

Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie
Code de pratique du contrôle de la qualité technique
de la curiethérapie de bas débit de dose par implants permanents

Document d'orientation présenté au nom de
l'Association canadienne de radio-oncologie,
l'Organisation canadienne des médecins médicaux,
l'Association canadienne des technologues en radiation médicale et
du Partenariat canadien contre le cancer

23 avril 2013

LDR.2013.04.01

www.pcqr.ca



CPQR

Canadian Partnership for
Quality Radiotherapy

PCQR

Partenariat canadien pour
la qualité en radiothérapie

Avertissement

Les informations contenues dans le présent document sont destinées à être utilisées à la discrétion de chaque centre dans le but de le guider dans l'amélioration de programme de radioprotection et de contrôle de la qualité. Le présent document ne repose sur aucune norme juridique ; les règlements fédéraux ou provinciaux spécifiques et les conditions de permis prévalent sur son contenu. C'est un document évolutif et l'information qu'il contient est sujette à modification à tout moment et sans préavis. Le Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie (PCQR) ou ses associations partenaires, l'Association canadienne de radio-oncologie (ACRO), l'Organisation canadienne des médecins (OCPM) et l'Association canadienne des technologues en radiation médicale (ACTRM), ne sauraient en aucun cas être tenus responsables des dommages ou pertes de toute nature, directs ou indirects, qui résulteraient en tout ou en partie de l'utilisation de ce document.

Expert examinateur

Luc Beaulieu
Centre hospitalier universitaire de Québec, Québec, Québec

Centres de validation externe

Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal, Québec.
BC Cancer Agency – Cancer Centre for the Southern Interior, Kelowna, Colombie-Britannique
Windsor Regional Cancer Centre, Windsor, Ontario

Traducteur

Laurent Tantôt
CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal – Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Montréal, Québec

Introduction

Le Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie (PCQR) est une alliance formée des trois principales organisations professionnelles nationales œuvrant dans le domaine de la radiothérapie au Canada : l'Association canadienne de radio-oncologie (ACRO), l'Organisation canadienne des physiciens médicaux (OCPM) et l'Association canadienne des technologues en radiation médicale (ACTRM). Le soutien stratégique et financier est apporté par le Partenariat canadien contre le cancer (PCCC), une ressource nationale pour la promotion de la prévention et du traitement du cancer. Le PCQR a pour mandat de soutenir l'accès universel à des traitements de radiothérapie sûrs et de grande qualité pour tous les Canadiens, grâce à l'amélioration du rendement du système et l'établissement de codes de pratique et d'indicateurs consensuels visant à faciliter la mise sur pied et l'évaluation de programmes de radiothérapie.

Le présent document présente en détail les objectifs de performance et les critères de sûreté de la *curiethérapie de bas débit de dose par implants permanents*. Le lecteur trouvera dans le document cadre *Codes de pratique du contrôle de la qualité technique pour les centres canadiens de radiothérapie*⁽¹⁾ une description générale d'un programme de contrôle de la qualité technique et la façon d'interpréter les objectifs et critères de performance détaillés dans le présent document.

Description du système

Il existe plusieurs publications traitant de la performance, des spécifications et du contrôle de la qualité de la curiethérapie de bas débit de dose (BDD) par implants permanents⁽²⁻⁸⁾. La plupart de ces publications ont une longue liste de références. Certaines décrivent aussi en détail comment effectuer les divers tests de contrôle de la qualité. Le code de pratique promu dans le présent document est fondé

sur l'expérience des auteurs et des examinateurs, et il est cohérent dans les grandes lignes avec les recommandations d'autres organisations⁽⁴⁻⁸⁾.

La curiethérapie est une procédure dans laquelle des sources de radionucléides encapsulées sont placées au contact ou à l'intérieur de la tumeur. Par exemple, parmi les modalités de curiethérapie du cancer prostatique utilisées actuellement au Canada, il y a la curiethérapie prostatique par implantation permanente transpérinéale (TIPPB) échoguidée et la curiethérapie de haut débit de dose (HDD). En curiethérapie prostatique, on utilise actuellement quatre radionucléides : ^{125}I , ^{103}Pd , ^{131}Cs et ^{192}Ir . L' ^{192}Ir est utilisé en curiethérapie de HDD et les tests de contrôle de la qualité sont similaires à ceux des autres procédures utilisées en HDD et décrits dans le *Code de pratique du contrôle de la qualité technique des appareils de curiethérapie à projecteur de source télécommandé* du PCQR, disponible sur pcqr.ca. Les radionucléides ^{131}Cs , ^{125}I et ^{103}Pd sont utilisés comme implants permanents et ce sont ceux abordés dans le présent document.

La TIPPB a été présentée pour la première fois par Holm et ses collègues⁽⁹⁾. Cette procédure consiste d'abord à définir, à l'aide d'une sonde à ultrason transrectale, les contours de la prostate sur des images transaxiales de 5 mm d'épaisseur utilisées pour la planification du traitement. Ensuite, quelques semaines plus tard, des sources radioactives (sources de 0,8 mm de diamètre et 4,5 mm de long) sont implantées dans la glande prostatique. Pour ces deux étapes, le patient est placé en position de lithotomie. Avec l'aide d'une sonde à ultrason transrectale, des aiguilles contenant les sources sont insérées dans la prostate à travers le périnée. Les aiguilles peuvent être préparées pour la procédure de trois façons : chargement manuel local, achat d'aiguilles déjà chargées ou chargement des aiguilles avec un appareil. Le code de pratique du contrôle de la qualité présenté ici peut avoir besoin d'être adapté à la méthode de chargement choisie.

La TIPPB est devenue une réelle option thérapeutique dans le traitement des cancers de la prostate à bas risque grâce aux travaux précurseurs du groupe de Seattle⁽¹⁰⁾. Cette option thérapeutique est offerte aux patients atteints d'un cancer localisé de la prostate (stade < T2c, score de Gleason < 7 et APS < 10 ng/mL). Des taux de survie sans maladie biochimique ont été rapportés pour de longues périodes de suivi^(9,11-17). Des résultats similaires ont été obtenus dans des études canadiennes⁽¹⁸⁻²¹⁾.

Pour les patients à risque intermédiaire ou à haut risque (APS > 10 ng/mL, score de Gleason > 6 ou stade > T2c), la curiethérapie de HDD est plus couramment utilisée, principalement en complément de dose, car elle permet d'obtenir un très bon contrôle de l'APS et des résultats de biopsie négatifs⁽²²⁻²⁴⁾. Toutefois, la TIPPB seule reste une option thérapeutique pour certains patients dans la partie basse du risque intermédiaire, et elle peut aussi être utilisée comme complément de dose⁽¹⁹⁻²¹⁾.

Récemment, l'implantation permanente a été proposée pour le cancer du sein par le docteur Jean-Philippe Pignol au Sunnybrook Health Sciences Centre de Toronto⁽²⁵⁾. La description générale des codes de pratique dans le présent document ainsi que la bibliographie fournie devraient permettre aux physiciens d'adapter ces codes à cette nouvelle procédure.

Que ce soit pour l'implantation de sources permanentes ou pour l'implantation temporaire en HDD, un programme de curiethérapie exige que les compétences des multiples professionnels de la santé soient efficaces et productives. Du point de vue du physicien médical, cela fait converger beaucoup de technologies en une seule procédure. Les rapports des TG-43U1, 137, 138 et 186 de l'AAPM^(4,7,8,26), les codes de pratique de l'American Brachytherapy Society^(3,27) et du Groupe européen de curiethérapie–European Society for Radiotherapy and Oncology (GEC-ESTRO)⁽⁵⁾ sont des documents de référence pour ces procédures. Il y a trois domaines importants pour les implantations : l'imagerie, la dosimétrie et la radioprotection. De plus, des rapports sur les systèmes de planification de traitement (TPS) et la curiethérapie en général sont aussi des références pertinentes pour les physiciens cliniques, notamment les rapports des TG-40, 53, 56 et 79 de l'AAPM⁽²⁸⁻³¹⁾.

Enfin, la curiethérapie prostatique est fondée avant tout sur l'utilisation de l'échographie comme dispositif de contrôle en temps réel. L'AAPM a récemment publié le rapport du TG-128 qui traite des tâches de contrôle de la qualité pour l'échographie en curiethérapie prostatique⁽⁶⁾. Il est recommandé de respecter ce rapport dans ses détails.

Les films radiographiques conventionnels ou la fluoroscopie peuvent aussi être utilisés pour visualiser les sources ou les cathéters après leur implantation. Cette vérification peut être effectuée dans la salle d'opération ou la salle de curiethérapie. Enfin, la TDM et l'IRM sont utilisées pour l'assurance de la qualité post-implantation. Dans tous les programmes de curiethérapie prostatique, il faut en tout temps avoir à sa disposition une chambre à puits étalonnée et un radiamètre. D'autres dosimètres personnels, tels que des bagues ou des bracelets, peuvent aussi être utilisés.

La description dosimétrique des sources devrait être faite selon les recommandations du TG-43 de l'AAPM^(4,32). L'AAPM et l'Imaging and Radiation Oncology Core Houston Quality Assurance Center (IROC Houston) gardent un registre des modèles de sources de curiethérapie conformes aux conditions dosimétriques préalables établies par l'AAPM. On peut trouver dans le registre (<http://rpc.mdanderson.org/RPC/>) les articles scientifiques qui fournissent les paramètres dosimétriques de chacune de ces sources, accompagnés des conditions préalables de l'AAPM. Le physicien médical devrait régulièrement faire une recherche détaillée de la littérature pour connaître toute nouvelle évaluation des paramètres dosimétriques d'une source et ses effets potentiels sur la dosimétrie clinique.

Tout TPS, neuf ou mis à niveau, et tout nouveau modèle de source devraient être validés avec des cas standards connus et des calculs manuels. À ce sujet, on pourra trouver utiles les cas standards utilisés par l'IROC Houston pour l'accréditation des participants aux essais cliniques avec une composante de curiethérapie de BDD. Ils se trouvent dans l'onglet « Credentialing » du site web de l'IROC Houston (<http://rpc.mdanderson.org/RPC/>). Avant d'utiliser un modèle de source en clinique pour la première fois, il faut faire étalonner une chambre à puits dans un laboratoire agréé d'étalonnage dosimétrique (ADCL). Une autre solution consiste à envoyer une seule source à un ADCL où sa puissance de kerma dans l'air sera mesurée ; sa valeur pourra ensuite être utilisée pour déterminer le coefficient

d'étalonnage de la chambre à puits locale. Pour chaque radionucléide, chaque type de source et chaque gamme de radioactivité, il faut s'assurer de respecter les codes de radioprotection correspondants.

Codes de pratique connexes

Dans le but d'évaluer complètement la performance d'un système de curiethérapie de BDD, des tests additionnels décrits dans des codes de pratique du contrôle de la qualité technique connexes doivent être effectués et documentés, le cas échéant. Disponibles sur pcqr.ca, les codes de pratique connexes au présent document sont :

- Systèmes de sûreté
- Principal équipement de dosimétrie

Tableaux de tests

En ce qui concerne la curiethérapie de BDD par implants permanents, des tests sont requis pour les dispositifs de sécurité et les systèmes mécaniques et radiographiques. Les codes de pratique du contrôle de la qualité de curiethérapie de BDD par implants permanents sont inscrits dans les tableaux 1 et 2. Ces codes de pratique sont constitués d'une série de tests à effectuer avec leur fréquence minimale. Les tests sont tirés de la littérature et, tout particulièrement, des normes établies dans les rapports de l'AAPM cités plus haut.

Tout entretien de l'appareil d'échographie, des ordinateurs, des applicateurs de sources, etc. devrait être suivi d'une série complète de tests de contrôle de la qualité comprenant des tests des contrôles quotidien ou annuel, selon la situation.

En ce qui concerne l'implantation de sources, les tests quotidiens devraient être effectués soit avant chaque procédure (avant chaque implantation), soit en début de journée, selon la nature du test.

Les tests liés à la radioprotection ne sont pas inclus dans les tableaux 1 et 2, mais ils doivent faire partie d'un programme complet d'assurance de la qualité (se référer au *Code de pratique de l'assurance de la qualité pour les programmes canadiens de radiothérapie*. du PCQR sur pcqr.ca). Il est impératif de se conformer aux exigences spécifiques au permis et aux codes de sûreté pertinents. Par exemple, il est obligatoire de documenter et rapporter à la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) les activités de curiethérapie par chargement manuel ou avec projecteur de source. De plus, l'assurance de la qualité des appareils d'imagerie utilisés pour l'implantation de sources (arceau mobile, tomographie à faisceau conique [CBCT], TDM, IRM, etc.) doit être effectuée selon leur propre protocole.

Tableau 1 : Tests de contrôle de la qualité quotidiens

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
Quotidien			
DPB1	Radiamètre	fonctionnel	
DPB2	Puissance de la source (chambre à puits)	3 %	5 %
DPB3	Appareil d'échographie et sondes	fonctionnel	
DPB4	Inventaire des sources	complet	
DPB5	Enregistrements	complet	
DPB6	Inspection de la salle (draps, aiguilles, gabarit, etc.) Au bloc : appareils de planification et de chargement de sources	complet	
DPB7	Affichage du pupitre de commande (indicateur de statut du traitement, date, heure)	fonctionnel	
DPB8	Imprimante et réserve de papier	fonctionnel	
DPB9	Auto-évaluation du système	fonctionnel	
DPB10	Interruption du traitement	fonctionnel	
DPB11	Rétablissement en cas de coupure de courant	fonctionnel	
DPB12	Transmission des données depuis l'ordinateur de planification de traitement	fonctionnel	
DPB13	Appareils de chargement des sources et éléments jetables	fonctionnel	
DPB14	Communication entre tous les systèmes	fonctionnel	
DPB15	Kit de secours de chargement des sources (le cas échéant)	fonctionnel/stérilisé	
DPB16	Vérification en ligne de la puissance des sources	8 %	15 %

Notes sur les tests quotidiens

DPB1 Vérifier que le radiamètre (Geiger) manuel fonctionne correctement.

DPB2 Le groupe de travail sur l'étalonnage des sources de curiethérapie de BDD de l'AAPM a défini un critère spécifique pour cela⁽³³⁾. En général, 10 % des sources ou 10 sources (le plus grand des deux) doivent être testées. Pour un ensemble stérile, comme une cartouche de sources stérile, la recommandation est de 5 % des sources ou 5 sources (le plus petit des deux). Une description complète des scénarios possibles entre ces deux extrêmes est fournie dans le tableau 1 de la Réf. 33.

Se souvenir que les fabricants envoient généralement des sources avec des puissances de kerma dans l'air variant de ± 4 % par rapport à la moyenne de leur catégorie⁽⁸⁾.

En complément de cela, un dispositif secondaire peut aussi être ajouté au chargeur de sources (p. ex., Isoloader de Mentor Corp. ou SeedSelectron de Nucletron) pour lequel on peut mesurer de 10 % à 100 % des sources. Des études ont été publiées, qui valident l'utilisation de l'Isoloader⁽³⁴⁾ et du SeedSelectron⁽³⁵⁾.

- DPB3 Vérifier aussi que les images ne contiennent pas d'artéfacts comme des lignes ou des bandes noires. S'assurer que de tels artéfacts ne sont pas dus à un mauvais contact entre la sonde et le tissu. Si de telles bandes sont bien présentes, elles peuvent signaler un dysfonctionnement des éléments du détecteur d'ultrason à l'intérieur de la sonde. Si ces artéfacts persistent, il faudra peut-être effectuer un contrôle de la qualité d'image à l'aide d'un fantôme pour échographie afin de déterminer le point où le signal faiblit et identifier les éléments de la sonde qui fonctionnent mal. Il faudra possiblement envoyer la sonde à réparer.
- DPB4 Ce test peut être effectué en même temps que DPB2 s'il est effectué le même jour que l'implantation. Sinon, il faut valider l'inventaire avant de les apporter à la salle d'implantation.
- DPB5 La documentation des résultats des contrôles de la qualité quotidiens, des entretiens préventifs, des appels de service et des suivis subséquents doit être complète, lisible et l'intervenant doit y être identifié.
- DPB6 L'espace de travail (sol inclus), les aiguilles, le gabarit, les sondes, etc. doivent être inspectés avec un radiamètre étalonné (voir DPB1). La lecture doit indiquer qu'aucun matériau radioactif ne se trouve hors du patient. Cette vérification doit être faite après chaque implantation.
- DPB7–15 La mise en place de ces tests dépendra de l'équipement sélectionné et des méthodes de travail cliniques (préplanification ou dosimétrie en temps réel en salle d'opération, avec ou sans dispositif de chargement). La sûreté est le principal souci et les tests devraient donc être conçus en conséquence. Au minimum, il faut respecter les recommandations du fabricant et les règlements pertinents.
- DPB16 Voir DPB2 à propos du détecteur tel que le SeedSelectron.

Tableau 2 : Tests de contrôle de la qualité annuels et biennaux

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
Annuel			
APB1	Exactitude positionnelle de l'échographe	1 mm	2 mm
APB2	Exactitude volumétrique de l'échographe	3 %	5 %
APB3	Exactitude positionnelle du moteur pas-à-pas (<i>stepper</i>)	1 mm	2 mm
APB4	Exactitude positionnelle de la grille de repérage	1 mm	3 mm
APB5	Vérification des paramètres de source et des calculs de dose du TPS	2 %	3 %
APB6	Révision des procédures de gestion d'urgence des sources	complet	
APB7	Vérification indépendante du contrôle de la qualité	complet	
APB8	Vérification exhaustive du systèmeAu bloc : appareils de planification et de chargement de sources	fonctionnel	
APB9	Étalonnage ou vérification des appareils avec les mesures en ligne des puissances de sources	3 %	5 %
APB10	Exactitude positionnelle des sources (appareils de chargement)	2 mm	3 mm
APB11	Étalonnage du radiamètre	complet	
Biennal			
BPB1	Étalonnage de la chambre à puits	1 %	2 %

Notes sur les tests annuels et biennaux

APB1–4 Le rapport du TG-128 de l'AAPM⁽⁶⁾ est la référence en ce qui concerne la performance des systèmes d'échographie et des tests de contrôle de la qualité associés. Le document y décrit chaque test en détail.

L'exactitude de positionnement transverse et longitudinal et l'exactitude du volume mesuré peuvent être déterminées à l'aide d'un fantôme spécifiquement conçu (p. ex., le fantôme de curiethérapie modèle 45 de CIRS). Goldstein et coll. décrivent les procédures de vérification de l'échographe pour la prostate (p. ex., l'utilisation d'un mélange d'éthylène glycol et d'eau, et la température de l'eau)⁽³⁶⁾. On peut aussi trouver la description d'une mise en place simple de vérification d'un gabarit d'implantation de prostate par Mutic et coll.⁽³⁵⁾. De plus, les divers fabricants ont aussi leurs propres recommandations.

Il faut bien noter que la vitesse du son dans les tissus est de 1540 m/s et le fantôme devrait

reproduire cette propriété. Une vitesse du son dans l'eau à la température de la salle (1482 m/s) n'est pas acceptable pour ces tests.

APB5 Le registre tenu par le l'IROC Houston (<http://rpc.mdanderson.org/rpc>) contient des articles scientifiques fournissant les paramètres dosimétriques de chaque modèle de source.

Les données des sources sont habituellement fondées sur des calculs Monte-Carlo *et* sur des mesures expérimentales, dont la combinaison est appelée « données consensuelles »^(4,32). La validation des paramètres dans le TPS peut être faite de deux manières : 1) Un simple calcul manuel en 1D pour une seule source comparé au TPS ; 2) Calcul par le TPS d'une géométrie simple avec peu de sources comparé au calcul d'un logiciel indépendant (Excel, MATLAB ou un autre TPS commercialisé). Les seuils de tolérance et d'intervention indiqués font référence à l'accord entre le TPS et le calcul indépendant.

Si on utilise un autre TPS pour le calcul indépendant, on peut au même moment vérifier la mesure du volume d'une structure de référence (car la gestion des volumes peut être une source de divergences entre TPS en ce qui concerne les HDV). La différence relative des volumes entre les deux TPS doit être inférieure à 5 %.

APB6 La mise en place de ces tests dépendra de la conception de l'installation et de l'équipement. Revoir les procédures d'urgence de chargement des sources et des aiguilles pour les cas où un dispositif de chargement, utilisé normalement, viendrait à faillir. Il faudrait aussi revoir les autres procédures d'urgence (p. ex., une source tombe à terre, se coince dans une aiguille ou est retrouvée dans la poche à urine).

APB7 Pour assurer la redondance et une surveillance appropriée, un deuxième physicien médical qualifié doit effectuer au moins une fois par année une vérification indépendante de la mise en œuvre des tests de contrôle de la qualité ainsi que de l'analyse et de l'interprétation des résultats.

APB8 Il est recommandé de faire une vérification complète du système chaque année. Dans le présent document, cela inclut toutes les vérifications concernant le rétablissement complet du système après une coupure de courant (rétablissement du système de planification, du système d'implantation des sources, etc.), une interruption de traitement ou autre, comme indiqué aux articles DPB6 à DPB13. Ces tests devraient être effectués à l'écart de la pression clinique quotidienne et de l'atmosphère animée du bloc opératoire.

APB9, 10 Ces mesures sont décrites dans plusieurs articles^(37,38).

APB11 Le radiamètre devrait être étalonné tous les 12 mois selon l'article 20 du Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement (DORS/2000-207) de la CCSN⁽³⁹⁾.

BPB1 La chambre à puits devrait être envoyée tous les deux ans à un ADCL. Chaque année, aux fins de vérification, on peut aussi obtenir auprès du fabricant une source de puissance connue, pour chaque modèle de source utilisé.

Remerciements

Nous souhaitons remercier les nombreuses personnes qui ont participé à l'élaboration de ce code de pratique, notamment : Marie-Pierre Milette, Normand Frenière et Kyle Malkoske (rédacteurs adjoints) ; le comité consultatif sur l'assurance de la qualité et la radioprotection (QARSAC), le conseil d'administration de l'OCPM, Erika Brown et le comité directeur du PCQR, ainsi que toutes les personnes qui ont émis des commentaires lors de la phase de révision publique du présent code de pratique.

Références

1. Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie. Codes de pratique du contrôle de la qualité technique pour les centres canadiens de radiothérapie [En ligne]. 31 déc 2015 [cité le 1er mai 2016]. Disponible : <http://www.pcqr.ca/programmes/controle-de-la-qualite-technique>
2. Nath R, Anderson LL, Luxton G, Weaver KA, Williamson JF, Meigooni AS. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM radiation therapy committee Task Group No. 43. Med Phys. 1995;22:209.
3. Nag S, Beyer D, Friedland J, Grimm P, Nath R. American brachytherapy society (ABS) recommendations for transperineal permanent brachytherapy of prostate cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1999; 44(4):789–99.
4. Rivard MJ, Coursey BM, DeWerd LA, Hanson WF, Saiful Huq M, Ibbott GS et al. Update of AAPM Task Group no. 43 report: a revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations. Med Phys. 2004;31(3):633–74. Disponible : <http://link.aip.org/link/MPHYA6/v31/i3/p633/s1&Agg=doi>
5. Kovacs G, Potter R, Loch T, Hammer J, Kolkman-Deurloo IK et al. GEC/ESTRO-EAU recommendations on temporary brachytherapy using stepping sources for localised prostate cancer. Radiother. Oncol. 2005;74(2):137–48.
6. Pfeiffer D, Sutlief S, Feng W, Pierce HM, Kofler J. AAPM Task Group 128 quality assurance tests for prostate brachytherapy ultrasound systems. Med Phys. 2008;35(12):5471–89. Disponible : <http://link.aip.org/link/MPHYA6/v35/i12/p5471/s1&Agg=doi>
7. Nath R, Bice WS, Butler WM, Chen Z, Meigooni AS, Narayana V et al. AAPM recommendations on dose prescription and reporting methods for permanent interstitial brachytherapy for prostate cancer: report of Task Group 137. Med Phys. 2009;36(11):5310–22. Disponible : <http://link.aip.org/link/MPHYA6/v36/i11/p5310/s1&Agg=doi>

8. DeWerd LA, Ibbott GS, Meigooni AS, Mitch MG, Rivard MJ, Stump KE et al. A dosimetric uncertainty analysis for photon-emitting brachytherapy sources: report of AAPM Task Group no. 138 and GEC-ESTRO. *Med Phys*. 2011;38:782–801.
9. Holm HH, Juul N, Pedersen JF, Hansen H, Stroyer I. Transperineal 125iodine seed implantation in prostatic cancer guided by transrectal ultrasonography. *JURO*. 1983;130(2):283–6.
10. Blasko JC, Ragde H, Grimm PD. Transperineal ultrasound-guided implantation of the prostate: morbidity and complications. *Scand J Urol Nephrol Suppl*. 1991;137:113–8.
11. Beyer DC, Priestley JBJ. Biochemical disease-free survival following 125I prostate implantation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1997;37(3):559–63.
12. Wallner K, Roy J, Harrison L. Tumor control and morbidity following transperineal iodine 125 implantation for stage T1/T2 prostatic carcinoma. *J Clin Oncol*. 1996;14(2):449–53.
13. Ragde H, Elgamal AA, Snow PB, Brandt J, Bartolucci AA, Nadir BS, Korb LJ. Ten-year disease free survival after transperineal sonography-guided iodine-125 brachytherapy with or without 45-gray external beam irradiation in the treatment of patients with clinically localized, low to high Gleason grade prostate carcinoma. *Cancer*. 1998;83(5):989–1001.
14. Storey M, Landgren R, Cottone J. Transperineal 125iodine implantation for treatment of clinically localized prostate cancer: 5-year tumor control and morbidity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1999;43(3):565–70.
15. Blasko JC, Mate T, Sylvester JE, Grimm PD, Cavanagh W. Brachytherapy for carcinoma of the prostate: techniques, patient selection, and clinical outcomes. *YSRAO*. 2002;12(1):81–94.
16. Grimm PD, Blasko JC, Sylvester JE, Meier RM, Cavanagh W. 10-year biochemical (prostate-specific antigen) control of prostate cancer with (125)I brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2001;51(1):31–40. Disponible : [http://dx.doi.org/10.1016/S0360-3016\(01\)01601-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-3016(01)01601-7)
17. Peschel RE, Colberg JW. Surgery, brachytherapy, and external-beam radiotherapy for early prostate cancer. *Lancet Oncol*. 2003;4(4):233–41.
18. Martin A, Roy J, Beaulieu L, Pouliot J, Harel F, Vigneault E. Permanent prostate implant using high activity seeds and inverse planning with fast simulated annealing algorithm: a 12-year Canadian experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2007;67(2):334–41.
19. Morris WJ, Keyes M, Palma D, Spadinger I, McKenzie MR, Agranovich A et al. Population-based study of biochemical and survival outcomes after permanent 125I brachytherapy for low- and intermediate-risk prostate cancer. *Urology*. 2009;73(4):860–5.
20. Crook J. The role of brachytherapy in the definitive management of prostate cancer. *Cancer/Radiothérapie*. 2011;15(3):230–7.
21. Crook J, Borg J, Evans A, Toi A, Saibishkumar EP, Fung S, Ma C. 10-year experience with I-125 prostate brachytherapy at the Princess Margaret Hospital: results for 1,100 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011;80(5):1323–9.

22. Martinez AA, Gustafson G, Gonzalez J, Armour E, Mitchell C, Edmundson G et al. Dose escalation using conformal high-dose-rate brachytherapy improves outcome in unfavorable prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2002;53(2):316–27.
23. Pötter R. Image-guided brachytherapy sets benchmarks in advanced radiotherapy. *Radiother. Oncol.* 2009;91(2):141–6.
24. Bachand F, Martin A-G, Beaulieu L, Harel F, Vigneault E. An eight-year experience of HDR brachytherapy boost for localized prostate cancer: biopsy and PSA outcome. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2009;73(3):679–84.
25. Pignol JP, Keller B, Rakovitch E, Sankrecha R, Easton H, Que W. First report of a permanent breast 103Pd seed implant as adjuvant radiation treatment for early-stage breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;64(1):176–81. Disponible : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360301605011624>
26. Beaulieu L, Carlsson Tedgren A, Carrier J-F, Davis SD, Mourtada F, Rivard MJ et al. Report of the Task Group 186 on model-based dose calculation methods in brachytherapy beyond the TG-43 formalism: current status and recommendations for clinical implementation. *Med Phys.* 2012;39(10):6208–36.
27. Nag S, Dobelbower R, Glasgow G, Gustafson G, Syed N, Thomadsen B, Williamson JF. American Brachytherapy Society (ABS), American College of Medical Physics (ACMP), American College of Radiation Oncology (ACRO). Inter-society standards for the performance of brachytherapy: a joint report from ABS, ACMP and ACRO. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2003;48(1):1–17.
28. Kutcher G, Coia L, Gillin M, Hanson W, Leibel S, Morton R et al. Comprehensive QA for radiation oncology: report of AAPM radiation therapy committee Task Group 40. *Med Phys.* 1994;21(4):581–618.
29. Fraass B, Doppke K, Hunt M, Kutcher G, Starkschall G, Stern R, Van Dyk J. American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 53: quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning. *Med Phys.* 1998;25(10):1773–829.
30. Nath R, Anderson L, Meli J, Olch A, Stitt J, Williamson J. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM radiation therapy committee Task Group no. 56. *Med Phys.* 1997;24(10):1557–98.
31. Kubo HD, Glasgow GP, Pethel TD, Thomadsen BR, Williamson JF. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM radiation therapy committee Task Group no. 59. *Med Phys.* 1998;25(4):375–403.
32. Rivard MJ, Butler WM, DeWerd LA, Huq MS, Ibbott GS, Meigooni AS et al. Supplement to the 2004 update of the AAPM Task Group no. 43 report. *Med Phys.* 2007;34(6):2187–205. Disponible : <http://link.aip.org/link/MPHYA6/v34/i6/p2187/s1&Agg=doi>
33. Butler WM, Bice WS Jr, DeWerd LA, Hevezi JM, Huq MS, Ibbott GS et al. Third-party brachytherapy source calibrations and physicist responsibilities: report of the AAPM Low Energy Brachytherapy Source Calibration Working Group. *Med Phys.* 2008;35:3860.

34. Morrier J, Varfalvy N, Chrétien M, Beaulieu L. Evaluation of an automatic needle-loading system. *J Appl Clin Med Phys.* 2004;5(2):82–90.
35. Mutic S, Low DA, Nussbaum GH, Williamson JF, Haefner D. A simple technique for alignment of perineal needle template to ultrasound image grid for permanent prostate implants. *Med Phys.* 2000;27(1):141–3.
36. Goldstein A, Yudelev M, Sharma RK, Arterbery E. Design of quality assurance for sonographic prostate brachytherapy needle guides. *J Ultrasound Med.* 2002;21(9):947–54.
37. Rivard MJ, Evans DA, Kay I. A technical evaluation of the Nucletron FIRST system: conformance of a remote afterloading brachytherapy seed implantation system to manufacturer specifications and AAPM Task Group report recommendations. *J Appl Clin Med Phys.* 2005;6(1):22–50.
38. Yu Y, Anderson LL, Li Z, Mellenberg DE, Nath R, Schell MC, Waterman FM et al. Permanent prostate seed implant brachytherapy: report of the American Association of Physicists in Medicine Task Group no. 64. *Med Phys.* 1999;26(10):2054–76.
39. Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement (DORS/2000-207) [En ligne]. 31 mai 2000 (modifié le 13 mars 2015). Disponible : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2000-207/>