



Contexte

L'hadronthérapie par ions carbone est une dérivée de la protonthérapie¹. Les deux thérapies peuvent être utilisées dans le traitement de multiples cancers, car elles entraînent moins d'effets secondaires que les radiothérapies classiques. Elles ciblent la tumeur de façon plus précise avec des doses de radiation plus élevées tout en minimisant les dommages aux tissus sains environnants. Contrairement à la protonthérapie, l'hadronthérapie endommage les cellules cancéreuses, les empêchant ainsi de se régénérer².

Les centres d'hadronthérapie par ions carbone se multiplient. L'essor de cette technologie est toutefois limité par son coût. On estime, en effet, que les installations américaines de la University of Michigan, encore en chantier, reviendront à environ 280 millions \$ US¹.

Certains modèles innovateurs de synchrotrons, qui sont encore en phase de mise au point, pourront réduire le prix de l'hadronthérapie par ions carbone et de la protonthérapie. Au Japon, les progrès faits pour réduire le nombre des séances de traitement requises pourraient diminuer les coûts de façon à permettre une mise en œuvre étendue de cette technologie au niveau international³. Il faut cependant encore quelques années pour que ces modèles fassent leurs preuves et encore plus de temps pour que ces technologies deviennent utiles en clinique.

Dans une installation à ions carbone on trouve ordinairement un synchrotron dédié et très spécialisé (machine semblable à l'accélérateur de particules), un système de transport de faisceaux, un système de distribution de faisceaux, des supports mobiles isocentriques et un système pour positionner le patient et effectuer l'imagerie : toutes ces machines sont

dirigées par un système de contrôle d'installation. Pour faire les examens du patient, on peut se servir de la tomographie par ordinateur, de l'imagerie par résonance magnétique, de la tomographie par émission de positrons et aussi par des rayons X classiques.

L'hadronthérapie voit le jour au Japon en 1994, et à ses débuts elle se sert d'un synchrotron médical de conception canadienne, à ions lourds³ doubles. En 1997, une installation allemande commence des travaux de recherche dans la radiothérapie à ions pour la prise en charge du cancer.

Objectif

L'étude vise à offrir des renseignements utiles sur l'étendue de l'utilisation de l'hadronthérapie par ions carbone au Canada. Elle vise à répondre aux questions suivantes :

- Cette radiothérapie est-elle évaluée au Canada?
- L'hadronthérapie par ions carbone est-elle approuvée et remboursée dans le pays?
- Les autres pays construisent-ils des centres pour offrir l'hadronthérapie ?

Constatations

- Aucune évaluation de technologie de la santé canadienne ne porte sur l'hadronthérapie par ions carbone. Cependant, on a répertorié bon nombre d'études méthodiques des autres pays, et ces études, ainsi que des hyperliens vers les études générales, sont énumérées dans l'annexe.
- L'hadronthérapie par ions carbone n'est pas approuvée au Canada. Les quelques propositions élaborées pour la protonthérapie dans le pays ne sont pas financées.
- L'hadronthérapie par ions carbone a vu le jour au Japon en 1994 et elle s'est servi

d'un synchrotron canadien à ses débuts³. En 1997, une installation en Allemagne a entrepris la recherche en la matière afin de prendre en charge le cancer.

Les résultats cliniques prometteurs dans ces installations ont encouragé les autres centres de recherche à étudier l'hadronthérapie. En 2002, le second site de Japon était en place; en 2006, la Chine a érigé son premier centre de recherche sur l'hadronthérapie⁴. Une autre installation de protonthérapie et

d'hadronthérapie ouvrira ses portes en Allemagne en 2009⁴.

On est en train de construire huit synchrotrons. Les États-Unis,¹ le Japon⁴, l'Autriche³ et l'Italie⁴ sont en train de construire des synchrotrons. Deux autres propositions, une allemande⁴ et une française³, ont été acceptées. Le tableau 1 ci-dessus offre plus d'information sur l'emplacement de ces sites et sur la date de leur entrée en fonction.

Tableau 1: Emplacement des sites à ions carbone

Pays	Installation	Date de début de la production
Japon	Institut national de sciences radiologiques	1994
	Gesellschaft für Schwerionenforschung	1997
Japon	Centre médical de faisceau d'ions Hyogo	2002
Chine	Institut de physique moderne	2006
Allemagne	Centre de faisceau d'ions Heidelberg	2009
Allemagne	Rhone Klinikum	2010 (prévue)
Italie	CNAO	2010 (prévue)
Allemagne	University Klinikum & NROCK	2012 (prévue)
France	ARCHADE	2012 (prévue)
États-Unis	Système de santé de la University of Michigan	2013 (prévue)
France	ETOILE	2014 (prévue)
Autriche	Med-AUSTRON	2014 (prévue)

Lacunes dans les connaissances

Les conclusions du rapport sont le fruit d'une recherche documentaire limitée. Il est donc difficile de garantir comme telle l'intégralité du texte. Le rapport est basé sur des renseignements cueillis jusqu'en octobre 2009 et qui peuvent ne pas refléter l'information la plus récente.

Conclusion

L'hadronthérapie par ions carbone n'est pas approuvée au Canada et aucune évaluation n'est faite dans le pays. En tout, les installations où l'on fait des recherches sur les ions de carbone sont quatre : deux au Japon, une en Allemagne et une en Chine. L'Allemagne prévoit que sa seconde installation fonctionnera en 2009, alors que la troisième et la quatrième respectivement

en 2010 et 2012. Italie ouvrira deux installations, en 2012 et en 2014. Les États-Unis prévoient ouvrir leur premier site en 2013, l'Autriche en 2014.

Références

1. Finley E. First carbon ion cancer site would draw research dollars to Southeast Michigan. *Oakland Bus Rev.* 2008;Sept. Disponible à : http://www.mlive.com/businessreview/oakland/index.ssf/2008/09/first_carbon_ion_cancer_site_w.html
2. Browner V. Carbon ion therapy to debut in Europe. *J Natl Cancer Inst.* 2009;101(2):74-6.
3. Jones B. Joint symposium 2009 on carbon ion radiotherapy. *Br J Radiol.* 2009 Aug 3.

4. Ando K, KY. Biological characteristics of carbon-ion therapy. *Int J Radiat Biol.* 2009;85(9):715-28. Disponible à : http://pdfserve.informaworld.com/751914_914421590.pdf

Annexe

Études méthodiques et évaluations des technologies de la santé

Comparison of the effectiveness of radiotherapy with photons, protons and carbon-ions for non-small cell lung cancer: A meta-analysis. *Radiother Oncol.* 2009 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19733410?ordinalpos=4&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

Proton therapy in chordoma of the base of the skull: a systematic review. *Neurosurg Rev.* 2009 Oct;32(4):403-16 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19319583?ordinalpos=5&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

A systematic literature review of the clinical and cost-effectiveness of hadron therapy in cancer. *Radiation Oncol.* 2007 May;83(2):110-22 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17502116?ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

Protons and ions in the treatment of cancer; a systematic review of the literature. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2006 Nov 4;150(44):2435-41 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17131704?ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

Ouvrages d'intérêt général

Skull base chordomas: efficacy of surgery followed by carbon ion radiotherapy. *Acta Neurochir (Wien)* 2009 Jul;151(7):759-69 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19434365?ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

Particle therapy in lung cancer: where do we stand? *Cancer Treat Rev.* 2008 May;34(3):259-67 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18226466?ordinalpos=6&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

Current status of radiotherapy with proton and light ion beams. *Cancer.* 2007 Apr 1;109(7):1227-38 <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/114129774/PDFSTART>

Citer comme suit : Morrison, A. *Hadronthérapie par ions carbone* [Analyse prospective, numéro 3], Ottawa, Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé, 2009.

L'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS) assume l'entière responsabilité de la forme finale et du contenu de cette analyse prospective. Les énoncés et les conclusions dans ce document sont ceux de l'ACMTS. La production de ce rapport a été rendu possible grâce à l'apport financier de Santé Canada et des gouvernements d'Alberta, de la Colombie-Britannique, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve-et-Labrador, de Territoires du Nord-Ouest, de la Nouvelle-Écosse, du Nunavut, de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Saskatchewan et du Yukon. L'ACMTS assume l'entière responsabilité de la forme finale et du contenu de ce rapport. Les opinions exprimées ici ne représentent pas forcément le point de vue de Santé Canada ou des gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Avis de non-responsabilité : Le Service d'analyse prospective offre de l'information aux planificateurs et aux prestataires de services de santé au Canada. Les produits d'information du Service d'analyse prospective sont issus d'une recherche documentaire restreinte, ce ne sont pas des études méthodiques exhaustives. L'objectif consiste à produire des synthèses d'information sur des sujets précis dans les délais impartis. L'information offerte par le Service d'analyse prospective fait office de complément d'information à d'autres renseignements et considérations sur le sujet. Elle ne vient pas remplacer l'avis ou l'opinion en bonne et due forme d'un médecin et elle ne constitue pas une recommandation favorable ou défavorable sur une technologie de la santé en particulier. Le lecteur est prié de ne pas assimiler l'absence de données probantes rigoureuses à l'absence d'efficacité clinique de la technologie en question, particulièrement s'il s'agit d'une technologie nouvelle ou émergente au sujet de laquelle l'information est encore rare, mais qui pourrait se révéler néanmoins efficace. Bien que l'ACMTS ait tout mis en œuvre pour veiller à l'exactitude, à l'exhaustivité et à l'actualité du rapport, elle décline toute responsabilité à cet égard, comme elle ne saurait être tenue responsable des pertes ou des dommages découlant de l'usage de l'information contenue dans le présent rapport.

Droit d'auteur : L'information présentée ici est protégée par un droit d'auteur. Elle peut être reproduite à des fins non commerciales pourvu que l'ACMTS soit dûment mentionnée.

Liens : Le présent rapport peut renfermer des liens à de l'information dans le site Web de tiers sur Internet.

Agence canadienne des médicaments
et des technologies de la santé
600-865, avenue Carling,
Ottawa (Ontario) K1S 5S8