ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/378976532

Traitement du cancer de la prostate

Book · March 2024

CITATIONS
0

READS
444

1 author:

Abbood Abbas Abbood
Ministry of Health, Iraq
17 PUBLICATIONS **7** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Abbood Abbas Abbood on 15 March 2024.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Traitement du cancer de la prostate

Cette thèse se compose de 49 pages, 19 figures représentatives et 3 tableaux illustratifs. Le but de l'étude est : l'utilisation de doses de rayonnement élevées pour tuer le cancer de la prostate en gardant sur les cellules normales sont la vessie, le rectum, le fémur gauche, le fémur droit, et les os. Et une analyse comparative des méthodes d'irradiation du cancer de la prostate. Le sujet de l'étude est le traitement du cancer de la prostate par les méthodes VMAT-SIB et IMRT-SIB. Les résultats de l'étude sont : le traitement du cancer de la prostate avec l'utilisation des méthodes VMAT-SIB et IMRT-SIB sont des traitements plus efficaces, des doses de rayonnement totales plus élevées, un temps de traitement total plus court, en même temps que de faibles effets secondaires sur les tissus normaux, et les doses de rayonnement totales ont été calculées efficacement par le modèle quadratique linéaire (LQ). Cette thèse est composée de trois chapitres avec une introduction. La description suivante montre les principaux contenus de chacun d'eux. Chapitre un : Décrit le cancer de la prostate Chapitre deux : Décrit la radiothérapie, détaillant ses concepts de base et son principe de fonctionnement, et Détaillant la planification du traitement et les méthodes qui sont SIB-IMRT, SIB-VMRT, et le modèle linéaire quadratique. Chapitre trois : les résultats pratiques et la discussion. Enfin, les références

Master (physique médicale/radiothérapie), université d'État de Biélorussie, 2021.
Licence (physique/physique médicale), Université de Diyala, 2018.

9 786204 996950

EDITIONS NOTRE SAVOIR

Traitement du cancer de la prostate

Abbood Abbas Abbood

Abbood Abbas Abbood

Traitement du cancer de la prostate

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Abbood Abbas Abbood

Traitement du cancer de la prostate

FOR AUTHOR USE ONLY

ScienciaScripts

Imprint
Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

This book is a translation from the original published under ISBN 978-620-4-98395-0.

Publisher:
Sciencia Scripts
is a trademark of
Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group
str. A.Russo 15, of. 61, Chisinau-2068, Republic of Moldova Europe
Printed at: see last page
ISBN: 978-620-4-99695-0

Copyright © Abbood Abbas Abbood
Copyright © 2022 Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group

FOR AUTHOR USE ONLY

Je suis Abbood Abbas Abbood spécialiste en physique médicale spécialisée en radio-oncologie et maîtrise en radiothérapie. Dans mon domaine, j'ai des années d'expérience. Mon étude sur (La radiothérapie peut-être pour le traitement du covid-19) a été choisie parmi Global research on coronavirus disease (COVID-19) pour accélérer les diagnostics, les vaccins et les thérapeutiques pour ce nouveau coronavirus par l'OMS.

J'ai obtenu mon diplôme de licence dans la spécialité de la physique/physique médicale en radio-oncologie spécialisée à l'Université de Diyala, en Irak. Plus tard, j'ai obtenu une maîtrise en physique médicale/radiothérapie de l'Institut environnemental international Sakharov de l'Université d'État du Belarus (ISEI BSU), au Belarus.

En termes de publication, j'ai plus de cinq articles de recherche publiés dans différentes revues scientifiques.

Pour les conférences et les ateliers, j'ai plus de 25 certificats pour des conférences, des séminaires et des ateliers. De même, j'ai obtenu plus de 100 certificats pour des cours, des certificats en (radiothérapie, protonthérapie, radioprotection, IRM, CT scan, imagerie en médecine, médecine, physique, méthodes d'enseignement, e-learning, histopathologie, google, etc). Dernièrement et en raison du nouvel intérêt scientifique, j'ai publié deux articles sur le COVID-19 : un traitement pour le COVID-19, un diagnostic pour le COVID-19. Mon livre sur les positions de radiographie de contraste (rayons X de contraste) publié en sept langues : anglais, allemand, espagnol, français, italien, portugais et russe.

FOR AUTHOR USE ONLY

Le résumé de ma thèse (The Use of Accelerated Fractionation Methods for Irradiation of Prostate Cancer : VMAT-SIB et IMRT-SIB) a été publié dans le European Journal of Molecular & Clinical Medicine (ISSN 2515-8260 Volume 08, Issue 03, 2021).

Remerciements

Merci beaucoup, Dr. Natalie Savastenko.

Merci beaucoup, Dr. Nadezhda Goncharova.

Merci beaucoup, Dr. Maksim Piatkevich.

Merci à mon superviseur de m'avoir donné des informations sur la radio-oncologie.

Merci au recteur, au doyen, au chef du département de physique médicale et au professeur de l'université.

Merci à mon père et à ma mère avec beaucoup d'amour pour tous les deux.

Merci à tous les membres de ma famille.

Merci à mes amis.

Merci à tous les membres de l'université.

Merci à tous ceux qui m'ont aidé dans cette aventure.

FOR AUTHOR USE ONLY

Liste des contenus

CHAPITRE 1..... 8
THÉORIQUE DU CANCER DE LA PROSTATE..... 8
CHAPITRE 2..... 14
RADIOTHÉRAPIE 14
CHAPITRE 3..... 34
RÉSULTATS ET DISCUSSION..... 34

FOR AUTHOR USE ONLY

Description générale des travaux

Cette recherche comprend 51 pages, 19 figures représentatives et 3 tableaux illustratifs. L'objectif de l'étude est : l'utilisation de doses de rayonnement élevées pour tuer le cancer de la prostate en gardant sur les cellules normales sont la vessie, le rectum, le fémur gauche, le fémur droit, et les os. Et une analyse comparative des méthodes d'irradiation du cancer de la prostate.

Le sujet de l'étude est : le traitement du cancer de la prostate par les méthodes VMAT-SIB et IMRT-SIB.

Les résultats de l'étude sont les suivants : le traitement du cancer de la prostate avec l'utilisation des méthodes VMAT-SIB et IMRT-SIB sont des traitements plus efficaces, des doses de rayonnement totales plus élevées, une durée de traitement totale plus courte, en même temps que de faibles effets secondaires sur les tissus normaux, et les doses de rayonnement totales ont été calculées efficacement par le modèle quadratique linéaire (LQ).

Cette thèse est composée de trois chapitres avec une introduction. La description suivante montre le contenu principal de chacun d'eux.

Chapitre un : description du cancer de la prostate

Chapitre 2 : Décrit la radiothérapie, en détaillant ses concepts de base et son principe de fonctionnement, et Détaille la planification du traitement et les méthodes qui sont IMRT, VMAT, SIB, SIB-IMRT, SIB-VMRT, et le modèle linéaire quadratique.

Troisième chapitre : les résultats pratiques et la discussion avec les conclusions et les recommandations. Enfin, les références.

FOR AUTHOR USE ONLY

Introduction

Depuis le début de son utilisation en médecine, la radiologie vise à introduire un meilleur traitement, un diagnostic plus précis et la prévention des maladies. L'utilisation des radiations en médecine a commencé il y a près d'un siècle, dans le cadre de procédures médicales dans des hôpitaux contenant des équipements de radiothérapie. La radiologie a été découverte en 1895 par le scientifique allemand Roentgen, après quoi les radiations ont été utilisées pour la radiothérapie externe, l'une des méthodes permettant de traiter les tumeurs à l'aide de rayons X à haute énergie. Il a été le premier médecin américain à utiliser les rayons X pour traiter le cancer à partir de 1896. L'expérience a commencé à (Chicago) pour l'utilisation médicale des rayons X. La première tentative de traitement du cancer par rayons X a été réalisée par (Victor Despeignes). Victor Despeignes est un médecin français qui a utilisé la radiothérapie sur un patient atteint d'un cancer de l'estomac en 1896. Après cela, en 1970, la véritable utilisation de la radiothérapie a commencé lorsque la scientifique canadienne (Vera Peters) a utilisé le système de rayonnement 60Co (cobalt-60) pour réduire la douleur, réduire la taille de la tumeur et utiliser la dose de rayonnement pour traiter les tumeurs (Beyzadeoglu et al., 2010).

FOR AUTHOR USE ONLY

Le rayonnement est simplement une transmission d'énergie à partir d'une source par des ondes ou des particules. Ces rayonnements sont divisés en deux parties : les rayonnements de non-ionisation et les rayonnements d'ionisation (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Website ANS 2020).

Le rayonnement d'ionisation est divisé en deux parties : l'ionisation directe et l'ionisation indirecte. Les rayonnements d'ionisation directe et indirecte sont utilisés dans le traitement du cancer en fonction des doses de rayonnement (Podgorsak, 2005).

Types de rayonnement d'ionisation (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Site Web ANS 2020) - Rayonnement de non-ionisation : ce type de rayonnement ne peut pas ioniser les atomes qui le traversent, comme la lumière visible ou l'infrarouge ou les micro-ondes et autres.

Rayonnement d'ionisation :

Le rayonnement d'ionisation est utilisé dans le traitement du cancer. Le rayonnement d'ionisation est effectué avec un rayonnement de haute énergie qui ionise le milieu dans lequel il passe en raison de la collision du faisceau avec le milieu des atomes pour conduit à

l'expulsion de certains électrons des atomes et la formation d'ions dans le milieu. Ces rayons comprennent des particules élémentaires telles que des électrons, des protons, des neutrons et des photons. Comme le montre la figure 1 :

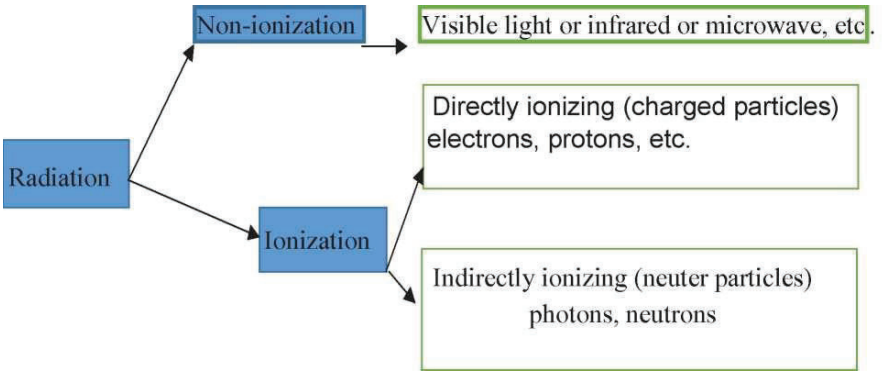


Figure 1 - Classification du rayonnement d'ionisation (Podgorsak, 2005)

Types de rayonnement d'ionisation :

Alpha, bate, Gamma, rayons X, protons et neutrons (Website ANS 2020), comme le montre la figure 2 :

FOR AUTHOR USE ONLY

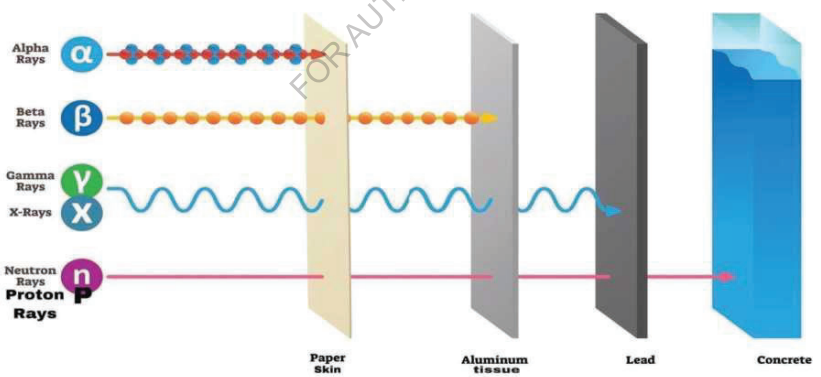


Figure 2 - Formes des poutres (Site Web ANS 2020)

La radiothérapie par ionisation est un élément très important du traitement efficace des patients souffrant de différents types de cancer, avec moins d'effets secondaires sur les tissus environnants et les organes normaux, et c'est une véritable méthode avancée pour les patients.

avec un cancer de la prostate. La radiothérapie ionisante est effectuée par un appareil à l'extérieur, puis un faisceau dirigé vers la prostate, cette méthode est appelée (rayonnement externe). Ou via le Nano RX ou en plaçant des matériaux radio-isotopes via de fins tubes en plastique à l'intérieur de la zone affectée par la prostate, ces méthodes sont appelées (rayonnement interne).

Aujourd'hui, la radiothérapie est considérée comme l'une des techniques les plus avancées et les meilleures que la radiothérapie traditionnelle. Les techniques modernes utilisées en radiothérapie sont (la radiothérapie à modulation d'intensité, la radiothérapie à modulation volumétrique et la méthode de stimulation intégrée simultanée), qui sont des techniques avancées pour le traitement de divers carcinomes et utilisent davantage de doses de rayonnement sur la tumeur sans affecter les tissus sains (Hysing et al., 2008). Le traitement par radiations est effectué pour le cancer de la prostate (rouge) et les tissus normaux (vert) comme le montre la figure 3 :

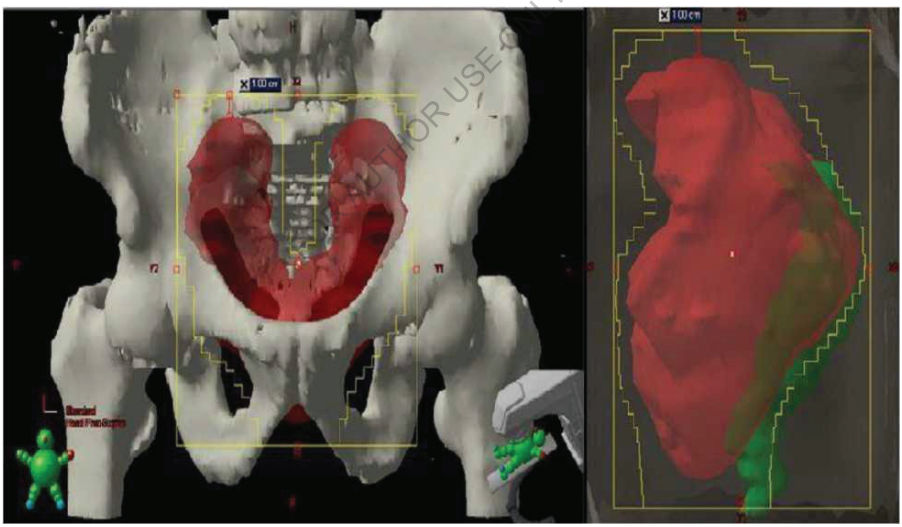


Figure 3 - Radiothérapie pour le cancer de la prostate (Hysing et al., 2008)

CHAPITRE 1
THÉORIQUE DU CANCER DE LA PROSTATE

1.1 Introduction

T ce chapitre traite du cancer de la prostate et de son anatomie. Il a été rédigé pour expliquer les symptômes, le diagnostic et le traitement du cancer de la prostate.

1.2 Cancer de la prostate

Le cancer de la prostate survient lorsque des cellules anormales se forment dans la prostate. C'est un type de cancer qui se développe dans une partie particulière du corps, dans les glandes prostatiques. Ces cellules peuvent continuer à se reproduire de manière incontrôlée et parfois se propager à l'extérieur de la prostate, vers les parties proches comme la vessie, le rectum et la tête fémorale. Elles peuvent également se propager à l'extérieur de la prostate, dans les os, la poitrine et d'autres zones. La prostate est une petite glande en forme de noix située chez l'homme qui produit le sperme, lequel nourrit et transporte les spermatozoïdes. En général, le cancer de la prostate est une maladie à croissance lente. La plupart des hommes atteints d'un cancer de la prostate à faible score ont vécu de nombreuses années sans aucun symptôme et sans que la maladie ne se propage et ne constitue une menace pour leur vie. Toutefois, la maladie se propage très rapidement et peut être fatale. Le taux de découverte de la maladie diffère dans le monde, puisqu'il est moindre en Asie du Sud et de l'Est qu'en "Europe" et aux "États-Unis" notamment. Le cancer de la prostate est le plus fréquent chez les hommes de plus de cinquante ans. Au niveau mondial, le cancer de la prostate est considéré comme le sixième type de cancer. Il est la deuxième cause de décès aux États-Unis d'Amérique. Le cancer de la prostate est l'un des types de cancer les plus courants chez les hommes. Il peut être angoissant et stressant d'obtenir un résultat médical confirmant un cancer de la prostate, non seulement parce qu'il s'agit d'une maladie potentiellement mortelle, mais

FOR AUTHOR USE ONLY

aussi parce que le traitement du cancer de la prostate peut entraîner certains effets secondaires, notamment des problèmes de régulation de la vessie et d'impuissance (dysfonctionnement érectile masculin). Et lorsque les approches de dépistage et les options de traitement du cancer de la prostate sont disponibles, elles se sont considérablement améliorées ces dernières années. Le développement du cancer de la prostate reste généralement limité à l'intérieur de la glande prostatique uniquement. Les dégâts ne sont pas particulièrement importants et dangereux. Alors que certaines formes de cancer de la prostate se développent modérément et ne nécessitent qu'un traitement minimal. Ou bien il n'est pas nécessaire de traiter la prostate du tout. D'autres types de cancer de la prostate peuvent être féroces et se propager rapidement (Thomas Jr, 2014 ; Stone et Crawford, 2015).

Le système de l'échelle de Gleason est utilisé pour évaluer le pronostic des hommes atteints d'un cancer de la prostate à partir d'échantillons provenant de la biopsie de la prostate. Il s'est transformé en une stratégie de stadification du cancer de la prostate qui aide au diagnostic et guide le traitement. Les tumeurs dont le nombre de degrés sur l'échelle de Gleason est plus élevé sont plus dangereuses et leur diagnostic est plus mauvais (site Web American cancer society, 2017a). Les degrés du patient vont de 1 à 10, un degré plus élevé indiquant un risque accru et une mortalité plus élevée. Elle utilise des chiffres de 1 à 5 en fonction de la mesure dans laquelle les cellules du tissu cancéreux apparaissent comme du tissu prostatique normal au microscope. C'est ce qu'on appelle le système de l'échelle de Gleason. Les degrés 1 et 2 ne sont pas souvent utilisés dans les biopsies - la plupart des spécimens de biopsie sont de degré 3 ou plus (site Web American cancer society, 2017a).

FOR AUTHOR USE ONLY

- Si la tumeur est de même degré (par exemple, degré 3), alors l'échelle de Gleason sera de 3+3 =6.
- Les cancers avec un degré de 7 sont un score de Gleason pour 3+4 =7 ou un score de Gleason pour 4+3 =7 : un score de Gleason pour 4+3 =7 est probable lorsque la tumeur se développe et se propage davantage à partir d'un degré 3+4 =7. Mais ce n'est pas aussi probable qu'une tumeur de Gleason 8.
- Une échelle de Gleason pour les degrés 9-10 signifie que la tumeur se développe et se propage plus rapidement qu'un score de Gleason pour le degré 8.

Lorsqu'il y a une augmentation de l'échelle de Gleason, cela signifie que la tumeur se

développe et se propage rapidement (site Web American cancer society, 2017a).

Le cancer qui a commencé au niveau de la prostate et s'est propagé à une autre partie du corps est un cancer avancé de la prostate. On l'appelle souvent cancer de la prostate métastatique. Il s'agit du type de cancer métastatique qui repose sur la méthode de stadification d'un diagnostic de cancer de la prostate (site Web Cancer Research UK (2019)).

Un système de stadification est une méthode standard permettant à une équipe de soins du cancer de décrire la tumeur qui s'est propagée. Un système de détermination des stades du cancer de la prostate plus largement utilisé est le système TNM (AJCC). Il permet de déterminer le danger du cancer et de définir une meilleure façon de le traiter. Le système de stadification est utilisé pour décrire la quantité et la propagation du cancer dans le corps d'un patient en utilisant la méthode TNM (site Web American cancer society 2019b ; site Web cancer research UK 2019).

Il existe plusieurs façons de diviser les tumeurs afin de pouvoir déterminer le stade de la maladie, puis de donner le traitement approprié selon la méthode TNM (site Web American cancer society 2019b ; site Web cancer research UK (2019)) :

> La taille de la tumeur est symbolisée par T.
> L'état des ganglions lymphatiques (Lymph Nodes), symbolisé par N.
> Les métastases ou l'étendue des métastases dans d'autres parties du corps (Métastases) symbolisées par M.

FOR AUTHOR USE ONLY

Après examen du tissu prostatique et des ganglions lymphatiques, il est possible de connaître avec précision la taille et l'emplacement de la tumeur et de savoir si les ganglions lymphatiques contiennent ou non des cellules cancéreuses. L'étendue de la propagation de la tumeur peut être connue lorsque toutes ces informations sont obtenues. Les tumeurs de la prostate sont divisées en stades (site web American cancer society 2019b ; site web cancer research UK (2019)) :

> Stade 1 : Dans ce stade, la tumeur se trouve uniquement dans la prostate. Ce stade ne s'accompagne de l'apparition d'aucun symptôme de la maladie du cancer de la prostate.
> Stade 2 : à ce stade, la tumeur peut se trouver dans la prostate et être cancéreuse uniquement dans le rectum, et il n'y a pas de signe de propagation de la maladie au-delà de la prostate.

- > Stade 3 : à ce stade, le cancer commence à scier en dehors de la prostate, dans les tissus environnants.
- > Stade 4 : Dans ce stade : où le cancer scie en dehors de la prostate. Que ce soit vers les ganglions lymphatiques ou dans les os, le bassin, la colonne vertébrale, et autres.

1.3 Symptômes du cancer de la prostate

1.3.1 Symptômes du cancer de la prostate (Thomas Jr, 2014 ; Stone et Crawford, 2015 ; site Web NIH National cancer institute) :

Aux premiers stades du cancer de la prostate, aucun symptôme ne peut apparaître, bien que les symptômes précoces du cancer de la prostate puissent inclure :

- > Difficulté à uriner
- > Écoulement lent et interrompu de l'urine
- > Mictions fréquentes, surtout la nuit > Incontinence urinaire (pipi au lit).

1.3.2 Les symptômes du cancer avancé de la prostate sont les suivants (Thomas Jr, 2014 ; Stone et Crawford, 2015 ; site Web NIH National cancer institute) :

- > Présence de sang dans les urines.
- > Douleur pendant la miction.
- > Douleur au bas du dos ou au pelvis.

Ces symptômes sont également présents chez les hommes atteints d'hyperplasie bénigne de la prostate.

FOR AUTHOR USE ONLY

1.4 Diagnostic du cancer de la prostate

Types de diagnostic du cancer de la prostate (Thomas Jr, 2014 ; Stone et Crawford, 2015 ; Site web NIH National cancer institute) : analyse du sang (PSA) :

C'est pour détecter le cancer de la prostate.

Examen rectal :

Il est réalisé au moins une fois par an pour les hommes de plus de quarante ans.

Ultrasons :

Il est possible de voir la prostate, de déterminer la taille de la prostate, de déterminer la présence de tumeurs dans la prostate.

Biopsie de la prostate :

La plupart des contrôles importants pour le diagnostic du cancer de la prostate.

Tomographie par ordinateur (CT scan) :

Le but de cette radiographie est de diagnostiquer la propagation du cancer de la prostate à d'autres organes tels que les os, les ganglions lymphatiques, le foie, etc.

Scanner osseux :

Son objectif est de diagnostiquer le cancer de la prostate dans l'os.

Imagerie par résonance magnétique (MRT) :

Il est moins utile pour vérifier le cancer de la prostate.

FOR AUTHOR USE ONLY

1.5 Anatomie du cancer de la prostate

La prostate est la glande reproductrice masculine située dans la partie inférieure de l'abdomen, dans le bassin, sous la vessie, entourant la partie supérieure de l'urètre. La prostate assure la sécrétion du sperme avec la glande bulbo-urétrale, qui nourrit les spermatozoïdes. Les spermatozoïdes sont produits dans les testicules. La prostate est entourée d'un réseau de veines, de glandes lymphatiques et de vaisseaux sanguins (site Web NIH National cancer institute).

Glandes prostatiques : tendances en anatomie dans :

Supérieur : vessie, vésicule séminale et rectum.

Médial : ganglions lymphatiques, Inférieur : Uréthra, pénis et testicule.

A gauche : tête fémorale, à droite : tête fémorale, comme le montre la figure 4 ci-dessous :

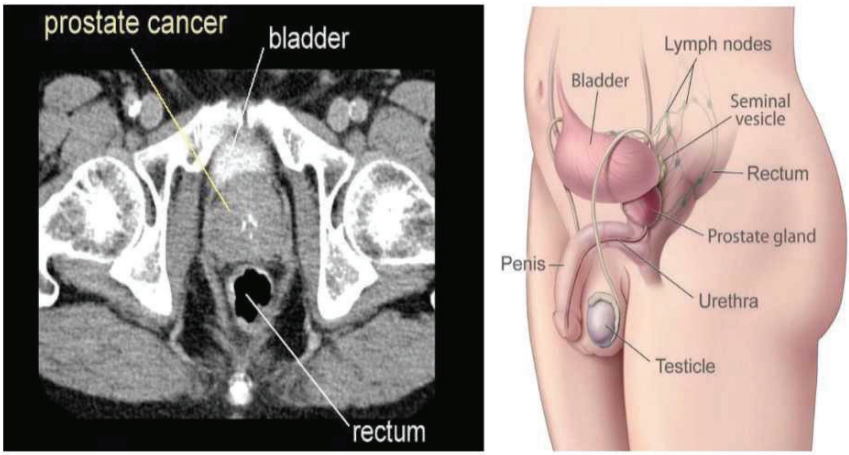


Figure 4 - Anatomie du cancer de la prostate (site web NIH National cancer institute)

1.6 Traitement du cancer de la prostate

FOR AUTHOR USE ONLY

Le plan de traitement du cancer de la prostate est déterminé : choisir le bon traitement du cancer de la prostate (Thomas Jr, 2014 ; Stone et Crawford, 2015 ; site internet NIH National cancer institute) :

- La chirurgie : Il s'agit du traitement du cancer de la prostate par prostatectomie.
- La radiothérapie : Où l'on utilise un faisceau à haute énergie pour tuer le cancer, et il en existe deux types : interne (curiethérapie) et externe.
- La chimiothérapie : Elle consiste à utiliser un médicament spécial pour réduire ou détruire la taille du cancer.
- Thérapie biologique : Elle agit sur le système immunitaire de l'organisme, afin de l'aider à combattre le cancer ou à contrôler les effets secondaires d'autres traitements.
- Hormonothérapie : L'hormonothérapie empêche les cellules cancéreuses de se développer, car les hormones utilisées dans cette thérapie empêchent les cellules cancéreuses de se développer.
- Ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU) : Il est utilisé pour tuer les cellules cancéreuses.

> Les traitements sont autres pour le cancer de la prostate.

CHAPITRE 2
RADIOTHÉRAPIE

2.1 Introduction

Ce chapitre décrit la radiothérapie, en détaillant ses concepts de base et son principe de fonctionnement. Il explique la planification de la radiothérapie, en détaillant les méthodes : IMRT, VMAT, SIB, SIB-IMRT, SIB-VMRT, et modèle linéaire quadratique. Les méthodes de radiothérapie les plus utilisées pour le traitement du cancer sont également présentées. Enfin, nous avons planifié une conception 3D de la radiothérapie pour les patients.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.2 Radiothérapie

La radiothérapie fait appel à diverses applications des rayonnements ionisants pour miner la structure des cellules cancéreuses et traiter les tumeurs. Que ce soit à l'aide d'éléments et d'isotopes radioactifs, ou en générant un flux radioactif enflammé à haute énergie, et en le projetant sur le tissu et les cellules tumorales, l'élimination totale de la tumeur, ou la réduction de la masse tumorale au minimum. Les rayons X générés électroniquement sont utilisés comme source de rayonnement. À des doses élevées, les appareils d'imagerie médicale ou de radiothérapie utilisent des rayons gamma, des flux de neutrons, des protons ou des rayonnements électromagnétiques, entre autres. L'utilisation extensive des applications de rayonnement pour traiter le cancer, dans les taux élevés de guérison de manière significative, et est l'un des traitements les plus efficaces pour de nombreuses tumeurs survenant dans la plupart des parties du corps. L'efficacité de ce traitement réside dans la capacité des rayonnements à détruire et à briser l'ADN des cellules cancéreuses. L'ADN est un produit chimique qui transporte des informations et des codes génétiques et contrôle les processus

vitaux nécessaires à la reproduction et à la croissance. L'exécution de diverses fonctions cellulaires, et en général, les cellules qui se multiplient à un rythme rapide, comme les cellules cancéreuses, sont plus sensibles aux rayonnements et plus touchées. Bien entendu, il faut prendre des mesures de protection pendant la radiothérapie. Il faut éviter d'exposer le plus grand nombre possible de tissus et d'organes normaux, qui sont généralement protégés à l'aide de boucliers protecteurs et autres. Malgré ces précautions, certaines cellules normales sont affectées par les radiations, mais en général, être en mesure de récupérer les tissus vitaux en raison de la capacité d'utiliser les techniques naturelles du corps pour réparer et restaurer les dommages à l'ADN. La radiothérapie est un traitement topique, comme c'est le cas pour la chirurgie et la chimiothérapie. La radiothérapie peut être utilisée comme traitement unique ou en combinaison avec d'autres traitements de la tumeur. Elle est décrite comme une alternative à la chirurgie dans certaines tumeurs comme traitement principal, seule ou en combinaison avec la chimiothérapie ou d'autres traitements. Utiliser la radiothérapie avant et après la chirurgie. Radiothérapie connue pour réduire la taille de la tumeur afin de faciliter son ablation. Ou après les chirurgies d'ablation comme traitement supplémentaire pour éliminer les cellules tumorales qui peuvent rester dans l'organisme (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Podgorsak, 2005).

FOR AUTHOR USE ONLY

La radiothérapie consiste à utiliser des rayonnements à haute énergie pour traiter les cellules cancéreuses, car des niveaux élevés de rayonnement agissent pour détruire et empêcher les cellules cancéreuses de se développer et de se diviser. La radiothérapie consiste à utiliser des rayonnements pour tuer ou infecter les cellules cancéreuses afin qu'elles ne puissent plus se multiplier. Aux stades avancés, la radiothérapie peut être utilisée comme traitement primaire du cancer. La radiothérapie est la seule thérapie utilisée pour traiter les cellules cancéreuses, et parfois en association avec la chirurgie, la chimiothérapie ou d'autres traitements. Le faisceau est utilisé pour détruire les cellules cancéreuses, réduire et diminuer la taille de la tumeur (Beyzadeoglu et al., 2010).

2.3 Types de radiothérapie

La radiothérapie se divise en deux types :

1- la radiothérapie interne : le faisceau se trouve à l'intérieur du corps.

2- La radiothérapie externe consiste à envoyer le faisceau à l'extérieur du corps.

2.3.1 Radiothérapie interne (curiethérapie)

La curiethérapie est un type de radiothérapie utilisé dans le traitement du cancer. Elle consiste à placer les produits radio-pharmaceutiques à l'intérieur ou à proximité de la tumeur cancéreuse. Cela permet de rendre le traitement plus précis tout en réduisant les dommages causés aux tissus sains. Elle peut être utilisée avec d'autres traitements tels que la radiothérapie externe, la chirurgie ou la chimiothérapie.

2.3.1.1 Types de systèmes de radiothérapie interne (curiethérapie)

Brachythérapie HDR SagiNova, Brachythérapie VariSoutce, Nano RX, Brachythérapie Venezia, Brachythérapie Flexitron, Brachythérapie Oncentra, entre autres.

2.3.2 Radiothérapie externe

La radiothérapie externe est le type le plus courant de radiothérapie utilisée pour traiter le cancer. La radiothérapie externe consiste à utiliser une machine à rayonnement à haute énergie pour les cellules cancéreuses de l'extérieur du corps vers la tumeur. La radiothérapie externe est utilisée seule ou avec d'autres traitements tels que la radiothérapie interne ou la chirurgie ou la chimiothérapie et autres.

2.3.2.1 Types de systèmes de radiothérapie externe **:**

Radiothérapie, cybercouteau, gamma-couteau, arc rapide, faisceau réel, tomothérapie, IMRT, VMAT, protonthérapie, et autres.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.4 Méthode de travail de la radiothérapie

Les méthodes de radiothérapie agissent en endommageant l'ADN des cellules cancéreuses, les empêchant de se diviser et de se développer. Cela entraîne la mort des cellules cancéreuses,

ce qui est fait par deux méthodes (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Hall et Giaccia, 2006) :

2.4.1 Action directe

L'action directe est que le rayonnement coupe la molécule d'ADN directement comme indiqué : Radiationdamage ---------- (ADN) mort des cellules cancéreuses (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Hall

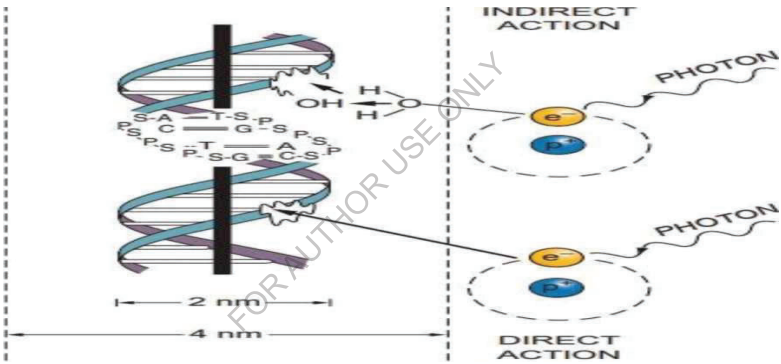
et Giaccia, 2006), comme le montre l'action directe du schéma.

2.4.2 Action indirecte

L'action indirecte n'est pas un rayonnement direct sur l'ADN et comme indiqué :

Rayonnement H2O (eau) ----------OH (radical libre) -----dommages (ADN) -----cellule cancéreuse

décès (Hall et Giaccia, 2006), comme le montre la figure 5 ci-dessous :



FOR AUTHOR USE ONLY

Figure 5 - Méthode du schéma d'action directe et indirecte (Hall et Giaccia, 2006)

2.5 Utilisation de la radiothérapie

La radiothérapie est utilisée sur de nombreuses parties du corps dans le traitement du cancer (Beyzadeoglu Et Al., 2010) :

1 - Cancer du cerveau,

2- le cancer tête-cou,

3- le cancer du sein, le cancer du poumon, le cancer de l'estomac et le cancer du pancréas,

4- le cancer de la prostate, et autres.

2.6 Planification du traitement par radiothérapie (RTP)

Planification du traitement : il s'agit de déterminer la meilleure façon de traiter une tumeur par radiothérapie. La radiothérapie vise à contrôler et à détruire le cancer et à endommager l'ADN des cellules cancéreuses. Elle vise également à garantir que la tumeur reçoit toutes les doses de rayonnement tout en protégeant les tissus sains. La planification du traitement comprend l'identification de la taille de la tumeur à traiter, puis la conception des champs de rayonnement appropriés pour traiter une taille de tumeur particulière (Robert et Donna, 2009).

La planification du traitement commence immédiatement après que le patient a pris sa décision et a choisi la radiothérapie comme traitement. La première étape consiste à déterminer la localisation et la propagation de la tumeur. La taille cible, comme on l'appelle, consiste en un volume qui inclut la tumeur (montrée par l'imagerie ou d'autres moyens) et sa propagation aux tissus normaux ou aux ganglions lymphatiques. La détermination de cette taille et sa localisation précise sont d'une importance capitale. Étant donné que la radiothérapie est avant tout un facteur de contrôle de la tumeur. Il est raisonnable de penser que les erreurs d'évaluation ou de détermination de la taille ou de la localisation de la tumeur entraîneront l'échec de la radiothérapie. L'imagerie médicale contribue aux méthodes de diagnostic des tumeurs, telles que la tomographie par ordinateur (CT), l'imagerie par résonance magnétique (IRM), l'échographie, la tomographie par émission de photons (TEMP) et la tomographie par émission de positons (TEP), pour aider à déterminer la taille de la cible et l'emplacement de la tumeur (Faiz et Bruce, 2012).

FOR AUTHOR USE ONLY

Les ordinateurs et leurs algorithmes sont devenus plus puissants et plus sophistiqués dans la planification des traitements par radiothérapie. Les systèmes actuellement disponibles permettent une planification tridimensionnelle du traitement dans laquelle les données du patient sont obtenues à partir d'un scanner, d'une IRM, d'une TEP, ou autre. Les progiciels sont conçus à l'aide d'algorithmes mathématiques complexes, par exemple, le faisceau crayon, la méthode de convolution/superposition, ou autres. Au fur et à mesure que les méthodes de calcul de la dose s'améliorent, des logiciels révolutionnaires ont vu le jour, ce qui permet de planifier des traitements complexes en radiothérapie, tels que la radiothérapie

tridimensionnelle (3-D), l'arcthérapie conformationnelle dynamique (DCAT), la radiothérapie guidée par l'image (IGRT), la radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT), l'arcthérapie volumétrique modulée (VMAT), le boost intégré simultané (SIB) (SIB-IMRT ou SIB-VMAT) et la curiethérapie à haut débit de dose (HDR), entre autres. L'un des algorithmes de planification du traitement les plus puissants, qui permet au schéma de déterminer la distribution de la dose de faisceau souhaitée pour la tumeur et de préserver les tissus normaux du faisceau (Faiz et Bruce, 2012).

La planification inverse consiste à fournir une dose de rayonnement thérapeutique à la cible tout en préservant les tissus normaux, ce qui peut maintenant être réalisé avec un haut degré de développement. Cependant, malgré les améliorations majeures qui ont été apportées en utilisant des méthodes d'imagerie (3D) qui permettent davantage d'identifier correctement l'anatomie. Utiliser des techniques de planification inverse pour améliorer la dose de rayonnement, où la taille de la cible est déterminée, les membres à risque sont identifiés et les valeurs de dose dans les tissus normaux environnants sont réduites. Lorsque l'IMRT ou le VAMT utilise généralement la planification inverse. Elle conduit à la distribution de la dose de rayonnement requise pour la tumeur. Qui pour essayer de maximiser la dose du faisceau à la taille de la cible et de réduire la dose du faisceau aux tissus normaux (Xia et al, 2018).

FOR AUTHOR USE ONLY

2.6.1 La planification du traitement par radiothérapie se compose de deux éléments (Xia et al., 2018) : 1- la planification technique de la radiothérapie ; 2-la planification clinique de la radiothérapie. Avant de commencer la radiothérapie, l'équipe de radiothérapie planifie ensuite soigneusement la thérapie du patient dans un processus appelé la simulation de la radiation.

2.6.1.1 Planification technique de la radiothérapie (inclus) :

- La position du corps du patient,
- Pour positionner des signes sur la peau du patient afin d'indiquer la zone qui doit être irradiée, l'équipe de radiothérapie utilise un ensemble de lumières laser et de marques sur le corps d'un patient. Cela permet également de s'assurer que le corps d'un patient est aligné avec précision et positionné correctement pour chaque séance de radiothérapie. Le type de marquage reçu dépend du cancer et du traitement des patients. Dans certains cas, des signes sont dessinés sur la peau du patient à l'aide d'un marqueur. Ces signes peuvent être lavés dès que le traitement final est terminé.

> en plaçant les faisceaux de radiation,

> Les formes d'ouverture des faisceaux de rayonnement conçues pour obtenir des distributions de doses de rayonnement identiques aux tailles des cibles thérapeutiques tout en protégeant les organes critiques (cellules normales).

2.6.1.2 La planification clinique de la radiothérapie comprend :

> le traitement de la méthode,

> la méthode de planification de la radiothérapie,

> Système de dose de traitement (dose totale prescrite et nombre de fractures).

2.6.2 Types de plan de traitement (Xia et al., 2018) :

Les types de planification du traitement comprennent les plans bidimensionnels et tridimensionnels, DAT, DCAT, IMRT, VMAT et (SIB-IMRT ou SIB-VMAT).

1- Un plan 2D repose sur des images 2D obtenues à partir d'un simulateur conventionnel. Ce type de plan est rarement utilisé aujourd'hui.

2- Le plan en 3D s'appuie sur des tomographies réalisées à l'aide du simulateur de tomographie assistée par ordinateur.

3- Un plan d'arc conforme utilise généralement un certain nombre de cônes (de 4,5 à 17,5 mm de diamètre avec un incrément de 2,5 mm pour l'ensemble True Beam SRS de Varian et d'autres tailles de cônes spécifiques aux fournisseurs) et délivre ces faisceaux coniques en offrant des arcs complets ou partiels. Les plans conventionnels de radiochirurgie stéréotaxique basés sur l'accélérateur linéaire (LINAC) utilisent généralement de nombreux arcs conformes pour créer des distributions de dose hautement identiques.

4- Un plan d'arc conformationnel dynamique utilise un collimateur multi-lames (MLC) pour former chaque ouverture du faisceau d'arc. Ces ouvertures correspondent au PTV (avec une marge spécifiée) projeté sur des angles séparés (tous les 2 | - 4 ¡) pour le faisceau en arc.

5- L'IMRT prévoit d'utiliser plusieurs paquets à un angle fixe (sept à neuf paquets). Chaque paquet IMRT est composé de plusieurs sections avec une densité de faisceau variable.

6- Les plans VMAT sont constitués d'une ou plusieurs tranches.

7- La méthode SIB-IMRT ou SIB-VMAT est utilisée dans le plan de traitement pour raccourcir la durée totale du traitement (OTT) et augmenter la taille de la fracture (FS) à

FOR AUTHOR USE ONLY

la taille du renforcement pour réduire les différentes doses du faisceau sur les cellules saines. Il s'agit d'une méthode avancée de planification de la radiothérapie.

2.6.3 Objectifs de la planification du traitement par radiothérapie (Robert et Donna, 2009) :

1- Développez un plan qui tient compte de la taille de la tumeur. Ce plan doit donner une distribution de dose aussi uniforme que possible autour de la taille de la cible clinique.

2- Réduire la dose de radiation sur les cellules normales. Les zones situées en dehors de la taille cible de la tumeur doivent recevoir le moins de radiations possible.

3- Fournir l'enregistrement permanent des calculs de dose et de leur distribution afin que, dans le futur, d'autres personnes puissent comprendre un plan de traitement. Ce dossier permanent n'est pas seulement une impression informatique de la distribution de la dose. Il comprend les tableaux de prescription et de traitement, l'identification des tatouages, les simulations et les films portaux. Ainsi que d'autres calculs effectués avant, pendant et même après chaque traitement. Ce dossier peut devenir important si le patient doit recevoir davantage de radiations à l'avenir.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.6.4 Utiliser le volume tumoral brut (GTV), le volume cible clinique (CTV), le volume cible du plan (PTV) et les organes à risque (OAR) dans la planification du traitement.

La planification de la radiothérapie dépend des principaux volumes liés à la planification du traitement en 3D : (GTV), (CTV), (PTV), et (OAR). (GTV). Il s'agit de l'emplacement total palpable et visible du tissu qui constitue la tumeur. Ou qui peut être prouvé cliniquement et l'étendue de la croissance de la tumeur. (CTV). C'est la tumeur totale en plus d'une marge pour inclure toutes les zones où les tumeurs subcliniques se propagent directement. (PTV). Il s'agit de la taille qui comprend la taille d'une cible clinique ainsi que la marge nécessaire pour assurer la délivrance de la dose à une cible. La détermination de la taille de la tumeur et de la cible sont des objectifs cliniques majeurs. (OAR) : C'est un tissu normal dont la grande sensibilité radiologique peut affecter la planification d'un traitement ou d'une dose prescrite comme le cancer de la prostate (le tissu normal est le rectum, la vessie, la tête fémorale, etc.) (Parker et Patrocinio, 2005 ; Robert et Donna, 2009).

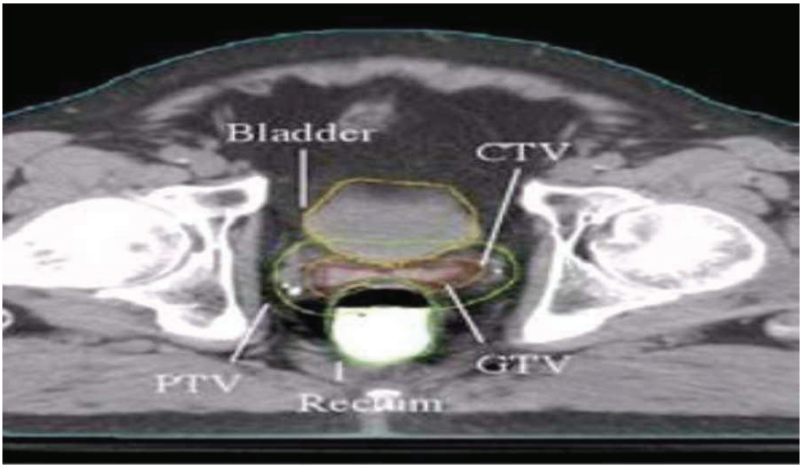


Figure 6 - Planification du traitement : GTV, CTV, PTV et OAR pour la vessie et le rectum (Parker et Patrocinio, 2005).

2.6.5 Utiliser la dosimétrie et l'isodose dans la planification du traitement

Les concepts de dosimétrie pour la planification du traitement sur la radiothérapie efficace dépendent beaucoup d'une mesure exacte de la dose. Les erreurs de dosimétrie peuvent provoquer des lésions dues aux rayonnements, qui peuvent entraîner des cas de décès. La dosimétrie est utilisée pour réduire l'exposition aux rayonnements dans les tumeurs difficiles qui pourraient être traitées par radiothérapie à l'aide des méthodes VMAT et IMRT. Telles que les tumeurs de la tête, les tumeurs du sein, les tumeurs de la prostate, et d'autres qui contiennent un grand nombre d'organes anatomiques complexes qui sont à risque ou interfèrent avec les objectifs. Pour développer des plans de qualité idéale pour les cas de tumeurs difficiles, les distributions de doses et les doses aiguës sont utilisées entre les cibles et de nombreux organes critiques à risque. L'objectif de la mesure des doses est de réduire l'exposition des cellules normales aux rayonnements d'ionisation pendant la radiothérapie du patient. Un système de dosimétrie, c'est l'utilisation du système pour décider de la dose absorbée, et il se compose de dosimètres, d'outils de mesure. La dosimétrie des rayonnements est la mesure et le calcul de la dose de rayonnement que les matériaux et les tissus reçoivent suite à une exposition directe ou indirecte aux rayonnements ionisants. La dose absorbée est une quantité de dose qui mesure l'absorption du rayonnement d'ionisation sur les tissus.

FOR AUTHOR USE ONLY

L'unité de dose absorbée pour les rayonnements ionisants est une unité grise (Beyzadeoglu et al., 2010). Unité Gray pour la dose absorbée pour les rayonnements ionisants, définie dans les années 1980 par la commission internationale des unités et mesures de rayonnement. Gray est une unité de mesure de la dose de rayonnement à partir du rayonnement ionisant absorbé, et l'unité Gray est utilisée pour mesurer la dose de rayonnement utilisée en médecine, comme le montre la formule ci-dessous (Beyzadeoglu et al., 2010) :

Dose unit (radiation):

$$gray = \frac{joules}{kilograms}$$

$$Gy = \frac{\mathrm{j}}{\mathrm{kg}}, 1Gy = 100rad$$

Source: Beyzadeoglu et al., 2010; https://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiationdoses.html

L'isodose est utilisée dans la planification du traitement, et l'objectif de la planification de l'isodose est d'améliorer la technique et de fournir la meilleure distribution de dose possible. Idéalement, pour délivrer la dose nécessaire aux zones tumorales et éviter tous les tissus normaux. Pour améliorer la distribution de la dose pour un patient spécifique dans un plan de traitement, le programme informatique doit être rapide et facile à utiliser dans une certaine mesure. Et la planification (3D) est le meilleur moyen de réaliser la planification du traitement pour les technologies modernes telles que l'IMRT, l'IGRT et le VMAT. Ces technologies permettent de déterminer la distribution de la dose de radiation nécessaire à toutes les zones porteuses de la tumeur tout en évitant à tous les tissus normaux d'être irradiés (Faiz et Bruce, 2012), comme le montre la figure 7 ci-dessous :

FOR AUTHOR USE ONLY

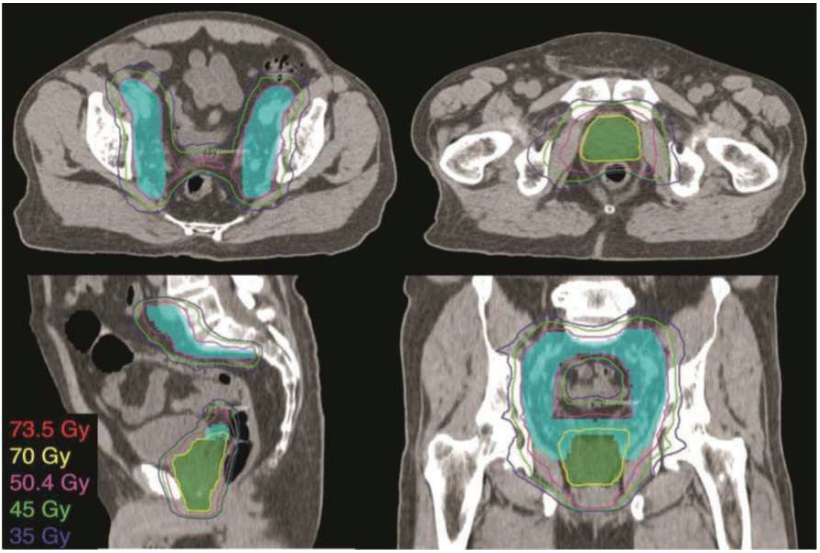


Figure 7 - Planification du traitement VMAT et utilisation de l'isodose (Xia et al., 2018)

La planification du traitement se fait pour le patient en utilisant la 3D. Utiliser des techniques (IMRT ou VMAT). La distribution de la dose est basée sur l'isodose. La dose de rayonnement est appliquée à toutes les zones de la tumeur tout en évitant d'irradier les tissus normaux, comme le montre la figure 8 ci-dessous :

FOR AUTHOR USE ONLY

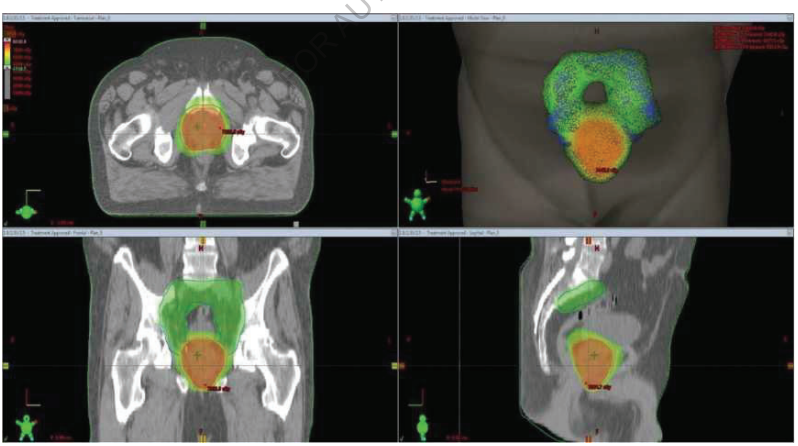


Figure 8 - Planification du traitement en 3D (Jorgo et al., 2020)

2.7 Modèle linéaire quadratique (LQ)

La radiothérapie actuelle pour le traitement du cancer vise de petits objectifs en utilisant de fortes doses de rayonnement pour cibler la tumeur et tente de réduire les effets secondaires sur les tissus normaux. Cependant, dans le passé, l'utilisation de fortes doses de rayonnement affecte les tissus normaux car les équations utilisées pour établir la dose et le plan de traitement dans le passé ne fonctionnaient pas bien avec de fortes doses de rayonnement. Nouveau Le traitement par irradiation est administré à des doses de rayonnement plus faibles et plus élevées que par le passé, ce qui nécessitait une longue séquence de traitements à faible dose. Améliorer notre capacité à irradier de petites zones ciblées en ciblant les tumeurs. Mise au point de nouvelles approches pour préserver la stabilité du patient en utilisant des doses de rayonnement plus élevées sur la cible de la tumeur, les tissus normaux étant moins vulnérables aux doses. Maintenant que la radiothérapie a évolué, on peut fournir une équation générale qui s'applique à la fois à la radiothérapie à faible et à forte dose de rayonnement pour l'efficacité des radiothérapies existantes contre le cancer. Les doses de rayonnement lorsqu'elles sont incluses dans le plan de traitement du patient atteint de cancer. Le nombre de doses de rayonnement nécessaires pour tuer les cellules cancéreuses a été déterminé par l'équation du modèle linéaire-quadratique. Le modèle linéaire-quadratique conduit à une surestimation des effets quantitatifs des doses de rayonnement élevées en ciblant la tumeur et avec de faibles effets secondaires sur les tissus sains. L'une des méthodes les plus importantes en biologie et en physique des rayonnements est le modèle linéaire-quadratique car il offre une relation claire entre la survie des cellules et les doses de rayonnement délivrées (Brand & Yarnold, 2019 ; McMahon, 2018).

FOR AUTHOR USE ONLY

2.8 Radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT)

Il s'agit d'une procédure de radiothérapie permettant d'administrer une forte dose de rayonnement à la tumeur et une faible dose aux tissus normaux. L'utilisation de la (radiothérapie à modulation d'intensité) sur les tissus normaux permet de maintenir la sécurité

par rapport aux autres thérapies en se conformant plus précisément à la cible choisie pour le traitement des cellules cancéreuses. Cela offre la perspective de réduire les toxicités tardives et d'augmenter la dose administrée, ce qui pourrait conduire à un meilleur contrôle de la tumeur et à la préservation des tissus normaux (Taylor et Powell 2004).

L'IMRT est un type de radiothérapie externe, qui utilise une énergie élevée pour tuer les cellules cancéreuses avec de faibles effets secondaires sur les cellules saines. L'IMRT est le plus souvent utilisée pour traiter les cancers de la prostate, du cerveau, du cou, des poumons, du cerveau, ainsi que les cancers de l'appareil digestif et du sein, car ces tumeurs ont tendance à être proches des organes et des tissus essentiels du corps. L'utilisation de ce type permet de traiter les lymphomes, les cancers gynécologiques et les cancers chez les enfants, entre autres. L'IMRT est un type avancé de radiothérapie de haute précision qui utilise des accélérateurs linéaires contrôlés par ordinateur. L'IMRT utilise une technologie avancée pour que les faisceaux de photons et de protons correspondent à la forme de la tumeur et donnent des doses de rayonnement correctes d'une tumeur maligne ou de zones spécifiques au sein de la tumeur.

L'IMRT utilise les méthodes (bidimensionnelles), (tridimensionnelles) ou (quadridimensionnelles) du plan de traitement de manière plus précise. Avec la forme de la tumeur (2D), (3D), ou (4D) en modifiant ou en contrôlant l'intensité du rayonnement. Le traitement est planifié avec soin à l'aide d'images tridimensionnelles (CT) ou d'images (IRM) du patient avec des calculs de dose informatisés pour décider du modèle d'intensité de la dose qui correspond le mieux à la forme de la tumeur.

FOR AUTHOR USE ONLY

Les rayonnements qui tombent sur une tumeur depuis différentes directions en même temps modifient l'intensité des rayonnements pour les champs radiaux séparément pendant la séance grâce à un collimateur multi-lames (MLC). Le collimateur multi-lames est constitué de fines feuilles de plomb qui peuvent se déplacer indépendamment. Il peut former des formes qui s'adaptent parfaitement à la zone de traitement. Les feuilles de plomb peuvent se déplacer pendant que la machine se déplace autour du patient. Et cela façonne le rayonnement pour la tumeur pendant que l'appareil tourne. La dose peut cibler précisément la zone où la tumeur est brisée. Dans le même temps, les tissus et organes environnants sont maintenus en sécurité, comme le montre la figure 9 ci-dessous :

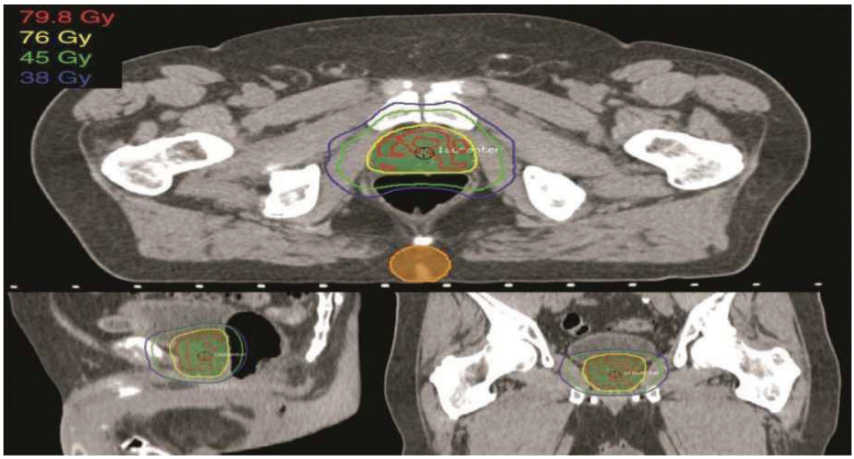


Figure 8 - Plan de traitement IMRT (Xia et al., 2018)

Ce cas utilise une dose de faisceau élevée sur les cellules cancéreuses (prostate) avec une faible dose de faisceau sur les cellules saines (rectum, vessie, et autres). L'IMRT utilise une dose de faisceau élevée sur la tumeur avec une faible dose de faisceau sur les cellules saines. L'IMRT pourrait être très bénéfique dans des zones telles que le cerveau et le cou, le sein et la prostate, afin d'éviter les radiations de la moelle épinière, du cœur, de la vessie, des poumons ou autres.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.9 Thérapie par arc modulé volumétrique (VMAT)

L'arcothérapie volumétrique modulée (VMAT) est une nouvelle technique d'irradiation par rapport aux techniques de radiothérapie traditionnelles, qui permet d'obtenir des distributions de dose hautement conformes avec une couverture accrue du volume cible et une préservation des tissus normaux.

Le VMAT est un type de radiothérapie externe qui utilise une énergie élevée pour tuer les cellules cancéreuses avec un faible effet secondaire sur les cellules saines. Le VMAT est le plus souvent utilisé pour traiter les cancers du cerveau, du cou, du poumon, du sein, du col de l'utérus et de la prostate, car ces tumeurs ont tendance à être proches des organes et des tissus essentiels du corps. Il peut également être utilisé pour traiter les lymphomes, les cancers gynécologiques et les cancers chez les enfants, entre autres.

Le VMAT est un type de (IMRT) dans lequel un dispositif en forme de pont est utilisé. Il fait tourner le faisceau autour du corps du patient pendant la radiothérapie et la rotation est de 360 degrés autour du corps du patient. La vitesse de rotation, la quantité de rayonnement délivrée et le mouvement de radioprotection peuvent être contrôlés par un dispositif de thérapie à arc modulé volumétrique. En conséquence, l'exposition au rayonnement des tissus normaux autour de la tumeur diminue, et la durée de la radiothérapie diminue, ce qui augmente la précision et l'efficacité de la radiothérapie. Le VMAT utilise les méthodes (bidimensionnelles), (tridimensionnelles) ou (quadridimensionnelles) dans le plan de traitement de manière plus précise en fonction de la forme de la tumeur (2D), (3D) ou (4D) en modifiant ou en contrôlant la vue du volume pour le faisceau et en contrôlant l'arc du faisceau. Le traitement est soigneusement planifié à l'aide d'une imagerie tridimensionnelle ou quadridimensionnelle (CT) ou d'images (PET/CT) du patient avec des calculs de dose informatisés pour décider du schéma d'intensité de la dose qui correspond le mieux à la forme de la tumeur (Awards et Freiherr, 2012).

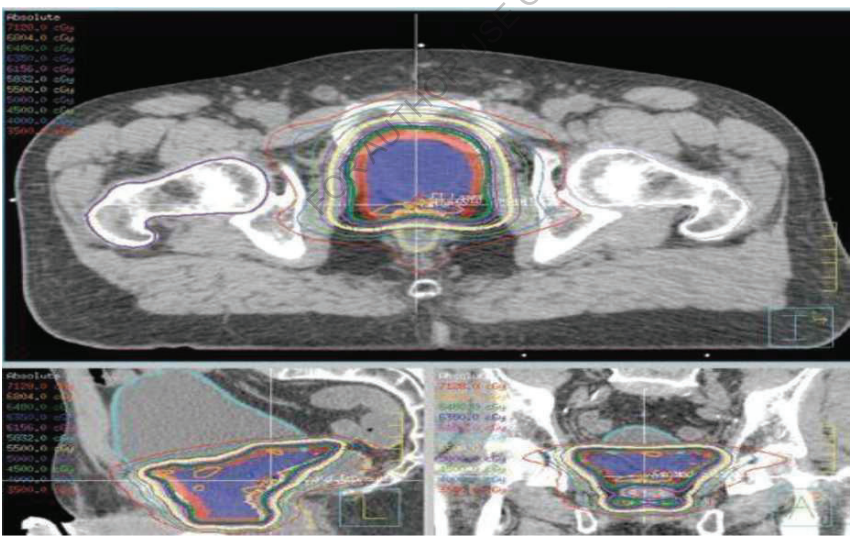


Figure 9 - Planification du traitement 3D VMAT (Awards et Freiherr, 2012)

Ce cas utilise une dose de faisceau élevée sur les cellules cancéreuses (prostate) avec une dose de faisceau faible sur les cellules saines (rectum, vessie, et autres). Le VMAT pourrait être très bénéfique dans les domaines suivants

comme le cerveau, le cou, le sein et la prostate, afin d'éviter la dose de rayonnement provenant de la parotide, du pancréas, de l'estomac, du foie, etc.

Le traitement par radiations fournit les dernières technologies qui sont (IMRT, VMAT). Les méthodes (IMRT, VMAT) sont des types de radiothérapie externe et constituent la dernière technologie pour le traitement des cellules cancéreuses. Cedric Yu, en 1995, à l'hôpital William Beaumont (Awards et Freiherr, 2012).

La fusion de l'arcothérapie et de la radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT) a donné naissance à l'arcothérapie à modulation d'intensité (IMAT). La radiothérapie idéale consiste à délivrer une dose élevée au cancer et une faible dose aux tissus normaux environnants. Pour de nombreuses tumeurs, il existe une relation claire entre la dose du faisceau et la probabilité de contrôle de la tumeur. Grâce aux techniques IMRT et VMAT et à l'utilisation de la 3D dans la planification du traitement, ces méthodes permettent de réduire la toxicité tardive et d'augmenter la dose délivrée, ce qui pourrait améliorer le contrôle de la tumeur et la survie tout en préservant les tissus normaux de la dose du faisceau (Awards et Freiherr, 2012).

FOR AUTHOR USE ONLY

2.10 Méthode d'intégration simultanée (SIB)

Il s'agit de la nouvelle approche avancée permettant d'appliquer différentes doses de rayonnement à différentes régions en une seule séance. Elle est appelée "simultaneous integrated boost" (SIB) ou (SIBIMRT ou SIB-VMAT), En augmentant la dose pour chaque partie de la tumeur elle-même tout en conservant une dose plus faible pour les cellules saines, une meilleure distribution de la dose a pu être obtenue, afin d'améliorer le contrôle de la tumeur sans mettre en danger les organes adjacents. La technologie SIB permet la connexion simultanée de différents niveaux de dosage à différentes tailles de cibles au sein d'un même segment de traitement. L'aspect le plus important est lié au SIB-IMRT ou au SIB- VMAT et à la stratégie de segmentation, en ce qui concerne les paramètres de dose temporelle (Katsochi, 2017) :

> Raccourcir la durée globale du traitement (TGO),

> Augmentez la taille de la stéréotaxie fractionnée (FS) à la taille du renforcement.

Par conséquent, le SIB-IMRT ou le SIB-VMAT est une nouvelle méthode de dépistage par fractionnement accéléré dans le traitement définitif du cancer du cerveau, du cou, du sein, de la prostate et d'autres cancers pour augmenter les doses du faisceau sur les cellules cancéreuses tout en diminuant les doses du faisceau sur les cellules saines.

L'utilisation de la dose biologique efficace (BED) dans le SIB dans le but de calculer les fractions, en utilisant la méthode BED pour mesurer la bonne dose biologique qui est délivrée par un ensemble spécifique de dose pour chaque partie et la dose totale pour un tissu spécifique caractérisé par un a/0 doses (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Frometa-Castillo et al,

Source : Frometa-Castillo et al., 2020

2020). As shown in the equation below:

$$BED = \mathrm{nd}\,\frac{1+\mathrm{d}}{\alpha/\beta}$$ For calculating the equivalent dose load

a/fi : est BED pour la fraction dans la tumeur, n : pour la fraction, d : dose, nd : dose totale.

La BED a une relation directe avec les effets biologiques du rayonnement (RBEfs), en particulier la survie des cellules lors de traitements par rayonnement avec (n) fractions, dose (d) par fractions délivrées aux tissus caractérisés par les paramètres a et a/0. L'expression de la BED est le résultat de la dérivation mathématique de la partie exponentielle du modèle LQ S des traitements pour (n) fractions et dose par fraction (d), où $D = nd$ et ce modèle a été obtenu en supposant que toutes les cellules endommagées sont entièrement réparées pendant la période d'interfraction (Frometa-Castillo et al, 2020).

Les doses équivalentes sont considérées comme une mesure de l'exposition à une dose de rayonnement ionisant sur le tissu et sont moins importantes que la dose absorbée. Ils sont toutefois moins importants que la dose absorbée. Cette dernière dépend de l'énergie et du type de faisceau. L'unité de dose équivalente est une unité Sievert (unité SI) (Beyzadeoglu et al., 2010, Craig et Jeremy, et al., (2020a)).

L'unité Sievert est une mesure des doses équivalentes et de la dose efficace pour les rayonnements ionisants. Elle est importante pour la dosimétrie et la radioprotection. Son utilisation pour mesurer

FOR AUTHOR USE ONLY

la dose de rayonnement et pour rechercher les effets biologiques du rayonnement sur les cellules (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Andrew et Daniel, et al (2020b)). Comme le montre l'équation ci-dessous : Unité de dose (rayonnement) : Les doses efficaces sont des doses d'une

$$sievert = \frac{joules}{kilograms}$$

$$1\,Sv = 1\,\frac{\text{j}}{\text{kg}}\,, 1Sv = 100rad \longrightarrow \text{for biological effective dose.}$$

Source: Beyzadeoglu et al., 2010

substance qui prennent un certain pourcentage de rayonnement d'ionisation pour améliorer la radiothérapie et sont utilisées pour se protéger du rayonnement ionisant. L'unité de dose efficace est l'unité sievert (Beyzadeoglu et al., 2010 ; Andrew and Jeremy et al (2020c)).

Plusieurs méthodes de stratégies différentes (SIB-IMRT ou SIB-VMAT) pour la prescription de la dose et les techniques de planification du traitement ont essayé d'obtenir un meilleur contrôle de la tumeur et une meilleure épargne des organes à risque (OAR). Les techniques IMRT utilisent des radiations multiples d'intensité variable, ce qui permet d'améliorer considérablement le volume cible tout en épargnant les tissus normaux et les organes à risque (OAR). L'IMRT peut également générer des distributions inhomogènes des doses, permettant à différentes doses pour chaque fraction d'être distribuées simultanément à différentes zones du volume cible. L'administration simultanée d'un boost intégré (SIB) est la principale raison de l'amélioration des résultats de l'IMRT. Le VMAT permet de faire varier simultanément trois paramètres différents pendant le traitement, à savoir la vitesse de rotation du portique, le débit de dose et l'ouverture de traitement, grâce au mouvement des feuilles du MLC. Cela permet d'améliorer encore le contrôle du volume cible et d'éviter (OAR) (Rapole et al., 2018 ; Beyzadeoglu et al., 2010 ; Frometa-Castillo et al., 2020). Comme le montre la figure 11 ci-dessous :

FOR AUTHOR USE ONLY

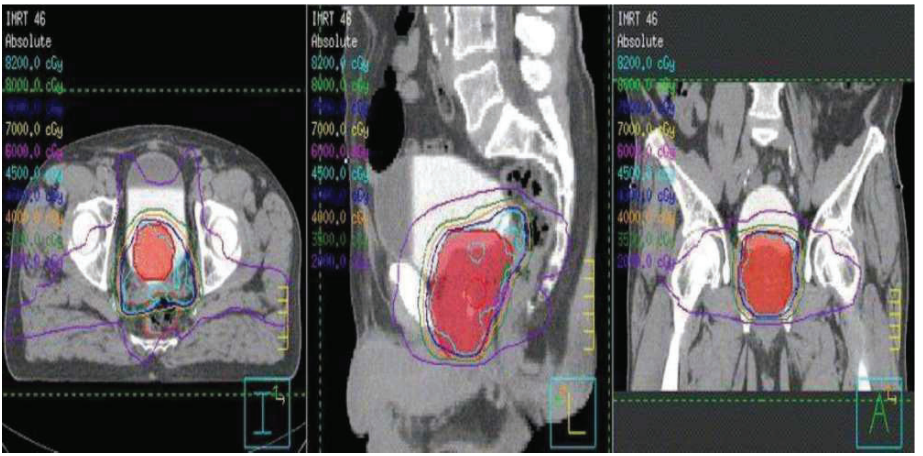


Figure 11 - Plan de traitement IMRT-SIB

L'utilisation des plans SIB a permis d'épargner les organes à risque environnants. Les doses physiques ont été considérablement réduites par le SIB pour les têtes fémorales, le rectum, la vessie et l'intestin grêle. Le contourage des tissus naturels a été adopté par le contourage des organes à risque (OAR). L'ensemble du rectum a été contourné au niveau de la tubérosité ischiatique sur la flexion rectosigmoïdienne. La vessie entière a été délimitée. Les têtes fémorales ont été contournées au niveau de la tubérosité ischiatique. L'ensemble de l'intestin pour l'espace péritonéal a été délimité à moins de 1 cm du bord crânien pour le PTV du volume nodal (Feng et al., 2016 ; Rapole et al., 2018).

FOR AUTHOR USE ONLY

2.11 Plan de traitement 3D

Le travail de planification du traitement du cancer de la prostate se fait en 3D et utilise les méthodes IMRT, VMAT, SIB pour une dose de radiation élevée sur le cancer de la prostate avec une faible dose de radiation sur le tissu normal, comme le montre la figure 12 ci-dessous :

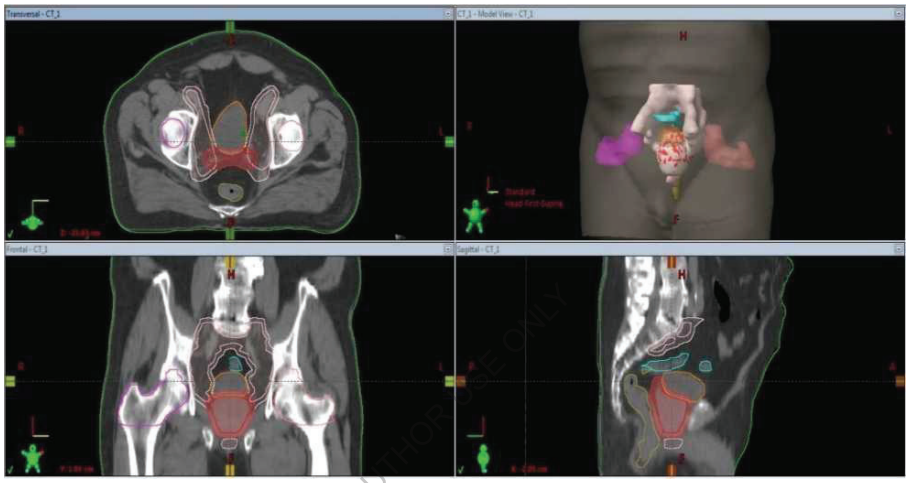


Figure 10 - Planification du traitement en 3D

FOR AUTHOR USE ONLY

La couleur rouge indique que le cancer de la prostate est le GTV.

La couleur jaune est CTV

La couleur grise est PTV

Les couleurs sont OAR est vessie et rectum et tête fémur

Le patient a pris une image par tomographie assistée par ordinateur. La planification du traitement du patient se fait en 3D avec les méthodes SIB-IMRT ou SIB-VMAT. La distribution de la dose de rayonnement est basée sur l'isodose. Utiliser une dose de rayonnement élevée pour cibler la tumeur tout en évitant d'irradier les tissus normaux. Utiliser les méthodes SIB-IMRT ou SIB-VMAT pour raccourcir le temps de traitement, la dose de rayonnement étant plus importante sur la tumeur. Nous calculons la charge de dose équivalente par l'équation *BED* = nd IM Les méthodes SIB-IMRT ou SIB-VMAT utilisent des doses de rayonnement élevées pour le traitement du cancer de la prostate.

CHAPITRE 3
RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Introduction

Le traitement du cancer de la prostate dans cette étude a été effectué par radiothérapie. Le plan de traitement des patients a été réalisé en utilisant les méthodes IMRT-SIB et VMAT-SIB. L'étude démontre comment utiliser les doses de rayonnement pour avoir un effet plus élevé sur le cancer de la prostate tout en ayant un effet plus faible sur les tissus sains que des doses de rayonnement plus élevées. Les doses de rayonnement des tissus et des organes sont calculées efficacement par le modèle quadratique linéaire (LQ). Ces méthodes IMRT-SIB et VMAT-SIB sont meilleures que les autres méthodes de radiothérapie et que la radiothérapie traditionnelle en termes de préservation des cellules saines et de ciblage des doses de rayonnement à haute énergie pour la tumeur et de réduction de la durée totale du traitement, comme indiqué ci-dessous.

FOR AUTHOR USE ONLY

Cas 1. Traitement d'un patient atteint d'un cancer de la prostate par radiothérapie. Le plan de traitement du patient par planification du faisceau externe avec la méthode SIB. Utilisation des méthodes IMRT-SIB, VMATSIB dans le traitement du cancer de la prostate. Utiliser les doses totales de rayonnement pour le traitement du patient avec le cancer de la prostate qui est (48.000GY), le nombre de fractions est (24), et la dose par fraction est (2.000GY), Tout en gardant sur les tissus normaux (rectum, vessie, fémur gauche, fémur droit, et les os) que les doses de rayonnement plus élevé et comme indiqué dans les cas :

Cas 1A. Traitement du patient lors de la première séance

Le traitement du patient lors de la première session est effectué par des doses de radiation élevées. L'utilisation de fortes doses de radiation pour le traitement du cancer de la prostate alors que l'effet est faible sur les tissus normaux proches de l'emplacement de la tumeur. Comme expliqué ci-dessous :

- > Les doses de radiation pour le rectum sont effectuées avec un volume total (62.5cm), la dose minimale est (3.3GY), la dose maximale est (48.9GY), la dose moyenne est (25.5CGY), std Dev est (12.4GY).
- > Les doses de radiation pour le fémur gauche sont effectuées avec un volume total (80.9cm), la dose minimale est (3.5GY), la dose maximale est (30.8GY), la dose moyenne est (14.1CGY), std Dev est (4.9GY).
- > Les doses de radiation pour la vessie sont effectuées avec un volume total (91.8cm), la dose minimale est (18.6GY), la dose maximale est (48.8GY), la dose moyenne est (36.9CGY), std Dev est (9.0GY).

Notez que des doses de rayonnement élevées sont utilisées pour cibler la tumeur (GTV), (CTV) et (PTV), comme le montre la couleur rouge dans l'histogramme (de 100 volumes à 50 doses).

L'effet des faibles doses de rayonnement utilisées sur les tissus normaux (rectum, vessie,

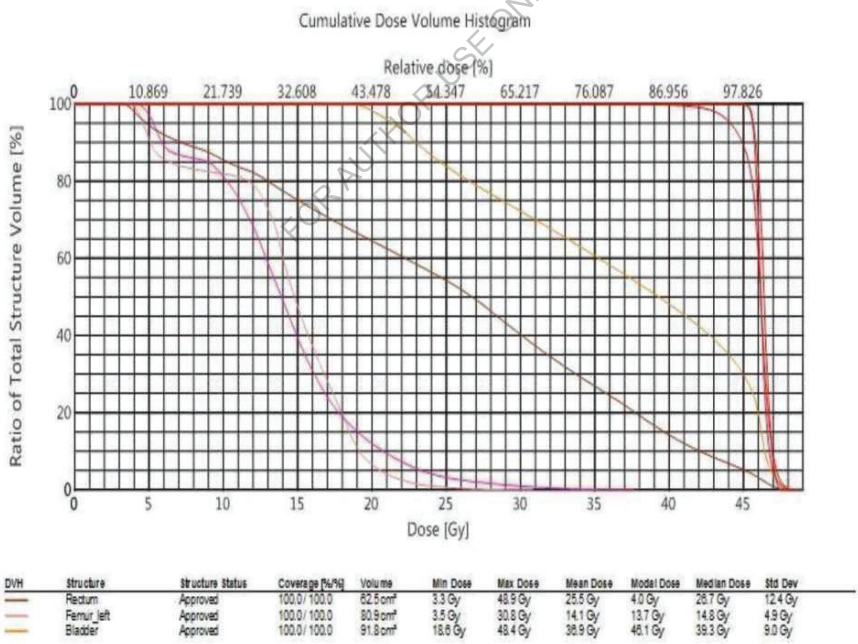


Figure 11 - Histogramme de traitement de la tumeur

Cas 1B. Traitement du patient lors de la deuxième session.

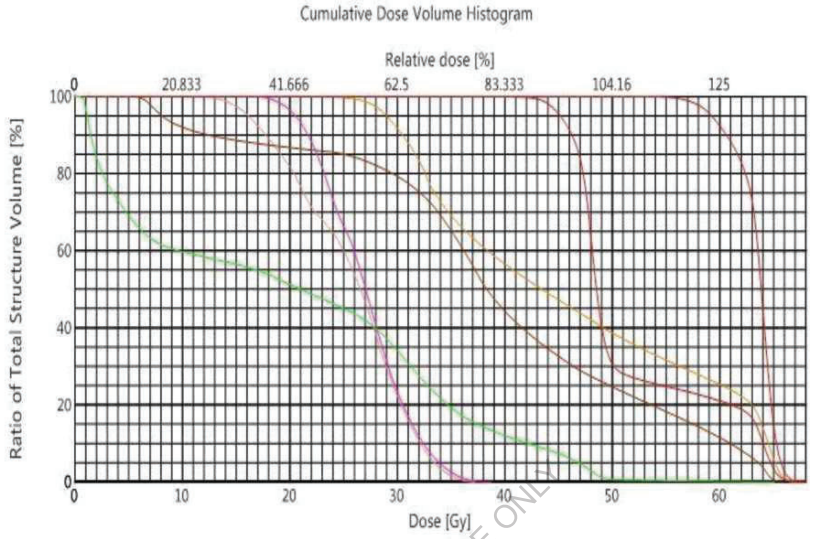
Traitement du cancer de la prostate par de fortes doses de radiation. La durée de la séance est de 30 minutes. L'utilisation de fortes doses de rayonnement sur le cancer de la prostate tout en préservant les tissus normaux proches de la tumeur, comme expliqué dans les doses de rayonnement ci-dessous :

- Les doses de radiation pour le rectum sont effectuées avec un volume total (62.5cm^2), la dose minimale est (5.4GY), la dose maximale est (65.9GY), la dose moyenne est (39.0GY).
- Les doses de radiation pour le fémur gauche sont effectuées avec un volume total (80.9cm), la dose minimale est (11.6GY), la dose maximale est (37.2GY), la dose moyenne est (25.6CGY).
- Les doses de radiation pour la vessie sont effectuées avec un volume total (91.8cm), la dose minimale est (23.2GY), la dose maximale est (67.8GY), la dose moyenne est (45.9GY).
- Les doses de radiation pour le fémur droit sont effectuées avec un volume total (107.5cm), la dose minimale est (16.7GY), la dose maximale est (38.7GY), la dose moyenne est (27.0GY).
- Les doses de rayonnement pour le PTV_ALL sont effectuées avec un volume total (1232.1cm), la dose minimale est (37.4GY), la dose maximale est (68.0GY), la dose moyenne est (51.7GY).
- Les doses de rayonnement pour le PTV sont effectuées avec un volume total (280,0cm), la dose minimale est (51,8GY), la dose maximale est (68,0GY), la dose moyenne est (63,4GY).
- Les doses de rayonnement pour les os sont effectuées avec un volume total (1049,6cm), la dose minimale est (0,3GY), la dose maximale est (65,1GY), la dose moyenne est (20,1GY).

Notez que les doses de rayonnement utilisées dans le traitement du cancer de la prostate, utilisent des doses de rayonnement élevées pour le traitement du cancer de la prostate. Des doses de rayonnement beaucoup plus élevées sont utilisées pour cibler la tumeur (GTV), (CTV), et (PTV) comme le montre la couleur rouge dans l'histogramme (de 100 volumes à 70 doses). Alors que l'effet est plus faible sur les tissus normaux (rectum, vessie,

FOR AUTHOR USE ONLY

fémur gauche, fémur droit, et os) que les doses de rayonnement élevées comme le montre l'histogramme, figure 14 :



DVH	Structure	Structure Status	Coverage [%/%]	Volume	Min Dose	Max Dose	Mean Dose	Modal Dose	Median Dose	Std Dev
	Rectum	Approved	100.0 / 100.0	62.5 cm³	5.4 Gy	55.9 Gy	39.0 Gy	37.6 Gy	38.3 Gy	15.4 Gy
	Femur_left	Approved	100.0 / 100.0	80.9 cm³	11.8 Gy	37.2 Gy	25.8 Gy	27.9 Gy	26.5 Gy	5.4 Gy

FOR AUTHORISE ONLY

(A)

DVH	Structure	Structure Status	Coverage [%/%]	Volume	Min Dose	Max Dose	Mean Dose	Modal Dose	Median Dose	Std Dev
	Bladder	Approved	100.0 / 100.0	91.3 cm³	23.2 Gy	67.8 Gy	45.9 Gy	64.9 Gy	43.4 Gy	13.1 Gy
	Femur_right	Approved	100.0 / 100.0	107.5 cm³	18.7 Gy	38.7 Gy	27.0 Gy	27.1 Gy	27.0 Gy	4.1 Gy
	PTV_ALL	Approved	100.0 / 100.0	1232.1 cm³	37.4 Gy	68.0 Gy	51.7 Gy	48.1 Gy	48.5 Gy	6.7 Gy
	PTV	Approved	100.0 / 100.0	280.0 cm³	51.8 Gy	68.0 Gy	63.4 Gy	64.0 Gy	63.9 Gy	1.9 Gy
	Bones	Approved	100.0 / 100.0	1049.6 cm³	0.3 Gy	65.1 Gy	20.1 Gy	1.3 Gy	21.0 Gy	15.8 Gy

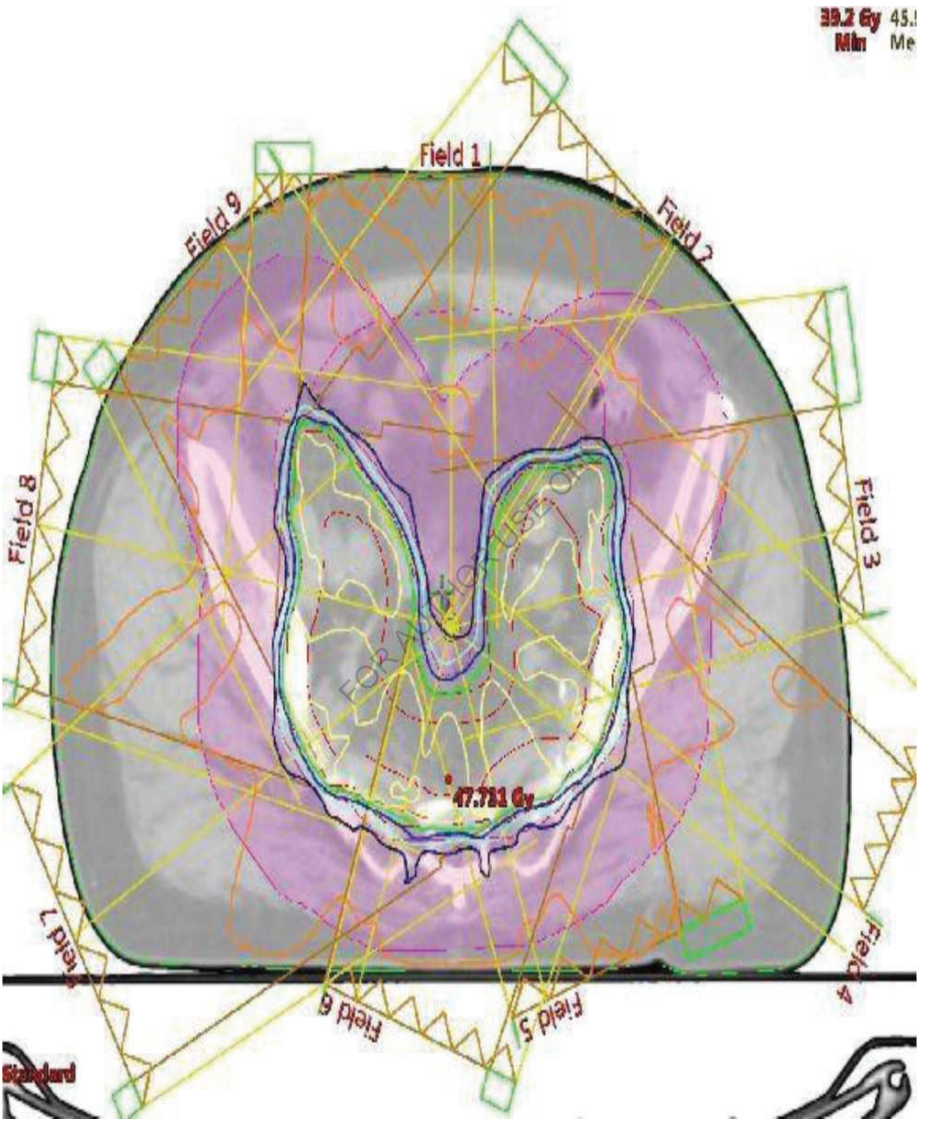
Plan prescription

Plan Sum	Plan Sum Course	Plan Weight	Plan	Plan Course	Prescription dose	Dose per Fraction	Number of Fractions	Total Dose at Primary Ref. Point	Prescribed Percentage	Normalization Mode	Normalization Value
-	-	-	Tb arc boost+	C1	48.000 Gy	2.000 Gy	24	48.000 Gy	100.0 %	No plan normalization	100.0 %

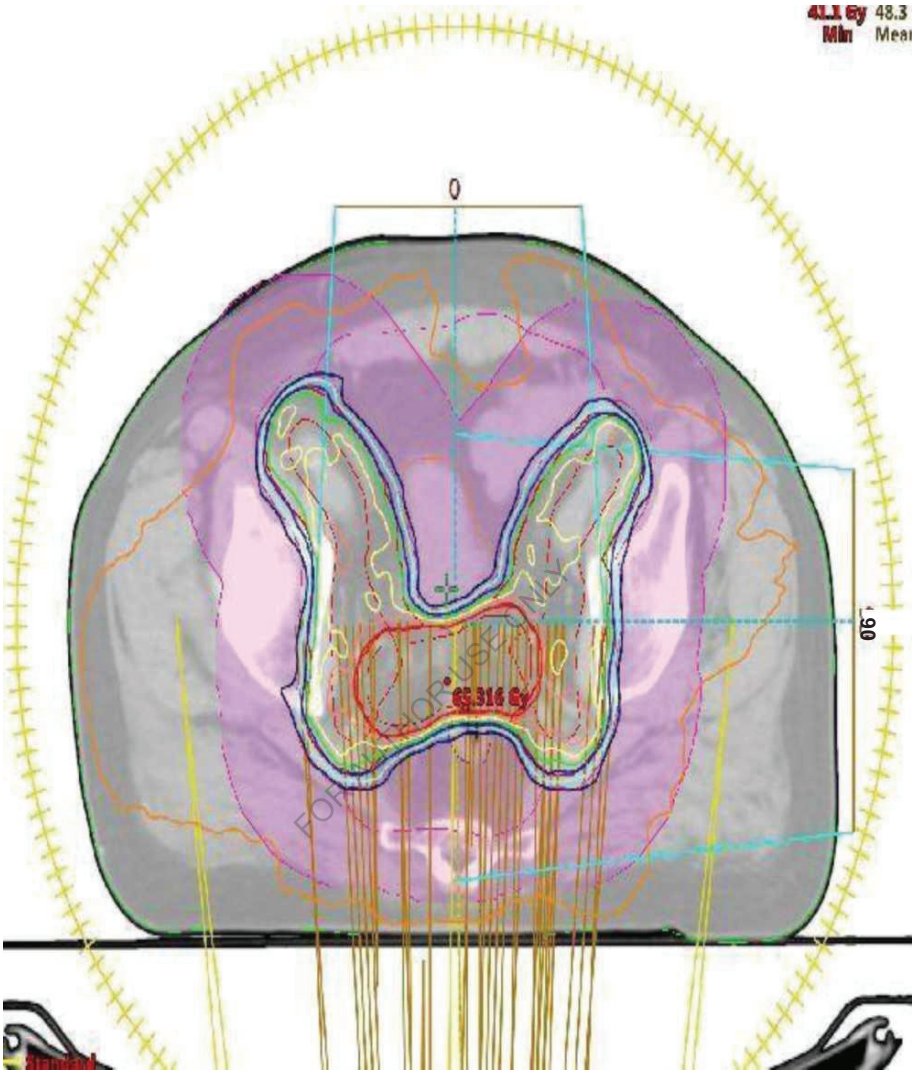
(B)

Figure 12 - (A)-(B) Histogramme de traitement pour le cancer de la prostate

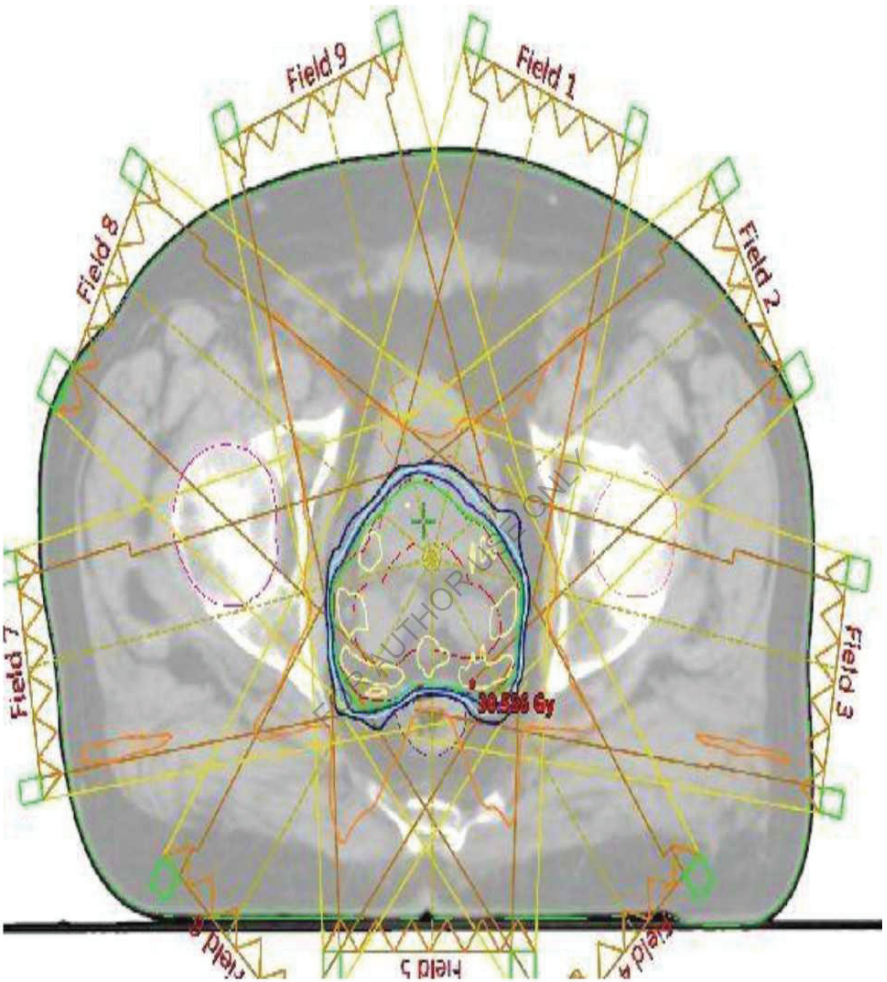
Une technique IMRT à fenêtre coulissante à 9 champs est utilisée dans le traitement du cancer de la prostate. Elle est plus efficace, cible plus directement la tumeur et a moins d'effets secondaires sur les tissus normaux. Comme le montre la figure 15 :



(A)



(**B**)



(C)

Figure 15 - A-B-C Traitement du cancer de la prostate par la méthode IMRT

Notez que les méthodes IMRT-SIB, SIB-VMAT utilisent des doses de rayonnement élevées.

Les doses totales de rayonnement

sont de (47,711GY), (30,586GY) avec une technique IMRT à fenêtre coulissante à 9 champs

sont utilisées

dans le traitement du cancer de la prostate. L'utilisation de doses de rayonnement élevées sur la cible de la tumeur

pour (GTV), (CTV) et (PTV) tout en évitant l'effet de fortes doses de rayonnement sur les tissus normaux

(OAR). Ces techniques permettent un traitement plus efficace, des doses d'irradiation sur différentes cibles à différents niveaux de dose d'irradiation élevée lors de la première session de traitement

pour cibler la

tumeur, un faible effet des doses d'irradiation élevées sur les tissus normaux.

Cas 2. Traitement d'un patient atteint d'un cancer de la prostate par radiothérapie. Le plan de traitement du patient réalisé par planification du faisceau externe avec la méthode SIB. Les méthodes IMRT-SIB, VMAT-SIB utilisées dans le traitement du cancer de la prostate en trois séances :

- la première session en octobre 2020
- la deuxième session en novembre 2020
- les trois sessions de décembre 2020

FOR AUTHOR USE ONLY

L'utilisation des doses totales de rayonnement pour le traitement des patients atteints du cancer de la prostate est de (48,000 %), tout en préservant les tissus normaux (rectum, vessie, fémur gauche, fémur droit et os) des fortes doses de rayonnement, comme le montrent les cas ci-dessous :

Cas 2A. Traitement du patient lors de la première séance

Le traitement du patient en trois sessions est effectué par des doses de radiation élevées, comme indiqué dans les doses de radiation :

- Les doses de radiation pour le bulbe pénien sont effectuées avec un volume total (5.3cm2), la dose minimale est (9.6%), la dose maximale est (68.9%), la dose moyenne est (16.4%).
- Les doses de radiation pour le rectum sont effectuées avec un volume total (76.0cm2), la dose minimale est (23.6%), la dose maximale est (101.9%), la dose moyenne est

(91.3%).

Il convient de noter que des doses de rayonnement plus élevées sont utilisées pour cibler la tumeur pour (GTV), (CTV) et (PTV), comme le montre la couleur rouge de l'histogramme (de 100 volumes à 160 doses). Dans le même temps, il y a un faible effet sur les tissus normaux des doses de rayonnement élevées, comme le montre l'histogramme. Comme le montre la figure 16 :

FOR AUTHOR USE ONLY

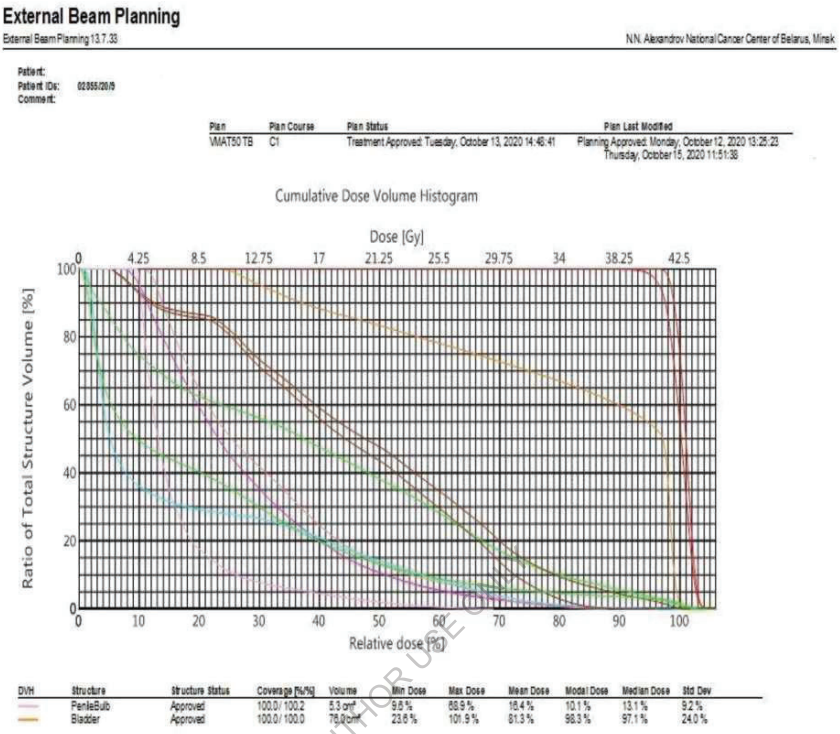


Figure 13 - Histogramme pour le traitement du cancer de la prostate lors de la première session

Cas 2B. Traitement du patient lors de la deuxième session

Le traitement du patient lors de la deuxième session est effectué avec des doses de rayonnement élevées. L'utilisation de doses de rayonnement élevées pour cibler la tumeur pour (GTV), (CTV), et (PTV) comme le montre la couleur rouge dans l'histogramme (de 100 volumes à 110 doses) alors que l'effet est faible sur les tissus normaux près de l'emplacement de la tumeur. Comme le montrent l'histogramme et la figure 17 :

FOR AUTHOR USE ONLY

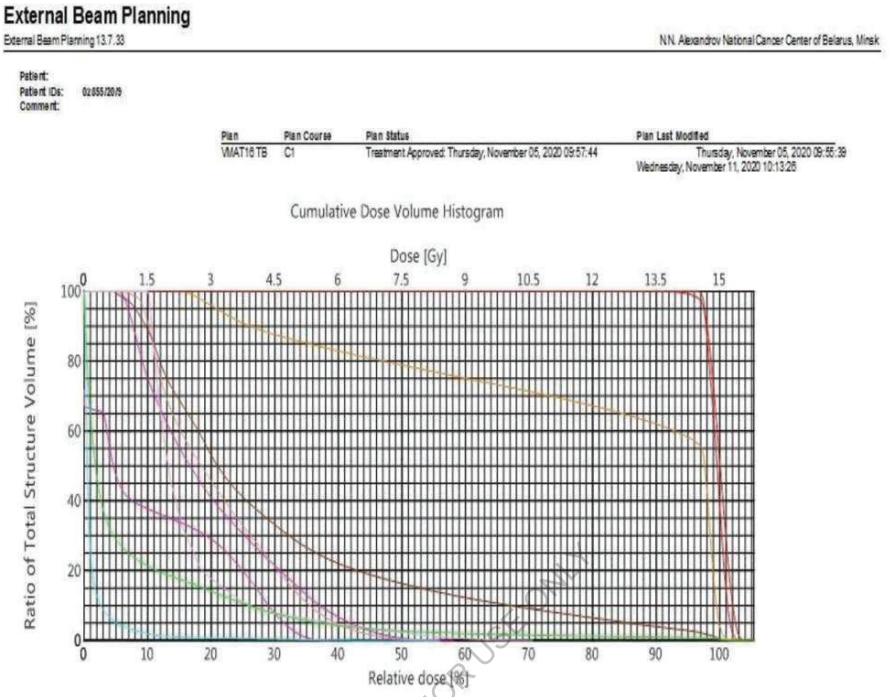


Figure 14 - Histogramme pour le traitement du cancer de la prostate lors de la deuxième session

Cas 2C. Traitement du patient au cours des trois sessions

Traitement du cancer de la prostate par de fortes doses de radiation. La durée de la séance est de 10 minutes. Utilisation de fortes doses de rayonnement sur le cancer de la prostate tout en préservant les tissus normaux proches de la tumeur, comme le montrent les doses de rayonnement :

- Les doses de radiation pour le rectum sont effectuées avec un volume total (117.0cm2), la dose minimale est (6.6%), la dose maximale est (144.3%), la dose moyenne est (67.0%), std Dev est (27.1%).
- Les doses de rayonnement pour (PTV_ekv50) sont effectuées avec un volume total (845,7 cm2), la dose minimale est (79,6 %), la dose maximale est (150,8 %), la dose moyenne est (110,3 %), l'écart-type est (16,9 %).

FOR AUTHOR USE ONLY

> Les doses de rayonnement pour (PTV_bk_test) sont effectuées avec un volume total (196.9 cm2), la dose minimale est (113.7%), la dose maximale est (150.8%), la dose moyenne est (139.1%), std Dev est (4.6%).

Il convient de noter que des doses de rayonnement plus élevées sont utilisées pour cibler la tumeur pour (GTV), (CTV) et (PTV), comme le montre la couleur rouge de l'histogramme (de 100 volumes à 160 doses). Dans le même temps, l'effet sur les tissus normaux est faible, comme le montre l'histogramme. Comme le montre la figure 18 :

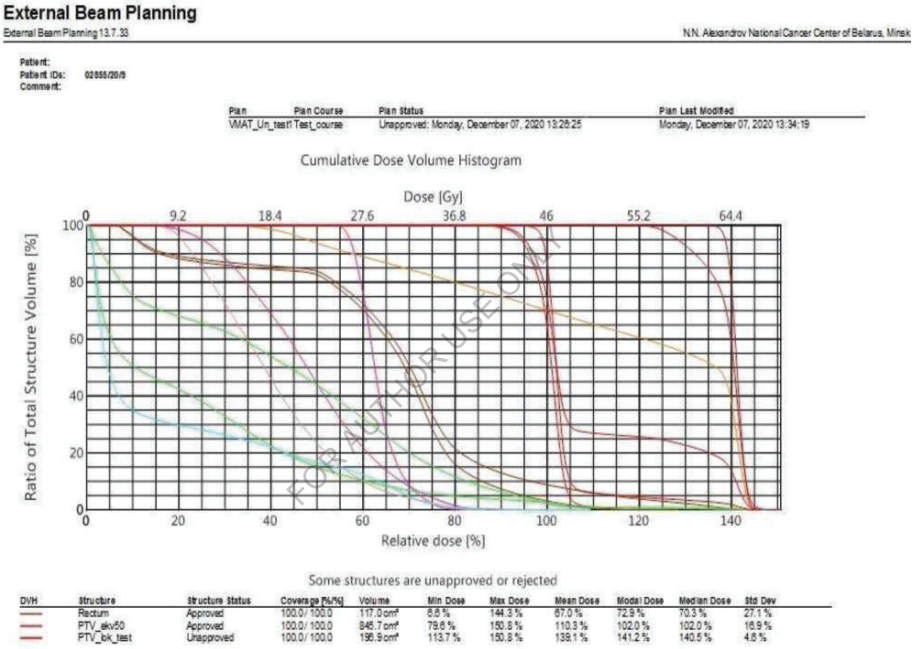
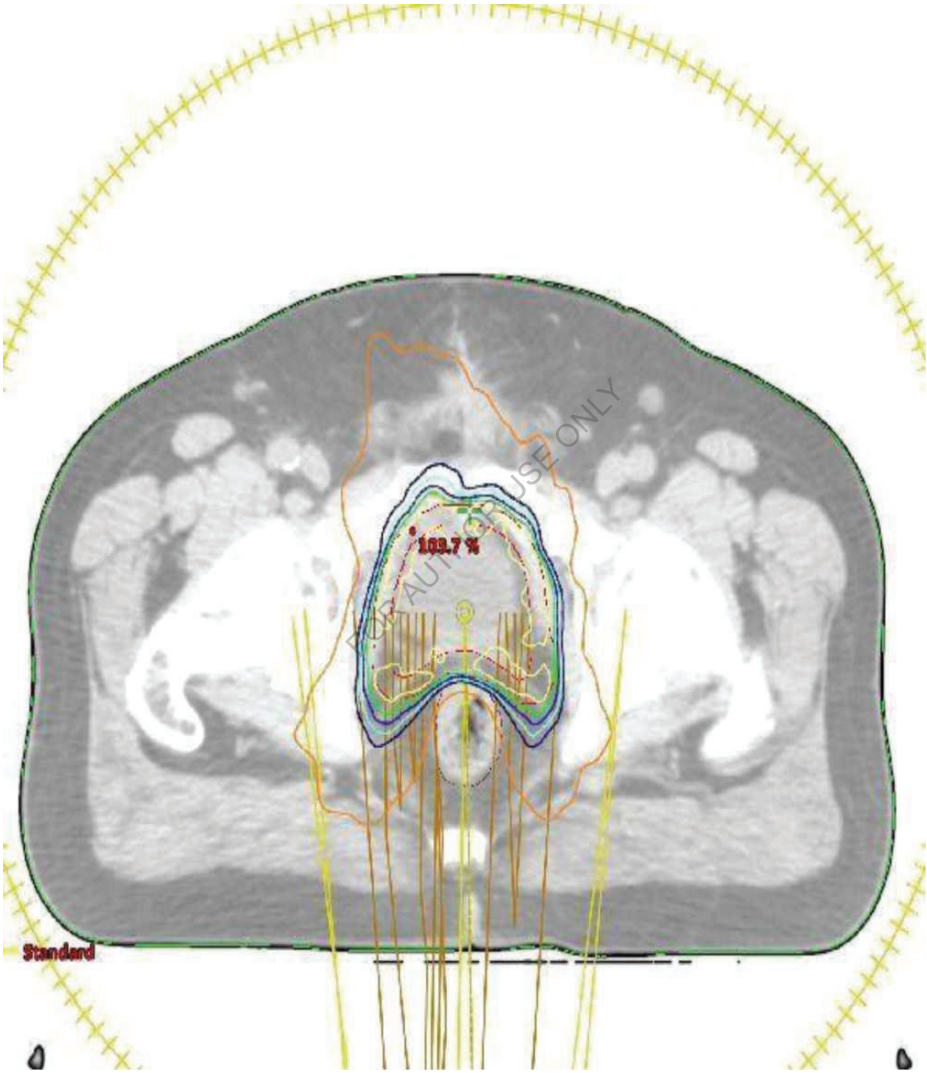


Figure 15 - Histogramme du traitement du cancer de la prostate dans les trois sessions

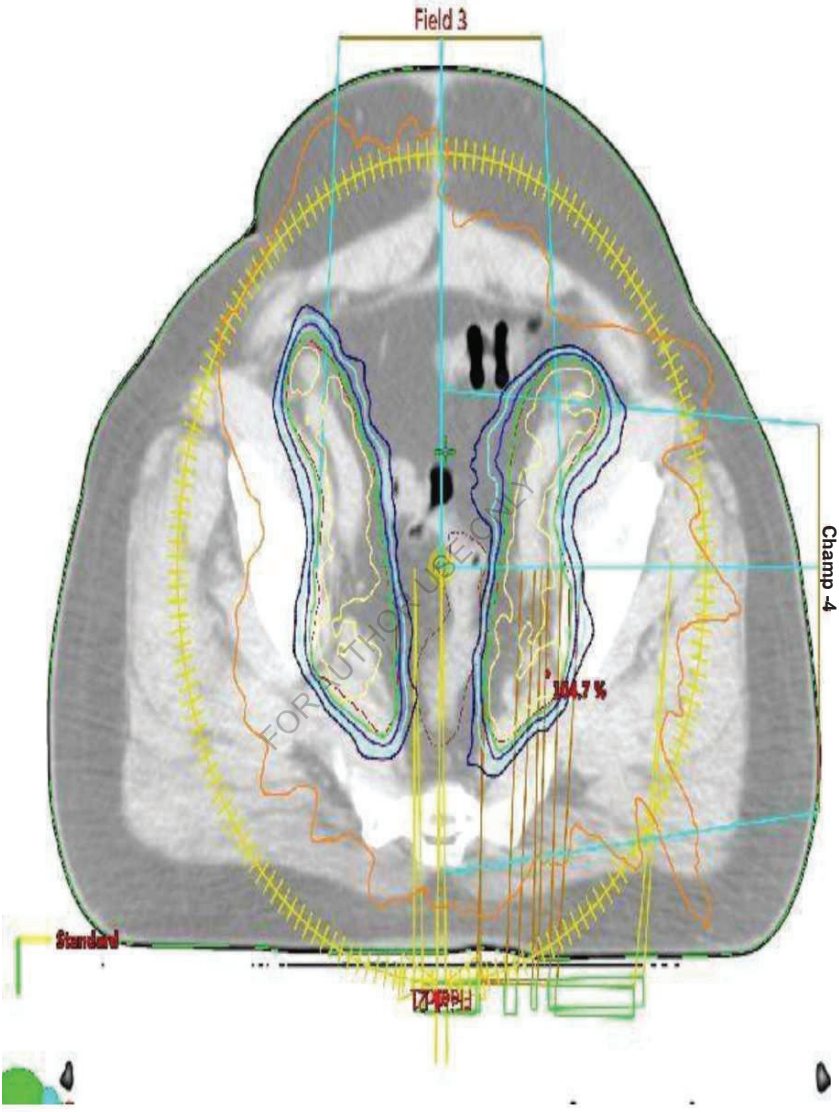
Une technique IMRT à fenêtre coulissante à 4 champs utilisée dans le traitement du cancer de la prostate. Elle est plus efficace, cible plus directement la tumeur et a moins d'effets secondaires sur les tissus normaux. Notez dans les figures ci-dessous que les méthodes IMRT-SIB, SIB-VMAT utilisent des doses de rayonnement élevées. Les doses totales de rayonnement sont de (47,711GY), (30,586GY) avec une fenêtre coulissante à 4 champs.

Technique IMRT utilisée dans le traitement du cancer de la prostate. Elle utilise de fortes doses de rayonnement pour cibler la tumeur pour (GTV), (CTV), et (PTV) tout en évitant les tissus normaux pour (OAR) de l'effet des fortes doses de rayonnement. Comme le montre la figure 19 :



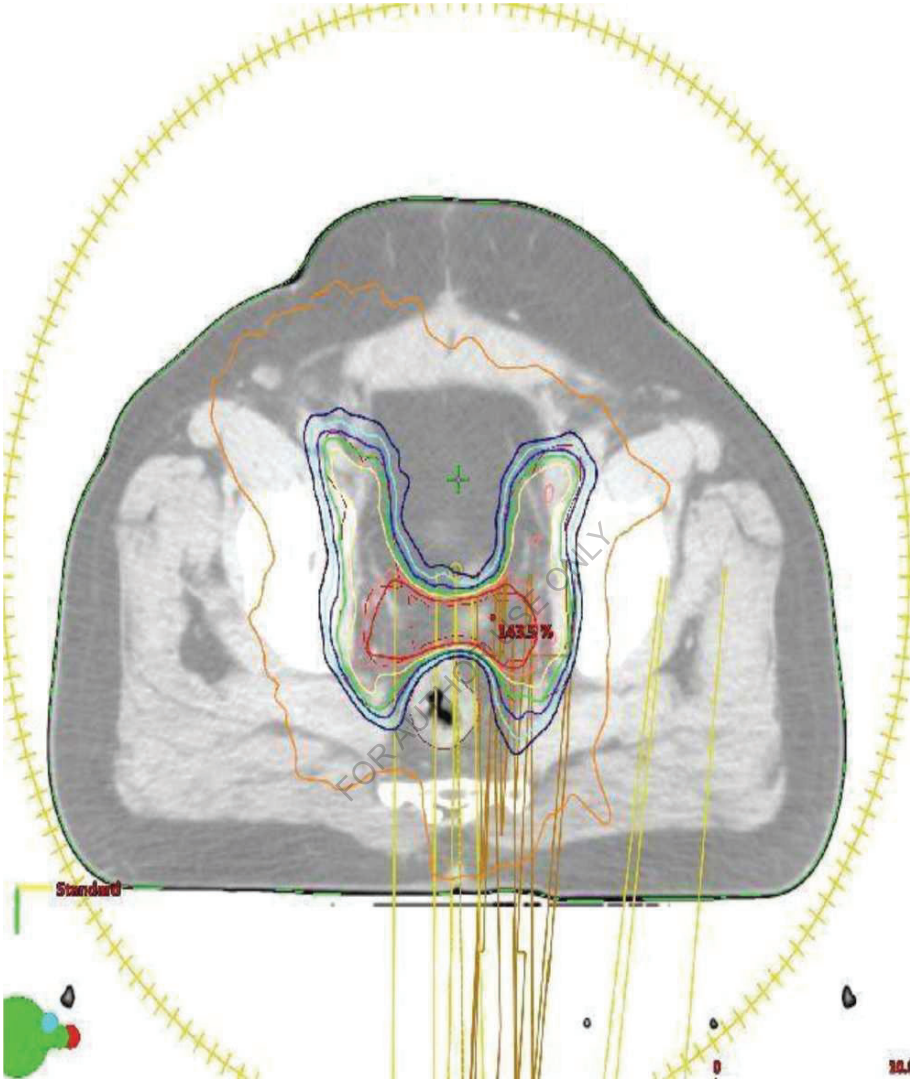
FOR AUTHOR USE ONLY

(A)



(B)

FOR AUTHOR USE ONLY



(C)

Figure 19 - A-B-C Traitement du cancer de la prostate

Radiation doses calculation. Calculation of radiation doses was carried out for four patients:

1) Critical organs count to 2 Gr:

$$EQD_2 = D\frac{d + \alpha/\beta}{2 + \alpha/\beta}$$

In order to find the equivalent for 2 Gr at a dose of 65 Gr for Loc, set the Total Dose = 56 Gr.

$$EQD_2 = 56\,\frac{3{,}25+3}{2+3} = 64{,}96 \text{ Gr}$$

2) Swerve Boost and PTV loc:

№	Bladder		Rectum		Femur.right		Femur.left	
	Plansum 50%	Boost 50%	Plansum 50%	Boost 50%	Plansum max	Boost max	Plansum max	Boost max
1	60	50,6	40,89	49,6	50,1	45,1	43,6	43,4
2	74,2	76,5	24,7	39,3	45	52,5	44	48,5
3	28,7	43,4	27	46,4	40,2	35	39	44,1
4	73,9	77,2	40,3	47,5	48,6	49	47,3	45,9

FOR AUTHOR USE ONLY

Table 1 - Calculation for Boost and PTV loc

3) HI it is uniformity of dose distribution within the target.

HI was calculated:

$$HI = \frac{D_5}{D_{95}}$$

Où D5 = dose minimale dans 5% du volume cible de planification (PTV), indiquant la "dose maximale", et D95 = dose minimale dans 95% du PTV, indiquant la "dose minimale". Plus

l'indice est faible (proche de 1), meilleure est l'homogénéité de la dose.

L'IC est la forme de la zone de volume la plus proche possible de la tumeur.

L'IC a été calculé :

$$CI = \frac{V_{95\%}}{V_{PTV}}$$

	1	2	3	4
HI	1,08	1,15	1,08	1,08
CI	0,95	0,98	0,95	0,95

Table 2 - Calculation for HI and CI

4) $t = \frac{the\ sum\ of\ monitor\ units\ for\ all\ fractions}{dose\ rate}$

FOR AUTHOR USE ONLY

	t,min			
№	1	2	3	4
PTV all	3,8	3,9	3,2	2,66
loc	2,3	2,88	2,5	2,09
Boost	2,5	4,3	0,8	4,3

Table 3 - Calculation for t,min

Conclusion

Cette étude prouve que les méthodes IMRT-SIB, VMAT-SIB sont utilisées dans le traitement du cancer de la prostate dans deux cas :

1. Les méthodes IMRT-SIB, VMAT-SIB sont plus efficaces, augmentent les doses totales, minimisent la durée totale du traitement dans le traitement du cancer de la prostate.

2. Les doses totales de rayonnement et les doses de rayonnement exposées aux tissus normaux ont été calculées efficacement par le modèle quadratique linéaire (LQ).

3. Les doses de rayonnement élevées utilisées dans le traitement du cancer de la prostate ont un faible effet sur les tissus normaux en utilisant les méthodes IMRT-SIB, VMAT-SIB.

Utilisation de la méthode SIB dans le plan de traitement du cancer de la prostate. Pour une meilleure répartition de la dose totale de rayonnement effectuée pour augmenter le contrôle de la tumeur sans mettre en danger les organes voisins en augmentant la dose pour chaque partie de la tumeur elle-même avec un effet moindre sur les cellules saines de la radiothérapie élevée.

Une meilleure distribution des doses de rayonnement pourrait utiliser les méthodes IMRT-SIB, VMAT-SIB dans la planification du traitement, qui augmentent les doses de rayonnement élevées pour chaque partie de la tumeur avec un effet moindre sur les cellules saines.

FOR AUTHOR USE ONLY

Recommandations

Nous recommandons d'utiliser les méthodes SIB-IMRT avec SIB-VMAT dans la planification du traitement du cancer de la prostate car : Augmenter en toute sécurité la dose totale administrée. Réduit la durée totale du traitement, ce qui permet d'améliorer le traitement de la tumeur. En même temps, maintenir les effets secondaires faibles sur les tissus normaux.

Références

1. Xia, P., Godley, A., Shah, C., Videtic, G. M., Suh, J. (2018). Stratégies de planification des traitements de radiothérapie. Société d'édition Springer.
2. Beyzadeoglu, M., Ozyigit, G., Ebruli, C. (2010). Basic radiation oncology. Springer Science & Business Media.
3. kane, F. M., Gerbi, B. J. (2012). Treatment Planning in Radiation Oncology. troisième édition.
4. Parker, W., Patrocinio, H. (2005). Planification du traitement clinique en radiothérapie externe par faisceau de photons. Radiation oncology physics : A handbook for teachers and students. Vienne : AIEA, 219.

5. Stanton R., Stinson D. (septembre 2009) Applied Physics for Radiation Oncology. édition révisée.
6. Thomas C. R. (2014). Le cancer de la prostate : Une approche multidisciplinaire du diagnostic et de la prise en charge. Éditions médicales Demos.
7. Stone, N. N., Crawford, E. D. (2015). Le dilemme du cancer de la prostate : sélection des patients pour la surveillance active, l'ablation focale et le traitement définitif. Springer.
8. Podgorsak, E. B. (2005). Physique de la radio-oncologie. Vienne : Agence internationale de l'énergie atomique, 123-271.
9. Hall, E. J., Giaccia, A. J. (2006). Radiobiologie pour le radiologue (Vol. 6).
10. Katsochi, D. (2017). Radiothérapie avec un Boost intégré simultané. Radiothérapie, 123
11. Jorgo, K., Polgar, C., Major, T., Stelczer, G., Herein, A., Pocza, T., Gesztesi, L., Agoston, P. (2020). Toxicité aiguë et tardive après hypofractionnement modéré avec radiothérapie simultanée intégrée (SIB) pour le cancer de la prostate. Une seule institution, étude prospective. Pathology & Oncology Research, 26(2), 905-912.
12. Hysing, L. B., Skorpen, T. N., Alber, M., Fjellsb¿, L. B., Helle, S. I., Muren, L. P. (2008). Influence du mouvement de l'organe sur la radiothérapie pelvienne conformationnelle vs. modulée en intensité pour le cancer de la prostate. International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics, 71(5), 14961503.
13. Frometa-Castillo, T., Pyakuryal, A., Wals-Zurita, A., Mesbahi, A. (2020). Biologically Effective Dose (BED) or Radiation Biological Effect (RBEf) ? Dans Mesure des rayonnements ionisants. IntechOpen.
14. Rapole, P. S., Karunanithi, G., Kandasamy, S., Prabhu, S., Kumar, R., Vivekanandam, S. (2018). Comparaison dosimétrique et faisabilité du Simultaneous Integrated Boost (SIB) dans le traitement des gliomes malins à l'aide de la radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT) ou de l'arc thérapeutique à modulation volumétrique (VMAT). Asian Pacific Journal of Cancer Prevention : APJCP, 19(9), 2499.
15. Taylor, A., Powell, M. E. B. (2004). Intensity-modulated radiotherapy-what is it ? Cancer Imaging, 4(2), 68.
16. Brand, D. H., Yarnold, J. R. (2019). Le modèle linéaire-quadratique et ses implications pour le fractionnement. Clinical Oncology, 32(4), 277.
17. McMahon, S. J. (2018). Le modèle linéaire quadratique : utilisation, interprétation et défis. Physics in Medicine & Biology, 64(1), 01TR0.
18. Site web NIH National cancer institute Comprendre les changements de la prostate : A Health Guide for Men. https://www.cancer.gov/types/prostate/understanding-prostate-changes (consulté le 1er octobre 2020).
19. Site internet American cancer society. (2017a). Comprendre votre rapport de pathologie : Prostate Cancer. Atlanta, GA: AmericanCancerSociety . https://www.cancer.org/treatment/understanding-your-diagnosis/tests/understanding- yourpathology-report/prostate-pathology/prostate-cancer-pathology.html (consulté le 15 octobre 2020).
20. Site web American cancer society. (2019b). Stades du cancer de la prostate et autres moyens d'évaluation. Risque. Atlanta, GA : AmericanCancerSociety. https://www.cancer.org/cancer/prostatecancer/detection-diagnosis-staging/staging.html (consulté le 20 octobre 2020).
21. Site web Cancer Research UK (2019) TNM Staging. https://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/prostate-cancer/stages/tnm-staging (consulté le 20 octobre 2020).
22. Site web American Nuclear Society ANS (2020) Radiation. https://www.ans.org/nuclear/radiation/ (consulté le 20 décembre 2020).
23. Awards, I. T. N., & Freiherr, G, 2012. Recent Advances in Arc Therapy.

FOR AUTHOR USE ONLY

https://www.itnonline.com/article/recent-advances-arc-therapy (consulté le 15 novembre 2020).
24. Prof. ass. Craig Hacking, Dr. Jeremy Jones, et al (2020a). Equivalent dose. Radio-paedia's. https://radiopaedia.org/articles/equivalent-dose (consulté le 20 janvier 2021).
25. Andrew Murphy, Dr. Daniel J Bell, et al (2020b). Sievert (unité SI). Radiopaedia's. https://radiopaedia.org/articles/sievert-si-unit (consulté le 20 janvier 2021).
26. Andrew Murphy, Dr. Jeremy Jones, et al (2020c). Effective dose. Radiopaedia's. https://radiopaedia.org/articles/effective-dose (consulté le 20 janvier 2021).

Sites web

1 .
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radiation_therapy#Early_development_of_radiotherapy_(1895%E2%80%931905)
2 .
https://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiationdoses.html

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.shop

Achetez vos livres en ligne, vite et bien, sur l'une des librairies en ligne les plus performantes au monde!
En protégeant nos ressources et notre environnement grâce à l'impression à la demande.

La librairie en ligne pour acheter plus vite
www.morebooks.shop

KS OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 197
LV-1039 Riga, Latvia
Telefax: +371 686 204 55

info@omniscriptum.com
www.omniscriptum.com

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

View publication stats