

Radio-oncologie: La radiochirurgie se développe au-delà du cerveau

Daniel M. Aebersold

Universitätsklinik für Radio-Onkologie, Inselspital Bern

C'est le neurochirurgien suédois Lars Lecksell qui a introduit la radiothérapie de haute précision à la fin des années 1960. L'appareil utilisé dans ce traitement comprend des sources de cobalt émettant un rayonnement gamma. Il fut nommé *gamma knife* par analogie avec la précision du scalpel de chirurgien et il représente le procédé thérapeutique par excellence de la radiochirurgie. Ce n'est pas un hasard si ce concept fut développé pour les lésions cérébrales. Seule une fixation invasive du cadre stéréotaxique sur la boîte crânienne assurait un ciblage suffisamment précis de la lésion à détruire. Une seule séance d'irradiation suffisait alors à traiter de manière définitive les lésions tumorales du cerveau bien circonscrites et de petit volume. Au cours des dernières années, les avancées technologiques ont réussi à étendre progressivement le principe de la radiochirurgie stéréotaxique à de nouvelles indications en dehors du cerveau. Ce nouveau type d'application se nomme stéréotaxie extracrânienne ou encore «radiothérapie corporelle stéréotaxique» (*stereotactic body radiotherapy*, SBRT).

Développements technologiques

Les systèmes de radiochirurgie stéréotaxique développés récemment se distinguent par un grand nombre d'innovations technologiques, en particulier dans le domaine des composantes d'imagerie et de leur raccordement à des logiciels intelligents et à des moyens robotisés de correction de position.

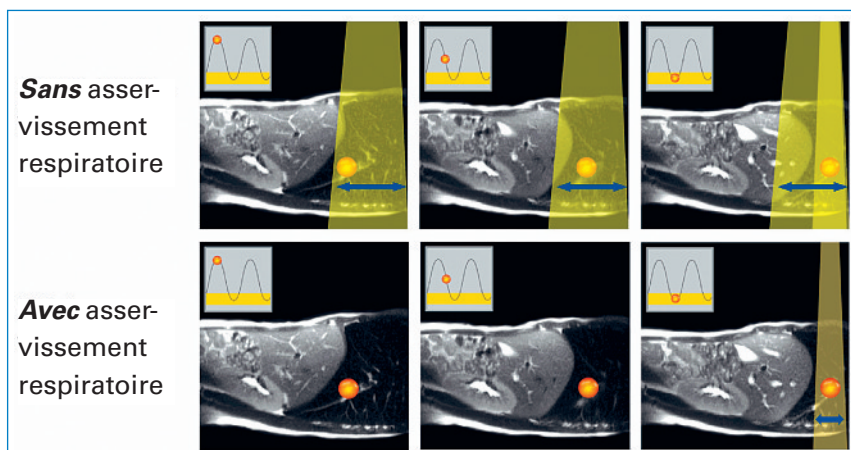


Figure 1
Irradiation avec et sans asservissement respiratoire; l'asservissement réduit massivement le volume pulmonaire irradié (flèche bleue).

Asservissement respiratoire


Deux tubes à rayons X en montage stéréoscopique permettent de contrôler en continu la position du patient, même pendant la séance d'irradiation. Lorsque ces tubes sont associés à un système infrarouge, ils peuvent s'utiliser pour le contrôle des mouvements respiratoires. De cette façon, l'irradiation n'agit que durant la fraction optimale du cycle respiratoire (= asservissement ou «gating» respiratoire), ce qui réduit nettement les marges de sécurité nécessaires à garantir une irradiation suffisante de la tumeur (fig. 1 .

Table de traitement robotisée

Les nouveaux systèmes comprennent aussi une table de traitement radiologique robotisée: en plus des mouvements de base dans le sens de la hauteur, de la longueur, de la largeur et autour d'un axe vertical, cette table permet aussi des rotations autour d'un axe longitudinal («roll») et d'un axe transversal («tilt»). La mobilité robotisée de la table entre en jeu lorsque des mouvements de rotation déplacent le volume tumoral ou l'organe hors de sa position initiale pendant l'irradiation. Lorsque les mouvements de la table peuvent compenser ces rotations, ils «rétablissent» la position initiale du volume ciblé au millimètre près.

Suivi dynamique de la tumeur

Les possibilités décrites plus haut – l'asservissement respiratoire et la correction robotisée simultanée des écarts de positionnement en 6D – forment des exemples d'un concept général décisif pour le développement futur de la radiochirurgie stéréotaxique: le suivi dynamique de la tumeur ou «tumor tracking». L'idée est ici d'utiliser des informations provenant de l'imagerie et de les intégrer en ligne, en temps réel et par robotique dans l'application radiologique pour que le faisceau thérapeutique puisse «poursuivre» la tumeur. On diminuerait ainsi la contrainte de fixer le patient d'une façon invasive ou incommode.


Intégration des données CT

En intégrant un tube CT dans l'appareil stéréotaxique ou dans la salle d'irradiation, on incorpore entièrement un système d'imagerie dans l'application radiologique. Au moment de l'irradiation, le CT scan fournit un jeu complet de données 3D qui servent à bien positionner le patient ou la tumeur; elles peuvent aussi s'utiliser juste

avant le traitement, pour contrôler à nouveau la position d'organes à risque susceptibles de bouger, comme par ex. la vessie et l'intestin grêle.

Indications de la radiochirurgie extracrânienne

De nos jours, la radiochirurgie extracrânienne s'applique à de nombreuses tumeurs. Toute une série d'études en phase I et II ont déjà été publiées à ce sujet et leurs résultats confirment le grand potentiel de cette option thérapeutique non invasive. De manière générale, la radiochirurgie extracrânienne s'avère particulièrement efficace sur les tumeurs bien délimitées et de taille inférieure à une certaine valeur critique. La plupart des résultats ont été élaborés pour les indications suivantes (voir [1]):

- *Tumeurs pulmonaires* (fig. 2 

les doses et les indications optimales. Ce qui rend l'utilisation de la radiochirurgie particulièrement attractive ici, c'est l'absence de toute mesure invasive et la réduction massive de la durée du traitement en comparaison avec la radiothérapie percutanée habituelle.

- *Tumeurs spinales*: la radiochirurgie stéréotaxique s'applique dans les lésions oligométaboliques que l'on cherche à éliminer définitivement au niveau local sans que le patient doive subir d'effets secondaires toxiques dans la moelle épinière.

Pour que l'application de cette technologie soit efficace, il faut absolument que l'indication soit posée de façon interdisciplinaire, en collaboration avec les spécialistes des disciplines chirurgicales. Et dans les domaines où les résultats ne sont pas encore suffisamment bien établis, il faut continuer d'évaluer le potentiel de la radiochirurgie extracrânienne dans des protocoles d'études cliniques.

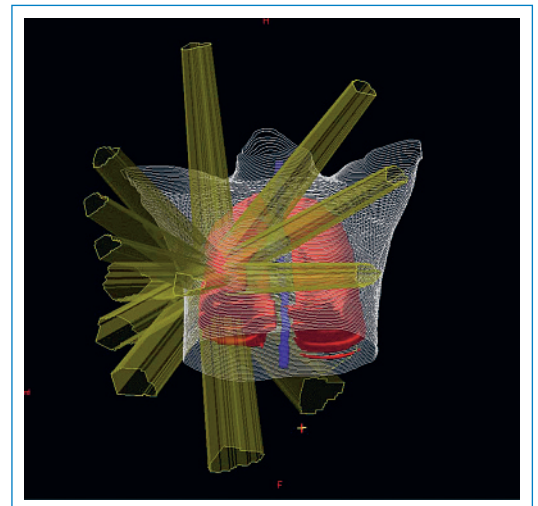


Figure 2
Irradiation stéréotaxique multifaisceaux d'un carcinome pulmonaire non à petites cellules.

Correspondance:
Prof. Daniel M. Aebersold
Direktor und Chefarzt
Universitätsklinik
für Radio-Onkologie
Inselspital
Freiburgstrasse
CH-3010 Bern
daniel.aebersold@insel.ch

Référence

- 1 Timmerman RD, Kavanagh BD, Cho LC, et al. Stereotactic body radiation therapy in multiple organ sites. *J Clin Oncol.* 2007;25:947-52.