

Neuro-oncologie : Techniques de radiothérapie

Tronc commun Neuro-Oncologie

- Généralités
- Anatomico-pathologie
- Imagerie - Evaluation réponse
- Techniques chirurgicales
- **Techniques de radiothérapie**
- Traitements symptomatiques
- Essais cliniques
- Rédacteurs

1. Techniques de radiothérapie

1.1. Technique

Minimum requis quelle que soit la technique d'irradiation :

- Masque de contention personnalisé
- Scanner dosimétrique par coupes jointives de 2,5 à 3,75 mm de l'ensemble du crâne avec, si nécessaire, injection de produit de contraste iodé
- Réalisation d'une fusion avec l'imagerie IRM diagnostique, pré et post opératoire si chirurgie
- Délimitation des organes à risque
- Délimitation des volumes cible ([Kantor, 2005](#)).
- - Le **GTV** (*Gross Tumor Volume*) ou volume tumoral macroscopique.
 - Le **CTV** (*Clinical Target Volume*) : ce volume tient compte de l'extension tumorale microscopique. Par exemple, dans le cadre des gliomes de haut grade, il correspond habituellement au GTV augmenté d'une marge concentrique de 2 cm. Ce CTV sera, si nécessaire, modifié pour satisfaire aux critères suivants :
 - le CTV doit inclure la totalité de l'œdème péri tumoral (IRM T2 flair) + 0,5 cm.
 - il sera limité à 5 mm au-delà des limites anatomiques (sillon inter hémisphérique, faux du cerveau...) si elles ne sont pas franchies par la tumeur.
 - Le **PTV** (*Planning Target Volume*) : il est défini par une extension autour du CTV pour tenir compte des incertitudes liées aux mouvements des organes, de repositionnement à chaque séance et des caractéristiques de la machine, généralement de 3 à 5 mm.
- Organes à risque : encéphale, tronc cérébral, œil, nerf optique, cristallin, chiasma, oreille interne, cochlée et conduit auditif externe.

1.2. Doses

- 1,8 à 2 Gy par fraction, 1 fraction par jour, 5 fractions par semaine sauf exception comme les glioblastomes du sujet âgé.
- En pratique, de 40 à 60 Gy selon entité tumorale (doses définies dans chacune des entités

tumorales traitées).

1.3. Contraintes

- Respecter les **doses maximales tolérables** sur les organes à risque sauf cas particulier après information éclairée du patient (cristallin < 10 Gy ; tronc cérébral (2 % du volume de 58 Gy), chiasma et nerf optique < 54 Gy ; encéphale : D 33 % < 60 Gy ; D 66 % < 50 Gy ; D 100 % < 45 Gy) ([voir références](#)).
- Pour les entités tumorales situées à proximité de la région hypothalamo-hypophysaire, un bilan endocrinien hypothalamo-hypophysaire adapté devra être réalisé. De même, un examen ophtalmologique complet (acuité visuelle, champ visuel et fond d'oeil) ou un audiogramme pourront être réalisés selon la proximité des organes à risque, l'entité anatomo-pathologique et l'espérance de vie supposée du patient.

1.4. Fin de radiothérapie

- Un **compte rendu** est rédigé et tracé dans le dossier patient. Il doit comporter :
 - l'identification du patient
 - les éléments de justification de l'irradiation et la technique réalisée avec le nom de l'accélérateur utilisé
 - l'énergie des faisceaux
 - la dose totale délivrée, son fractionnement et son étalement
 - la dose aux organes à risque de voisinage
 - les traitements associés (chimiothérapie, corticothérapie concomitante).

1.5. Techniques particulières

1.5.1. Radiothérapie en conditions stéréotaxiques

- Il s'agit d'une **technique d'irradiation de haute précision**, nécessitant :
 - une **contention** (soit cadre de Leksell implanté dans la table externe osseuse du crâne, soit un masque thermoformé repositionnable)
 - un **système d'irradiation spécifique** (soit GAMMAKNIFE® dédié avec sources de cobalt, soit un accélérateur aménagé avec un microcrocillimateur de photons)
 - un **système de contrôle stéréotaxique** (dans les 3 axes de l'espace), intégré dans un cadre fixe (Leksell) ou implémenté sur une boîte (BRAINLAB®) ou encore intégré à un système de dosimétrie et de contrôle permanent du repositionnement (radiothérapie robotisée guidée par l'image : CYBERKNIFE®).
- La précision du positionnement et la haute reproductibilité d'une séance à l'autre permettent de diminuer les marges habituellement prises pour assurer la bonne couverture du volume-cible (marge liée aux incertitudes ajoutée au CTV pour obtenir le PTV). On peut ainsi espérer une meilleure protection d'organes à risque situés très à proximité du volume tumoral.
- L'irradiation est réalisée soit en séance unique (incontournable si cadre fixé et alors nommée radiochirurgie), soit en hypofractionnement de quelques séances (3 à 5 fractions), soit encore en normofractionnement (25 à 30 fractions). Le choix du fractionnement est souvent guidé par le volume à irradier et la proximité de structures sensibles.

- Les indications sont réservées aux petites lésions (grand axe inférieur à 3 cm, parfois 5 cm), souvent à proximité d'organes à risque :
 - certaines métastases cérébrales (1 à 3 fractions)
 - certains gliomes de grade I (3 à 5 fractions)
 - certaines récidives très focalisées de gliomes de grade II, III ou IV (3 à 5 fractions)
 - certains méningiomes ou neurinomes, en particulier de la base du crâne (5 à 30 fractions)
 - certains crâniopharyngiomes
 - en complément de dose sur un volume résiduel (épendymome, gliome...)
 - certaines localisations rachidiennes (CYBERKNIFE® uniquement) – neurinomes, métastases.

1.5.2. Tomothérapie

- La tomothérapie hélicoïdale est un système de traitement qui couple la radiothérapie guidée par l'image et la radiothérapie conformationnelle 3D avec modulation d'intensité (RCMI) en utilisant une machine qui combine un accélérateur linéaire et un scanographe hélicoïdal. Les images acquises par faisceaux de rayons X de haute énergie (MV) offrent la possibilité de vérification du positionnement du patient précédant immédiatement la radiothérapie.

- Le nombre de faisceaux segmentés peut atteindre une valeur comprise entre 5 000 et 100 000 en comparaison avec 150 segments pour un traitement par faisceaux modulés en intensité utilisant la technique statique (step and shoot) et 700 pour l'IMRT dynamique (*sliding window*).

- L'intensité du faisceau est ensuite modulée par un collimateur multilame binaire composé de 64 lames intercalées. Cette modulation est réalisée en faisant varier la fraction du temps d'ouverture de chacune des lames. L'irradiation est délivrée par le bras qui tourne sur 360° en même temps que la table de traitement se déplace ([Tomsej, 2006](#)).

- Les indications concernent :
 - lésions de la base du crâne :
 - chordome
 - chondrosarcome
 - tumeur de la queue du cheval
 - axe craniospinal des médulloblastomes
 - épendymome
 - tumeur de l'hypophyse
 - méningiomes
 - neurinomes.

- Traitement fractionné à la dose de 1,8 à 2 Gy par jour (voire 1 Gy deux fois par jour), pour atteindre une dose de 45 à 60 Gy (68 Gy si traitement bifractionné).

1.5.3. Protonthérapie

- Ses indications sont :
 - chordome et chondrosarcome de la base du crâne et du sacrum
 - crâniopharyngiome
 - méningiomes atypiques ou malins
- Après sollicitation des centres spécialisés (Orsay-Curie).
- Une association de photons et de protons peut être discutée.

1.5.4. Ions légers - Heidelberg (Allemagne)

- **Indications** : chordome et chondrosarcome de la base du crâne et du sacrum
- Après sollicitation du centre spécialisé (Heidelberg).

1.6. Techniques particulières : ressources

(disponibles dans la région Grand-Est)

- **Radiothérapie en conditions stéréotaxiques**
 - **Reims** : clinique de Courlancy (NOVALIS TX[®]) ;
Tél : 03.26.77.26.77.
 - **Nancy** : centre Alexis Vautrin (CYBERKNIFE[®]) ;
Tél : 03.83.59.84.27.
 - **Strasbourg** : centre Paul Strass (NOVALIS TX[®]) ;
Tél : 03.88.25.24.78.
 - **Dijon** : centre Georges François Leclerc (Trilogy avec OGP[®]) ;
Tél : 03.80.73.75.18
- **Tomothérapie**
 - Strasbourg : Centre Paul Strauss ;
03 88 25 24 71.
 - Reims : Institut Jean-Godinot ;
03 26 50 43 51.
- **Protonthérapie**
 - Tél du contact régional (Pr G.Noel) : 03.88.25.24.78.
 - Tél du contact à Orsay-Institut Curie : 01.69.29.87.29

1.7. Surveillance post radiothérapie

- En alternance avec les chirurgiens, oncologues, neurologues, radiothérapeutes selon l'organisation des groupes
- Consultation au moins annuelle par le radiothérapeute pendant 5 ans ([Recommandations INCa](#))
- Examen clinique et imagerie (rythme adapté selon la pathologie : voir chapitres correspondants)
- Réalisation d'un bilan endocrinien hypothalamo-hypophysaire annuel si région

hypothalamo-hypophysaire dans le champ d'irradiation et en l'absence de pathologie hypophysaire connue.

1.8. Bibliographie

- Bhandare N, Jackson A, Eisbruch A, Pan CC *et al.*
Radiation therapy and hearing loss.
N° spécial de Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010 ; 76 (3) supplément 1 S50-S57
- Fleury B, Lapeyre M.
Dose de tolérance à l'irradiation des tissus sains : l'oreille.
N° spécial de cancer radiothérapie 2010 ; 14(4-5) Pages 284-289
- Haberer S, Assouline A, Mazon J-J.
Dose de tolérance à l'irradiation des tissus sains : encéphale et hypophyse
N° spécial de cancer radiothérapie 2010 ; 14(4-5) Pages 263-268
- Habrand J-L, Drouet F.
Tolérance à l'irradiation des tissus sains : moelle épinière.
N° spécial de cancer radiothérapie 2010 ; 14(4-5) Pages 269-276
- Heiss WD, Raab P, Lanfermann H.
Multimodality assessment of brain tumors and tumor recurrence.
Nucl Med. 2011;52:1585-1600.
- Kantor G, Loiseau H.
Volumes-cibles anatomocliniques (GTV et CTV) des tumeurs gliales.
Cancer Radiother. 2005 ; 9 : 230-239.
- Kirkpatrick JP, van der Kogel AJ, Schultheiss TE.
Radiation dose–volume effects in the spinal cord.
N° spécial de Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010 ; 76 (3) supplément 1 S42-S49
- Lawrence YR, Li XA, el Naqa I, Hahn CA *et al.*
Irradiation dose-volume effects in the brain.
N° spécial de Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010 ; 76 (3) supplément 1 S20-27
- Marchand V, Dendale R.
Dose de tolérance à l'irradiation des tissus sains : l'œil.
N° spécial de cancer radiothérapie 2010 ; 14(4-5) Pages 277-283
- Mayo C, Martel MK, Marks LB, Flickinger J *et al.*
Radiation dose–volume effects of optic nerves and chiasm.
N° spécial de Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010 ; 76 (3) supplément 1 S28-S35 .

- Mayo C, Yorke E, Merchant TE.
Radiation associated brainstem injury.
N° spécial de Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010 ; 76 (3) supplément 1 S36-S41
- Pope WB, Young JR, Ellingson BM.
Advances in MRI assessment of gliomas and response to anti-VEGF therapy.
Curr Neurol Neurosci Rep. 2011;11:336-344.
- Tomsej M.
The TomoTherapy Hi. Art System for sophisticated IMRT and IGRT with helical delivery :
Recent developments and clinical applications.
Cancer Radiother, 2006 ; 10(5) : 288-95.