



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

Actualités en électrochirurgie laparoscopique et ses applications en chirurgie urologique



Update on laparoscopic electrosurgical devices and their use in complex urologic procedures

G. Boukheir^a, F. Aoun^{a,*}, S. Albisinni^b,
T. Roumeguère^b

^a Département d'urologie, Hôtel-Dieu de France, université Saint-Joseph, BP 166830, boulevard Alfred Naccache, Achrafieh, Beyrouth, Liban

^b Département d'urologie, hôpital Erasme, université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

Reçu le 25 septembre 2016 ; accepté le 16 février 2017

Disponible sur Internet le 6 avril 2017

MOTS CLÉS

Électrochirurgie laparoscopique ;
Prostatectomie totale ;
Néphrectomie ;
Développement technologique

Résumé

Introduction. – La chirurgie laparoscopique constitue un domaine en plein essor en urologie en que traitement mini-invasif. L'hémostase relève d'une haute importance en laparoscopie puisque les saignements peuvent rapidement altérer les conditions de travail. L'objectif de cette mise au point est d'exposer les différentes techniques d'électrochirurgies et d'analyser leur application courante en chirurgie urologique.

Matériel et méthodes. – Une revue de la littérature a été réalisée en utilisant les mots-clés suivant « laparoscopic electrosurgery » and/or « nephrectomy » and/or « prostatectomy ». Deux cents quarante articles ont été retrouvés sur *Pubmed*. Après révision du titre et du contenu, 18 articles ont été retenus pour cette mise au point.

Résultat. – Les différentes techniques d'électrochirurgie et leur évolution sont exposés. Les propriétés physiques de chaque système sont rappelées dans cette revue. Les avantages et les limites de chacune de ses techniques ainsi que leurs applications en pratique courante sont résumés et analysés.

Conclusion. – L'électrochirurgie bipolaire avec thermofusion et le système à ultrasons permettent une bonne préservation nerveuse dans les prostatectomies radicales. Elles peuvent être utilisées dans les néphrectomies partielles mais peuvent altérer les marges de résection.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : fouad.aoun@bordet.be (F. Aoun).

Le système hybride présente une place importante en chirurgie urologique bien que les données de la littérature sont éparées.

Niveau de preuve.— 3.

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Laparoscopic
electrosurgery;
Radical
prostatectomy;
Nephrectomy;
Technological
advances

Summary

Introduction. — Laparoscopy is the standard of care for many urologic procedures and witnesses nowadays technological advancements. Hemostasis is highly important in laparoscopy since bleeding could rapidly alter the operative conditions. The objective of this review is to expose the different electrosurgical techniques, their history and their applications in urology.

Material and methods. — A literature review was overdone using the following terms “laparoscopic electrosurgery” and/or “nephrectomy” and/or “prostatectomy”. Two hundred and forty articles were found through *Pubmed*. After reviewing the title and the content of these articles, 18 were eligible for the following review.

Results. — The different electrosurgical techniques and their technological evolution are exposed. Physical properties of each system are exposed as well. Advantages and limitations of each system are also reviewed and analyzed.

Conclusion. — Bipolar electrosurgery with thermofusion and ultrasound technology can achieve good results in terms of nerve sparing for radical laparoscopic prostatectomies. They can both be used in partial nephrectomies. However, they can compromise the surgical resection margins. Hybrid systems seem to have an important role in urological laparoscopic procedures despite the scarce number of available studies.

Level of evidence. — 3.

© 2017 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

Les interventions par voie laparoscopique sont actuellement standardisées dans la quasi-totalité des domaines chirurgicaux. Cette voie d'abord mini-invasive a surpassé les techniques traditionnelles de chirurgie ouverte dans plusieurs indications. Les avantages sont multiples notamment en termes de durée d'hospitalisation, de pertes sanguines et de résultats esthétiques. L'avènement de la chirurgie robotique en urologie a limité l'utilisation de la laparoscopie pour certaines spécialités dans plusieurs pays. Cependant, dans les pays en voie de développement, le coût de la chirurgie robotique demeure beaucoup trop élevé et la laparoscopie conventionnelle suscite toujours un grand enthousiasme au sein de la communauté médicale, qui ne demande qu'à la développer encore, afin qu'elle soit la plus adaptée possible à chaque type d'intervention.

L'hémostase relève d'une haute importance en laparoscopie puisque les saignements peuvent rapidement altérer les conditions de travail, rendre les interventions plus longues, les résultats plus aléatoires et mettre éventuellement en danger la vie du patient. Une mauvaise hémostase représente également la première cause de conversion chirurgicale. Pour pallier à cet enjeu, l'électrochirurgie laparoscopique est actuellement en plein développement. Elle doit répondre aux demandes de la chirurgie mini-invasive :

- permettre une dissection plus précise ;

- assurer une hémostase plus adéquate ;
- limiter la diffusion thermique latérale ;
- dégager moins de fumée pour une meilleure visibilité opératoire.

Plusieurs instruments sont disponibles sur le marché. Le choix du chirurgien d'un instrument à l'autre dépend essentiellement des caractéristiques suscitées mais également de ses habitudes chirurgicales, des offres du marché et de l'organe en question.

En chirurgie urologique, de nombreuses interventions telles la néphrectomie simple ou totale, la pyéloplastie ainsi que la varicocèlectomie par laparoscopie sont devenues des standards chirurgicaux. La réalisation d'interventions plus complexes telles la prostatectomie totale ou la néphrectomie partielle reste pour le moment moins pratiquées. La chirurgie laparoscopique s'est révélée également efficace dans le cadre de la transplantation notamment dans des dons vivants de rein. À noter que toutes ces interventions ont été validées mais nécessitent une grande pratique laparoscopique et une expertise de la part du chirurgien. Nous exposons dans cette revue les différents systèmes d'électrochirurgie disponibles et leur évolution avec une mise au point sur les techniques récentes. Les propriétés physiques de chaque système sont rappelées ainsi que les avantages et les limites de chacun de ces systèmes. Leurs applications en pratique courante sont également analysées en prostatectomie, néphrectomie et varicocèlectomie.

Matériel et méthodes

Pour faire une mise au point sur les différentes techniques d'électrochirurgies, nous avons réalisé, en avril 2016, une recherche portant sur les prostatectomies totales laparoscopiques et les néphrectomies totales ou partielles laparoscopiques. Nous avons exclu les études n'ayant pas comparé deux ou plusieurs techniques d'électrochirurgies. Nous avons également exclu les articles portant sur le principe physique de l'électrocoagulation. Cette mise au point s'est basée sur la recherche des mots-clés suivants « laparoscopie electrosurgery » and/or « prostatectomy » and/or « nephrectomy » sur *Pubmed* indépendamment de l'année de publication. Deux cents quarante articles en langue française et anglaise ont été retrouvés. Après revue des titres et du résumé de chaque article, 38 articles ont été supprimés. Des 208 articles restants, 32 articles ont été retenus après revue globale du contenu par les auteurs, les critères de sélection étaient la comparaison entre les différentes techniques sur des études animales, de laboratoires ou en termes de résultats postopératoires pour les prostatectomies et les néphrectomies. Finalement, 18 articles ont été retenus pour cette mise au point.

Historique

Depuis les premiers essais de la chirurgie laparoscopique, à Stockholm par Jacobeus en 1911, l'objet de l'électrochirurgie laparoscopique n'a cessé d'évoluer [1]. La première utilisation avec succès d'un instrument ayant pour but de diviser les adhérences intra-abdominales remonte à 1933 avec Fervers [2]. Ce chirurgien a utilisé l'oxygène comme un moyen de distension de la cavité abdominale couplé à un courant électrique à haute fréquence. Cette tentative a été associée avec des explosions et des éclairs lumineux à l'intérieur de l'abdomen, mais la « survie miraculeuse » de la patiente a évité l'arrêt du développement de la laparoscopie. Dans la première moitié du siècle dernier, la chirurgie laparoscopique a été interdite dans de nombreux pays en raison du nombre d'accidents et de décès qui ont eu lieu secondairement à l'utilisation de l'électrochirurgie monopolaire, surtout après des chirurgies de ligature des trompes de Fallope.

Peu après, le développement de la thermocoagulation a permis le scellement vasculaire et l'obstruction des trompes par dénaturation des protéines grâce à l'énergie thermique. En parallèle, l'utilisation par Ruddock du gaz carbonique comme source d'insufflation a diminué significativement les complications associées à l'utilisation des gaz combustibles [1]. Ces deux avancées ont permis à Palmer de développer la chirurgie laparoscopique dans le domaine de l'infertilité et de standardiser la technique de contraception par électrocoagulation des trompes de Fallope [1].

Le premier traité sur la chirurgie laparoscopique a été rédigé en 1967 par Steptoe. Dans cet ouvrage, de nombreuses pratiques laparoscopiques de l'époque ont été décrites, en particulier, l'électrocoagulation tubaire de Palmer [2]. Pour pallier aux aléas du courant monopolaire, notamment les lésions intestinales à distance, Rioux aux États-Unis et Frangenheim en Allemagne ont développé l'utilisation d'instruments utilisant le courant bipolaire [2]. L'arrangement de deux pôles électriques à proximité

l'un de l'autre a ainsi réduit la capacitance et les arcs électriques dissimulés au tissu de voisinage et a diminué considérablement les complications de l'électrocoagulation monopolaire. Les pinces bipolaires ont été finalisées par la suite en 1977 par Kleppinger, dont elles portent toujours le nom [1]. Il est important de signaler les travaux de Kurt Semm en Allemagne qui ont abouti à l'élaboration de nombreux instruments de thermocoagulation et le raffinement de nombreux insufflateurs utilisés encore de nos jours. Ceci a permis la levée de la restriction sur la laparoscopie en Allemagne et la réalisation de la première appendicectomie laparoscopique en 1982 [2].

L'application de la laparoscopie en urologie a été introduite par la suite avec la réalisation de la première néphrectomie laparoscopique par Clayman en 1991 et la première néphrectomie pour donneur vivant par Ratner en 1995 [3,4]. La première prostatectomie radicale laparoscopique a été réalisée dès 1997 par Schüssler (voie intrapéritonéale) ensuite par Raboy (voie extrapéritonéale) [5,6]. Au cours de l'année suivante, deux français, Guillonnet et Vallancien ont standardisé la technique facilitant ainsi sa diffusion dans de nombreux centres européens [7]. En parallèle, une nouvelle technique de coagulation bipolaire a été développée en utilisant la vibration ultrasonique décrite en premier par Amaral en 1993, puis devenu populaire à partir des années 2010 [8]. Plusieurs systèmes basés sur la vibration ultrasonique ont conquis le marché (Fig. 1).

Principes de base et biophysique de l'électrochirurgie

L'énergie électrique fournie par un générateur est transmise à la salle opératoire à travers des câbles électriques. Cette énergie est elle-même modulée par une unité électrochirurgicale (UEC) afin de donner au courant électrique les caractéristiques spécifiques et appropriés pour produire les effets tissulaires désirés en opératoire (Tableau 1). Les procédures électrochirurgicales ont besoin d'une UEC, d'une électrode active, d'un tissu cible et d'une électrode de retour [9]. Le courant électrique, en fonction de sa nature, peut générer plusieurs phénomènes différents sur le tissu biologique. Un courant alternatif de haute fréquence serait responsable de l'effet thermique secondaire à la résistance

Tableau 1 Effets du courant électrique sur le tissu biologique en fonction de la fréquence.

Nature du courant électrique	Effet sur le tissu biologique	Application
Courant continu (10 Hz)	Effet électrolytique	Électrolyse
Courant alternatif Basse et moyenne fréquence (10 Hz–10 kHz)	Effet faradique	Contractions musculaires
Courant alternatif Haute fréquence (> 300 kHz)	Effet thermique	Électrochirurgie

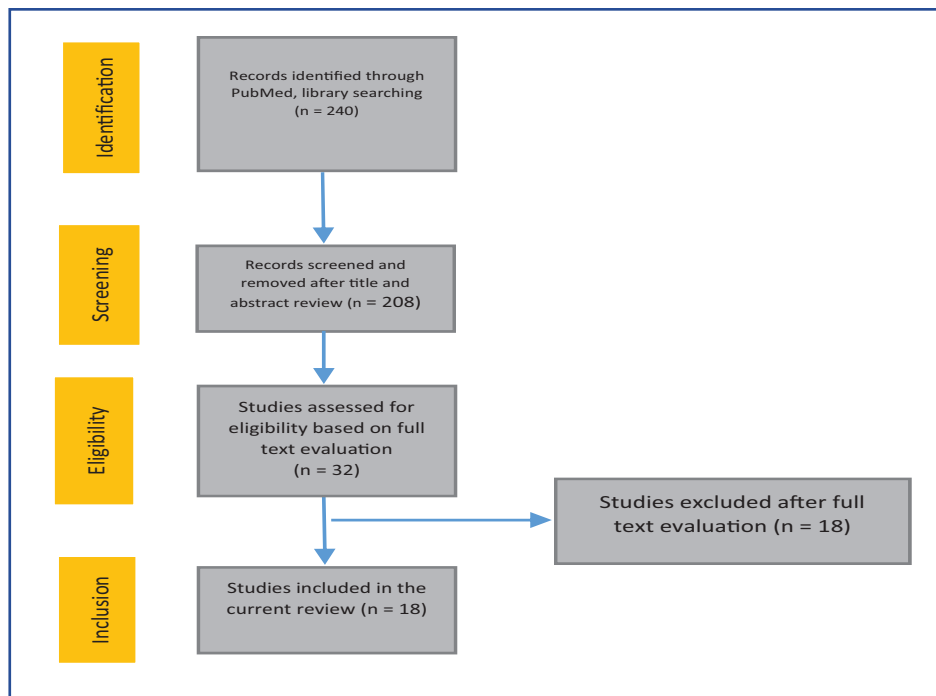


Figure 1.

tissulaire et non pas à l'électrode du bistouri qui est chauffée. Les UEC peuvent produire différentes formes d'ondes capables de générer deux effets principaux sur les tissus : la coupe et la coagulation (Tableau 2) [7]. Les UEC développées dernièrement sont informatisées de telle sorte que toutes les données sont intégrées dans un seul bloc où toutes les unités sont en communication permettant l'affichage sur un seul écran central (Tableau 3). Avec l'avènement de chirurgies moins invasives et l'adjonction de difficultés techniques, la demande de sources électrochirurgicales devient plus subtile afin de maximiser l'efficacité et diminuer les effets indésirables. L'évolution des différents procédés doit répondre à ces deux principes.

Tableau 2 Différences entre le courant de coupe et le courant de coagulation.

Nature du courant	Courant de coupe	Courant de coagulation
Température	> 100 °C	60–70 °C
Modulation du courant	Non	Oui
Production de la chaleur	Rapide	Lente
Effet	Explosion de la membrane tissulaire	Évaporation liquidienne lente Rétrécissement tissulaire

Électrochirurgie monopolaire

L'électrochirurgie monopolaire reste considérée comme une modalité populaire laparoscopique vue son faible coût, sa

Tableau 3 Les différentes unités électrochirurgicales disponibles sur le marché.

Fournisseur	Marque	Gamme Standard	Gamme informatisée
Erbe	Erbe	Erbotom	VIO (300D-300S-200S-100C)
Covidien	Valleylab	Force Standard Force EZ Force FX	Force triad FT10 energy platform
Olympus	Olympus	SurgMaster	USG-400
Lamidey Noury	Lamidey Noury	SurgiLec	Optima Seal MCB
Paramat Biomat	Martin	Bistouris ME	Maximum 402
Braun	Aesculap	Elektrotom	Nelson Deluxe

Tableau 4 Comparaison entre les différents systèmes bipolaires avec thermofusion disponibles en pratique courante.

Nom commercial	LigaSure	EnSeal	PlasmaKinetic System
Fournisseur	Valleylab, Covidien, Boulder, CO, États-Unis	SurgRx, Inc, Palo Alto, CA, États-Unis	Gyrus ACMI, Maple Grove, MN, États-Unis
Année de lancement	1998	2003	2005
Diamètres disponibles (mm)	5, 10	5	5, 10
Longueurs disponibles (mm)	37, 44	14, 25, 35, 45	15, 24, 33, 45
Temps de scellement (secondes)	10	19	11
Pression d'éclatement (mmHg)	385	255	290
Diffusion thermique latérale (mm)	2–3	1	2–6
Caractéristique	Première sur le marché Incorporation de technologies monopolaires et bipolaires	Contrôle de la déposition d'énergie au niveau de l'interface tissu-électrode	Seule technologie avec fonction de coupe

disposition et les différents effets tissulaires obtenus. En effet, c'est la seule modalité responsable de vaporisation et de fulguration tissulaire [7]. Ses limites sont cependant le besoin d'une électrode dispersive, les arcs électriques et l'incapacité de sceller des vaisseaux d'un diamètre supérieur à 1–2 mm.

Électrochirurgie bipolaire conventionnelle et avancée

En matière d'électrochirurgie bipolaire, le courant électrique passe d'une électrode à l'autre à travers le tissu retenu par les deux électrodes afin d'aboutir à l'effet recherché. Les avantages par rapport à l'électrochirurgie monopolaire reposent sur le fait que le courant ne doit pas traverser le patient pour retourner à l'UEC via une électrode de retour.

L'électrochirurgie monopolaire et bipolaire aboutit à des effets tissulaires similaires par conversion de l'énergie électrique en énergie thermique. En mode non-contact, l'électrochirurgie monopolaire assure à des températures supérieures à 100 °C et 200 °C la fulguration et la vaporisation. Cependant, les effets monopolaires en mode contact sont identiques à ceux de l'électrochirurgie bipolaire avec des températures moindres (60 °C à 100 °C). À ces températures, l'intégrité de la membrane cellulaire est perdue et la perte cytoplasmique entraîne une dessiccation tissulaire. La dénaturation protéique qui a lieu en même temps entraîne la rupture des liaisons d'hydrogène. La chute de la température tissulaire plus tardivement entraîne la formation de nouvelles liaisons d'hydrogène de différentes configurations résultant en la formation d'un coagulum permettant la fusion des parois vasculaires. Il est important de signaler qu'indépendamment de la source électrochirurgicale, le risque de diffusion thermique tissulaire de contact est toujours présent et il faut équilibrer entre le temps nécessaire pour le scellement vasculaire et l'effet thermique visualisé sur les tissus avoisinants.

En ce qui concerne l'électrochirurgie bipolaire avancée (ECBA) avec thermofusion, l'énergie électrique délivrée est largement pulsatile, ce qui permet un refroidissement tissulaire pendant l'activation dans le but de diminuer la diffusion thermique latérale couplée à l'écrasement

mécanique de la pince où le sang est chassé des paquets vasculaires [2]. L'ECBA utilise de même des systèmes de rétrocontrôles informatisés sur l'impédance et la température tissulaire afin d'ajuster le courant et le voltage généré par l'UEC assurant ainsi un effet tissulaire optimal de scellement vasculaire. De même, l'ECBA est couplée à un système d'alarme ou de désactivation automatique indiquant l'obtention de l'effet tissulaire voulu, ce qui permet une protection contre l'activation prolongée, d'éviter des températures tissulaires surélevées et ainsi moins de risque de diffusion thermique latérale associé à un effet de carbonisation moindre au niveau de l'instrument. L'ECBA permet le scellement de vaisseaux jusqu'à un diamètre de 7 millimètres (mm) [1]. L'ECBA sur le marché actuel repose sur le LigaSure de Covidien®, EnSeal d'Ethicon EndoSurgery®, PlasmaKinetic System de Gyrus ACMI®, Voyant de Applied®, BiCision d'Erbe® et ThermoCut/ThermoClamp de Lamidey Noury® (Tableau 4). Le LigaSure était le premier système de scellement vasculaire commercialisé en 1998. Avec l'introduction de la nouvelle UEC ForceTriad™ de Covidien®, le LigaSure enregistre 4000 impédances/sec comparés à 200 impédances/sec du LigaSure conventionnel conférant un temps de scellement plus rapide ainsi qu'une pression d'éclatement plus optimale [2]. Concernant l'EnSeal, il s'agit d'un instrument autorégulé par des nanoparticules de conduction emboîtées dans un matériel thermosensible qui maintient la température de scellement aux alentours de 100 °C [2]. À ajouter que les instruments d'ECBA peuvent associer une lame de section rétractile implantée entre les deux bouts distaux.

Les instruments à ultrasons

Le principe repose sur la création d'ondes ultrasonores sans courant électrochirurgical. Les instruments à ultrasons produisent alors des effets tissulaires par la génération de vibrations mécaniques de fréquence supérieure à 20 kHz dépassant le seuil d'audibilité [6]. Cette énergie mécanique couplée à l'énergie thermique générée entraîne une dénaturation protéique et la formation d'un coagulum responsable du scellement de vaisseaux de l'ordre de 5 mm [2]. Les avantages des instruments à ultrasons sont la quantité moindre de fumée générée, moins de diffusion thermique latérale et moins de nécrose tissulaire et de carbonisation.

Tableau 5 Comparaison entre le système à ultrasons, le système monopolaire et le système bipolaire 2 :1749–52.

	Ultrasons	Monopolaire	Bipolaire
Charbonnage des tissus	Minime	Oui	Oui
Température de la lame	< 100 °C	> 150 °C	> 150 °C
Détérioration des tissus	0,5–2 mm	2–3 mm	2–3 mm
Dégâts latéraux aux tissus	0,2–0,6 mm	2,5–3 mm	2–3 mm
Séparation aisée des plans tissulaires	Oui	Non	Non
Sélectivité des tissus	Oui	Non	Non
Aptitude à la section	Bonne	Bonne	Mauvaise
Aptitude à la coagulation	Bonne	Bonne	Bonne
Utilisable sur ligne d'agrafe	Oui	Non	Non
Utilisable à proximité de clips	Oui	Non	Non
Utilisable comme dissecteur	Oui	Oui	Oui
Fumée, vapeur, odeur	Léger	Oui	Oui
Visualisation du champ opératoire	Oui	Non	Non
Débris sur la lame	Non	Oui	Oui
Installation et utilisation	Facile	Facile	Facile
Brulures hors site, couplage direct	Non	Oui	Non
Brulures hors site, couplage capacitif	Non	Oui	Non
Brulures hors site, arcs électriques	Non	Oui	Oui
Brulures sur site de plaque de retour	Non	Oui	Non
Détérioration des tissus voisins	Non	Oui	Oui

Le générateur à ultrasons confie à l'instrument l'énergie mécanique nécessaire pour entraîner l'effet tissulaire désiré. Deux options sont disponibles : « min » et « max ». Dans le mode « Max », l'énergie mécanique délivrée est plus élevée entraînant des oscillations plus larges des deux bouts entraînant une transection rapide avec une moindre hémostase. Dans le mode « min », les oscillations fines sont idéales pour le scellement vasculaire, cependant, la diffusion latérale est plus importante [6].

Le premier scalpel ultrasonique a été décrit par Amaral en 1993 [6]. L'Harmonic Scalpel développé par Ethicon Endo-Surgery® a été conçu pour le scellement des vaisseaux de diamètre maximal de 3 mm, puis la nouvelle génération de l'Harmonic Scalpel ACE a été développée et approuvée pour le scellement des vaisseaux jusqu'à 5 mm [2]. D'autres instruments sont aussi disponibles sur le marché tel SonoCision de Covidien®, AutoSonix de Covidien® et SonoSurg d'Olympus® [2]. Vu l'absence de système de rétrocontrôle, le risque de diffusion thermique latérale reste existant et dépend de la température tissulaire proportionnelle au temps d'activation de l'instrument. La nouvelle génération Harmonic Scalpel ACE+ par Ethicon Endo-Surgery® utilise un système de rétrocontrôle régulant ainsi l'énergie délivrée selon les conditions tissulaires couplé à un système d'alarme indiquant l'achèvement de l'effet désiré.

Technique mixte

Le principe repose sur le couplage de l'énergie bipolaire avec le système à ultrasons. Il s'agit du système ThunderBeat développé par Olympus®, il permet un scellement vasculaire jusqu'à 7 mm de diamètre avec une diffusion thermique latérale minimale. L'utilité d'un tel couplage réside dans la diminution du chevauchement d'instruments.

Comparaison des différentes modalités

Les raisons qui orientent effectivement le choix d'un instrument ou d'un autre sont multiples et variées. Le choix s'oriente essentiellement vers l'instrument le plus familier au cours des années d'entraînement du chirurgien et moins fréquemment vers l'essai d'une nouvelle technologie. De même, il est difficile de vérifier la validité d'une étude comparative puisque la plupart sont sponsorisées par de grandes firmes et donc biaisées. Le Tableau 5 adapté d'Ethicon Endo-Surgery® propose une comparaison entre le système à ultrasons, et les systèmes monopolaire et bipolaire.

Le diamètre maximal de scellement approuvé par la Food and Drug Administration serait de 5 mm pour les systèmes à ultrasons, de 7 mm pour le système bipolaire avancé et pour le système hybride de Thunderbeat™ [4]. Concernant le temps de scellement, une étude animale a montré que les temps de scellement de l'Harmonic Scalpel, du LigaSure, du Gyrus PK et de l'EndoSeal étaient respectivement de 14,3, 10,0, 11,1 et 19,2 secondes. Bien que le Ligasure et le Gyrus PK aient un temps de scellement significativement moindre ($p < 0,001$), 30 % des vaisseaux étaient non scellés, ce qui entraîne une perte du temps opératoire nécessaire à l'identification et au contrôle de l'hémostase [8]. Concernant la diffusion thermique latérale, les dégâts tissulaires sont présents à partir d'une température supérieure à 42 °C [9]. Cet effet existe indépendamment de la source d'énergie utilisée et dépend de plusieurs facteurs tels la durée d'activation de l'instrument, la nature du tissu d'application, l'application avec mode contact ou sans contact direct pour l'électrochirurgie monopolaire et le mode continu ou en alternance pour l'électrochirurgie bipolaire. De même, l'évaluation en pratique de la diffusion thermique est difficile puisque les sondes thermiques de mesure ou le suivi thermique en temps réel n'est pas

toujours concordant avec les données anatomopathologiques. À signaler également qu'un dégât thermique latéral peut entraîner un retard de la cicatrisation. Une étude réalisée sur des modèles porcins a montré que l'utilisation de l'Harmonic Scalpel, du LigaSure, du système bipolaire conventionnel ou du système monopolaire n'entraînait pas de dégât thermique au-delà de 1 centimètre [10]. Une exception cependant à cette règle du 1 cm dans le cas des pinces monopolaires activées pendant plus de 15 secondes à 30 W ou 10 secondes à 40 W [10]. En ce qui concerne la fumée, l'activation de toutes les sources électrochirurgicales engendre une fumée qui altère la vision opératoire et présente des caractères cytotoxiques et génotoxiques. Il est aussi difficile d'objectiver la quantité de fumée produite. En utilisant un système mesurant la densité en aérosol, l'Harmonic Scalpel produit moins de fumée que le Gyrus PK et l'EnSeal mais sans différence significative avec le LigaSure. Une étude intéressante en double insu a montré que la vision était meilleur avec l'Harmonic Scalpel et moindre avec le LigaSure et l'EnSeal tenant compte de la fumée [11].

Applications en chirurgie urologique

La préservation nerveuse est primordiale en chirurgie urologique surtout lors de la prostatectomie totale. En effet, il faut bien identifier le nerf pour le protéger. Les bandelettes neurovasculaires contiennent des artérioles qui ont besoin d'une bonne hémostasie pour éviter un éventuel hématome rétrovésical. L'électrochirurgie bipolaire classique confère une diffusion thermique latérale importante et doit être évitée dans les prostatectomies totales laparoscopiques [12]. Plusieurs essais contrôlés randomisés ont évalué l'utilisation des techniques électrochirurgicales en matière de préservation nerveuse. Une étude réalisée sur 132 malades opérés de prostatectomie totale laparoscopique extrapéritonéale comparant le LigaSure à l'Harmonic Scalpel n'a pas montré de différence significative quant à la durée opératoire, aux complications peropératoires et postopératoires et à la durée du séjour opératoire. Cependant, la récupération à 180 jours de la continence et de la fonction érectile était significativement meilleure dans le groupe LigaSure [13]. Une autre étude évaluant prospectivement les mêmes paramètres chez 150 patients randomisés en 2 groupes (LigaSure et Harmonic Scalpel) n'a pas montré de différence significative à 1, 3 et 6 mois concernant la continence et la fonction érectile [14]. Les résultats donc sont identiques pour le LigaSure et l'Harmonic Scalpel. En ce qui concerne les techniques hybrides, bien que les données de laboratoires s'avèrent intéressantes en termes de diffusion latérale et de contrôle hémostatique, aucune étude comparative incluant les techniques hybrides n'est actuellement publiée. La laparoscopie devient de plus en plus utilisée dans les néphrectomies radicales ou partielles transpéritonéale ou rétro-péritonéale. La néphrectomie partielle laparoscopique est surtout réalisée dans le cas de tumeur exophytique de taille inférieure à 4–5 cm et où la préservation néphronique est primordiale. Avec l'avènement des produits de scellement biologique, cette procédure est rendue plus facile [15]. Une étude réalisée sur 44 patients où la dissection de la tumeur a été réalisée par des ciseaux ou par un Harmonic Scalpel a montré des résultats satisfaisants sans complications intraopératoires avec une bonne reproductibilité [16]. Cependant,

les marges de la pièce peuvent être déformées par l'effet de diffusion thermique latérale mais gardant toutefois la possibilité de discerner entre le caractère bénin ou malin des cellules de la marge de la pièce opératoire [17]. Un cas intéressant publié dans la littérature serait celui d'une fille de 3 ans chez qui l'énucléation d'une tumeur de Wilms bilatérale a été réalisée à l'aide de l'Harmonic Scalpel [18].

La varicocèle laparoscopique de même est faisable par les techniques électrochirurgicales récentes. Une étude comparant la ligature classique par des clips à la ligature par le LigaSure n'a pas montré de différence significative quant aux complications et résultats postopératoires chez 103 adolescents [19].

Conclusion

L'électrochirurgie bipolaire avancée ainsi que les systèmes à ultrasons semblent trouver une place identique en chirurgie urologique laparoscopique, en matière de préservation vasculonerveuse dans la prostatectomie totale, de dissection lors de néphrectomie radicale et des néphrectomies partielles. Peu de données comparatives existent cependant comparant les techniques hybrides récentes aux autres techniques électrochirurgicales élucidées. La varicocèle laparoscopique par électrochirurgie bipolaire avancée est identique à celle réalisée par ligature classique par des clips. Le développement de systèmes de plus en plus performant est nécessaire afin de rendre certaines opérations moins complexes diminuant ainsi les complications.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Sutton C, Abbott J. History of power sources in endoscopic surgery. *J Minim Invasive Gynecol* [Internet] 2013;20(3):271–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmig.2013.03.001>.
- [2] Pandey D, Yen CF, Lee CL, Wu MP. Electrosurgical technology: quintessence of the laparoscopic armamentarium. *Gynecol Minim Invasive Ther* [Internet] 2014;3(3):63–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gmit.2014.06.003>.
- [3] Klingler CH, Remzi M, Marberger M, Janetschek G. Haemostasis in laparoscopy. *Eur Urol* 2006;50(5):948–57.
- [4] Entezari K, Hoffmann P, Goris M, Peltier a, Van Velthoven R. A review of currently available vessel sealing systems. *Minim Invasive Ther Allied Technol* [Internet] 2007;16(1):52–7 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17365677>.
- [5] Vaillant C, Supiot A, Macquet P, Jordan L, Poujet M, Lepage B, et al. L'état de l'art en électrochirurgie. *IRBM News* [Internet] 2008;29(1):16–37 <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1959756808734369>.
- [6] Baudhuin P, Marguet PO. Le bistouri à ultrasons. *ITBM-RBM News* 2002;23(4):10–5.
- [7] Doublet JD. Principes généraux de l'électrochirurgie. 2013. <http://www.em-premium.com/data/traites/t02/41-60311/>.
- [8] Law KS, Lyons SD. Comparative studies of energy sources in gynecologic laparoscopy. *J Minim Invasive Gynecol* [Internet] 2013;20(3):308–18 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

- pubmed/23659751 %5Cn<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1553465013000435>.
- [9] Lyons SD, Law KSK. Laparoscopic vessel sealing technologies. *J Minim Invasive Gynecol* 2013;20(3):301–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmig.2013.02.012>.
- [10] Sutton PA, Awad S, Perkins AC, Lobo DN. Comparison of lateral thermal spread using monopolar and bipolar diathermy, the harmonic scalpel and the ligasure. *Br J Surg* 2010;97(3):428–33 [cited 2016 Jul 11] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20101674>.
- [11] Lamberton GR, Hsi RS, Jin DH, Lindler TU, Jellison FC, Baldwin DD. Prospective comparison of four laparoscopic vessel ligation devices. *J Endourol* 2008;22(10):2307–12 [cited 2016 Jul 11] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18831673>.
- [12] Kinoshita T, Kanehira E, Omura K, Kawakami K, Watanabe Y. Experimental study on heat production by a 23.5-kHz ultrasonically activated device for endoscopic surgery. *Surg Endosc* 1999;13(6):621–5 [cited 2016 Jul 10] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10347305>.
- [13] Pastore AL, Palleschi G, Silvestri L, Leto A, Sacchi K, Pacini L, et al. Prospective randomized study of radiofrequency versus ultrasound scalpels on functional outcomes of laparoscopic radical prostatectomy. 2013. <http://dx.doi.org/101089/end20130033>.
- [14] Pastore AL, Palleschi G, Messas A, Fuschi A, Zucchi A, Costantini E, et al. Are early continence recovery and oncologic outcomes influenced by use of different devices in prostatic apex dissection during laparoscopic radical prostatectomy? *J Endourol* 2014;28(11):1313–9 [cited 2016 Jul 10] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24892815>.
- [15] Kommu SS, McArthur R, Emara AM, Reddy UD, Anderson CJ, Barber NJ, et al. Current status of hemostatic agents and sealants in urologic surgical practice. *Rev Urol* 2015;17(3):150–9 [cited 2016 Jul 10] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26543429>.
- [16] Wille AH, Tüllmann M, Roigas J, Loening SA, Deger S. Laparoscopic partial nephrectomy in renal cell cancer – results and reproducibility by different surgeons in a high volume laparoscopic center. *Eur Urol* 2006;49(2):337–43.
- [17] Phillips JM, Narula N, Deane LA, Box GN, Lee HJ, Ornstein DK, et al. Histological evaluation of cold versus hot cutting: clinical impact on margin status for laparoscopic partial nephrectomy. *J Urol* 2008;180(6):2348–52 [cited 2017 Feb 11] <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022534708021083>.
- [18] Alkan M, Parlakgümüş C, Iskit SH, Tuncer R, Okur H, Zorludemir U. Renal sparing surgery using focus ultracision harmonic scalpel in patients with bilateral wilms' tumor: case report. *Balkan Med J* 2013;30(3):318–20 [cited 2016 Jul 10] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25207128>.
- [19] Koyle MA, Oottamasathien S, Barqawi A, Rajimwale AFP. Laparoscopic palomo varicocele ligation in children and adolescents: results of 103 cases. *J Urol* 2004;172(4 Pt.).