 , algorithme VMAT PRO V11, algorithme AAA V11, algorithme PDIP V11, système PTW Octavius4D, matrice 729 PTW, matrice 1500 PTW, logiciel PTW Vérisoft Version 6.2. Nous avons analysé différentes comparaisons de dose grâce à l'outil gamma index. Les paramètres d'acceptabilité en pourcentage, la méthode (globale ou locale), le seuillage d'analyse, et l'écart en dose ou en distance ont été étudiés selon différentes localisations (ORL, prostate, tête, col, pelvis).

Résultats

Les résultats montrent qu'il semblerait pertinent d'adapter l'analyse ainsi que le critère d'acceptabilité du gamma index selon la localisation traitée (notamment entre ORL et pelvis).

Conclusion

Notre étude répond à des questions pratiques et actuelles sur les contrôles qualités machines et patients traités en VMAT. Le but de notre travail est donc de tenter d'homogénéiser les critères d'analyse de ces tels contrôles.

- Mots-clés : acceptabilité, contrôle qualité, VMAT, gamma index, pertinence, PTW
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102218/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-22

Hall d'exposition technique

PO-RT-22 Modélisation et mesures de l'influence paramètres d'acquisition et de reconstruction au scanner sur la stabilité des unités hounsfield en radiothérapie

Cyril Leleu (1), Mathieu Pavoine (2), Patrick Caradec (1), Brigitte Lacaze (1), Dominique Gouders (1)

1 - CHD Quimper (France), 2 - Université de Bretagne Occidentale [Brest] (France)

Introduction

La stabilité des Unités Hounsfield conditionne la précision du calcul de dose en radiothérapie. Une variation de ± 20 UH pour des tissus mous tels que le poumon ou de ± 50 UH pour des tissus denses comme l'os peut entraîner une erreur sur le calcul de dose de 2%. Aujourd'hui les scanners proposent des outils d'acquisition et de reconstruction plus nombreux et complexes. L'objectif de ce travail est d'évaluer par la simulation et la mesure les paramètres susceptibles d'avoir un impact significatif sur notre table CT, afin d'établir les protocoles les plus adaptés en lien avec une qualité d'image satisfaisante et une dose au patient acceptable. **Matériels et méthodes**

Lors de l'installation de notre nouveau scanner de simulation Siemens Sensation As40, nous avons souhaité adapter les protocoles pour améliorer la qualité des images avec une exposition du patient optimisée en ayant une constance dans les unités hounsfield. Nous avons dans un premier temps modélisé notre scanner et le fantôme de densité Gammex CIRS 062 avec les outils de simulation Speckcalc et Imasim. Nous avons fait varier les paramètres d'acquisition (champ de vue étendu, Tension, épaisseur de coupes, modulation de dose...) et de reconstruction (Incrément de reconstruction, correction d'artefact...). Nous avons comparé ces résultats avec des mesures réalisées au scanner sur fantôme de densité Gammex CIRS 062. Une fois, les paramètres optimisés par localisation, nous avons fait une analyse quantitative avec le fantôme CIRS CT Performance Phantom puis qualitative des images avec les radiothérapeutes.

Résultats

Cela nous a permis de démontrer qu'en plus de certains paramètres d'acquisition, les outils de reconstructions entraînaient des variations >10 UH des unités Hounsfield principalement pour les faibles densités. En parallèle nous avons défini les qualités d'image optimales pour chaque localisation avec un rapport signal sur bruit adapté aux pratiques cliniques.

Conclusion

La combinaison de ces 2 travaux nous a permis de définir une seule table CT dans notre logiciel de planification avec une qualité d'image et d'exposition patient optimisée. Les scanners sont de plus en plus sophistiqués et proposent des outils qui ne peuvent pas être utilisés sans une évaluation préalable de leur impact sur le calcul de la dose en radiothérapie. Le rôle des constructeurs est indispensable pour fournir aux utilisateurs les informations relatives aux paramètres influençant la stabilité des unités hounsfield.

- Mots-clés : Scanner, Hounsfield
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102223/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-23

Hall d'exposition technique

PO-RT-23 The Monte Carlo validation of Varian 10 MV and 10 MV flattening filter free phase-spaces files for clinical quality assurance program

Junior Akunzi (1), P-E Leni (2), R Gschwind (2)

1 - Centre Antoine Lacassagne, Nice (France), 2 - UMR 6249 - Laboratoire Chrono-environnement, Montbéliard (France)

Introduction

In order to safely administrated highly complexes radiotherapy technics like VMAT or IMRT, the implementation of a quality assurance software is in progress at Chrono-environnement UMR CNRS 6249 laboratory based in Montbéliard (France). The Monte Carlo modeling of the TrueBeam Novalis STx used in Montbéliard hospital was performed. The simulation of particles transport through jaws, MLC and water phantom was performed using the Varian generic phase-space files for the 10MV beams in both fattened and unflattened (flattening filter free) mode. Hereafter, the validation of the modeling for clinical quality assurance program is presented.

Methods

The modeling of TrueBeam Novalis STX of Varian was implemented using the Monte Carlo code BEAMnrc/DOSXYZnrc. BEAMnrc was used to create field specific phase spaces under the jaws for field ranging from 3cm*3cm to 20cm * 20cm. DOSXYZnrc was used to calculate doses in water phantom. Calculated cross-lines profiles at various depths, percent depth doses and output factors were compared with gold standard measurements provided by Varian. The simulation and measurement were compared using the gamma-index analyses method.

Results

For cross-line profiles, agreements in the penumbra region (80%-20% width) and in the field size defined at 50% were better than 2mm for all fields sizes. Moreover agreement better than 1,5%, 1mm and 2%, 2mm were found for 10MV-FFF and 10MV, respectively. Calculated and measured percent depth doses beyond the buildup region agreed within 1,5%, 1mm for 10MV-FFF beams and within 2%, 2mm for 10MV beams. The agreement between calculate and measured output factors for all field were within 1%. Furthermore the 10MV-FFF results show less noise compare to the 10 MV's.

Conclusions

The X10 and X10-FFF Varian phase-spaces files have been validated in homogeneous medium. The perspectives of this study include the validation of the modeling in a heterogeneous medium. And afterward, the validation of a treatment plan through a comparison between a Monte Carlo VMAT simulating plan and a TPS one.

- Mots-clés : X10, TrueBeam Novalis STX, space, phase, index, gamma, DOSXYZnrc, BEAMnrc, FFF
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102211/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-24

Hall d'exposition technique

PO-RT-24 Evaluation de la précision de simulations Monte Carlo pour des traitements VMAT sur un accélérateur Noavlis TrueBeam STx avec PRIMO

Alain Sottiaux (1), Milan Tomsej (1), Valérie Baltieri (1), Anne Monseux (1), Cédric Leclercq (1)
1 - CHU de Charleroi (Belgique)

Introduction

In the general framework of performing Monte Carlo simulations with a Varian TrueBeam STx Linac, we used PRIMO. We tested the feasibility of using PRIMO to calculate dose distributions of a VMAT plan for TrueBeam, and to compare this calculation with AcurosXB algorithm in Eclipse.

Methods

PRIMO [1] is a computer software that simulates radiotherapy linacs and estimates absorbed dose distributions in water/slab phantoms and CT. It combines a graphical user interface, the geometry of some linacs and their MLC, and the PENELOPE Monte Carlo code. As no publication of the exact geometry of TrueBeam head can be found, we used phase space files published by Varian. We performed calculations based on these files to check if they fit our measurements. Calculations were performed with Eclipse and PRIMO, for 6MV beams. We developed a script to export VMAT DICOM RTPlan to PRIMO as 178 single static beams. We merged individual beam phase spaces calculated by PRIMO before dose calculation in phantom/CT into 1 single phase space in order to improve PRIMO usage for plans containing large number of fields. This method allows taking into account the relative weight of control points. For dose comparison, OmniPro IMRT (IBA) was used. An in-house script converts the dose from PRIMO to OmniPro. Dose from Eclipse is directly imported in OmniPro, and thus 2D plane sets can be compared.

Results

Comparison between simulation based on Varian phase space files for TrueBeam and measurements shows good agreement: g 1%/1mm passing rate $\geq 99\%$ for depth dose (10x10cm², 5x5cm² and 2x2cm² beams), g 2%/2mm passing rate $\geq 99\%$ for profiles at 5cm depth (10x10cm² and 5x5cm² beams). A profile with some parts of the field under MLC (partially closing the field) and opened parts shows g 2%/2mm passing rate $\geq 99\%$. Relative dose distribution in homogeneous phantom comparison gives good results. Set of 2D planar dose comparison between Eclipse and PRIMO can be analyzed. A few pairs do 2D distributions were compared, for a 3 static beams plan, and for a VMAT arc (from head and neck case). For 3 beams plan, g 3%/3mm passing rate is $\geq 97\%$ for a representative set of plans. For 1 arc VMAT plan, g 3%/3mm passing rate is $\geq 95\%$ for a representative set of plans (and even $\geq 98\%$ for most of the analyzed plans). Moreover, dose distributions for static beam or VMAT plan can be calculated in a CT dataset in PRIMO.

Conclusions

PRIMO is a valid tool to perform Monte Carlo dose distribution calculations in a phantom, for TrueBeam, based on Varian Phase space. PRIMO is still under development, and VMAT plan calculation is not yet integrated. With some external developments, VMAT plan calculation will be made possible.

References

[1] <https://www.primoproject.net>

- Mots-clés : VMAT, Monte Carlo, PRIMO TrueBeam
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102031/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-25

Hall d'exposition technique

PO-RT-25 Délinéation des coronaires et définition de marges pour la radiothérapie du sein

Nadjoua Khalfallah-Laouichi (1), Anis Ben Yahmed (2), Lamine Ndiaye Mamadou (1), David Broggio (2), Denis Foster (3), Cyril Laporte (1)

1 - Centre de Cancérologie Paris Nord (France), 2 - Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (France), 3 - Centre d'Imagerie Paris-Nord (France)

Introduction

La radiothérapie du sein gauche augmente le risque de maladies cardio-vasculaires et la dose reçue est un cofacteur important. L'artère Inter-Ventriculaire Antérieure (IVA) est la plus exposée lors de la radiothérapie, d'où la nécessité de l'épargner. Pour cela il est essentiel de la contourner, cependant elle n'est pas généralement visible sur le scanner dosimétrique. Cette étude vise à : Etudier la possibilité de visualiser l'IVA avec un scanner dosimétrique injecté. Définir les marges liées aux mouvements de l'artère lors du cycle cardiaque.

Matériel et méthode

Cette étude a reçu l'avis favorable du comité CCP ile de France et actuellement 24 patientes sont incluses. Toutes les patientes sont traitées par radiothérapie du sein gauche et ont subi un scanner dosimétrique injecté (SDI) et un coroscanner (CS). Le SDI est réalisé sur un scanner GE 16 barrettes en injectant de l'Omnipaque 300, le temps entre l'injection et l'acquisition est d'environ 35 s. Le CS est réalisé sur un scanner GE 64 barrettes, les images sont échantillonnées sur 25 phases du cycle cardiaque. Quatre repères sont définis : l'ostium, la bifurcation avec l'artère circonflexe gauche et avec la 1ère et la 2ème diagonale. Les déplacements des repères sont mesurés dans les 3 directions sur le CS. Pour chaque repère le diamètre de l'artère est également mesuré. Le diamètre de l'artère est mesuré sur le SDI dans les 3 dimensions au niveau des repères et comparé aux déplacements du CS. Les marges sont calculées en sommant les déplacements et le diamètre mesuré lors du CS et en soustrayant le diamètre trouvé sur le SDI.

Résultats

Sur les images du SDI la bifurcation entre l'IVA et la 2ème diagonale est identifiée pour 19 patientes sur 24. Sur les images du CS, 4% des 288 mesures ne sont pas possibles. Les valeurs des déplacements dépendent des repères et de la direction, le déplacement moyen est de (5.8 ± 1.7) mm et le diamètre est de (3.1 ± 1.5) mm. Les marges varient entre 0.4 et 13.4 mm. Pour l'ostium la marge calculée est de (7.1 ± 2.5) mm ; pour le reste des repères les marges sont de (5 ± 2) mm.

Conclusion

Le SDI peut être utilisé pour la visualisation et le contourage de l'IVA si le temps entre l'injection et l'acquisition est bien choisi. Le CS permet d'évaluer les marges à appliquer. Les mesures de déplacements du CS sont significativement différentes des dimensions du SDI. Entre l'ostium et la bifurcation circonflexe 7 mm de marge est calculée ; en dessous la marge est de 5 mm.

- Mots-clés : marges, délinéation, coronaires, coroscanner, coeur, radiothérapie du sein gauche, contourage, IVA, injection
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101877/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-26

Hall d'exposition technique

PO-RT-26 Investigation of the influence of patient setup and anatomy variation on the dose reconstruction using two tomotherapy dedicated software tools:

TomoGamma and TomoAdaptive.

Mathilde Croisé (1), Sandra Losa (1), Claas Wessels (1), Alejandro Mazal (1)
1 - Institut Curie (France)

Introduction

In helical tomotherapy workflow, for each treatment fraction, the planning kVCT image is compared with the daily MVCT image from the on-board detector. Both images have to match before starting treatment delivery. From one fraction to another, patient setup and anatomical variations may occur and lead to a non-negligible shift of the tumor position regarding the initial treatment plan. The daily MVCT is no longer in agreement with the kVCT on which the dose distribution has been planned. The purpose of this study is to investigate the sensibility of the software to detect these variations and in the end, be able to decide if a re-planning is necessary.

Methods

In this study, two tomotherapy dedicated software solutions are used: TomoGamma (21st Century Oncology), a transit dosimetry software that calculates a Gamma Index per fraction based on the MVCT detector data, and TomoAdaptive (21st Century Oncology), a radiotherapy adaptive software that reconstructs the dose distribution on the daily MVCT. The method consists of irradiating phantoms (TomoPhantom, RANDO phantom, and CIRS thorax) in helical tomotherapy with several levels of complexity (homogeneous phantom, heterogeneous phantom, with simple cylindrical PTV, complex dose distribution with avoidance area). For each case, several fractions are performed including the reference (correct setup and kVCT identical configuration), fractions with a shifted setup (in the three space directions from 5 to 20mm, and in rotation from 5 to 20°) and anatomical variations (reduction of bolus from 3cm to 0cm, addition of heterogeneities). The software's sensibility is evaluated in comparison with an ionization chamber (A1SL, Standard Imaging) absolute dose measurement.

Results

Preliminary results show a good agreement between the Gamma Index (2%/2mm) and the absolute dose measurements for anatomical and geometrical variations in X and Z. However, TomoGamma seems to be less sensitive for Y shift and for rotation. At this stage, we succeeded to simulate the Gamma Index range of a typical group of breast tomotherapy treatments: a setup error of more than 5mm in X and Z, 10mm in Y direction, 5° in rotation and weight loss of more than 1cm generate a less than 95% Gamma Index. TomoAdaptive shows huge sensibility as Dose-Volume histogram differences between the modified fraction and the reference fraction are significant.

Conclusion

The sensibility of the software tools has been investigated for different levels of complexity. These preliminary results already show the software's capabilities to detect the variations as well as its limitations. Future work remains to improve precision with smaller step shifts, rotation and reduction of bolus measurements.

- Mots-clés : Adaptive tomotherapy, transit dosimetry
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101834/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-27

Hall d'exposition technique

PO-RT-27 Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée des tumeurs du foie : retour d'expérience

Alexandre Guerreiro (1), Enzo Wyniger (1), Angèle Dubouloz (1), Raymond Miralbell (1), Thomas Zilli (1),
Laëtitia Lestrade (1)

1 - Hopitaux Universitaires de Genève (Suisse)

Introduction

L'objectif est de rapporter la mise en oeuvre des traitements de radiothérapie stéréotaxique hypofractionnés dans le cas de tumeurs du foie (SBRT) sur un TrueBeam.

Matériels et Méthodes

6 patients ont bénéficié de SBRT du foie. Deux types de lésions ont été irradiés : les métastases hépatiques et les tumeurs primitives, en 3 fractions de 15Gy. 2 fiducials (Fleximarc, CIVCO) sont implantés dans le foie avant le scanner de simulation. Le scanner de centrage (CT4D) est réalisé avec le système RPM[®] (Varian). Un marker block est positionné sur le thorax du patient. Les mouvements respiratoires sont détectés par une caméra infrarouge et reproduits sous forme d'une courbe respiratoire de référence (CRRef) qui sera utilisée pour reconstruire les 10 phases du CT4D. La technique d'irradiation est de 2 arcs VMAT en 10FFF et un débit de 2400 UM/min. Les seuils de tolérance en amplitude sur la CRRef sont individualisés puis associés au plan de traitement. Les fiducials sont créés comme structure et le centre de chacun est repéré. Le patient est pré-positionné grâce à la réalisation d'images kV orthogonales puis d'un CBCT afin de vérifier la position du volume cible et des organes à risques adjacents. La spécificité du traitement est qu'un double contrôle de l'irradiation sera actif. Le premier contrôle est le back-up gating : l'irradiation se poursuit tant que la respiration du patient est régulière et l'amplitude est comprise à l'intérieur des seuils prédéfinis, elle s'interrompt lors de mouvements respiratoires involontaires. Le deuxième contrôle est la vérification des visicoils sur images kV (Auto-beam Hold : ABH) acquise durant l'irradiation. Un algorithme recherche les fiducials sur chaque image kV, s'ils sont à la position attendue alors l'irradiation se poursuit.

Résultats

Le temps de positionnement du patient diminue fortement après la 1ère séance en passant de 29 min contre 14 et 16 pour les suivantes. Ceci entraîne une durée moyenne de la séance (positionnement et traitement) diminuant de 50% après la 1ère séance (58min contre 28 et 27). La courbe respiratoire n'est pas constante d'une séance à l'autre. Il arrive que l'algorithme de l'ABH ne détecte pas les visicoils bien qu'ils soient visuellement à la bonne position.

Conclusion

Tous les moyens que nous avons mis en place pour ce type de d'irradiation nous ont permis de traiter les patients dans des conditions optimales. Il est en revanche indispensable que le patient ait une respiration régulière dans une position qui lui est parfois peu confortable car il doit être capable de rester immobile pendant une heure. Nous travaillons à améliorer la reproductibilité du mouvement respiratoire du patient.

- Mots-clés : TrueBeam, Auto Beam Hold, gating, SBRT foie
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101565/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-28

Hall d'exposition technique

PO-RT-28 Paramètres de modélisation de la table de traitement « Exact IGRT » dans le TPS Eclipse

Frédéric Mazoyer (1), Mathieu Gonod (1), Aurélie Petitfils (1), Fabienne Bidault (1), Suzanne Naudy (1)
1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)

Introduction

Le TPS « Eclipse » de Varian dispose d'une bibliothèque de modèle de table de traitement. L'objectif de cette étude est de déterminer les paramètres à appliquer pour le modèle « Exact IGRT » et de vérifier leurs validités avec une comparaison de dose calculée et mesurée dans un fantôme équivalent eau.

Matériel et méthodes

Le modèle de table « Exact IGRT » est personnalisable grâce à deux paramètres ajustables par l'utilisateur : les unités Hounsfield de la structure interne et ceux de la structure externe. La table a donc été scannée, et les valeurs mesurées utilisées pour la modélisation. L'impact sur la dose délivrée par des faisceaux directs de photons de 6 MV et 18 MV, en un point, dans un fantôme d'eau, a ensuite été calculé (algorithme Acuros XB V11, Varian) et comparé à la mesure pour deux « sous modèle » d'épaisseurs différente de la table (fin et épais).

Résultats

Les unités Hounsfield de la structure interne ont été mesurés à -945 ± 5 en moyenne, ceux de la structure externe à -300 ± 20 . Les différences de dose calculée en utilisant ces valeurs pour le modèle « fin », sont alors de 1,8% et 1,0% respectivement pour les faisceaux de 6 MV et 18 MV, par rapport à un calcul sans table. Pour le modèle « épais », elles sont alors de 2,4% et 1,4% respectivement. Lors de la mesure, la variation de dose due à la présence de la partie « fine » de la table (repère H4) a été déterminé à 1,8% et 1,1%. Pour la partie « épaisse » (repère H0) à 2,1% et 1,0% respectivement.

Conclusion

On constate une bonne adéquation entre les différences de dose calculées à partir de modélisation, et celles mesurées. Les résultats montrent donc que le modèle disponible dans la bibliothèque, à laquelle on associe les paramètres unités Hounsfield mesurés, offre une modalisation de la table de traitement satisfaisante.

- Mots-clés : Modélisation, table de traitement
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101554/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-29

Hall d'exposition technique

PO-RT-29 Impact dosimétrique de la prise en compte de la table de traitement et des contentions lors des stéréotaxies pulmonaires

Frédéric Mazoyer (1), Mathieu Gonod (1), Aurélie Petitfils (1), Fabienne Bidault (1), Suzanne Naudy (1)
1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)

Introduction

Lors du traitement d'une lésion pulmonaire en conditions stéréotaxiques, le patient est immobilisé grâce à une contention complexe et personnalisée visant une reproductibilité accrue. L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact dosimétrique de la contention utilisée au CGFL combiné à celui de la table de traitement.

Matériel et méthodes

Les contentions utilisées au CGFL pour les stéréotaxies pulmonaires sont des matelas personnalisables sous vide (BlueBAG BodyFIX). Dix planifications de traitement de stéréotaxie pulmonaire ont été réalisées sans tenir compte de la présence de la contention et de la table de traitement. Toutes les dosimétries utilisent des faisceaux conformationnels non modulés de 6 MV. L'ensemble des plans de traitement obtenus ont ensuite été recalculés en gardant les Unités Moniteurs fixes, mais en incluant la contention ainsi qu'un modèle de la table de traitement (table « Exact IGRT » Varian Medical System). Les unités Hounsfield utilisés pour la structure interne de la table sont de -945, et -300 pour la structure externe. L'ensemble des calculs de distribution de dose ont été réalisés avec l'algorithme Acuros XB V.11 (Varian Medical System).

Résultats

Le nouveau calcul des dosimétries tenant compte de la table et des contentions révèle une dégradation de 1,9% en moyenne de la D₉₈%. On note néanmoins que cette dernière reste supérieure à l'isodose de prescription dans 9 des 10 cas étudiés. Le volume de PTV couvert par l'isodose de prescription est altéré de 1,6%. La dégradation la plus importante est observée sur la D₅₀% et est de 2,5% en moyenne.

Conclusion

L'impact dosimétrique de la présence de la contention et de la table de traitement, dans le cas des stéréotaxies pulmonaires, semble modéré. Bien qu'une dégradation significative des indices dosimétriques soit observée, la couverture de l'isodose de prescription rester néanmoins acceptable.

- Mots-clés : table de traitement, contention
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101551/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-30

Hall d'exposition technique

PO-RT-30 Proposition d'une technique d'irradiation de l'encéphale in-toto avec épargne des hippocampesFrédéric Mazoyer (1), Gilles Truc (1), Fabienne Bidault (1), Mathieu Gonod (1), Suzanne Naudy (1)
1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)**Introduction**

Les hippocampes sont rarement le siège de métastase et leur irradiation est en partie à l'origine du déclin des fonctions neurocognitives [1]. L'objectif était de développer une technique d'irradiation permettant d'obtenir une couverture dosimétrique acceptable de l'encéphale tout en limitant la dose aux hippocampes.

Matériel et méthodes

Les traitements de 10 patients ont été préparés. Les volumes ont été délinées selon la description faite dans le protocole RTOG 0933. La dose prescrite est de 30 Gy en 10 fractions et les plans sont normalisés à la moyenne du PTV, exclusion faite des PRV hippocampes. Pour chaque dosimétrie, nous avons cherché à réduire le plus possible la valeur de la D40% et la dose maximale aux hippocampes, sans dégrader de façon inacceptable la couverture du PTV. La technique proposée est une technique VMAT à 5 arcs. L'isocentre est positionné au barycentre des deux hippocampes. La première paire d'arcs est composée d'arcs complets avec une rotation de table de 10° et de collimateur de 30°. La deuxième paire est identique mais avec des rotations de table et collimateur opposés. Chacun de ces arcs ont une collimation asymétrique, de tel sorte que l'une des mâchoires ayant son sens de déplacement identique à celui des lames du MLC, soit fermée à environ 1 cm de l'axe du faisceau et que la somme des deux arcs d'une paire couvre le PTV. Le cinquième arc, table et collimateur à 90° est un héli-arc. Il est ajusté de façon à ce que les bords des mâchoires possédants le MLC, « coupent » les hippocampes. Pour chaque patient, cette technique a été comparée à une dosimétrie largement décrite : 2 arcs complets, coplanaires, dans le sens horaire et antihoraire avec une rotation de collimateur respectivement de 30° et 330° [2]. Pour chaque optimisation, nous avons utilisé une structure non clinique, située entre les deux hippocampes et permettant de contrôler la dose.

Résultats

Le gain moyen sur la D40% de l'hippocampe, est 1,5 Gy. Celui sur la dose maximale est de 3,2 Gy en moyenne. On observe également une augmentation sur la D98% du PTV de 0,7 Gy, et une diminution de 0,35 Gy sur la D2%. La V95%, quand à elle, est amélioré de 2%.

Conclusion

La technique à 5 arcs, bien que plus chronophage lors du traitement, montre une supériorité pour l'épargne des hippocampes mais aussi dans la couverture de l'encéphale.

Références

- [1] G. Truc & al., «Quelle place pour l'irradiation panencéphalique avec épargne des hippocampes ?», Cancer Radiothérapie, n° 117, pp. 419-423, 2013.
- [2] V. Prokic & al., «Whole brain irradiation with hippocampal sparing and dose escalation on multiple brain metastases: a planning study on treatment concepts», Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., vol. 85, n° 11, pp. 264-270, 2013.

- Mots-clés : Epargne hippocampes, encéphale in toto, VMAT
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101521/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-31

Hall d'exposition technique

PO-RT-31 Validation et évaluation de l'impact dosimétrique de l'utilisation de l'algorithme Acuros XB en radiothérapie externe.

Thomas Marsac (1), Flavien Ralite (1), Christina Zacharatou (1), Sarah Belhomme (1)

1 - Département de radiothérapie, Institut Bergonié, Bordeaux (France)

Introduction

L'algorithme de calcul Acuros XB (AXB, Eclipse v11, Varian Medical Systems) basé sur la résolution de l'équation linéaire de Boltzmann a été développé dans le but d'améliorer la précision et la vitesse des calculs de planification dosimétrique en radiothérapie. Le but de cette étude est de valider la précision de l'algorithme en milieu homogène et hétérogène et d'évaluer l'impact dosimétrique des doses aux volumes cibles calculées par l'algorithme AXB. Les plans en milieu hétérogène sont comparés à l'algorithme AAA (Varian Medical Systems) utilisé en routine clinique.

Matériels & méthodes

Des tests issus du rapport IAEA-TECDOC-1540 ont été effectués en mesurant la dose en dose absolue et relative à l'aide de chambres d'ionisation Farmer (PTW) et CC13 (IBA) afin de valider l'algorithme AXB pour l'énergie X6 en milieu homogène. La cohérence calcul-mesure des rendements et profils a été évaluée avec un indice gamma de 1%/1mm à 3%/3mm. En milieu hétérogène, dans le fantôme CIRS thorax, des mesures ponctuelles des plans issus du rapport TECDOC-1583 ont été réalisées avec une chambre d'ionisation 0.125cc (PTW) dans les inserts tissus, poumon et os. Les valeurs de dose des plans calculés avec l'algorithme AAA et l'algorithme AXB en dose dans l'eau, et également en dose dans le milieu en appliquant les facteurs correctifs des rapports des pouvoirs d'arrêt [1], ont été comparées avec la mesure obtenue. Pour évaluer l'impact dosimétrique de l'utilisation d'AXB, des plans initiaux validés avec AAA ont été recalculés avec AXB avec les mêmes paramètres et le même nombre d'unité moniteur pour chaque patient. L'indice de conformité, les doses au volume cible (D_{moy} , $D_2\%$, $D_98\%$) ainsi qu'aux organes à risque sont évalués.

Résultats

En milieu homogène, l'écart moyen entre la dose absolue mesurée et la dose calculée avec AXB sur l'axe du faisceau à une profondeur de $z=1.4$ (z_{max}), 5, 10 et 20 cm est de $0.3 \pm 0.6\%$. Pour les rendements en profondeur sur l'axe du faisceau, le pourcentage de points satisfaisant le critère 1%/1mm est supérieur à 95%. Concernant les profils mesurés à z_{max} , le pourcentage de points satisfaisant le critère de 2%/2mm est de 100% pour les configurations testées. En milieu hétérogène, un excellent accord a été trouvé entre les mesures et les calculs AXB. Un écart moyen de -3.0% et +0.1% par rapport à la mesure respectivement avec le calcul AAA et AXB a été mesuré dans le poumon pour le test de la boîte avec deux faisceaux latéraux traversant le poumon. Un écart de +3.1% et +0.1% par rapport à la mesure avec le calcul AAA et AXB a été mesuré dans l'insert équivalent-eau positionné dans le poumon afin de simuler une tumeur pulmonaire. Pour les deux exemples étudiés d'un traitement d'une tumeur pulmonaire en stéréotaxie, la dose minimum au PTV est plus faible avec AXB (-3.4 et -4.3% par rapport à AAA) et la couverture du PTV par l'isodose 95% de la dose prescrite de 60 Gy est légèrement dégradée avec AXB.



POSTERS

Conclusion

En milieu hétérogène, l'algorithme AXB se montre plus précis et l'écart calcul/mesure est moindre par rapport à AAA. Des mesures complémentaires à l'aide de films Gafchromic EBT3 permettront de comparer la cohérence de la mesure avec le calcul AXB et AAA. Selon la taille de champ, la localisation de la tumeur et la densité du volume cible, les premiers résultats montrent que l'utilisation de l'algorithme AXB permet d'éviter une surestimation ou sous-estimation de la dose déposée calculée par l'algorithme AAA pour le traitement d'une tumeur pulmonaire.

[1] Siebers JV et al, Converting absorbed dose to medium to absorbed dose to water for Monte Carlo based photon beam dose calculations, PMB, 45(4):983-95, 2000.

- Mots-clés : dose dans le milieu, Acuros XB, dose dans l'eau
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101360/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-32

Hall d'exposition technique

PO-RT-32 Evaluation dosimétrique et radio-biologique pour la radiothérapie du cancer du sein gauche en utilisant la technique gating respiratoire

Abdulhamid Chaikh (1), M Taher Fdhila (1), Isabelle Flandin Gabelle (1), Jacques Balosso (1)

1 - Service de cancérologie-radiothérapie et radio physique, Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble & Université Grenoble Alpes, Grenoble (France)

Objectif

Évaluer les gains dosimétriques et radiologiques de la technique de gating respiratoire avec inspiration bloquée par rapport à la respiration libre.

Méthodes

10 patientes traitées pour des cancers du sein gauche ont été étudiées. Pour chaque patiente deux plans de traitement selon les deux techniques ont été générés. Dans les 2 plans 4 à 6 champs tangentiels ont été utilisés avec des photons de 6 et 18 MV pour traiter les volumes cibles et la chaîne mammaire. L'évaluation dosimétrique est basée sur la comparions de l'histogramme dose volume (HDV) et des indices de qualité. Ensuite, nous avons comparé la probabilité de toxicité (NTCP) pour le poumon gauche et le coeur. L'analyse statistique a été faite avec, le test de Wilcoxon pour séries appariées pour la valeur de (p) et le test de Spearman pour le coefficient de corrélation (r).

Résultats

En utilisant le gating nous avons observé une augmentation importante et très significative du volume pulmonaire global ($p < 0.001$), permettant d'éloigner le coeur d'environ 2 à 3 cm de la zone irradié, avec une réduction significative de de densité pulmonaire d'environ 40%. En terme dosimétrique, la technique de gating offre une meilleure homogénéité et donc une meilleure qualité de la distribution de dose aux volumes cibles, avec une protection significative et réduction de dose au coeur et poumon, variant de 7 à 35%. Les NTCP ont été diminué avec $p < 0.01$.

Conclusion

La technique du gating en inspiration bloquée apporte un bénéfice significatif sur l'épargne des organes à risque dans le traitement du cancer du sein gauche. Concernant les toxicités à long terme, les NTCP estimées avec le gating deviennent négligeables, surtout pour le poumon, et très nettement réduites voire annulées pour le coeur. Une attention particulière doit être portée au calcul de la dose, puisque la densité pulmonaire se trouve réduite, cet effet peut changer le résultat thérapeutique et influencer favorablement les valeurs NTCP.

- Mots-clés : gating respiratoire, NTCP, gauche, cancer du sein
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101271/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-33

Hall d'exposition technique

PO-RT-33 L'utilisation des indices radiobiologiques TCP/NTCP pour comparer et valider les évolutions d'un système de planification de traitement

Abdulhamid Chaikh (1), Jacques Balosso (2)

1 - Service de radiothérapie et radio physique, Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble (France), 2 - Service de radiothérapie et radio physique, Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble, France ; Université Grenoble Alpes, Grenoble, France. (France)

Objectif

Réaliser, grâce aux indices radio-biologiques incluant la probabilité du contrôle tumoral (TCP) et la probabilité de toxicité des organes à risques (NTCP), une évaluation des changements introduits par l'évolution des algorithmes de calcul de dose en radiothérapie.

Matériel et méthodes

Il s'agit de comparer, chez un même patient, les TCP/NTCP de deux plans de traitement: celui de référence utilisant l'algorithme Pencil Beam - Batho modifié (PB-BM) et le nouveau qui est l'Anisotropic Analytical Algorithm (AAA). Les TCP/NTCP ont été estimées avec 2 modèles : Lyman (LKB) et la dose uniforme équivalente (EUD). L'analyse globale est basée sur l'indice gamma (γ) à l'aide des cartographies 2D et les histogrammes-gamma-pixels (H γ P). Les tests de Wilcoxon et de Spearman ont été utilisés pour évaluer la significativité statistique de la différence et tester la corrélation entre TCP/NTCP d'une part, et les données dosimétriques venant de l'HDV, d'autre part.

Résultats

La méthode PB-BM surestime les valeurs de TCP et sous-estime les NTCP. La différence relative entre les 2 algorithmes peut atteindre 20%, avec $p < 0.01$. Le seuil de 95% des pixels ayant $\gamma \leq 1$, a été atteint avec le critère (6%, 6 mm). La superposition des cartographies avec le scanner a permis d'identifier précisément les zones de sous/sur estimation de la dose dans les PTV et les OAR, respectivement. L'analyse 2D avec γ a confirmé les résultats obtenus avec l'analyse radiobiologique. Les données TCP ont montré une forte corrélation avec la dose prescrite, $r > 0.9$ et les NTCP ont montré une bonne corrélation avec V20 et V30, $r > 0.6$.

Conclusion

L'évaluation TCP/NTCP est très sensible et permet de mettre en évidence des différences étonnantes de résultats prédits par deux algorithmes différents. Ceci montre que les paramètres radiobiologiques des modèles TCP/NTCP doivent être ajustés aux algorithmes de calcul utilisés. De plus, la forte corrélation entre les TCP/NTCP et les données HDV confirme la nécessité de discuter l'ajustement de la dose prescrite (-5%), pour maintenir les mêmes résultats cliniques avec AAA, et de d'améliorer encore l'optimisation pour protéger les OAR.

- Mots-clés : dose prescrite, l'index gamma, AAA, NTCP, TCP
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101269/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-34

Hall d'exposition technique

PO-RT-34 Vers un environnement sans papier.

Emmanuelle Fontaine (1), Céline Corbice (1), Nathalie Friant (1), Perrine Bertrand (1), Eric Delattre (1)
1 - CHU de la Réunion (France)

Introduction

Aujourd'hui, la protection de l'environnement est devenue un enjeu majeur de notre société dans tous les domaines. L'informatique étant au cœur de notre profession (R&V, TPS, utilisation des fichiers type DICOM et DICOM-RT...), le service de radiothérapie du CHU de Saint-Pierre à la Réunion s'est orienté vers une organisation et un fonctionnement sans papier.

Matériels et méthodes

Quels sont les arguments qui ont menés vers cette décision ? Quels ont été/sont les outils utilisés ? Quelles ont été les étapes importantes pour la mise en place de ce type de fonctionnement ?

Résultats

Comment fonctionne actuellement le service dans cet environnement sans papier ? Quels sont les avantages de ce type d'organisation ? Quelles sont les problématiques et les impacts au quotidien liés à cette nouvelle façon de travailler ?

Conclusion

Aujourd'hui, le service de radiothérapie du CHU de Saint-Pierre s'est totalement orienté vers cette organisation sans papier et s'est très bien adapté à ce fonctionnement, notamment grâce aux outils mis à disposition par Varian et aux logiciels informatiques installés dans l'hôpital.

- Mots-clés : documents, informatique, ARIA, Papier, organisation
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100849/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-35

Hall d'exposition technique

PO-RT-35 Retour d'expérience d'un ESR en radiothérapie : Cas d'une irradiation d'une patiente enceinte

Alain Batalla (1), Benjamin Menard (1), Bernard Gery (2)

1 - Centre François BACLESSE - Service de Radiophysique, Caen (France), 2 - Centre François BACLESSE, Caen (France)

Introduction

Une patiente traitée par radiothérapie au Centre François Baclesse de Caen sur un volume ORL (bord droit de langue) s'est avérée enceinte (3e mois de grossesse pendant le traitement). L'état de grossesse n'a été révélé qu'après la réalisation complète du traitement (30 séances de 2 Gy). Dans le but de connaître la dose effectivement reçue par le fœtus, une mesure a été réalisée sur fantôme dans les conditions réelles du traitement. Cette mesure a été complétée par une recherche bibliographique.

Matériels et méthodes

Traitement en technique VMAT, 2 arcs de 307 UM et 278 UM en 6 MV Fantôme en plaques de polystyrène compact et fantôme cylindrique ORL. La chambre d'ionisation a été positionnée à 45 cm de la limite inférieure du volume irradié. Cette distance ainsi que l'épaisseur du fantôme au point de mesure correspondent à la morphologie de la patiente mesurée par le médecin radiothérapeute au cours de la consultation médicale. La mesure a été réalisée en utilisant les paramètres d'irradiation identiques à ceux du traitement de la patiente et enregistrés dans le système d'information de radiothérapie Les faisceaux ont été relancés 5 fois d'affilée de façon à améliorer la précision sur la mesure cumulée.

Résultats

Mesure pour une séance (2 arcs) : 0,83 mGy Pour l'ensemble du traitement (30 séances) : 24,9 mGy
Commentaires : 1/ La dose déposée à distance du faisceau de radiothérapie est due à 3 composantes [1] : Rayonnement diffusé par le volume irradié de la patiente, en interne Rayonnement diffusé par les accessoires (table) et les parois du local Rayonnement de fuite provenant de la tête de l'accélérateur (cône égalisateur, collimateur etc. ...) 2/ L'éloignement relatif du faisceau et du point de mesure (45 cm) est favorable à une faible dose due au diffusé interne. Dans le document de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR 84) intitulé « Grossesse et irradiation médicale » [2], un tableau donne une estimation de la dose en dehors de l'axe pour des traitements au Cobalt 60 : environ 0,25% pour une distance de 45 cm. Mais il est précisé que : « En cas d'utilisation de photons d'un accélérateur de particules, le pourcentage de la dose en dehors de l'axe est inférieur d'un facteur 2 à 5 environ (selon l'énergie photonique) ». Les données obtenues par la mesure sont donc en bon accord avec celles de la CIPR 84. Plusieurs auteurs rapportent des doses foetales voisines pour des irradiations de la mère au niveau de la tête et du cou [3]. Ces valeurs peuvent être beaucoup plus élevées dans les cas d'irradiation de volumes plus proches de l'utérus (Hodgkin) [4].



POSTERS

Conclusion

La valeur limite réglementaire pour le public est de 1 mSv sur un an. Du point de vue de la radioprotection, le fœtus est considéré comme une personne du public, la limite de 1 mSv s'applique sur la durée de la gestation. La dose efficace estimée pour le fœtus (25 mSv) est au dessus de cette limite et constitue donc un « Evènement significatif de radioprotection » déclaré à l'Autorité de Sûreté Nucléaire. En revanche, il est admis qu'une dose foetale de cet ordre de grandeur est très inférieure aux valeurs rédhibitoires pour le développement normal de l'enfant à naître (100 ? 200 mSv) cf. CIPR 84 [2].

Références

[1] AAPM Report 36 - 1995

[2] Grossesse et irradiation médicale. CIPR 84 EDP Sciences

[3] Fetal radiation monitoring and dose minimization during intensity modulated radiation therapy for glioblastoma in pregnancy. Horowitz DP - J Neurooncol 2014

[4] High fetal irradiation : about one pregnant woman receiving infradiaphragmatic radiotherapy for Hodgkin lymphoma Moreau M - Cancer Radiother 2007

- Mots-clés : dose au fœtus, Patiente enceinte, Radioprotection
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100813/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-36

Hall d'exposition technique

PO-RT-36 Validation de l'algorithme électron Monte Carlo en milieu homogène et hétérogène

Sarah Belhomme Perry (1), Christopher Garlopeau (2), Thomas Marsac (1), Mikael Antoine (1)

1 - Département de radiothérapie, Institut Bergonié, Bordeaux (France),

2 - Centre Hospitalier - Radiothérapie, Saintes (France)

Introduction

Plusieurs indications cliniques de radiothérapie nécessitent l'utilisation de faisceaux d'électrons. La précision du calcul de dose déposée dans les tissus est corrélée à la qualité du traitement. L'objectif du travail est d'évaluer les performances et limites de l'algorithme eMC implémenté dans le TPS Eclipse V11 (Varian©) à partir de mesures réalisées sur un accélérateur Varian 2300 IX en milieu homogène puis hétérogène afin de déterminer les incertitudes de calcul en routine clinique.

Matériel et méthode

Les calculs de distribution de dose ont d'abord été réalisés dans des géométries simples en milieu homogène (fantôme d'eau). Ces calculs ont été ensuite réalisés avec des géométries complexes (extension de DSP, inclinaison du faisceau, utilisation de faisceaux étroits). Les performances en milieu hétérogène ont été testées à l'aide de différents montages introduisant des densités pulmonaires et osseuses conduisant à créer 5 schémas : a) densité pulmonaire sur l'axe du faisceau, b) densité pulmonaire sur un héli faisceau, c) densité osseuse sur l'axe, d) densité osseuse sur héli-faisceau, e) densités pulmonaires et osseuse. Différentes énergies de faisceaux d'électrons 6,9,12 MeV et tailles d'applicateurs (A6 à A25) ont été étudiées. La résolution du calcul était de 2.5mm pour E9 et E12 et 1mm pour E6. Le critère d'arrêt des simulations de 1% a été choisi (avec une augmentation du temps de calcul d'un facteur > 3 entre 2% et 1%). Les calculs ont été comparés aux mesures de profils de dose, de rendement en profondeur et d'output factor (OF) pour la gamme d'applicateurs A6 à A25. En milieu homogène, les profils de dose ont été mesurés avec une CI CC13 IBA, les rendements en profondeur par une CI plate Markus PTW, comme les OF > 4x4cm². Pour les faisceaux plus étroits la CI PinPoint PTW a été préférée. Dans les montages hétérogènes, des profils de dose ont été acquis sous les hétérogénéités avec une diode EDGE (Sun Nuclear). La comparaison des données calculées/mesurées (profils et rendement) a été réalisée qualitativement par un indice gamma 2D[1] sous Scilab 5.5.2. Les tolérances en milieu homogène sont inspirées de Van Dyck[2] (4%/4mm) et Schiapparelli[3] (2%/2mm pour les profils et tolérances variables par secteur pour le rendement en profondeur). Dans le cas des milieux hétérogènes, des tolérances de 5%/3mm ont été préférées. Les OF mesurés à zréf ont été comparés aux OF calculés avec des écarts attendus inférieurs à 2%.

Résultats

En milieu homogène, les différentes comparaisons de rendements en profondeur et profils par indice gamma montre un résultat moyen supérieur à 99% pour les énergies 9 et 12 MeV. En revanche pour les profils de dose du faisceau de 6MeV, l'indice gamma n'est supérieur à 99% que pour des critères de tolérance de 4%/4mm. Les résultats de comparaison mesure/calcul de dose ponctuelle présentent des



POSTERS

écarts inférieurs à 1%. En milieu hétérogène, les analyses des comparaisons calcul/mesure sont les suivantes :les résultats sont satisfaisants (gamma pass>99%) pour les 3 énergies avec la densité pulmonaire sur l'axe, pour les 9 et 12MeV avec la densité pulmonaire sur l'hémi faisceau, pour le 9MeV avec la densité osseuse sur l'axe du faisceau et sur l'hémi faisceau, pour le 12MeV avec les 2 densités os et poumons.

Conclusion

L'acceptabilité des résultats de comparaison calculs/mesures nous permet d'utiliser cet algorithme en situation clinique tout en respectant au minimum les critères de 2%2mm et 4%/4mm pour certaines configurations. Cependant, les limites de cet algorithme ont été démontrées pour le 6MeV en particulier pour des applicateurs de dimensions supérieures à 10 cm ainsi qu'en présence d'hétérogénéités.

- Mots-clés : algorithme, electron monte carlo
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100759/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-37

Hall d'exposition technique

PO-RT-37 Commissioning, quality assurance and initial experience of a Calypso® system: Geneva experience.

Giovanna Dipasquale (1)

1 - Hopitaux Universitaires de Genève (Suisse)

Introduction

The Calypso® system (Varian medical systems), that uses radiofrequency signals for wireless tumor localization (absolute or relative to a zero set on the day) and tracking during radiotherapy, was installed in Geneva in 2015. Since January 2016 it is used to treat prostate patients (pts) with dynamic edge gating (allows to set motion thresholds which disable radiation delivery if the beacons, representing the target, move outside these thresholds). Here we present our early experience with its use with prostate implanted beacons as well as commissioning results and daily quality assurance (QA).

Materials/Methods

For commissioning, specific tools were made available by the vendor. Furthermore our Rando® phantom was implanted with prostatic transponders to verify Calypso® versus cone beam computed tomography (CBCT) beacon's position and isocenter correspondence as well as to realize an end-to-end QA test (to export beacons info from CT scan, import etc). Commissioning QA involved checking: the system calibration and accuracy (isocenter Calypso® versus linac), the optical system monitoring the electro-magnetic array, the localization and tracking functionality, the dynamic edge gating, the correct creation of the reports and beam on radiation detection. Daily QA is performed with the QA fixture phantom and system calibration uses the Isocenter calibration fixture, both delivered with the system. Five patients with different targets are actually under treatment with volumetric modulated arc therapy plans (2 pts for whole prostate gland, 2 pts for pelvic lymph nodes + prostate and 1 pts for prostatic bed). Beacons are implanted with a trans-perineal procedure (not trans-rectal, as suggested by vendor). All patients are positioned supine with a feet immobilization and a knee cousin element on the dedicated Kevlar table top. Calypso® is first used to position the patient and to monitor CBCT image acquisition, for patient overall positioning, and after for patient tracking.

Results

Commissioning was made in half a day, with values within vendor's specifications (Calypso®-Linac isocenter < 0.1cm). Daily QA shows a stability of the system (over more than 50 days, Calypso®-Linac isocenter < 0.13cm). Concerning patients, no beacons implant complications was registered, nor transponder migration seen on CBCT images or detected by Calypso®, even after several weeks of treatment. All patients could be treated using "absolute" isocenter localization and tracking. Care was needed to position the array to avoid possible knee collisions if readjusting the patient or moving the table. When patient's bladder and rectal filling reproduce simulation conditions, only 5 minutes extra are necessary to the session for array positioning, tracking and imaging. Clearly, one patient is reproducible on a daily basis (within 0.3cm) and one patients shows a continuous drift of the tracking curve. Other patients do not present a distinct tracking curve behavior.

Conclusions

Overall Calypso® usage is easy and fast. A lower knee cousin will be used in the future to increase clearance between patient and array.

Calypso®, detecting intra-fraction prostate movements, is introducing in our department a new way to perceive organ motion.

- Mots-clés : nonradiographic localization/tracking systems, Calypso, prostate radiotherapy
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/100370/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-38

Hall d'exposition technique

PO-RT-38 Impact des paramètres d'acquisitions scanographique sur la courbe de correspondance Nombre CT ? Densité électronique

Mathieu Gonod (1), Frédéric Mazoyer (1), Igor Bessière (1), Suzanne Naudy (1)

1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)

Introduction

La courbe de correspondance entre Nombre CT et densité électronique relative (RED) est à la base du calcul dosimétrique. Celle-ci influe le nombre d'unité moniteur calculée lors d'une planification. Nous nous proposons d'étudier les variations de cette courbe engendrées par les différents paramètres d'acquisitions.

Matériels et Méthode

Nous utilisons un scanner Lightspeed RT16 (GE) à 120 KV. Le premier point a été de vérifier les performances du scanner grâce au fantôme d'eau (diamètre 32 cm) fourni par le constructeur. Répétabilité, reproductibilité, uniformité, bruit et Nombre CT de l'eau ont été explorés. Dans un second temps nous avons évalué les variations de Nombre CT dues aux différents paramètres d'acquisitions en utilisant le fantôme CIRS 062M possédant des inserts de densités électroniques variées. Les 2 géométries (diamètre 16 cm et 32 cm) ont été testées. Les paramètres suivant ont été étudiés pour les FOV (Field Of View) Large et Small : - Différences entre deux inserts de densité identique ; - Position de l'insert ; - Type d'acquisition : axiale ou hélicoïdale ; - Temps de rotation du tube : 0,8 s à 4 s ; - Epaisseur de coupe : 16x0,625 mm ; 16x1,25 mm ; 8x2,5 mm ; 4x3,75 mm ; - Intensité : 50 mA à 440 mA ; - Fantôme diamètre 32 cm et FOV Large vs Fantôme diamètre 16 cm FOV Small.

Résultats

Répétabilité : (Ecart type) $\sigma_{Large} < 0,3$ UH et $\sigma_{Small} < 0,2$ UH ; Reproductibilité : $\sigma_{Large} < 1,6$ UH ; Influence de la table : (Ecart maximal des Nombres CT) $\Delta_{MAX_Large} = 3,5$ UH et $\Delta_{MAX_Small} = 1,8$ UH ; Différence entre deux inserts de densités identiques : $\Delta_{MAX_Large} = 4,8$ (pour 750) UH et $\Delta_{MAX_Small} = 8,7$ (pour 1050) UH ; Variation en fonction de la position de l'insert : $\Delta_{MAX_Large} = 76,6$ UH et $\sigma_{Large} = 21,3$ UH ; $\Delta_{MAX_Small} = 27,1$ et $\sigma_{Small} = 8,9$ UH (insert de RED 1,7) ;

Type d'acquisition : Bruit supérieur en hélicoïdale (16,5 UH vs 11,6 UH) ; Intensité : Le bruit décroît quand l'intensité augmente ; $\Delta_{MAX_Large} = (6,8 \pm 1,5)$ UH et $\Delta_{MAX_Small} = (11,5 \pm 3,9)$ UH ; Temps de rotation : $\Delta_{MAX_Large} = 2,1$ UH et $\Delta_{MAX_Small} = 1,0$ UH ;

Epaisseur de coupe : $\Delta_{MAX_Large} = 27,6$ UH et $\Delta_{MAX_Small} = 6,5$ UH (insert RED 1,7) ;

Fantôme 32 cm FOV Large vs FOV Small : $\Delta_{MAX_Small} = 12,7$ UH (insert RED 1,7) ;

Fantôme 16 cm FOV Small vs FOV Large : $\Delta_{MAX_Small} = 62,5$ UH (insert RED 1,7) ;

Fantôme 32 cm FOV Large vs Fantôme 16 cm FOV Small : $\Delta_{MAX_Small} = 254,7$ UH (insert RED 1,7).

Conclusion

L'acquisition de référence pour la calibration de la courbe de densité électronique en fonction des Nombres CT paraît une étape délicate notamment à cause des variations dues à la position des inserts et du type de FOV. Nous remarquons que pour les RED supérieures à 1,1, des écarts important du nombre CT apparaissent. Une étude des implications dosimétrique a été commencée.

- Mots-clés : CT, Nombre, 062M, HU, UH, scanner, électronique, RED, densité
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/99884/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-39

Hall d'exposition technique

PO-RT-39 Sélection du scanner dosimétrique dans le cas des cancers broncho-pulmonaires

Mathieu Gonod (1), David Thibouw (1), Mélanie Gauthier (1), Karine Peignaux-Casanovas (1),
Suzanne Naudy (1)

1 - Centre Georges-François Leclerc, Dijon (France)

Objectif

Chercher l'image scanographique (CT) sur laquelle le calcul dosimétrique est le plus représentatif de la dose délivrée lors du traitement. La technique conformationnelle champs fixes (RC3D) a été étudiée.

Matériels et Méthode

Pour 5 patients atteints de cancers bronchiques non à petites cellules localement avancés (stade TNM IIIA à IV), des scanners avec prise en compte de la respiration (4DCT) ont été réalisés en plus d'un scanner hélicoïdal (CTRapide). 10 CT prenant chacun en compte une phase respiratoire différente (CTX) ainsi que les CT AIP (Average Intensity Projection) et MIP (Maximum Intensity Projection) ont été reconstruits. Les CTV et les organes à risques (OAR : Moelle, ?sophage, Trachée, C?ur, Poumon) ont été délinés sur chacun des CT par un seul médecin. La prescription était de 66 Gy en 33 fractions sur un PTV de 1 cm autour du CTV. Pour chaque patient, 2 dosimétries ont été réalisées : - RC3D sur CTRapide en utilisant les volumes définis sur CTRapide puis appliquée sur les CTX et le CTAIP - RC3D sur CTAIP en utilisant les volumes définis sur CTAIP puis appliquée sur les CTX et le CTRapide La moyenne des dosimétries calculées sur les CTX sera considérée comme correspondant au traitement et sera donc notre référence (DOSIREF). Les histogrammes dose/volume ont été exportés dans Excel et comparés à ceux des dosimétries sur CTRapide et CTAIP. Pour chaque structure délinéée, les écarts en termes de volume et en termes de dose ont été calculés entre « DOSIREF et calcul sur CTAIP ». Ils ont de même été calculés entre « DOSIREF et calcul sur CTRapide ». Ont été extraits de ces 4 populations : la moyenne des écarts, leur écart type, leur écart maximal, l'écart intégral et le volume ne recevant pas la dose attendue. Ces indices ont été comparés statistiquement suivant le test de Mann-Whitney.

Résultats

Tous les indices calculés sont inférieurs dans le cas de la comparaison entre « calcul sur DOSIREF et calcul sur CTAIP ». Tout patient confondu, tout organe confondu, 88,1% des écarts entre « DOSIREF vs calcul sur CTRapide » et « DOSIREF vs calcul sur CTAIP » sont significativement différents.

Conclusion

La combinaison des résultats fait que la dose calculée sur CTAIP est plus représentative de la dose délivrée dans le cas des traitements de cancers broncho pulmonaires quel que soit le volume cible ou à risque.

- Mots-clés : average, scanner, dosimetrie, aip, poumon
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/99881/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-40

Hall d'exposition technique

PO-RT-40 Configuration, validation et évaluation de l'algorithme de calcul de dose Acuros XB

Imène Birba (1), Sofia Zefkili (1), Laetitia Bernard (1)

1 - Institut Curie (France)

Objectifs

Le but de cette étude est d'implémenter des bibliothèques de données dosimétriques dans un algorithme de calcul de dose Acuros XB (développé par Varian) situé dans un système de planification de traitement, de valider ces bibliothèques et d'évaluer les performances de l'algorithme avec plusieurs tests afin qu'il soit utilisé en routine clinique.

Matériels et Méthodes

Acuros XB (AXB) est implanté dans le TPS Eclipse version 10. La méthodologie suivie est celle du rapport de l'ESTRO booklet n°7 pour le calcul de dose et d'unités moniteurs (UM) avec plusieurs niveaux de tests (niveau 1, 2 et 3 pour les techniques statiques non IMRT, et un test avec la technique RapidArc). Les tests de niveau 1 permettent d'évaluer AXB dans des configurations simples (champs carrés, rectangulaires) en termes de dose absolue et relative, les tests de niveau 2, vérifient la prise en compte des modificateurs de faisceaux (filtres en coin dynamiques, champs asymétriques), les tests de niveau 3, en utilisant la méthodologie de l'indice qualité, évaluent la modélisation de la distribution de la dose avec des hétérogénéités et la dose diffusé (avec petits champs complexes et block central) pour le 6 et 15MV. Enfin un test permet d'évaluer les performances d'AXB dans une configuration complexe (petits champs, variation du débit de dose, mouvement du MLC) avec la technique RapidArc. Les calculs de doses effectués par AXB sur le TPS Eclipse sont comparés à des mesures dites de références faites dans les mêmes conditions. Les tolérances fixées sont celles présentées dans les rapports de l'ESTRO n°7 (techniques statiques non IMRT) et n°9 (IMRT et RapidArc).

Résultats

Les calculs de doses faits par AXB sont en accords avec les mesures pour tous les niveaux de tests. Néanmoins quelques écarts entre les calculs et les mesures sont observés à l'interface eau-air, cependant plus faibles en comparaison avec ceux de AAA et PBC.

Conclusion

Acuros XB calcule et modélise précisément la dose dans les configurations simples, avec des modificateurs de faisceaux, avec la présence d'hétérogénéités pour les techniques d'irradiation statiques, et également pour une configuration plus complexe avec la technique RapidArc. Acuros XB sera utilisé comme algorithme de calcul de dose dans le TPS Eclipse à l'Institut Curie à Paris.

- Mots-clés : Contrôle qualité du TPS, Système de planification de traitement, Algorithme de calcul de dose, Equations de transports de Boltzmann, Acuros XB, RapidArc
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/98910/document>

Posters - Radiothérapie

Poster - PO-RT-41

Hall d'exposition technique

PO-RT-41 Utilisation d'un imageur Silicium Amorphe pour les traitements des Irradiations Corporelles Totales

Michel Rouzaud (1)

1 - Hopitaux Universitaires de Genève (Suisse)

Introduction

En 1994, afin d'améliorer la qualité des traitements d'irradiation corporelle totale et de diminuer la durée de chaque séance, nous avons développé une chaise pour mettre le patient en position semi-assise (cf. article en référence). En 2015, nous y avons intégré un système d'imagerie par matrice de silicium amorphe afin d'être encore plus précis et rapide.

Matériel et méthodes

La vérification du bon positionnement des caches pulmonaires était effectuée dans un premier temps par des films argentiques avec développement dans des bains puis par des cassettes numériques Kodak ACR-2000i. Le temps entre la réalisation de l'image et son développement était de l'ordre de 3 à 4 minutes. Lors du remplacement d'un accélérateur linéaire du service, nous avons récupéré la matrice de silicium amorphe de l'OBI. Celle-ci a été montée sur un dispositif mobile de porte automatique coulissante positionné sur un mur de la salle de traitement. Le déplacement de l'imageur dans et hors du faisceau s'effectue depuis le pupitre de commande. L'acquisition d'une image de qualité ne nécessite qu'un seul UM. Ce système d'imagerie a été couplé avec l'OBI du Linac ; le passage d'un système à l'autre se fait par l'intermédiaire d'un simple switch. Les images sont validées en temps réel au pupitre par le médecin puis exportées dans le R&V afin d'être archivées dans le dossier du patient.

Résultats

Avec ce nouveau système d'imagerie, la visualisation du positionnement correct des caches est plus rapide, de meilleure qualité et plus efficace qu'auparavant. Cette rapidité permet : de répéter les images pour un repositionnement optimal des caches, de répéter la vérification en cours ainsi qu'à la fin du traitement. La durée de la séance de traitement est réduite de 5 à 10 minutes en fonction du nombre d'images réalisées. Les images de contrôles sont par ailleurs accessibles dans le dossier informatique pour les colloques de révision des cas du service.

Conclusions

Ce système permet un meilleur positionnement des caches avant l'irradiation et surtout diminue la durée de la séance, avec pour conséquence un meilleur confort du patient. La prochaine étape consistera à blinder l'électronique de la matrice afin de pouvoir effectuer des images en mode ciné. Il est également possible de monter la matrice sur d'autres systèmes mobiles pour des contrôles dans d'autres configurations

Références

« Can a total body irradiation technique be fast and reproducible ? » - R. Miralbell and al. - IJROBP, Vol 29, No 5, pp 1167-1173, 1994

- Mots-clés : Contrôle Imagerie, Irradiation Corporelle Totale, Silicium Amorphe
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/98565/document>

Posters - Médecine nucléaire

Poster - PO-MN-01

Hall d'exposition technique

PO-MN-01 Mise en place du contrôle de qualité interne d'un préleveur automatique de F18 suivant l'arrêté de 2008.

Marie-Josephine Waryn (1), Lama Hadid Beurrier (1), Virginie De Beco (1), Anne Sophie Chipan (1)
1 - Hôpital Avicenne, Bobigny (France)

Introduction

La radiopharmacie de l'hôpital Avicenne s'est dotée en octobre 2015 du préleveur automatique de doses de médicaments radiopharmaceutiques marqués au F18 Unidose[®] de la marque TRASIS. Ce système prélève et mesure des doses qui vont être injectées aux patients. Il doit donc être contrôlé suivant l'arrêté du 25 novembre 2008 fixant les modalités des contrôles de qualité des installations de médecine nucléaire à visées diagnostiques.

Matériel et Méthode

Le préleveur automatique Unidose[®] est constitué de deux zones de mesure : une pour le réservoir qui contient toute l'activité réceptionnée du médicament et une pour la dose individuelle du patient contenue dans une carpule. Ces deux systèmes ont été étalonnés par le CERCA LEA pour les géométries de mesures utilisées en routine. Pour chaque système, nous allons réaliser le contrôle interne défini dans le point 5 de l'arrêté de 2008 à savoir la fidélité de la mesure, la reproductibilité des mesures, le volume d'isosensibilité, ainsi que la linéarité.

Résultats

La réalisation des contrôles de qualité du système Trasis est en partie automatisée (ou paramétrée dans le système), il est donc nécessaire au préalable de définir les sources de constance dans le logiciel. Pour la première zone de mesure c'est-à-dire le réservoir les mesures de fidélité, de reproductibilité et de linéarité montrent des écarts relatifs conforme aux critères d'acceptabilité. Le volume d'isosensibilité est de 3.5 cm entre la distance verticale de 0.5cm et 4 cm. Pour le second système de mesure qui détermine la dose injectée au patient, la réalisation des contrôles de qualité suivant l'arrêté de 2008 est plus complexe car il ne s'agit pas d'une chambre d'ionisation puits. La fidélité de mesure et la reproductibilité montrent des écarts relatifs conformes aux critères d'acceptabilité. L'évaluation de la linéarité de réponse du système et la détermination du volume d'isosensibilité sont en cours.

Conclusion

Notre retour d'expérience montre toute la particularité de ces systèmes entièrement automatisés ainsi que les limites du texte réglementaire. En effet l'utilisation d'un système de mesure difficilement accessible et qui n'est pas une chambre d'ionisation puit nous confronte à la difficulté des mesures suivant l'arrêté de 2008.

- Mots-clés : arrêté de 2008, F18, préleveur automatique
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102754/document>

Posters - Médecine nucléaire

Poster - PO-MN-02

Hall d'exposition technique

PO-MN-02 Impact de la modélisation des collections de charges pour la simulation des enregistrements par gamma-camera à semi-conducteurs CZT

Julien Jurczak (1) (2), Laetitia Imbert (1) (2) (3) (4), Gilles Karcher (1) (2) (5), Pierre-Yves Marie (1) (2) (6) (5)
1 - CHRU de Nancy, Service de Médecine Nucléaire (France), 2 - Plateforme d'imagerie expérimentale Nancyclotep (France), 3 - Institut de Cancérologie de Lorraine (France), 4 - CRAN, Université de Lorraine, CNRS UMR 7039 (France), 5 - Université de Lorraine, Faculté de Médecine (France), 6 - INSERM, U1116 (France)

Introduction

Les gamma-caméras à semi-conducteurs CZT, telle que la camera DSPECT (Spectrum Dynamics®), utilisent un principe de détection directe pour convertir les photons γ en signal électrique. La géométrie d'acquisition de la caméra DSPECT a déjà été modélisée avec la plateforme Monte-Carlo GATE [1], mais sans tenir compte des propriétés des détecteurs semi-conducteurs, en particulier des collections de charges incomplètes caractérisées par la présence d'une queue aux basses énergies [2]. L'objectif de cette étude était de modéliser cette propriété avec l'équation de Hecht [3] qui relie l'importance des charges collectées à la profondeur d'interaction des photons γ dans le cristal CZT.

Matériels et méthodes

L'équation de Hecht a été utilisée pour modéliser la réponse de chacun des 9216 cristaux CZT de la caméra DSPECT. Une comparaison des spectres en énergie obtenus par simulation et par enregistrements effectifs a été réalisée en utilisant une source de ^{99m}Tc placée dans l'air puis en présence d'un milieu diffusant (récipient cylindrique de 8,5 cm de diamètre).

Résultats

On observe une bonne concordance entre les spectres obtenus par simulation et par enregistrements effectifs, aussi bien dans l'air qu'en milieu diffusant. Il persiste toutefois une sous-représentation des interactions à faible énergie avec la simulation, par comparaison aux enregistrements effectifs, en particulier en milieu diffusant et dans la portion inférieure de la fenêtre d'enregistrement du pic photoélectrique du ^{99m}Tc (-7,5% et -3,6% d'interactions détectées à 126 keV pour respectivement, l'air et le milieu diffusant).

Conclusion

La modélisation des collections de charges permet de se rapprocher des conditions réelles d'enregistrement avec des spectres en énergie très proches de ceux effectivement observés avec les caméras CZT.

Références

[1] L. Imbert, E. Galbrun, F. Odille, et al. "Assessment of a Monte-Carlo simulation of SPECT recordings from a new-generation heart-centric semiconductor camera: from point sources to human images", *Phys. Med. Biol.*, vol. 60, pp. 1007-1018, 2015. [2] R. Redus, "Charge trapping in XR-100T-CdTe and -CZT detectors", Application note ANCZT-2 Rev.3, 2007. [3] L. Chen, YX. Wei, "Monte Carlo simulations of the SNM spectra for CZT and NaI spectrometers", *Appl. Radiat. Isot.*, vol.66, pp.1146-50, 2008.

- Mots-clés : spectrométrie, Hecht, détecteurs CZT, GATE, Carlo, Simulations Monte
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101781/document>

Posters - Médecine nucléaire

Poster - PO-MN-03

Hall d'exposition technique

PO-MN-03 Influence des paramètres de reconstruction sur la qualité d'images en TEP

Aymen Ben Abdennedi (1), Adrien Montrot (1), Bardia Farman (1)
1 - Hôpital La Timone, Marseille (France)

Introduction

La qualité des images en TEP est directement liée à l'algorithme de reconstruction utilisé. Les méthodes de reconstruction statistiques peuvent améliorer la qualité des images, via l'amélioration de la résolution spatiale. Cette amélioration peut modifier le contraste dans l'image et la mesure quantitative de SUV (standardized uptake value) dans les petites structures. Le but de cette étude est de déterminer la modification de SUV, du contraste, du coefficient de recouvrement et de la résolution spatiale en fonction des paramètres de reconstruction tel que le nombre d'itérations et de sous-ensembles d'une part, les corrections appliquées de l'autre.

Matériel et méthode

Les mesures de SUV (moyenne et maximale), du contraste, du coefficient de recouvrement et de la résolution spatiale ont été obtenues grâce à une acquisition sur le fantôme JASZCZAK Deluxe rempli d'une solution de FDG d'une activité de 22 MBq, sur une caméra TEP/TDM Discovery 710 GE®. Ces paramètres ont été étudiés en fonction des corrections appliquées lors de la reconstruction, intégrant la fonction de dispersion linéique (PSF) et l'application du temps de vol (TOF). Des comparaisons ont également été faites en fonction du nombre d'itérations et de sous-ensembles, OSEM (2,4 et 10 itérations, 1,12 et 24 sous-ensembles).

Résultats

Les résultats de reconstruction pour 4 itérations, 24 sous-ensembles, ont montré que la valeur de SUV moyenne intégrant la fonction TOF est réduite de 5.2 %, 2.1 % et 4.2 %, respectivement par rapport aux reconstructions non-TOF, PSF et TOF-PSF. Le SUV moyen intégrant PSF est réduit de 3% et 2%, respectivement par rapport aux reconstructions non-PSF et TOF-PSF. Cependant la valeur de SUV moyen est augmentée de 2% par rapport à la reconstruction l'intégrant la fonction TOF. La mesure de contraste est réduite de 80%, 75% et 45% par rapport à la valeur absolue attendue pour les reconstructions avec TOF, PSF et TOF-PSF respectivement. Le coefficient de recouvrement est amélioré avec la correction de TOF et PSF, cependant les améliorations deviennent moins importantes lorsque le diamètre de la sphère est grand. La mesure de la résolution spatiale avec la largeur à mi-hauteur au niveau de la grande sphère, est sous-estimée de 5.5%, 0.6% et 5.6%, respectivement pour les reconstructions TOF, PSF et TOF-PSF.

Conclusion

Les paramètres de reconstruction peuvent améliorer la qualité des images, cependant tout protocole de reconstruction d'images devrait être validé avant toute utilisation en routine ou recherche clinique.

- Mots-clés : PSF, SUV, Reconstruction, TEP, TOF
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/101148/document>

Posters - Radiologie / IRM / Ultrasons

Poster - PO-RD-01

Hall d'exposition technique

PO-RD-01 Dispositif expérimental pour la validation des mesures de flux 2D/4D par IRM

Ramiro Moreno (1) (2), Anou Sewonu (1) (2), Olivier Meyrignac (3)

1 - Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires, Toulouse (France), 2 - ALARA Expertise, Strasbourg (France), 3 - Radiologie, CHU de Toulouse (France)

Introduction

L'IRM est aujourd'hui utilisée en routine clinique pour évaluer les conditions d'écoulement sanguin au niveau du coeur et des artères. Les applications sont évidentes mais sont basées sur des évaluations très dépendantes des paramètres de séquence. Avec l'avènement des séquences IRM 4D FLOW, les limites en termes de temps d'acquisition forcent à dégrader la qualité des mesures de vélocimétrie et devient donc nécessaire de valider les séquences cliniques à l'aide d'un dispositif expérimental dont les conditions d'écoulement sont parfaitement maîtrisées.

Matériel et méthodes

Une pompe compatible IRM fait circuler dans un fantôme en circuit fermé un fluide à viscosité 4 cPoi (tel que le sang dans la grande circulation). Le système est équipé d'un détecteur à ultrasons indépendant de la pompe. Plusieurs régimes de flux (BPM) et paramètres de séquence sont évalués. Les mesures sont comparées aux références.

Résultats

Les mesures 2D et 4D sont différentes pour les cas où la coupe 2D n'est pas perpendiculaire au flux sanguin. Les mesures 4D sont plus fiables si les voxels sont isotropes et ne dépassent pas 3 mm pour des mesures sur l'aorte

Conclusion

Des mesures fiables peuvent être effectuées pour des temps d'acquisitions encore trop longs (> 25 min) pour l'introduction de ces applications en pratique clinique. Les limites actuelles sont la grande disparité des techniques utilisées pour l'échantillonnage mais surtout par le manque de mesures d'assurance qualité qui définissent l'utilisation optimale de cette méthode d'analyse lors des applications cliniques spécifiques. Le dispositif expérimental permet de mettre au point et valider les séquences IRM 4D FLOW.

- Mots-clés : cardio vasculaire, 4D FLOW, IRM
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102787/document>

Posters - Radiologie / IRM / Ultrasons

Poster - PO-RD-02

Hall d'exposition technique

PO-RD-02 Mise en place d'un registre dosimétrique en scanographie

S. Fayolle (1), S. Amir (1), L. Gonzalez Mendez (1), A. Noel (2), H. Miloudi (1), I. Rousselle (1), F. Dufay (1)

1 - Pôle de Physique Médicale, Maxéville (France), 2 - Centre de Recherche en Automatique de Nancy (France)

Introduction

Cette étude vise à proposer un registre dosimétrique en scanographie adulte qui distingue les scanners équipés ou non de la reconstruction itérative. Les examens d'intérêt sont ceux concernés par l'arrêté NRD du 24/10/2011 ainsi que sept autres examens fréquemment réalisés en routine clinique (sinus, rochers, dentascanner, TSA, rachis cervical, arthroscanner d'épaule et scanopelvimétrie).

Matériel et méthodes

Les données étudiées ont été recueillies au cours des années 2013 à 2015, sur 167 scanners de marques et modèles différents, dont 115 étaient équipés de la reconstruction itérative. Pour chaque examen, la médiane, le 75^e et 25^e centile ainsi que leur rapport 75^{ème}/25^{ème} ont été déterminés à partir de la distribution des valeurs relevées pour l'IDSV et le PDL. Une comparaison avec les valeurs réglementaires figurant dans l'arrêté NRD de 2011 et celles issues du dernier bilan 2011-2012 de l'IRSN a été établie.

Résultats

L'accroissement du nombre de scanners équipés de la reconstruction itérative contribue, pour les examens NRD, à une diminution moyenne de 24% pour l'IDSV et de 21% pour le PDL. La prise en compte de cette spécificité technologique semble ainsi primordiale pour l'établissement du registre dosimétrique.

Conclusion

Dans l'attente d'une mise à jour des NRD, les professionnels de santé sont donc en mesure de situer leurs pratiques et de cibler les protocoles à optimiser.

Références

- [1] Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012. Rapport PRP-HOM N°2014-6.
- [2] Etard C, Sinno-Tellier S, et Aubert B. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007. Rapport IRSN-InVS 2010.
- [3] Schmidt C.W. CT scans : Balancing Health Risks and Medical Benefits. Environ Health Perspect 2012;120:A118-A121.
- [4] Walsh L, Shore R, Auvinen A, Jung T, Wakeford R. Risks from CT scans ? what do recent studies tell us? J Radiol Prot 2014;34:E1-E5.
- [5] Arrêté du 24 octobre 2011 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Journal Officiel de la République Française du 14 janvier 2012.
- [6] Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Bilan 2011-2012. PRP-HOM/2014-9.

- Mots-clés : PDL, IDSV, NRD, Scanographie, Reconstruction itérative
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102586/document>

Posters - Radiologie / IRM / Ultrasons

Poster - PO-RD-03

Hall d'exposition technique

PO-RD-03 Variation in head and trunk staff exposure to magnetic fields in 1.5T interventional MRI

Antoine Delmas (1) (2), Nicolas Weber (1) (2), Pierre-André Vuissoz (1) (2), Elodie Breton (3), Afshin Gangi (4) (3), Jacques Felblinger (1) (2) (5), Cédric Pasquier (1) (2)

1 - U947 (France), 2 - Imagerie Adaptative Diagnostique et Interventionnelle, Nancy (France), 3 - Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie, Illkirch (France), 4 - Interventional Radiology (France), 5 - CIC-IT Nancy (France)

Purpose

Percutaneous procedures, such as thermal ablations or biopsies, are increasingly performed under real-time MRI-guidance. During the interventional MRI procedure, physicians are continuously exposed to electromagnetic fields (EMF) generated by the MRI scanner, during the active MRI-guided insertion as well as during "passive" times such as higher resolution 3D acquisitions or therapy. The European union has suggested electromagnetic field (EMF) threshold values to not be overtaken [1]. These values require EMF assessment methods, thus, in a previous study, EMF exposition variation between head and trunk have been observed in a 3T clinical MRI [2]. We now want to focus on these variations for interventional MRI staff.

Material and method

An in house developed MR exposimeter [3] has been designed allowing 3D monitoring of magnetic field, and storage of the information at a 60Hz sampling rate for a complete working day. Two MR exposimeters were placed simultaneously on the headband of ear defender and the "thoracic pocket" of two interventional MR radiologists at 1.5T. Physicians were monitored during two tumor cryo-ablations that lasted about 3 hours each. Magnetic field normalized vector is used to compare MR exposure. Exposure curves and comparative measurements were performed: mean, peak and cumulative (time integration) assessment of magnetic field (B) and time derivative magnetic field (dB/dt).

Results

Comparison of head and trunk exposures are shown in Table 1. Higher peak exposure is seen for the head (red curves) than for the trunk during active needle insertion, while during wait times higher trunk exposure is measured. Overall, a higher mean of exposure is found for trunk than for head.

Conclusion and discussion

In this study, as expected and shown in 3T [2], the head is exposed to greater magnetic field during staff motion in the vicinity of the bore. Indeed during needle Introduction, the radiologist bends inside the bore leading to higher head exposure peaks. While during wait times when physician stand next to the bore, their trunk is directly inside magnetic field lines explaining its higher exposition compared to the head. These wait times are specific to the interventional MRI staff compared to clinical MRI staff that directly leaves the room after patient setup. Therefore, global exposure (mean and cumulative values) measured for the trunk is higher in interventional MRI when the opposite tendency was found in 3T clinical staff [2]. These tendencies are expected to vary with physician height and posture. This is why monitoring both

POSTERS

head and trunk magnetic field exposures seems better than a unique trunk assessment. Indeed ear defenders wore by staff during interventional MRI appears as an optimal support for head MR exposimeter devices.

	Radiologist1 Head	Radiologist1 Trunk	Radiologist2 Head	Radiologist2 Trunk
B mean (T)	0.125	0.196	0.102	0.207
B peak (T)	1.340	1.188	1.438	1.466
B cumulative (T.min)	22.647	36.469	17.233	38.176
dB/dt mean (T/s)	-9.948E-06	-7.078E-05	7.958E-05	-7.594E-06
dB/dt peak (T/s)	2.151	0.934	1.500	1.706
dB/dt cumulative (T/s.min)	5.213E-14	2.356E-14	6.546E-14	-4.607E-15

Table1. Comparison between head and trunk magnetic field assessment for two interventional MR radiologist at 1.5T.

- Mots-clés : 2013/35/UE, static magnetic field measurement, MRI workers exposure
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102501/document>

Posters - Radiologie / IRM / Ultrasons

Poster - PO-RD-04

Hall d'exposition technique

PO-RD-04 Tomosynthèse mammaire : évaluation de la dose et de la qualité image sur différents systèmes

Karen Lynda Fezzani (1), Julie Sage (1), Isabelle Fitton (2), Lama Hadid (3), Aurélie Moussier (4),
Noëlle Pierrat (5), Antoine Martineau (6), Cécile Etard (7)

1 - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Fontenay-aux-Roses (France), 2 - CIC-HEGP, Paris (France), 3 - Hôpital Jean Verdier, Bondy (France), 4 - Institut Gustave Roussy, Villejuif (France), 5 - Institut Curie, Paris (France), 6 - Hôpital Saint-Louis, Paris (France), 7 - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Fontenay-aux-Roses (France)

Introduction

La tomosynthèse offrirait un gain en sensibilité et en spécificité dans le cadre de la détection des cancers du sein, du fait, notamment, de la réduction de la superposition des tissus par rapport à la mammographie (2D). La tomosynthèse est déjà mise en œuvre dans de nombreux services en France et les autorités semblent envisager son introduction dans le cadre du dépistage organisé du cancer du sein dans les années à venir. A l'instar de ce qui a été fait en mammographie, des protocoles de contrôle de qualité doivent être développés pour cette technique. Ceci nécessite une meilleure connaissance des différents systèmes de tomosynthèse et des fantômes proposés par les industriels.

Matériel et méthodes

Le but de cette étude est, d'une part de comparer différents systèmes de tomosynthèse en termes de dose et de qualité image, et d'autre part d'évaluer plusieurs fantômes qui pourraient être recommandés dans le cadre du contrôle de qualité interne de ces installations (réglementaire ou non). Cinq hôpitaux permettent d'inclure dans cette étude trois marques de systèmes. Sept fantômes différents sont évalués. Pour ce qui concerne la réponse des systèmes, la dose glandulaire moyenne et la différence du signal rapporté au bruit (SDNR) sont déterminés pour différentes épaisseurs de PMMA. En terme de qualité image, les images reconstruites sont analysées pour établir, suivant les caractéristiques des fantômes considérés, le score global de l'image, la résolution spatiale, la distorsion géométrique et l'homogénéité.

Résultats

Les résultats préliminaires en termes de dose et de qualité image des différents systèmes évalués pour différents modes d'acquisition seront présentés. La sensibilité des différents fantômes en fonction du niveau de dose sera également discutée.

Conclusion

La grande variété des conceptions de ces systèmes laisse présager une grande variabilité de leur comportement en termes de qualité des images et de dose en fonction de l'épaisseur du sein. Une attention particulière doit être portée au surcroît de dose. Des travaux au niveau national sur le contrôle de qualité des systèmes de tomosynthèse doivent débuter sans tarder afin de pouvoir encadrer le développement de cette technique. Les résultats de cette étude permettront d'alimenter ces réflexions.

- Mots-clés : Qualité Image, Dose, Mammographie, Tomosynthèse
- Lien web : <http://sfpm-js2016.sciencesconf.org/102196/document>