

Place de la simulation dans l'apprentissage de l'hémostase lors de la résection endoscopique de prostate : expérience Sénégalaise

Place of the Simulation in the Learning of Hemostasis During Endoscopic Resection of Prostate: Senegalese Experience

A Houlgatte [1], L Niang [2], M Jalloh [2], SM Gueye [2]

1 - École du Val de Grâce, Paris - France.

2 - Hôpital du Grand Yoff, Dakar - Sénégal.

Résumé

La résection endoscopique, qu'elle soit mono ou bipolaire, reste la technique endo-urologique de référence du traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate en Afrique Sub Saharienne. La réalisation d'un nombre élevé de procédures s'avère nécessaire lors de la formation d'un résident pour maîtriser cette technique. Le contrôle de l'hémostase constitue l'un des enjeux les plus importants de l'apprentissage de cet acte chirurgical. La réduction du temps de compagnonnage au bloc opératoire ainsi que le nombre élevé de résidents en urologie au sein de l'université de Dakar constituent un obstacle à l'apprentissage de cette technique conduisant à envisager le recours à de nouvelles méthodes de formation.

Différentes études ont évalué l'intérêt de la simulation pour la formation à la résection endoscopique de prostate. Elle s'intègre dans le programme pédagogique de certaines universités en particulier anglo-saxonnes. Les auteurs rapportent leur expérience portant sur le simulateur TURPsim de la Société STORZ (Virtamed AG, Zurich, Switzerland). Quarante-trois participants ont été évalués sur un exercice basique de contrôle de l'hémostase ayant pour objectif de réaliser un minimum de 17 hémostases dans un temps déterminé. Trente et un d'entre eux, ont également effectué la résection d'une prostate de petit volume permettant d'évaluer l'importance du saignement lors de cet acte endoscopique. Trente résidents et 13 urologues certifiés dont trois experts formateurs ont participé à cette étude. L'enquête effectuée auprès des participants confirme le bénéfice de la simulation permettant de multiplier les procédures et d'en effectuer l'analyse critique avant d'autoriser l'accès d'un résident au bloc opératoire simplifiant ainsi la courbe d'apprentissage. Un véritable programme pédagogique incluant la simulation peut, à la lumière de cette expérience, s'envisager dans des centres experts de formation comme au Sénégal. La simulation occupe une place de plus en plus importante dans certaines universités s'intégrant dans les cursus de formation. Les simulateurs en réalité virtuelle actuellement validés répondent aux objectifs pédagogiques même si leur utilisation pour l'apprentissage de la résection endoscopique doit être encouragée.

Mots clés

- ◆ Simulation
- ◆ Hémostase
- ◆ Courbe d'apprentissage
- ◆ Résection trans urétrale de la prostate

Abstract

Endoscopic resection, whether mono or bipolar, remains the endo-urological reference technique for the treatment of benign prostate hypertrophy in Sub-Saharan Africa. A high number of procedures is necessary when training a resident to master this technique. Controlling hemostasis is one of the most important issues in learning this surgical procedure. The reduction of companionship time on the operating theatre and the high number of urology residents at the University of Dakar constitute an obstacle to learning this technique leading to the use of new methods of Training. Various studies have evaluated the interest of simulation for training in endoscopic prostate resection. It is part of the educational program of some universities, particularly the Anglo-Saxons. The authors report their experience on the TurPsim simulator of the STORZ Company (Virtamed AG, Zurich, Switzerland). 43 participants were evaluated on a basic hemostasis control exercise with the goal of achieving a minimum of 17 hemostasis within a specified time. 31 of them, also performed the resection of a small-volume prostate to assess the importance of bleeding during this endoscopic procedure. 30 residents and 13 certified urologists including three expert trainers participated in this study. The survey of participants confirms the benefit of the simulation, allowing the multiplication of procedures in order to get a critical analysis before permitting a resident access to the operating theatre, thus simplifying the curve learning. In the light of this experience, a real educational program including simulation, can be considered in expert training centers as in Senegal. Simulation is becoming increasingly important in some universities which integrate it into the training courses. The currently validated virtual reality simulators meet educational objectives, although their use for the learning of endoscopic resection should be encouraged.

Keywords

- ◆ Simulation
- ◆ Hemostasis
- ◆ Learning curve
- ◆ Trans urethral resection of the prostate

Correspondance

Médecin Général Inspecteur Alain Houlgatte

Chirurgie urologique - Inspection du Service de Santé des Armées - Service de santé des armées - Îlot du Val de Grâce - 1, place Alphonse Laveran 75230 Paris Cedex 05

Peu de spécialités ont autant diversifié ces dernières années leurs techniques chirurgicales multipliant par la même le nombre de courbes d'apprentissage nécessaires pour maintenir une formation polyvalente des internes d'urologie. La prise en charge chirurgicale de l'hypertrophie bénigne de la prostate en est un bel exemple, l'adénomectomie prostatique par voie ouverte et la résection endoscopique monopolaire ne constituent plus les seules options thérapeutiques. Les guidelines de l'EAU (European Association of Urology) (1) et les recommandations du National Institute of Health and Care Excellence (2) valident tout particulièrement la résection bipolaire et les techniques lasers. Ces dernières ayant pour Hashim et al leurs propres courbes d'apprentissage devant être réservées à des centres experts en assurant la formation technique (3). En Afrique Sub-Saharienne la résection endoscopique, qu'elle soit mono ou bipolaire, reste la technique endo-urologique de référence du traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate. La réalisation d'un nombre élevé de procédures s'avère nécessaire lors de la formation des résidents pour maîtriser cette intervention. Le compagnonnage a pendant longtemps constitué la méthode d'apprentissage de référence. Il atteint actuellement ses limites notamment en raison de la réduction du temps consacré à la formation au sein des blocs opératoires et au nombre élevé de résidents au sein de cette université. De nouvelles méthodes de formation sont envisagées comme la simulation en réalité virtuelle.

Méthodes

Quarante-trois résidents et urologues confirmés ont participé à cette étude lors d'un séminaire de formation organisé avec le soutien de la société STORZ. Il s'agissait de 14 jeunes résidents sans expérience de la résection endoscopique, 16 résidents en fin de cursus et jeunes urologues ayant une faible expérience de la résection, 10 urologues confirmés et trois experts ayant réalisé plus de 200 procédures. Le simulateur comprend un moniteur, un résecteur avec son anse et une pédale de résection. La manipulation de l'anse permet de reproduire la résection et la coagulation avec une gestuelle similaire à celle réalisée lors d'une résection endoscopique. Le software est capable d'enregistrer les performances de chaque utilisateur en fin d'exercice.

Le simulateur UroTrainer utilisé (UroSim, VirtaMed AG, Zurich, Switzerland) permet de réaliser différents types de procédures. Huit modules correspondant aux procédures basiques permettent de se familiariser avec l'anatomie uréthro-vésico-prostatique, avec l'utilisation d'une anse de résection ainsi qu'avec la pratique de l'hémostase. Huit modules de résection endoscopique de prostate de difficulté croissante sont également proposés. La technique laser HoLeP et la résection trans-urétrale de vessie font aussi l'objet de différents modules de formation.

Tous les participants ont effectué le module de base permettant la réalisation d'hémostases. Vingt-sept d'entre eux ont également réalisé la résection d'une hypertrophie prostatique de faible volume.

Le contrôle du saignement est évalué à partir du module 3 des étapes pédagogiques de la phase d'apprentissage. L'objectif étant la réalisation d'au moins 17 hémostases dans un temps déterminé avec des pertes sanguines inférieures à 50 ml. Dans le groupe des 14 résidents novices en première et deuxième année de DES, sans expérience de la résection, le nombre d'hémostases réalisées varie de 2 à 15 pour une moyenne de six hémostases, le saignement moyen étant de 52 ml (maximum : 63 ml). Les 16 résidents dans la deuxième partie de leur formation correspondant au groupe intermédiaire ont effectué entre 0 et 18 hémostases (moyenne : 12) avec un saignement variant de 18 à 76 ml (moyenne : 41 ml). Pour les urologues confirmés, en dehors de l'un d'entre eux n'ayant effectué que quatre hémostases, une moyenne de 14 hémostases est réalisée pour un saignement moyen de 35 ml. Les trois experts ont effectué 18 hémostases avec un saignement moyen de 19 ml.

La résection d'une hypertrophie prostatique de faible volume correspondant au module n°1 de la phase d'apprentissage a pu être réalisée par 27 participants dont 16 urologues en formation (groupe 1), huit urologues confirmés (groupe 2) et trois experts. Le pourcentage de tissu réséqué et d'effraction capsulaire sont pris en compte ainsi que le niveau de saignement durant cette procédure limitée à 5 minutes. Il n'y avait pas de différence significative du pourcentage de tissu réséqué entre les deux premiers groupes (moyenne 76 % pour le groupe 1 et 75 % pour le groupe 2) en revanche elle existe avec les experts ayant réséqué en moyenne 95 % du volume prostatique dans le temps imparti. On note l'existence d'une différence significative entre le premier groupe et les deux autres dans la réalisation de l'hémostase avec des pertes sanguines moyennes de 223 ml pour le groupe 1, 62 ml pour le deuxième groupe et 32 ml pour les experts.

Discussion

Le saignement qu'il soit per et/ou post opératoire constitue l'une des principales complications de la résection endoscopique de prostate. Son importance peut constituer une réelle difficulté de prise en charge en per opératoire nécessitant une bonne maîtrise du geste acquis lors de la courbe d'apprentissage de cette intervention. Il est à l'origine d'un taux de transfusion non négligeable bien qu'il ait diminué avec l'évolution de la technique. Le contrôle per opératoire de l'hémostase constitue l'un des enjeux les plus importants de la formation des internes.

Rassweiler et al à partir d'une analyse de la littérature portant sur trois périodes de 1979 à 2005 et concernant 15 840 patients, rapportent une évolution favorable dans le temps des complications péri et post opératoire liées à la résection endoscopique de prostate (4). Ils soulignent en particulier une baisse du recours à la transfusion estimé à 22 % dans les séries les plus anciennes, pour 2 à 7 % dans les plus récentes. De même Uchida et al dans une étude rétrospective portant sur 3 861 patients constatent une différence significative de pertes sanguines selon la période à laquelle était réalisée la résection (5). Le taux de transfusion avant 1995 était de 20,2 %, pour 6,1 % dans le groupe plus récent de patients réséqués après 1995. On peut attribuer cette évolution à une meilleure maîtrise de la technique eu égard en particulier à l'utilisation de la vidéo permettant une meilleure vision tout en facilitant l'enseignement de l'acte.

La corrélation entre le volume de prostate réséqué et le recours à la transfusion est souligné par certains auteurs comme Reich et al dans une étude multicentrique concerne 9 197 patients ayant fait l'objet d'une résection endoscopique de prostate (6). Ils rapportent un taux de transfusion moyen de 2,9 % avec des extrêmes allant de 2 % pour les résections de moins de 30 gr à 9,5 % pour des volumes réséqués supérieurs à 60 gr. Sur la durée totale de l'étude d'Uchida et al ce taux de

transfusion est rapporté à 5,6 % pour une résection de moins de 30 gr, à 26 % pour un volume réséqué compris entre 30 et 60 gr (5). Le recours à la transfusion n'est pas totalement exclu en post opératoire même s'il s'avère moins fréquent avec l'usage de la résection bipolaire. Dans une revue récente de la littérature, Cornu et al effectuent une méta-analyse de soixante-neuf études randomisées contrôlées prospectives comparant différentes techniques par rapport à la résection monopolaire (7). Ils montrent l'avantage de la résection bipolaire en comparaison avec la monopolaire, en terme de complications per-opératoires, notamment pour le saignement avec une différence significative en terme de transfusion. Dans une méta-analyse portant sur 23 études randomisées de la littérature incluant 2 245 patients, Ahayi et al comparent les complications de la résection monopolaire avec celles liées aux différentes techniques mini-invasives de traitement de l'hypertrophie prostatique (8). Le pourcentage moyen de transfusion est de 2 % (0-9 %) pour la résection monopolaire *versus* 1,9 % (0-3,7 %) pour la résection bipolaire. Fagerström et al dans une étude prospective monocentrique concernant 185 patients constatent une différence significative, en terme de pertes sanguines per opératoires avec une médiane de 350 ml *versus* 235 ml (extrêmes : 175-660 *versus* 150-472). Le taux de transfusion étant de 11 % *versus* 4 %. Les auteurs considèrent que cette baisse du saignement per-opératoire en résection bipolaire réduit le stress du chirurgien tout particulièrement pendant la phase d'apprentissage (9). Al-Rawashdah et al dans une étude multicentrique prospective récente portant sur 497 patients notent également une différence significative sur les pertes sanguines entre les deux techniques (10). Ils rapportent une baisse de l'hémoglobine de 2.34 g/dl avec la monopolaire (extrêmes : 2.13-2.55) *versus* 1.63 g/dl pour la bipolaire (extrêmes : 1.44-1.82).

La résection endoscopique de prostate qu'elle soit monopolaire ou plus récemment bipolaire restant en Afrique Sub-Saharienne la technique de référence, la maîtrise de l'hémostase demeure un élément important de la courbe d'apprentissage de cette intervention. La majorité des complications per opératoire survenant pendant la phase d'apprentissage au détriment du patient, il apparaît intéressant d'inclure une étape initiale de simulation dans le cursus de formation des résidents eu égard à la baisse des actes réalisés par compagnonnage. Sweet attire l'attention sur la baisse des actes de résection endoscopique réalisés par les internes. Un résident américain avait en 2007 réalisé en moyenne 62 actes de résection seul ou aidé durant sa formation pour 120 dix ans auparavant (11). Sandhu et al dans une enquête réalisée auprès des chefs de clinique constatent une augmentation des complications liées à l'acte parallèlement à la baisse du nombre de procédures réalisées pendant la formation (12). Dans une étude similaire réalisée auprès des résidents canadiens le même constat est fait par Ben-Zvi et al qui rapportent le fait que seulement cinq résidents sur les quatorze en fin de cursus ont réalisé plus de 50 résections (13). Le questionnaire rempli par les résidents présents à l'Hôpital du Grand Yoff lors du séminaire est plus préoccupant, aucun résident en fin de cursus n'avait réalisé plus de dix actes de manière autonome. Si l'on peut retenir certains facteurs limitants connus comme la multiplication des techniques chirurgicales avec leurs propres courbes d'apprentissage, la réduction du temps consacré au compagnonnage au bloc opératoire il faut prendre en compte une situation particulière liée au nombre élevé d'étudiants en DES issus de différents pays d'Afrique de l'Ouest formés à DAKAR, celui-ci pouvant atteindre 10 à 15 résidents par semestre.

Les données de la littérature concernant la courbe d'apprentissage des différentes techniques chirurgicales endoscopiques de traitement de l'HBP sont difficilement analysables n'ayant que rarement pour objectif de déterminer le nombre de procédures nécessaires pour une formation complète d'un résident. L'énucléation laser HOLEP en est un bon exemple. Robert et al dans une étude multicentrique met l'accent sur les difficultés d'acquisition de cette procédure notamment pour la morcelation avec des durées de procédure longues supérieures dans certains cas à 90 mn justifiant l'abandon de la technique par certaines équipes faisant partie de cette étude multicentrique (14). Peyronnet et al considèrent néanmoins que 22 à 40 procédures sont nécessaires à cet apprentissage (15) ce qui diffère d'autres données de la littérature pouvant aller jusqu'à la nécessité de réaliser 60 procédures pour Brunckhorst et al (16). Dans une étude récente multicentrique portant sur l'énucléation endoscopique au laser greenlight, Khene et al rapportent une courbe d'apprentissage estimée entre 150 et 200 procédures (17). Pour la résection endoscopique Furuya et al considèrent que 81 procédures sont nécessaires pour assurer la formation d'un résident (18). Le plateau permettant lors de la formation à la résection une maîtrise du geste est établi à 69 procédures pour Sweet et al (19). Pour Del Rosso et al la courbe d'apprentissage de la résection bipolaire s'avère plus simple avec 20 procédures permettant d'obtenir une bonne maîtrise chirurgicale par les résidents (20).

L'utilisation d'un programme de simulation en réalité virtuelle intégré au cursus de formation peut apporter dans ce contexte une nouvelle dimension pédagogique. Il peut permettre de réduire la courbe d'apprentissage pour les procédures complexes en créant différentes étapes d'acquisition reproductibles dans un programme adapté. La simulation ne peut néanmoins en aucun cas se substituer aux méthodes classiques de formation mais doit s'intégrer dans les programmes d'apprentissage. Elle met à la disposition des formateurs des indicateurs fiables permettant de mesurer les performances et la progression des résidents. Viswaroop et al dans une revue récente de la littérature confirme la place essentielle de la simulation dans la formation des résidents en urologie que ce soit pour les étapes techniques mais également non techniques d'acquisition de la résection endoscopique (21). Cinq simulateurs en réalité virtuelle répondant aux critères habituels de validité proposés par Mc Dougall sont actuellement commercialisés (22) et utilisables pour la formation : Le Bristol TURP trainer (Limbs and Things, Bristol, UK) ; l'UW TURP Trainer (University of Washington, Seattle, USA) ; le Pelvic Vision TURP simulator (University Hospital Linköping, Linköping, Sweden) ; le TURP Sim (Simbionix USA Corp, Cleveland, USA) et l'URO Trainer (Karl Storz GmbH, Tullingen, Germany) ces deux derniers utilisant le même logiciel: Virtamed (Zurich, Switzerland). Le premier simulateur destiné à l'apprentissage de la résection endoscopique de prostate proposé par Ballaro et al en 1999 ne permettait ni une visualisation satisfaisante du saignement lors de la résection ni la réalisation d'une coagulation (23). Le Bristol TURP trainer est validé par Brewin et al pour l'apprentissage des bases de l'endoscopie et d'étapes non techniques. En revanche il n'est pas suffisamment réaliste pour simuler le saignement lors de la résection (24). Seules certaines études de validation des différents simulateurs font état de leur impact sur l'apprentissage du contrôle du saignement. La plus ancienne rapportée par Sweet et al correspond à l'évaluation du simulateur version 1.0 de l'Université de Washington (25). 91 participants dont 19 novices ont réalisé une procédure de résection sur un temps imparti fixé à cinq minutes. Parmi les paramètres enregistrés par le logiciel une corrélation pouvait être faite entre l'importance de la résection et le saignement. Les urologues confirmés ont réséqué plus de tissu avec un poids du copeau plus important et moins de pertes sanguines par gramme réséqué que les novices. Celle de Rashid et al concerne 126 participants dont 19 novices n'ayant aucune expérience de la résection et 45 résidents ayant une pratique limitée de cette intervention (26). L'objectif de cette étude étant la résection dans un délai imparti de 5 minutes d'un volume de 10 gr en cherchant à limiter les pertes sanguines. Bien que l'on puisse leur reprocher sa réalisation dans le cadre d'un Congrès de l'AUA (American Urological Association) loin d'un environnement pédagogique universitaire on note pour les novices, une corrélation entre le temps passé à effectuer la

coagulation et le volume réséqué. Les pertes sanguines sont également en rapport avec le volume prostatique réséqué par les novices. A noter également que les novices experts en jeux vidéo avaient, comme dans notre étude, de meilleures performances. Källström et al intègrent, lors d'un séminaire de cinq jours consacrés à la résection endoscopique, une formation par la simulation (27). 24 résidents ont ainsi pu alterner la réalisation de résections effectives avec la réalisation de procédures de résection sur simulateur Pelvic-vision. L'impact de la simulation est évalué notamment sur la qualité de l'hémostase. Elle se trouvait améliorée lorsqu'une procédure de simulation était intégrée entre deux résections. Si l'engouement pour la simulation est réel dans certaines universités son utilisation en pratique courante est encore insuffisamment intégrée dans certains cursus universitaires. Le et al dans leur enquête effectuée en 2007 auprès de 119 directeurs de programmes accrédités aux Etats Unis, rapporte que l'accès au simulateur de résection endoscopique ne concernait que 8 % d'entre eux alors qu'il était de 76 % pour les simulateurs de laparoscopie (28). L'enquête plus récente effectuée en 2012 par Fiard et al auprès de 125 résidents et chefs de clinique, membres de l'Association Française d'Urologie montre la faible pratique de la simulation pour les actes endoscopiques (29). Parmi les 38 répondants ayant accès à un simulateur, seul 7 d'entre eux utilisaient le simulateur d'endoscopie. L'accent est également mis sur le peu d'encadrement et l'absence de programme d'entraînement sur ces simulateurs pour lesquels il n'y avait pas d'évaluation de l'activité réalisée. L'analyse par Milburn et al de l'enquête réalisée auprès de l'Association des chirurgiens britanniques en formation montre que 53,3 % d'entre eux ont accès à la simulation pour l'urologie sans préciser le type de simulateur utilisé (30). L'intérêt de la simulation comme outil pédagogique est pleinement reconnu en Grande Bretagne. L'enquête réalisée par Aydin et al auprès de 91 résidents et 172 spécialistes au titre du Royal College of Surgeons confirme la nécessité d'intégrer la simulation dans les programmes de formation comme une étape pédagogique à part entière (31). Ahmed K et al définissent différents critères permettant le développement de programmes de simulation au sein de centres experts. Ils plaident pour l'organisation de centres d'excellence en simulation urologique devant être centralisés pour éviter de multiplier les investissements au coût non négligeable (32). Ils soulignent également la nécessité d'une organisation autour d'experts motivés, reconnus dans la spécialité assurant un véritable coaching. La collaboration au sein de ces centres avec d'autres spécialités ayant les mêmes objectifs doit être envisagée. Le financement de ce matériel au coût non négligeable doit pouvoir s'appuyer sur du mécénat, le soutien universitaire s'avérant souvent difficile. Les programmes de formation doivent être élaborés au sein de la spécialité sur le principe de modules de complexité croissante jusqu'aux procédures complètes en réalité virtuelle. Des étapes techniques et non techniques peuvent s'envisager faisant appel aux simulateurs virtuels de haute-fidélité mais aussi à ceux de basse fidélité en fonction des besoins du cursus de formation.

Conclusion

L'évolution de la formation des résidents liée à la baisse du compagnonnage au sein des blocs opératoires oblige à intégrer de nouvelles méthodes pédagogiques, dont la simulation, dans les cursus universitaires. L'évaluation effectuée au Sénégal montre l'intérêt de cette nouvelle méthode d'apprentissage. Elle nécessite néanmoins une réflexion concertée avec les formateurs assurant les programmes pédagogiques afin de l'inclure utilement au sein des courbes d'apprentissage. Le poids financier de ces simulateurs de même que les enjeux de l'investissement des enseignants doivent être pris en compte avant de l'adopter au sein d'une université.

Références

1. Oelke M, Bachmann A, Descaseaud A, Emberton M, Gravas S, Michel MC, et al. EAU guidelines on the treatment and follow-up of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction. *Eur Urol.* 2013; 64:118-140.
2. Cleves A, Dimmock P, Hewitt N, Carolan-Rees G. The TURis System for Transurethral Resection of the Prostate: A NICE Medical Technology Guidance. *Appl Health Econ Health Policy.* 2016; 14: 267-79.
3. Hashim H, Abrams P. Transurethral resection of the prostate for benign prostatic obstruction: will it remain the gold standard? *Eur Urol.* 2015; 67:1097-1098.
4. Rassweiler J, Teber D, Kuntz R, Hofmann R. Complications of transurethral resection of the prostate (TURP) - incidence, management, and prevention. *Eur Urol.* 2006; 50: 969-979.
5. Uchida T, Ohori M, Soh S et al. Factors influencing morbidity in patients undergoing transurethral resection of the prostate. *Urology.* 1999; 53: 98-105.
6. Reich O, Gratzke C, Bachmann A et al. Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients. *J Urol.* 2008; 180: 246-249.
7. Cornu JN, Ahyai S, Bachmann A et al. A Systematic Review and Meta-analysis of Functional Outcomes and Complications Following Transurethral Procedures for Lower Urinary Tract Symptoms Resulting from Benign Prostatic Obstruction: An Update. *Eur Urol.* 2015; 67: 1066-1096.
8. Ahyai SA, Gillig P, Kaplan SA et al. Meta-analysis of functional outcomes and complications following transurethral procedures for lower urinary tract symptoms resulting from benign prostatic enlargement. *Eur Urol.* 2010 ; 58: 384-397
9. Fagerström T, Nyman CR, Hahn RG. Bipolar transurethral resection of the prostate causes less bleeding than the monopolar technique: a single-centre randomized trial of 202 patients. *BJU Int.* 2010; 105: 1560-1564.
10. Al-Rawashdah SF, Pastore AL, Salhi YA et al. Prospective randomized study comparing monopolar with bipolar transurethral resection of prostate in benign prostatic obstruction: 36-month outcomes. *World J Urol.* 2017; 35 : 1595-1601.
11. Sweet RM. Review of trainers for transurethral resection of the prostate skills. *J Endourol.* 2007; 21: 280-284.
12. Sandhu JS, Jaffe WI, Chung DE, Kaplan SA, Te AE. Decreasing electrosurgical transurethral resection of the prostate surgical volume during graduate medical education training is associated with increased surgical adverse events. *J Urol.* 2010; 183: 1515-1519.
13. Ben-Zvi T, Hueber PA, Valdivieso R et al. Urological resident exposure to transurethral surgical options for BPH management in 2012-2013: A pan-Canadian survey. *Can Urol Assoc J.* 2014; 8: 54-60.
14. Robert G, Cornu JN, Fourmarier M et al. Multicentre prospective evaluation of the learning curve of holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP). *BJU Int.* 2016 ; 117:495-499.
15. Peyronnet B, Robert G, Comat V et al. Learning curves and perioperative outcomes after endoscopic enucleation of the prostate: a comparison between GreenLight 532-nm and holmium lasers. *World J Urol.* 2017; 35: 973-983.
16. Brunckhorst O, Ahmed K, Nehikhare O, Marra G, Challacombe B, Popert R. Evaluation of the Learning Curve for Holmium Laser Enucleation of the Prostate Using Multiple Outcome Measures. *Urology.* 2015; 86: 824-829.

17. Khene Z, Peyronnet B, Huet R et al. Analysis of the learning curve of laser greenlight endoscopic enucleation of the prostate by a multivariate modeling: multicenter international study. *Prog Urol.* 2018; 28: 648.
18. Furuya S, Furuya R, Ogura H, Araki T, Arita T. A study of 4,031 patients of transurethral resection of the prostate performed by one surgeon: learning curve, surgical results and postoperative complications. *Hinyokika Kyo.* 2006; 52: 609-614.
19. Sweet R, Porter J, Oppenheimer P, Hendrickson D, Gupta A, Weghorst S. Simulation of bleeding in endoscopic procedures using virtual reality. *J Endourol.* 2002; 16: 451-455.
20. Del Rosso A, Masciovecchio S, Paradiso Galatioto G, Vicentini C. Resident training in urology: bipolar transurethral resection of the prostate - a safe method in learning endoscopic surgical procedure. *Arch Ital Urol Androl.* 2013; 85: 78-81.
21. Viswaroop SB, Gopalakrishnan G, Kandasami SV. Role of transurethral resection of the prostate simulators for training in transurethral surgery. *Curr Opin Urol.* 2015; 25: 153-157.
22. Mc Dougall EM. Validation of surgical simulators. *J Endourol.* 2007; 21: 244-247.
23. Ballaro A, Briggs T, Garcia-Montes F, McDonald D, Emberton M, Mundy AR. A computer generated interactive transurethral prostatic resection simulator. *J Urol.* 1999; 162: 1633-1635.
24. Brewin J, Ahmed K, Khan MS, et al. Face, content and construct validation of the Bristol TURP trainer. *J Surg Educ.* 2014; 71: 500-505.
25. Sweet R, Kowalewski T, Oppenheimer P, Weghorst S, Satava R. Face, content and construct validity of the University of Washington virtual reality transurethral prostate resection trainer. *J Urol.* 2004 ; 172 : 1953-1957.
26. Rashid HH, Kowalewski T, Oppenheimer P, Ooms A, Krieger JN, Sweet RM. The virtual reality transurethral prostatic resection trainer: evaluation of discriminate validity. *J Urol.* 2007; 177: 2283-2286.
27. Källström R, Hjertberg H, Svanvik J. Impact of virtual reality-simulated training on urology residents' performance of transurethral resection of the prostate. *J Endourol.* 2010; 24: 1521-1528.
28. Le CQ, Lightner DJ, Vanderlei L, Segura JW, Gettman MT. The current role of medical simulation in american urological residency training programs: an assessment by program directors. *J Urol.* 2007; 177: 288-291.
29. Fiard G, Capon G, Rizk J et al. The role of simulation in the curriculum of French urologists-in-training: a study by the French Association of Urologists in Training (AFUF). *Prog Urol.* 2014; 24: 390-396.
30. Milburn JA, Khera G, Hornby ST, Malone PS, Fitzgerald JE. Introduction, availability and role of simulation in surgical education and training: review of current evidence and recommendations from the Association of Surgeons in Training. *Int J Surg.* 2012; 10: 393-398.
31. Aydin A, Ahmed K, Shafi AM, Khan MS, Dasgupta P. The role of simulation in urological training - A quantitative study of practice and opinions. *Surgeon.* 2016; 14: 301-307.
32. Ahmed K, Amer T, Challacombe B, Jaye P, Dasgupta P, Khan MS. How to develop a simulation programme in urology. *BJU Int.* 2011;108: 1698-1702.