



# Chirurgie générale robotique : où en sommes-nous en 2013 ?

Rev Med Suisse 2013 ; 9: 1317-22

N. C. Buchs  
F. Pugin  
F. Ris  
M. Jung  
M. E. Hagen  
F. Volonté  
D. Azagury  
P. Morel

## Robotic general surgery: where do we stand in 2013?

While the number of publications concerning robotic surgery is increasing, the level of evidence remains to be improved. The safety of robotic approach has been largely demonstrated, even for complex procedures. Yet, the objective advantages of this technology are still lacking in several fields, notably in comparison to laparoscopy. On the other hand, the development of robotic surgery is on its way, as the enthusiasm of the public and the surgical community can testify. Still, clear clinical indications remain to be determined in the field of general surgery.

The study aim is to review the current literature on robotic general surgery and to give the reader an overview in 2013.

Alors que le nombre de publications concernant la chirurgie robotique augmente, le niveau de preuve reste encore à améliorer. Si la sécurité de l'approche robotique a été largement démontrée, même pour des procédures complexes, les avantages objectifs de cette technologie, notamment en comparaison de la laparoscopie, font encore défaut dans de nombreux domaines. Pourtant, le développement de la chirurgie robotique est en marche, comme en témoigne l'engouement du public et de la communauté chirurgicale. Reste à définir les meilleures indications...

Le but de cette revue est de faire le point de l'état des connaissances actuelles au sujet de la chirurgie générale assistée par robot.

## INTRODUCTION

Depuis un peu plus d'une dizaine d'années, la chirurgie robotique s'est développée de façon exponentielle dans tous les domaines chirurgicaux. Preuve en est la quantité impressionnante et en constante augmentation des publications s'y référant (figure 1). Le risque de s'y perdre est donc important dans ce contexte de pléthore d'informations.

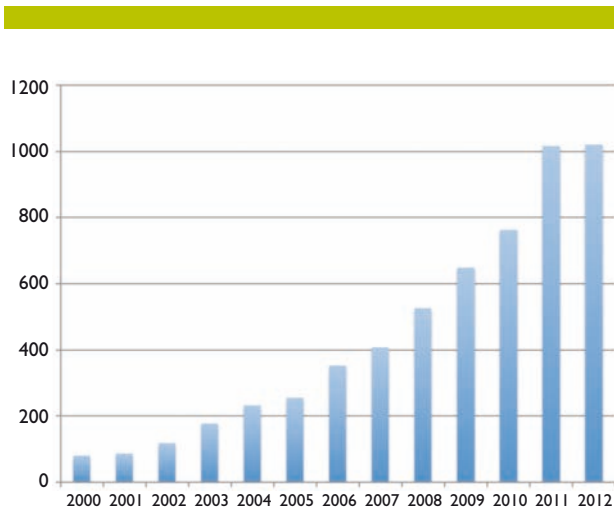
Aujourd'hui, l'urologie et la gynécologie concentrent le plus grand nombre d'interventions robotiques, devenant même le standard de traitement dans plusieurs pathologies oncologiques.<sup>1</sup> En chirurgie générale, par contre, les résultats concrets restent encore attendus (peu d'études randomisées, en double aveugle), malgré des innovations technologiques manifestes (vision 3D, manœuvrabilité, ergonomie). Cela handicape probablement le développement de la robotique, comme cela a été mentionné par certains.<sup>1,2</sup> Le but de cet article est donc de faire le point sur les données actuelles de la chirurgie générale robotique.

## SÉCURITÉ DE LA CHIRURGIE ROBOTIQUE

La démonstration de la faisabilité et de la sécurité de la chirurgie robotique a depuis longtemps été rapportée.<sup>3</sup> Récemment, une étude a montré, au travers de près de 900 procédures robotiques en chirurgie générale, un taux de conversion (nécessité de terminer l'opération par une autre voie que robotique, dans le cas présent) de 2%, un taux de mortalité de 0,5%, et un taux global de complications de 16,7%. De façon plus intéressante, l'analyse multivariée a retrouvé seulement six facteurs de risque indépendants pour la morbidité (tableau 1), montrant ainsi que l'approche robotique ne comporte pas de facteurs de risque propres au système lui-même, hormis les cas où une intervention devait se dérouler dans plusieurs quadrants chirurgicaux,<sup>4</sup> nécessitant plusieurs changements de place du système et donc augmentant le risque d'erreurs.

## CHIRURGIE ROBOTIQUE CÉSOGASTRIQUE

Les quelques groupes qui ont effectué des résections œsophagiennes robo-



**Figure 1. Nombre de publications concernant la chirurgie robotique, toute discipline confondue, par année, depuis 2000**

**Tableau 1. Facteurs de risque pour la morbidité après chirurgie générale robotique** (D'après réf. 4).

Facteurs de risque indépendants	Odds ratio
Procédure avancée et complexe	5-10*
Pathologie maligne	2,6
Indice de masse corporelle < 30 kg/m <sup>2</sup>	2
Hypertension artérielle	1,6
Transfusion peropératoire	4,5
Chirurgie dans plusieurs quadrants	1,8

\*: risque 5 × entre procédure avancée et intermédiaire, et 10 × entre procédure avancée et basique.

tiques ont rapporté des résultats intéressants, bien que préliminaires,<sup>5,6</sup> avec une réduction possible du taux de lésions du nerf récurrent lors du curage ganglionnaire thoracique.<sup>5</sup> Cet avantage n'a pourtant pas été reproduit dans d'autres études.<sup>7</sup> Un article de revue récent a recensé neuf séries de cas, avec des résultats très satisfaisants, bien que limités par le faible nombre de patients inclus (moins de 150).<sup>8</sup>

D'un autre côté, les données concernant les gastrectomies robotiques semblent plus solides, avec des résultats globaux excellents,<sup>9,10</sup> même pour les lésions du cardia,<sup>11</sup> se comparant très favorablement à la laparoscopie.<sup>8,12,13</sup> De plus, la courbe d'apprentissage est également décrite comme accélérée.<sup>14</sup> De larges séries venant de Corée ont d'ailleurs confirmé ces premières impressions.<sup>15</sup> Par exemple, Woo a rapporté 236 cas robotiques en comparaison avec 591 cas laparoscopiques, retrouvant un net avantage pour le robot en ce qui concerne les pertes de sang et la durée de séjour, au prix d'un temps opératoire sensiblement plus long.<sup>16</sup> Une méta-analyse récente a confirmé ces résultats. Les autres paramètres étudiés (nombre de ganglions prélevés, morbidité, mortalité, durée d'hospitalisation) étaient quant à eux similaires.<sup>17</sup>

Pour la chirurgie fonctionnelle antireflux, une méta-analyse de 2010 ne retrouvait pas de différence entre l'approche laparoscopique et robotique.<sup>13</sup> Si à ce jour, il est difficile de recommander l'utilisation routinière du robot pour effectuer ce type d'intervention, il n'en demeure pas moins que cette chirurgie reste une excellente opération de training.

Enfin, pour la myotomie de Heller en cas d'achalasie, les données sont un peu plus sûres. En effet, une méta-analyse a clairement retrouvé une meilleure qualité de vie postopératoire, associée à une diminution du risque de perforation œsophagienne intra-opératoire en comparaison avec la laparoscopie.<sup>13</sup>

### CHIRURGIE ROBOTIQUE BARIATRIQUE

La place de la robotique en chirurgie de l'obésité augmente de manière croissante, principalement pour la réalisation du bypass gastrique, intervention considérée actuellement comme le gold standard dans ce domaine. La morbidité de cette intervention restant non négligeable, plusieurs équipes ont démontré une diminution du taux de fistules et de sténoses pour les anastomoses réalisées avec une assistance robotique.<sup>18</sup> Nous avons également montré dans notre expérience que cette diminution de la morbidité avait une répercussion sur les coûts hospitaliers, avantant l'approche robotique comparativement à la laparoscopie.<sup>19</sup> De plus, la courbe d'apprentissage apparaît plus courte pour les interventions robot-assistées, comme le bypass gastrique<sup>20</sup> et la *sleeve gastrectomy*,<sup>21</sup> par rapport à la laparoscopie. D'autre part, cette approche s'est également avérée sûre et efficace chez les patients super-obèses (indice de masse corporelle > 50 kg/m<sup>2</sup>).<sup>22</sup> Alors que le nombre d'interventions bariatriques croît chaque année dans le monde, la fréquence de réinterventions augmente également constamment. Ces patients représentent une population à risque chirurgical plus élevé,<sup>23</sup> pour laquelle l'utilisation du système robotique semble très prometteuse en termes de diminution de la morbidité postopératoire.<sup>24</sup> Même si certaines équipes ont utilisé le robot da Vinci pour la mise en place d'anneaux gastriques ajustables avec de bons résultats, cette approche ne semble pas justifiée en raison des surcoûts engendrés.<sup>25</sup> En chirurgie bariatrique, la diversion bilio-pancréatique avec switch duodénal est un exemple d'intervention complexe, pour lequel les résultats de l'approche robotique sont très probants, à la fois en termes de diminution de la morbidité et de la courbe d'apprentissage.<sup>26</sup> La chirurgie bariatrique est donc un domaine en pleine expansion dans lequel l'intégration de la technologie robotique doit se faire dans l'optique d'améliorer les résultats tout en maîtrisant mieux les coûts.

### CHIRURGIE ROBOTIQUE COLORECTALE

Alors que la laparoscopie s'est bien intégrée à la chirurgie colorectale, avec des résultats excellents aussi bien postopératoires immédiats<sup>27</sup> qu'oncologiques à long terme,<sup>28</sup> l'introduction du robot pour les résections coliques a eu finalement peu d'impact, hormis la création d'anastomoses manuelles intracorporelles<sup>29</sup> et une courbe d'apprentissage réduite.<sup>30</sup> Cependant, l'aide robotique pourrait faciliter



les interventions par incision unique.<sup>31</sup>

Les pathologies rectales quant à elles semblent être une meilleure indication à une approche par chirurgie robotique. Plusieurs travaux se sont intéressés à analyser l'intérêt du robot pour les rectopexies effectuées pour prolapsus du rectum.<sup>32,33</sup> A ce jour, le débat suscité par des études comparatives entre le robot et la laparoscopie n'est pas encore tranché. Des avantages minimes sont en tout cas constatés (moins de perte sanguine),<sup>34</sup> au détriment du coût des procédures.<sup>13</sup> Les données à long terme sont également rares, avec un groupe français qui a rapporté un taux de récurrences inférieur à 10% après un suivi médian de 42 mois.<sup>35</sup>

En ce qui concerne le cancer du rectum, l'avantage principal de la chirurgie robotique réside dans la diminution du taux de conversions lors de résections oncologiques.<sup>36</sup> Plusieurs travaux ont rapporté des résultats postopératoires et oncologiques au moins aussi bons que ceux rapportés pour la laparoscopie.<sup>37,38</sup> Ces données ont été d'ailleurs confirmées par plusieurs méta-analyses et revues systématiques.<sup>39,40</sup> Très récemment, l'une d'entre elles<sup>40</sup> a démontré plusieurs avantages de l'approche robotique, bien que n'atteignant pas la limite statistiquement significative : diminution du taux de fuites anastomotiques, du taux de marges circonférentielles positives, amélioration de la préservation des fonctions autonomes, et cela au prix d'un coût et d'un temps opératoire plus élevés.<sup>40</sup> Enfin, les résultats de l'étude multicentrique ROLARR<sup>36</sup> (Robotic versus Laparoscopic Resection for Rectal cancer) se font encore attendre, mais devraient permettre de déterminer les meilleures indications de la chirurgie robotique pour le cancer du rectum qui, pour le moment, sont :

- les tumeurs des deux tiers inférieurs du rectum ;
- chez l'homme ;
- chez le sujet obèse ;
- après radiothérapie néoadjuvante.<sup>40</sup>

Finalement, l'utilisation du robot est possible pour les résections transanales pour des tumeurs sélectionnées (polypes bénins ou tumeurs rectales débutantes). L'expérience rapportée sur le cadavre et les essais cliniques préliminaires, y compris dans notre centre, montrent des résultats très prometteurs,<sup>41,42</sup> avec une morbidité faible et comparable à celle observée dans les voies d'abord classiques.

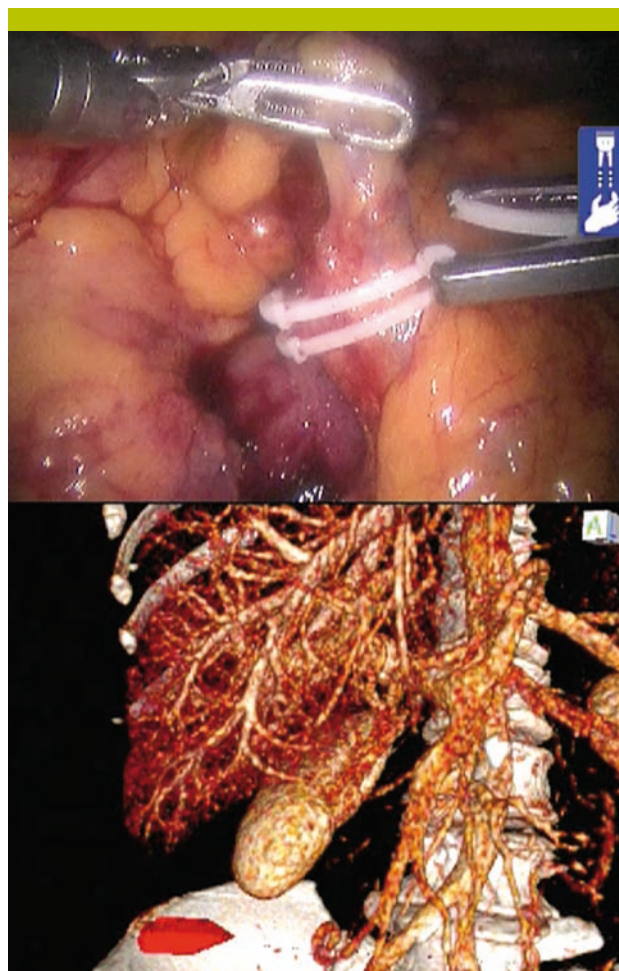
## CHIRURGIE ROBOTIQUE HÉPATO-BILIAIRE ET PANCRÉATIQUE

Malgré une certaine réticence à utiliser une approche laparoscopique en chirurgie hépatobilio-pancréatique, l'introduction du robot a permis de développer l'approche minimalement invasive pour des résections hépatiques et pancréatiques réputées déjà difficiles par voie classique.<sup>43-50</sup> Plusieurs revues systématiques ont montré des résultats au moins aussi bons que pour les approches standards.<sup>51,52</sup>

Des avantages clairs pour l'approche robotique par rapport à la laparoscopie pour les résections pancréatiques caudales (augmentation du taux de préservation de la rate, diminution du risque de conversion et des pertes sanguines) ont été démontrés, mais au détriment d'une augmentation du coût et du temps opératoire.<sup>53-55</sup> Pour les résections

de la tête du pancréas, peu d'études comparatives sont à disposition. Les rares études comparant le robot et la chirurgie ouverte ont retrouvé un nombre de ganglions prélevés supérieur, une diminution du saignement et une durée d'hospitalisation plus courte,<sup>56,57</sup> mais ces expériences sont issues de centres hautement spécialisés et pour le moment peu reproductibles.

L'intérêt de la chirurgie robotique réside aussi très certainement dans les possibilités offertes d'intégrer une interface de réalité augmentée pour la chirurgie hépatique, entre autres. Récemment, nous avons rapporté notre expérience,<sup>58,59</sup> couplant des images radiologiques préopératoires en trois dimensions directement au système de vision de la console robotique (figure 2). Si un certain nombre de problèmes nécessitent d'être résolus (déformation plastique, synchronisation en temps réel, repères anatomiques fixes), il n'en demeure pas moins que cette technologie offre des possibilités extrêmement intéressantes, surtout en termes de planification opératoire et de simulation, voire même en termes d'automatisation. D'autres groupes ont également rapporté leur expérience préliminaire dans d'autres domaines, avec des résultats très encourageants.<sup>60,61</sup>



**Figure 2. Exemple d'utilisation de la réalité augmentée durant une colectomie gauche robotique**

Le chirurgien a la vue opératoire en haut de l'écran dans la console, avec en bas la vue radiologique en trois dimensions (ici angio-scanner pour identifier la vascularisation colique).



## CHIRURGIE ROBOTIQUE ENDOCRINIENNE

Les données actuelles des surrenalectomies n'ont pas démontré d'avantages clairs pour une approche robotique.<sup>62,63</sup> Hormis un coût supérieur lié à l'utilisation du robot,<sup>64</sup> les résultats restent très proches de ceux de la laparoscopie.<sup>65</sup> Pour des cas difficiles (tumeurs volumineuses, carcinome, résection partielle), l'utilisation du robot pourrait se discuter comme une alternative à la chirurgie ouverte<sup>66</sup> ou laparoscopique.<sup>67</sup>

Le développement principal de la chirurgie robotique endocrinienne touche essentiellement la thyroïde.<sup>68</sup> Les équipes coréennes ont largement rapporté leur (vaste) expérience.<sup>69,70</sup> Les résultats tant cosmétiques qu'oncologiques sont tout à fait satisfaisants et prometteurs,<sup>71</sup> le principal problème étant le surcoût lié à l'utilisation du robot.<sup>72</sup> Une méta-analyse récente confirme ces bons résultats.<sup>73</sup>

## TRANSPLANTATION

Plusieurs groupes ont rapporté leur expérience en chirurgie de transplantation par un abord robotique. Cette approche a été validée notamment pour le don vivant de rein<sup>74</sup> ou de foie.<sup>75</sup> Par ailleurs, le robot a aussi été utilisé dans certaines transplantations rénales<sup>76</sup> (avec un avantage chez le sujet obèse) et même lors de greffes de pancréas<sup>77</sup> ou d'îlots de Langerhans.<sup>78</sup> Cette chirurgie reste néanmoins limitée à quelques centres déjà très expérimentés en chirurgie robotique.

## CHIRURGIE ROBOTIQUE PAR INCISION UNIQUE

Alors que la chirurgie par incision unique est en plein essor, l'apport de la technologie robotique pourrait rendre cette chirurgie plus ergonomique et donc faciliter sa diffusion. De nombreuses publications ont démontré les possibilités de cette approche, notamment en chirurgie urologique et gynécologique.<sup>79</sup> En ce qui concerne la chirurgie générale, l'expérience reste relativement confinée à la cholécystectomie, avec des résultats préliminaires excellents.<sup>80</sup>

La courbe d'apprentissage est clairement en faveur de l'application robotique en comparaison avec la laparoscopie.<sup>81</sup> Enfin, l'introduction d'une nouvelle caméra robotique infrarouge permet d'utiliser le vert d'indocyanine directement en peropératoire, permettant la visualisation des voies biliaires extra-hépatiques (pouvant augmenter la sécurité lors des cholécystectomies par incision unique).<sup>82</sup>

## SIMULATION ET TRAINING

L'introduction de la chirurgie robotique dans le cursus de formation chirurgicale a placé l'enseignant face à des nouveaux défis. En effet, pour la première fois, le superviseur et l'enseigné ne se trouvent plus à la même table d'opération, mais à distance l'un de l'autre, ce qui comporte un certain nombre de problèmes, encore que partiellement résolus. La commercialisation de la double console est un premier pas dans la reconnaissance de ces défis que sont l'apprentissage et la sécurité au bloc opératoire.<sup>83</sup> D'autre part, la nécessité de suivre des cours pratiques et théoriques est également reconnue.<sup>83,84</sup>

D'un autre côté, l'interface informatique entre le patient et la console robotique a permis le développement de simulateurs, validés et disponibles sur le marché. Tout comme pour la laparoscopie, l'utilisation de ces simulateurs est reconnue comme profitable, surtout pour les novices. Les possibilités sont alors importantes: échauffement avant une opération, répétition d'une procédure, remise à niveau, test d'aptitude, suivi des progrès...<sup>83</sup>

## POLÉMIQUE ET CONCLUSIONS

Bien que déjà âgée d'une dizaine d'années, la chirurgie robotique semble encore souffrir de son jeune âge. Alors que la sécurité et la faisabilité d'un grand nombre d'interventions, parfois extrêmement complexes, ont été largement publiées, des données plus solides font encore défaut dans beaucoup de domaines.<sup>85,86</sup> Par ailleurs, le manque de compétition au sein du marché handicape très certainement le développement de la chirurgie robotique, ce que ne manquent pas de relever ses détracteurs.<sup>2</sup> Malgré cela, la chirurgie robotique avance, preuve en est l'engouement non seulement du public mais aussi de la communauté chirurgicale spécialisée. Les données actuelles montrent clairement un intérêt pour cette approche, surtout pour les interventions complexes, où la laparoscopie semble être inférieure. Alors qu'il sera certainement difficile de démontrer les avantages de l'approche robotique sur la laparoscopie pour des interventions simples, il n'en demeure pas moins que pour des procédures complexes, l'aide du robot est indéniable. Par ailleurs, le développement de nouveaux modèles, plus ergonomiques, moins imposants, devrait convaincre les plus sceptiques dans le futur.

A l'ère des études prospectives et randomisées, différents centres, y compris le nôtre, investiguent le rôle exact du robot dans ces indications. Les années à venir devraient permettre de répondre à ces questions.

### Conflit d'intérêt

Monika Hagen travaille à temps partiel pour Intuitive Surgical. Les autres auteurs n'ont pas de conflit d'intérêt.

### Implications pratiques

- > La chirurgie robotique se développe rapidement
- > De nombreuses procédures robotiques sont actuellement effectuées de routine, avec d'excellents résultats
- > La sécurité du système est bien établie
- > La chirurgie robotique permet d'élargir les indications de la chirurgie minimalement invasive, notamment pour les procédures complexes
- > Un manque de données de comparaison avec la laparoscopie et un niveau d'évidence relativement bas sont pourtant à constater



## Adresse

**Drs Nicolas C. Buchs, François Pugin, Frédéric Ris, Minoa Jung, Monika E. Hagen, Francesco Volonté et Dan Azagury**  
**Pr Philippe Morel**  
Service de chirurgie viscérale et de transplantation  
Département de chirurgie  
HUG, Université de Genève, 1211 Genève 14  
nicolas.c.buchs@hcuge.ch  
francois.pugin@hcuge.ch  
frederic.ris@hcuge.ch  
minoa.jung@hcuge.ch  
monika.hagen@hcuge.ch  
francesco.volonte@hcuge.ch  
dan.azagury@hcuge.ch  
philippe.morel@hcuge.ch

## Bibliographie

- 1 Sodergren MH, Darzi A. Robotic cancer surgery. *Br J Surg* 2013;100:3-4.
- 2 Paul S, McCulloch P, Sedrakyan A. Robotic surgery: Revisiting «no innovation without evaluation». *BMJ* 2013; 346:f1573.
- 3 Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M, et al. Robotics in general surgery: Personal experience in a large community hospital. *Arch Surg* 2003;138:777-84.
- 4 \*\* Buchs NC, Addeo P, Bianco FM, et al. Perioperative risk assessment in robotic general surgery: Lessons learned from 884 cases at a single institution. *Arch Surg* 2012;147:701-8.
- 5 Suda K, Ishida Y, Kawamura Y, et al. Robot-assisted thoracoscopic lymphadenectomy along the left recurrent laryngeal nerve for esophageal squamous cell carcinoma in the prone position: Technical report and short-term outcomes. *World J Surg* 2012;36:1608-16.
- 6 Boone J, Schipper ME, Moojen WA, et al. Robot-assisted thoracoscopic oesophagectomy for cancer. *Br J Surg* 2009;96:878-86.
- 7 Weksler B, Sharma P, Moudgill N, Chojnacki KA, Rosato EL. Robot-assisted minimally invasive esophagectomy is equivalent to thoracoscopic minimally invasive esophagectomy. *Dis Esophagus* 2012;25:403-9.
- 8 \* Clark J, Sodergren MH, Purkayastha S, et al. The role of robotic assisted laparoscopy for oesophagogastric oncological resection; an appraisal of the literature. *Dis Esophagus* 2011;24:240-50.
- 9 Buchs NC, Bucher P, Pugin F, Morel P. Robot-assisted gastrectomy for cancer. *Minerva Gastroenterol Dietol* 2011;57:33-42.
- 10 Pugliese R, Maggioni D, Sansonna F, et al. Subtotal gastrectomy with D2 dissection by minimally invasive surgery for distal adenocarcinoma of the stomach: Results and 5-year survival. *Surg Endosc* 2010;24:2594-602.
- 11 Patriti A, Ceccarelli G, Ceribelli C, et al. Robot-assisted laparoscopic management of cardia carcinoma according to Siewert recommendations. *Int J Med Robot* 2011;7:170-7.
- 12 Hyun MH, Lee CH, Kwon YJ, et al. Robot versus laparoscopic gastrectomy for cancer by an experienced surgeon: Comparisons of surgery, complications, and surgical stress. *Ann Surg Oncol* 2013;20:1258-65.
- 13 \* Maeso S, Reza M, Mayol JA, et al. Efficacy of the Da Vinci surgical system in abdominal surgery compared with that of laparoscopy: A systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2010; 252:254-62.
- 14 Kang BH, Xuan Y, Hur H, et al. Comparison of surgical outcomes between robotic and laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: The learning curve of robotic surgery. *J Gastric Cancer* 2012;12:156-63.
- 15 Hur H, Xuan Y, Ahn CW, Cho YK, Han SU. Trends and outcomes of minimally invasive surgery for gastric cancer: 750 consecutive cases in seven years at a single center. *Am J Surg* 2013;205:45-51.
- 16 Woo Y, Hyung WJ, Pak KH, et al. Robotic gastrectomy as an oncologically sound alternative to laparoscopic resections for the treatment of early-stage gastric cancers. *Arch Surg* 2011;146:1086-92.
- 17 Xiong B, Ma L, Zhang C. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: A meta-analysis of short outcomes. *Surg Oncol* 2012;21:274-80.
- 18 \* Markar SR, Karthikesalingam AP, Venkat-Ramen V, Kinross J, Ziprin P. Robotic vs. laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass in morbidly obese patients: Systematic review and pooled analysis. *Int J Med Robot* 2011;7: 393-400.
- 19 Hagen ME, Pugin F, Chassot G, et al. Reducing cost of surgery by avoiding complications: The model of robotic Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2012;22:52-61.
- 20 Buchs NC, Pugin F, Bucher P, et al. Learning curve for robot-assisted Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc* 2012;26:1116-21.
- 21 Vilallonga R, Fort JM, Gonzalez O, et al. The Initial learning curve for robot-assisted sleeve gastrectomy: A surgeon's experience while introducing the robotic technology in a bariatric surgery department. *Minim Invasive Surg* 2012;2012:347131.
- 22 Buchs NC, Pugin F, Chassot G, et al. Robot-assisted Roux-en-Y gastric bypass for super obese patients: A comparative study. *Obes Surg* 2013;23:353-7.
- 23 Victorzon M. Revisional bariatric surgery by conversion to gastric bypass or sleeve – good short-term outcomes at higher risks. *Obes Surg* 2012;22:29-33.
- 24 Snyder B, Wilson T, Woodruff V, Wilson E. Robotically assisted revision of bariatric surgeries is safe and effective to achieve further weight loss. *World J Surg* 2013; epub ahead of print.
- 25 Muhlmann G, Klaus A, Kirchmayr W, et al. DaVinci robot-assisted laparoscopic bariatric surgery: Is it justified in a routine setting? *Obes Surg* 2003;13:848-54.
- 26 Sudan R, Bennett KM, Jacobs DO, Sudan DL. Multifactorial analysis of the learning curve for robot-assisted laparoscopic biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Ann Surg* 2012;255:940-5.
- 27 McKay GD, Morgan MJ, Wong SK, et al. Improved short-term outcomes of laparoscopic versus open resection for colon and rectal cancer in an area health service: A multicenter study. *Dis Colon Rectum* 2012; 55:42-50.
- 28 Jayne DG, Thorpe HC, Copeland J, et al. Five-year follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of laparoscopically assisted versus open surgery for colorectal cancer. *Br J Surg* 2010;97:1638-45.
- 29 Buchs NC, Pugin F, Bucher P, Morel P. Totally robotic right colectomy: A preliminary case series and an overview of the literature. *Int J Med Robot* 2011; epub ahead of print.
- 30 Bokhari MB, Patel CB, Ramos-Valadez DI, Ragupathi M, Haas EM. Learning curve for robotic-assisted laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc* 2011;25: 855-60.
- 31 Lim MS, Melich G, Min BS. Robotic single-incision anterior resection for sigmoid colon cancer: Access port creation and operative technique. *Surg Endosc* 2013;27: 1021.
- 32 Buchs NC, Pugin F, Ris F, et al. Early experience with robotic rectopexy. *Int J Med Robot*. 2013; in press.
- 33 de Hoog DE, Heemskerck J, Nieman FH, et al. Recurrence and functional results after open versus conventional laparoscopic versus robot-assisted laparoscopic rectopexy for rectal prolapse: A case-control study. *Int J Colorectal Dis* 2009;24:1201-6.
- 34 Wong MT, Meurette G, Rigaud J, Regenet N, Lehur PA. Robotic versus laparoscopic rectopexy for complex rectocele: A prospective comparison of short-term outcomes. *Dis Colon Rectum* 2011;54:342-6.
- 35 Germain A, Thibault F, Galifet M, et al. Long-term outcomes after totally robotic sacrocolpopexy for treatment of pelvic organ prolapse. *Surg Endosc* 2013;27: 525-9.
- 36 \* Collinson FJ, Jayne DG, Pigazzi A, et al. An international, multicentre, prospective, randomised, controlled, unblinded, parallel-group trial of robotic-assisted versus standard laparoscopic surgery for the curative treatment of rectal cancer. *Int J Colorectal Dis* 2012;27: 233-41.
- 37 Pigazzi A, Luca F, Patriti A, et al. Multicentric study on robotic tumor-specific mesorectal excision for the treatment of rectal cancer. *Ann Surg Oncol* 2010;17: 1614-20.
- 38 Bianchi PP, Ceriani C, Locatelli A, et al. Robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: A comparative analysis of oncological safety and short-term outcomes. *Surg Endosc* 2010;24:2888-94.
- 39 Ortiz-Oshiro E, Sanchez-Egido I, Moreno-Sierra J, et al. Robotic assistance may reduce conversion to open in rectal carcinoma laparoscopic surgery: Systematic review and meta-analysis. *Int J Med Robot* 2012;8:360-70.
- 40 Scarpinata R, Aly EH. Does robotic rectal cancer surgery offer improved early postoperative outcomes? *Dis Colon Rectum* 2013;56:253-62.
- 41 Bardakcioglu O. Robotic transanal access surgery. *Surg Endosc* 2013;27:1407-9.
- 42 Hompes R, Rauh SM, Hagen ME, Mortensen NJ. Preclinical cadaveric study of transanal endoscopic da Vinci(R) surgery. *Br J Surg* 2012;99:1144-8.
- 43 Zeh HJ, Zureikat AH, Secrest A, et al. Outcomes after robot-assisted pancreaticoduodenectomy for periampullary lesions. *Ann Surg Oncol* 2012;19:864-70.
- 44 Choi SH, Kang CM, Lee WJ, Chi HS. Robot-as-



- sisted spleen-preserving laparoscopic distal pancreatectomy. *Ann Surg Oncol* 2011;18:3623.
- 45** Giulianotti PC, Addeo P, Buchs NC, Bianco FM, Ayloo SM. Early experience with robotic total pancreatectomy. *Pancreas* 2011;40:311-3.
- 46** Giulianotti PC, Sbrana F, Bianco FM, et al. Robot-assisted laparoscopic pancreatic surgery: Single-surgeon experience. *Surg Endosc* 2010;24:1646-57.
- 47** Buchs NC, Addeo P, Bianco FM, et al. Outcomes of robot-assisted pancreaticoduodenectomy in patients older than 70 years: A comparative study. *World J Surg* 2010;34:2109-14.
- 48** Giulianotti PC, Sbrana F, Coratti A, et al. Totally robotic right hepatectomy: Surgical technique and outcomes. *Arch Surg* 2011;146:844-50.
- 49** Giulianotti PC, Coratti A, Sbrana F, et al. Robotic liver surgery: Results for 70 resections. *Surgery* 2011;149:29-39.
- 50** Giulianotti PC, Addeo P, Buchs NC, Ayloo SM, Bianco FM. Robotic extended pancreatectomy with vascular resection for locally advanced pancreatic tumors. *Pancreas* 2011;40:1264-70.
- 51** Buchs NC, Volonté F, Pugin F, et al. Robotic pancreatic resection: How far can we go? *Minerva Chir* 2011;66:603-14.
- 52** \* Ho CM, Wakabayashi G, Nitta H, et al. Systematic review of robotic liver resection. *Surg Endosc* 2013;27:732-9.
- 53** Kang CM, Kim DH, Lee WJ, Chi HS. Conventional laparoscopic and robot-assisted spleen-preserving pancreatectomy: Does da Vinci have clinical advantages? *Surg Endosc* 2011;25:2004-9.
- 54** Waters JA, Canal DF, Wiebke EA, et al. Robotic distal pancreatectomy: Cost effective? *Surgery* 2010;148:814-23.
- 55** Daouadi M, Zureikat AH, Zenati MS, et al. Robot-assisted minimally invasive distal pancreatectomy is superior to the laparoscopic technique. *Ann Surg* 2013;257:128-32.
- 56** Buchs NC, Addeo P, Bianco FM, et al. Robotic versus open pancreaticoduodenectomy: A comparative study at a single institution. *World J Surg* 2011;35:2739-46.
- 57** Zhou NX, Chen JZ, Liu Q, et al. Outcomes of pancreaticoduodenectomy with robotic surgery versus open surgery. *Int J Med Robot* 2011;7:131-7.
- 58** \* Volonté F, Buchs NC, Pugin F, et al. Augmented reality to the rescue of the minimally invasive surgeon. The usefulness of the interposition of stereoscopic images in the Da Vinci robotic console. *Int J Med Robot* 2012; epub ahead of print.
- 59** Volonté F, Pugin F, Buchs NC, et al. Console-integrated stereoscopic OsiriX 3D volume-rendered images for da Vinci colorectal robotic surgery. *Surg Innov* 2013;20:158-63.
- 60** Pietrabissa A, Morelli L, Ferrari M, et al. Mixed reality for robotic treatment of a splenic artery aneurysm. *Surg Endosc* 2010;24:1204.
- 61** Yamamoto T, Abolhassani N, Jung S, Okamura AM, Judkins TN. Augmented reality and haptic interfaces for robot-assisted surgery. *Int J Med Robot* 2012;8:45-56.
- 62** Aksoy E, Taskin HE, Aliyev S, et al. Robotic versus laparoscopic adrenalectomy in obese patients. *Surg Endosc* 2013;27:1233-6.
- 63** Pineda-Solis K, Medina-Franco H, Heslin MJ. Robotic versus laparoscopic adrenalectomy: A comparative study in a high-volume center. *Surg Endosc* 2013;27:599-602.
- 64** Brunaud L, Ayav A, Zarnegar R, et al. Prospective evaluation of 100 robotic-assisted unilateral adrenalectomies. *Surgery* 2008;144:995-1001.
- 65** Karabulut K, Agcaoglu O, Aliyev S, Siperstein A, Berber E. Comparison of intraoperative time use and perioperative outcomes for robotic versus laparoscopic adrenalectomy. *Surgery* 2012;151:537-42.
- 66** Giulianotti PC, Buchs NC, Addeo P, et al. Robot-assisted adrenalectomy: A technical option for the surgeon? *Int J Med Robot* 2011;7:27-32.
- 67** Agcaoglu O, Aliyev S, Karabulut K, et al. Robotic versus laparoscopic resection of large adrenal tumors. *Ann Surg Oncol* 2012;19:2288-94.
- 68** Giulianotti PC, Addeo P, Buchs NC, Ayloo SM, Bianco FM. Robotic thyroidectomy: An initial experience with the gasless transaxillary approach. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2012;22:387-91.
- 69** Lee KE, Kim E, Koo DH, et al. Robotic thyroidectomy by bilateral axillo-breast approach: Review of 1026 cases and surgical completeness. *Surg Endosc* 2013; epub ahead of print.
- 70** Kang SW, Lee SH, Park JH, et al. A comparative study of the surgical outcomes of robotic and conventional open modified radical neck dissection for papillary thyroid carcinoma with lateral neck node metastasis. *Surg Endosc* 2012;26:3251-7.
- 71** Aliyev S, Taskin HE, Agcaoglu O, et al. Robotic transaxillary total thyroidectomy through a single axillary incision. *Surgery* 2013; epub ahead of print.
- 72** Cabot JC, Lee CR, Brunaud L, et al. Robotic and endoscopic transaxillary thyroidectomies may be cost prohibitive when compared to standard cervical thyroidectomy: A cost analysis. *Surgery* 2012;152:1016-24.
- 73** \* Jackson NR, Yao L, Tufano RP, Kandil EH. Safety of robotic thyroidectomy approaches: Meta-analysis and systematic review. *Head Neck* 2013; epub ahead of print.
- 74** Gorodner V, Horgan S, Galvani C, et al. Routine left robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy is safe and effective regardless of the presence of vascular anomalies. *Transpl Int* 2006;19:636-40.
- 75** Giulianotti PC, Tzvetanov I, Jeon H, et al. Robot-assisted right lobe donor hepatectomy. *Transpl Int* 2012;25:e5-9.
- 76** Oberholzer J, Giulianotti P, Danielson KK, et al. Minimally invasive robotic kidney transplantation for obese patients previously denied access to transplantation. *Am J Transplant* 2013;13:721-8.
- 77** Boggi U, Signori S, Vistoli F, et al. Laparoscopic robot-assisted pancreas transplantation: First world experience. *Transplantation* 2012;93:201-6.
- 78** Giulianotti P, Gorodner V, Kinzer K, Benedetti E, Oberholzer J. Robot-assisted pancreatoduodenectomy with preservation of the vascular supply for autologous islet cell isolation and transplantation: A case report. *J Med Case Rep* 2012;6:74.
- 79** Buchs NC, Pugin F, Volonté F, et al. Chirurgie robotique par incision unique: pratique actuelle et futurs développements. *Rev Med Suisse* 2012;8:1316-20.
- 80** Morel P, Hagen ME, Bucher P, Buchs NC, Pugin F. Robotic single-port cholecystectomy using a new platform: Initial clinical experience. *J Gastrointest Surg* 2011;15:2182-6.
- 81** Spinoglio G, Lenti LM, Maglione V, et al. Single-site robotic cholecystectomy (SSRC) versus single-incision laparoscopic cholecystectomy (SILC): Comparison of learning curves. First European experience. *Surg Endosc* 2012;26:1648-55.
- 82** Buchs NC, Hagen ME, Pugin F, et al. Intra-operative fluorescent cholangiography using indocyanin green during robotic single site cholecystectomy. *Int J Med Robot* 2012;8:436-40.
- 83** Buchs NC, Pugin F, Volonté F, Morel P. Learning tools and simulation in robotic surgery: State of the art. *World J Surg* 2013; epub ahead of print.
- 84** Buchs NC, Pugin F, Volonté F, Hagen ME, Morel P. Impact of robotic general surgery course on participants' surgical practice. *Surg Endosc* 2013; epub ahead of print.
- 85** Ficarra V, Novara G, Artibani W, et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: A systematic review and cumulative analysis of comparative studies. *Eur Urol* 2009;55:1037-63.
- 86** Lu D, Liu Z, Shi G, Liu D, Zhou X. Robotic assisted surgery for gynaecological cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;1:CD008640.
- \* à lire  
\*\* à lire absolument