

Unité d'évaluation des technologies et
des modes d'intervention en santé (UETMIS)

Centre hospitalier de l'Université de Montréal

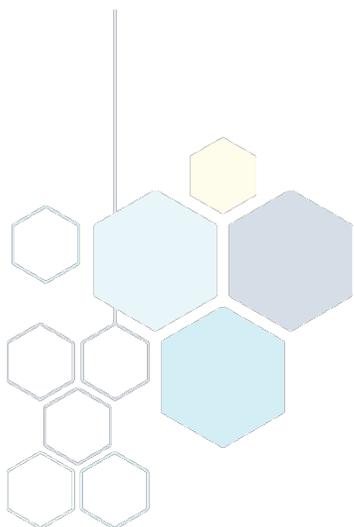
CENTRE D'EXCELLENCE EN CHIRURGIE ROBOTIQUE AU CHUM

Note de synthèse

Préparée par

Simon Deblois, M.A., M. Sc., DESS (gestion)

Alfons Pomp, M.D., FRCSC, FACS



Novembre 2023

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
MISSION.....	4
REMERCIEMENTS	5
1 INTRODUCTION.....	6
2 MÉTHODOLOGIE	6
3 RÉSULTATS.....	6
4 DISCUSSION.....	8
5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	9
6 RÉFÉRENCES.....	11

Liste des tableaux

Tableau 1 - Tiré de Lawrie et coll. (2022).....	10
Tableau 2 - Tiré de Estes et coll. (2017)	10

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Ce document est également offert en format PDF sur le site Web du CHUM.

Auteurs : Simon Deblois, M.A., M. Sc., DESS (gestion)
Alfons Pomp, M.D., FRCSC, FACS

Pour se renseigner sur cette publication ou sur toute autre activité de l'UETMIS, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS)
Centre hospitalier de l'Université de Montréal
Bureau BO6.8057
1050, rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2X 3J3
Téléphone : 514 890-8000, poste 36132
Télécopieur : 514 412-7460
Courriel : detmis.chum@ssss.gouv.qc.ca

Comment citer ce document :

« Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS). Centre hospitalier de l'Université de Montréal. *Centre d'excellence en chirurgie robotique au CHUM*. Note de synthèse. Préparée par Simon Deblois et Alfons Pomp. Novembre 2023 ».

ISBN 978-2-89528-164-1

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

MISSION

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) a pour mission de conseiller les décideurs du CHUM dans leurs choix de technologies et de modes d'intervention en santé, en basant sa méthodologie sur les données probantes, les pratiques les plus efficaces dans le domaine de la santé et l'état des connaissances actuelles. En outre, en conformité avec la mission universitaire du CHUM, elle travaille à diffuser les connaissances acquises au cours de ses évaluations, tant au sein de la communauté du CHUM qu'à l'extérieur, contribuant ainsi à l'implantation d'une culture d'évaluation et d'innovation.

En plus de s'associer aux médecins, aux pharmaciens, aux membres du personnel infirmier et aux autres professionnels du CHUM, l'UETMIS travaille de concert avec la communauté de pratique. Cette dernière est composée des unités d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé des autres centres hospitaliers universitaires, de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) ainsi que du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université de Montréal (RUIS de l'UdeM).

L'UETMIS participe également au processus permanent d'amélioration continue de la performance clinique. Elle travaille de concert avec l'équipe de la gestion de l'information à élaborer des tableaux de bord permettant une évaluation critique et évolutive des secteurs d'activités cliniques. L'UETMIS propose des pistes de solution, contribuant à accroître la performance clinique par une analyse des données probantes et des lignes directrices cliniques, de même que des pratiques exemplaires. Cette démarche est réalisée en collaboration avec les gestionnaires (administratifs et cliniques).

REMERCIEMENTS

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) tient à remercier :

Dr John de Csepel
CMO & VP of Medtronic's Global Regions Clinical Research & Medical Science

Dr Cheguevara Afaneh
Associate Professor of Surgery
Weill Cornell Medical College at New York Presbyterian Hospital

Dr Daniel Herron
Salky Professor of Surgery
Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York

Dr Erik Wilson
Professor of Surgery
McGovern Medical School at The University of Texas Health Science Center, Houston

Divulgence de conflit d'intérêts

Aucun conflit à signaler.

1 INTRODUCTION

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé du CHUM a reçu une demande de la Direction générale pour épauler sa prise de décision en vue de l'implantation d'un centre d'expertise en chirurgie robotique au CHUM. Cette analyse visait à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les conditions de succès d'un centre de chirurgie robotique ? À cet égard :
 - Quelles sont les expertises requises en matière de ressources humaines et de formation continue du personnel ?
 - Quelles sont les capacités technologiques ?
 - Quelles sont les meilleures pratiques quant aux processus de gouvernance et de gestion, de changement de pratique médicale et d'amélioration continue de la qualité ?

2 MÉTHODOLOGIE

Une recension de quelques études pertinentes a été effectuée et des entrevues avec quelques chirurgiens experts ont été conduites. Compte tenu du court échéancier pour le projet, une revue non systématique de la littérature a été réalisée. Seules les études portant sur les conditions favorisant l'implantation de la chirurgie robotique ont été considérées.

3 RÉSULTATS

Bref rappel concernant l'appréciation de l'efficacité clinique, de l'innocuité et des enjeux économiques associés à la chirurgie robotique

Jusqu'en 2021, le robot **Da Vinci**, fabriqué par Intuitive Surgical, était le seul robot chirurgical ayant obtenu une homologation de Santé Canada. Le robot **Hugo**, conçu par Medtronic, a été homologué par Santé Canada cette année-là (approuvé seulement à des fins d'évaluation par la FDA américaine).

La vaste majorité des études sur la chirurgie robotique thoracique, abdominale ou pelvienne portent sur différentes versions du robot Da Vinci. La version présentement commercialisée du robot Hugo de Medtronic n'est pas munie de technologie permettant d'agrafer des tissus ou de sceller les vaisseaux sanguins (*vessel sealer*). De façon générale, cela rend son emploi difficile dans des disciplines autres que l'urologie et la gynécologie. À l'heure actuelle, un seul robot Hugo est en fonction au Canada, au Toronto General Hospital.

De nombreux rapports d'évaluation de technologie de santé, revues systématiques avec ou sans méta-analyse et études observationnelles ont comparé l'efficacité clinique et l'innocuité de la chirurgie laparoscopique appuyée par le robot Da Vinci avec celles de la laparoscopie traditionnelle ou de la chirurgie ouverte (1-8).

Toutes les interventions chirurgicales ne peuvent être effectuées par chirurgie minimalement invasive (laparoscopie traditionnelle ou appuyée par robot)

À titre d'exemple, à la suite de la publication en 2018 dans le *New England Journal of Medicine* de deux études associant le traitement du cancer du col de l'utérus par chirurgie minimalement invasive à un taux de survie sans maladie et un taux de survie global réduits (6-8), les approches minimalement invasives (dont l'approche robotique) ne sont plus employées au CHUM pour cette indication. Ainsi, dans le Département de gynécologie du CHUM, la chirurgie robotique est réservée au traitement des néoplasmes endométriaux et ovariens et aux hystérectomies pour d'autres indications chez les patientes obèses.

La littérature courante est de qualité méthodologique faible et associée à un risque élevé de biais de financement par l'industrie; en effet, de nombreux auteurs entretiennent des relations importantes avec les fabricants (9, 10). Bien que la preuve doive être appréciée pour chacune des interventions d'intérêt et non pas dans son ensemble, la tendance est que le temps opératoire est significativement plus long avec l'approche par robot qu'avec la chirurgie ouverte (1, 3). Les différences entre l'approche par robot et la laparoscopie traditionnelle quant au temps opératoire peuvent être non significatives ou associées à des résultats divergents (1, 3). En outre, il convient de noter que les études économiques ayant apprécié les coûts de la chirurgie robotique ne comprennent pas toujours les coûts d'achat et d'entretien des appareils, ce qui tend à réduire les coûts perçus associés à la chirurgie robotique (11).

Des robots employés dans des domaines spécialisés, comme la neurochirurgie et la chirurgie thoracique, ont été créés. Les chirurgiens thoraciques du CHUM ont déjà participé à l'ablation par micro-ondes transbronchique à l'aide du système d'ablation par micro-ondes guidée par la plateforme robotique **Monarch**. Les plateformes **Mazor X** et **ROSA ONE**, fabriquées par Medtronic et Medtech SAS, respectivement, peuvent être utilisées en neurochirurgie. Certaines interventions chirurgicales, dont la fusion intersomatique lombaire transforaminale mini-invasive, peuvent être effectuées par l'un ou l'autre type de robot. La littérature publiée dans des revues avec comité de pairs ne permet pas encore de tirer de conclusions quant à l'efficacité clinique et à l'innocuité relatives de la plateforme Mazor par rapport à celles de la ROSA. Toutefois, une étude observationnelle australienne récente rapporte un temps opératoire et une courbe d'apprentissage moindres par Mazor que par ROSA (12).

Facteurs facilitants et barrières à l'implantation de la chirurgie robotique

Deux études britanniques ayant apprécié les barrières et les facteurs facilitants associés à l'implantation de la chirurgie robotique ont été recensées (13, 14). Ces études portent une attention particulière aux changements de comportement et de processus requis pour l'implantation de la chirurgie par robot.

Lawrie et coll. (2022) ont relevé que les barrières et les facilitateurs observés variaient significativement selon le stade d'implantation de la chirurgie robotique. À cet égard, ils distinguent trois stades d'implantation, soit un stade de préimplantation (de la décision d'acquérir l'équipement robotique jusqu'à sa livraison), un stade d'implantation précoce (début de la mise en service, à la suite de l'acquisition de l'équipement robotique) et un stade tardif (processus d'intégration à long terme de la robotique) – voir le tableau 1 en annexe (13).

Deux stratégies importantes sont de nature à renforcer l'implantation de la chirurgie robotique :

- Faire participer les membres de l'équipe de robotique autres que les chirurgiens-anesthésistes, le personnel infirmier, etc., à l'implantation du centre, afin d'éviter que le projet ne devienne uniquement un projet de chirurgiens (14).
- Former une équipe complète, plutôt que de travailler individuellement ou en petits groupes. La constitution de cette équipe est réalisée en tenant compte des compétences de ses membres (14). L'adoption d'une tactique multidisciplinaire vise à réduire le délai entre les cas (15).

Autres enjeux abordés :

- L'équité d'accès aux interventions innovatrices pour la population (16).
- Un effort d'éducation du public à l'égard des caractéristiques de la chirurgie robotique doit être réalisé. En effet, les robots chirurgicaux actuels ne sont pas autonomes et ne sont que des outils chirurgicaux « minimalement invasifs » avancés.
- La plateforme Da Vinci collecte les données lors de chaque intervention chirurgicale. Bien que l'intention d'emmagasiner cette quantité massive d'informations puisse servir un but éducatif, ces données contribueront probablement au développement de la prochaine génération de robots intégrés à l'intelligence artificielle.

4 DISCUSSION

Les conditions de succès énoncées dans les études insistent sur la qualité du leadership autour de l'implantation du centre et sur une culture organisationnelle réceptive aux changements occasionnés par l'implantation de la chirurgie robotique (14).

Il est impératif qu'un centre de robotique dispose d'un chirurgien-chef reconnu par ses pairs comme un expert dans le domaine, accessible à tout instant, impliqué dans la résolution des défis et possédant l'autorité appropriée. Un cadre qui n'est pas un médecin, affecté spécifiquement à la coordination, devrait être embauché. L'attribution de ces postes de direction à des personnes qui ont déjà d'autres responsabilités importantes dans l'établissement peut constituer un facteur d'échec. Un conseil de direction qui comprend des membres de tous les services utilisant présentement les robots au CHUM devrait se réunir mensuellement pour assurer une utilisation équitable et efficace du temps disponible des robots. La qualité de l'acte chirurgical et les résultats cliniques peuvent être assumés par les départements individuels. Le comité doit toutefois être conscient des taux de conversion à la chirurgie ouverte pour chaque chirurgien (comme mesure de la qualité et de l'expertise de l'acte chirurgical ainsi que pour des raisons économiques) – voir le tableau 2 en annexe (17).

Un énoncé de mission devra aussi être élaboré. Les volets de cette mission peuvent comprendre : le service aux patients, l'enseignement (équipes de salle d'opération, autres chirurgiens et résidents), l'innovation technique et la recherche. Ces nombreuses obligations peuvent être un facteur d'échec éventuel, car le nombre restreint de ressources robotiques disponibles est actuellement insuffisant pour remplir tous ces rôles.

Actuellement, avec deux robots, le CHUM est en voie d'effectuer environ 500 interventions chirurgicales robotiques en 2023. Les services de chirurgie générale (chirurgie digestive, chirurgie hépatobiliaire) utilisent le robot pour environ 10 % des cas et ont une répartition assez égale pour le reste de leurs interventions chirurgicales entre les cas ouverts et laparoscopiques. L'urologie et la gynécologie ont été les premières à adopter la robotique, car leurs procédures étaient compatibles avec les versions initiales du système DaVinci et ont évolué pour utiliser le robot dans 20 à 30 % de leurs interventions. Le service de chirurgie thoracique est actuellement une exception, dans la mesure où 80 % de leurs interventions chirurgicales sont de type mini-invasif, 10 % utilisent la robotique et seulement une petite partie des interventions sont effectuées au moyen d'une approche ouverte (thoracotomie). Les tendances actuelles publiées montrent que les établissements comparables aux États-Unis effectuent au moins 18 à 20 % de leurs interventions à l'aide de robots (18). Cela est possible parce que ces institutions possèdent au moins 10 robots, traitant des milliers de cas chaque année (communications personnelles, voir remerciements).

Le lancement de la chirurgie robotique a des implications importantes, puisqu'actuellement, les chirurgiens sont en mesure d'utiliser la chirurgie robotique pour toute intervention, à leur discrétion professionnelle. La chirurgie robotique peut donc remplacer les approches laparoscopiques conventionnelles dans certaines interventions qui ne sont peut-être pas assez complexes pour justifier la prise en compte de cette plateforme avancée et plus coûteuse. Cela dit, l'une des missions principales du CHUM consiste à servir d'établissement d'enseignement pour les technologies avancées, donc il faut également tenir compte des occasions (cas moins complexes) favorisant les apprentissages chez les chirurgiens et les résidents. L'acquisition de compétences requiert inévitablement du temps, alors un accès opératoire supplémentaire devrait être alloué aux chirurgiens robotiques débutants afin de minimiser l'impact financier sur leur pratique par l'obtention de ces nouvelles compétences. Il sera aussi nécessaire de prévoir un horaire pour l'enseignement robotique. Le Memorial-Hermann-Texas Medical Center possède quatre robots, qui sont uniquement utilisés dans son laboratoire d'enseignement. Cela ne sera probablement pas possible au CHUM, alors il faudra envisager des solutions de rechange (en utilisant un robot clinique afin de mettre en pratique les techniques chirurgicales la fin de semaine, par exemple).

Les privilèges de la robotique chirurgicale doivent être très bien définis. Le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada ne fait aucune mention précise de la compétence robotique et englobe ces techniques dans le cadre de la chirurgie minimalement invasive.

Le fabricant des robots utilisés présentement au CHUM propose un cours de base, suivi d'un laboratoire inanimé, puis d'un laboratoire de formation sur un modèle animal ou cadavérique. Ces cours sont suivis par la réalisation sous supervision d'un certain nombre de cas (généralement 4 ou 5) par un chirurgien robotique expert, qui approuve la maîtrise de la compétence par le chirurgien apprenant.

L'aide au positionnement des robots et les changements d'instruments robotiques pendant les cas doivent être du ressort des infirmières de la salle d'opération. Des formations inclusives, regroupant tout le personnel de la salle d'opération, peuvent contribuer au bon fonctionnement du centre (par exemple, réduire les délais entre les cas, car ceux-ci peuvent être affectés négativement si les novices sont chargés de nettoyer le robot).

Une fois le centre d'expertise implanté, une attention particulière devrait être portée aux difficultés rencontrées par l'ensemble du personnel clinique quant à leur adaptation aux processus cognitifs, aux changements de rôle sollicités par l'approche robotique et aux modifications des processus en salle d'opération (13). En outre, un suivi devrait être effectué quant aux problèmes de programmation et d'accès aux salles (13). Le coordonnateur du centre, appuyé par le chirurgien-chef, serait responsable de réaliser ces tâches, en collaboration avec le service de développement organisationnel du CHUM.

La majorité des études ayant apprécié l'efficacité clinique, l'innocuité et l'efficacité de la chirurgie robotique ont été réalisées dans des établissements privés, animés notamment par un objectif de rendement économique et de marketing, plutôt que par des établissements publics, financés par l'État. Le biais de financement de la recherche par l'industrie a déjà été rapporté.

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Comme l'expression « centre d'excellence » est maintenant très courante et qu'elle n'indique pas sa vocation, on devrait considérer un autre nom, par exemple le Centre CHUM de l'innovation robotique (CCIR).

La première étape serait de nommer un directeur et de lui attribuer un budget de travail. Il doit y avoir une voie organisationnelle établie pour l'interaction entre la gestion de la salle d'opération et le centre de robotique, avec des responsabilités clairement définies pour les décisions financières et personnelles.

Il est impératif que le CHUM fasse l'acquisition d'au moins deux autres robots cliniques, car les deux robots actuels sont sans contredit insuffisants pour développer et maintenir les compétences nécessaires et l'expertise des chirurgiens.

La première tâche du directeur devrait être d'élaborer un énoncé de mission simple et surtout réalisable, qui pourra être modifié à mesure que le centre passe d'un stade de développement précoce à une entité plus mature.

Dans le cadre du centre de robotique, l'attention doit être portée sur le travail d'équipe. Si les infirmiers, les anesthésistes et le personnel auxiliaire (par exemple, le transport et le nettoyage) ne sont pas impliqués dès le début du processus, l'adaptation des procédures actuelles aux interventions robotiques créera probablement plus de problèmes que de solutions.

À l'heure actuelle, Intuitive Surgical détient presque un monopole sur les robots, parce que seule la plateforme Da Vinci permet d'effectuer l'ensemble des interventions poussées. Cela dit, il existe plusieurs nouvelles technologies robotiques à des stades avancés de développement, et il est impératif que le centre interagisse avec l'industrie et participe à la recherche en cours.

Tableau 1 – Tiré de Lawrie et coll. (2022)

PRÉIMPLANTATION	IMPLANTATION PRÉCOCE	IMPLANTATION TARDIVE
Facilitateurs		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profil d'utilisateurs potentiels et conformité au groupe souhaitant l'implantation ▪ Pression des pairs et des patients ▪ Image de marque institutionnelle positive ▪ Possibilité de réseautage avec l'industrie et les agences externes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faire partie d'une communauté innovante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amélioration de la réputation de l'hôpital ▪ Effet positif sur les compétences et les résultats chirurgicaux
Barrières		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût élevé du système robotique ▪ Perception des effets sur les récompenses professionnelles pendant la période d'apprentissage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact négatif sur les processus cognitifs (charge cognitive accrue) ▪ Développement des compétences ▪ Difficulté à s'adapter aux changements en salle d'opération ▪ Problèmes liés à la programmation ou à l'accès aux salles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût élevé de l'entretien de la chirurgie robotique ▪ Absence d'utilisation soutenue ou accès limité ▪ Maintien de l'accès de façon à maintenir les compétences et à développer l'expertise
Facilitateurs ou barrières		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Culture organisationnelle réfractaire ou réceptive ▪ Influence positive ou négative des cadres ▪ Résultats cliniques perçus comme positifs ou négatifs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Changements de rôles positifs ou négatifs ▪ Dépendance envers l'industrie pour la formation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatisation cognitive ▪ Impact sur les résultats cliniques perçu de manière positive ou négative

Tableau 2 – Tiré de Estes et coll. (2017)

MEMBRE DE L'ÉQUIPE DE DIRECTION ROBOTIQUE	RÔLE
Directeur	Leadership, vision, mise en œuvre des composantes du programme, justification de l'achat d'équipement, surveillance de l'accréditation des chirurgiens
Infirmière-chef en robotique	Surveiller la formation de l'équipe, superviser le personnel de la salle d'opération, certifier le personnel, assurer la liaison avec le directeur pour les problèmes avec le personnel robotique
Coordonnateur (cadre) du centre de robotique	Surveiller l'équipement et l'instrumentation et résoudre les problèmes, maintenir les cartes de préférences, tenir l'inventaire, maximiser l'utilisation
Conseil (comité) de direction	Tous les postes ci-dessus, représentatifs de toutes les spécialités chirurgicales utilisant la robotique, les anesthésiologistes et leur personnel (au besoin)

6 RÉFÉRENCES

1. Deblois S, Lepanto L, Pomp A, Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en s. Efficacité clinique, innocuité et enjeux économiques associés au traitement par robot chirurgical Da Vinci du cancer de l'endomètre. Montréal, Québec: Centre hospitalier de l'Université de Montréal; 2020 2020.
2. Ho C, Tsakonas E, Tran K, Cimon K, Severn M, Mierzwinski-Urban M, et al. Robot-assisted surgery compared with open surgery and laparoscopic surgery. *CADTH technology overviews*. 2012;2(2).
3. Ontario HQ. Robotic surgical system for radical prostatectomy: a health technology assessment. *Ontario health technology assessment series*. 2017;17(11):1.
4. Hammal F, Nagase F, Menon D, Ali I, Nagendran J, Stafinski T. Robot-assisted coronary artery bypass surgery: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Can J Surg*. 2020;63(6):E491-e508.
5. Fatehi Hassanabad A, Nagase FNI, Basha AM, Hammal F, Menon D, Kent WDT, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Robot-Assisted Mitral Valve Repair. *Innovations*. 2022;17(6):471-81.
6. Ramirez PT, Frumovitz M, Pareja R, Lopez A, Vieira M, Ribeiro R, et al. Minimally Invasive versus Abdominal Radical Hysterectomy for Cervical Cancer. *New England Journal of Medicine*. 2018;379(20):1895-904.
7. Nitecki R, Ramirez PT, Frumovitz M, Krause KJ, Tergas AI, Wright JD, et al. Survival After Minimally Invasive vs Open Radical Hysterectomy for Early-Stage Cervical Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Oncology*. 2020;6(7):1019-27.
8. Melamed A, Margul DJ, Chen L, Keating NL, del Carmen MG, Yang J, et al. Survival after Minimally Invasive Radical Hysterectomy for Early-Stage Cervical Cancer. *New England Journal of Medicine*. 2018;379(20):1905-14.
9. Criss CN, MacEachern MP, Matusko N, Dimick JB, Maggard-Gibbons M, Gadepalli SK. The impact of corporate payments on robotic surgery research: a systematic review. *Annals of Surgery*. 2019;269(3):389-96.
10. Lundh A, Lexchin J, Mintzes B, Schroll JB, Bero L. Industry sponsorship and research outcome. *Cochrane database of systematic reviews*. 2017(2).
11. Korsholm M, Sørensen J, Mogensen O, Wu C, Karlsen K, Jensen PT. A systematic review about costing methodology in robotic surgery: evidence for low quality in most of the studies. *Health Economics Review*. 2018;8(1):21.
12. Vasan N, Scherman DB, Kam A. A tale of two robots: Operating times and learning curves in robot-assisted lumbar fusion. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2022;97:42-8.
13. Lawrie L, Gillies K, Duncan E, Davies L, Beard D, Campbell MK. Barriers and enablers to the effective implementation of robotic assisted surgery. *PLoS One*. 2022;17(8):e0273696.
14. Randell R, Honey S, Alvarado N, Greenhalgh J, Hindmarsh J, Pearman A, et al. Factors supporting and constraining the implementation of robot-assisted surgery: a realist interview study. *BMJ Open*. 2019;9(6):e028635.
15. Cohen TN, Anger JT, Shamash K, Cohen KA, Nasseri Y, Francis SE, et al. Discovering the barriers to efficient robotic operating room turnover time: perceptions vs. reality. *J Robot Surg*. 2020;14(5):717-24.
16. Lawrie L, Gillies K, Davies L, Torkington J, McGrath J, Kerr R, et al. Current issues and future considerations for the wider implementation of robotic-assisted surgery: a qualitative study. *BMJ Open*. 2022;12(11):e067427.

17. Estes S, Goldenberg D, Winder JS, Juza RM, Lyn-Sue JR. Best Practices for Robotic Surgery Programs JLS 2017; Apr-Jun;21(2):e2016.00102).
18. Sheetz KH, Claflin J, Dimick JB. Trends in the Adoption of Robotic Surgery for Common Surgical Procedures. JAMA Netw Open. 2020 Jan 3;3(1): e1918911.