

Chirurgie des cancers gynécologiques : le robot est-il un plus par rapport à la laparoscopie conventionnelle ?

Charlotte Garin^{1,2}, Sophie Schoenen^{1,3}, Lucie Bresson¹, Anne Sophie Navarro¹, Angélique Lamand¹, Anna Devolder¹, Rebecca Dumortier¹, Carlos Martinez-Gomez¹, Fabrice Narducci¹

Reçu le 7 mai 2026

Accepté le 24 mai 2026

Disponible sur internet le :

1. Département d'oncologie chirurgicale, centre Oscar-Lambret, 3, avenue Frédéric-Combemale, 59000 Lille, France
2. Département de gynécologie, HELORA, hôpital de Mons, site Kennedy, 2, boulevard John-Fitzgerald-Kennedy, 7000 Mons, Belgique
3. Département de gynécologie, hôpital universitaire de Liège, CHU de Liège, 1, avenue de l'Hôpital, 4000 Liège, Belgique

Correspondance :

Fabrice Narducci, département d'oncologie chirurgicale, centre Oscar-Lambret, 3, avenue Frédéric-Combemale, 59000 Lille, France.
F-Narducci@o-lambret.fr

Mots-clés

Chirurgie mini-invasive
Chirurgie robotique
Laparoscopie conventionnelle
Cancer de l'endomètre
Cancer du col utérin
Résultats périopératoires

Résumé

La chirurgie mini-invasive occupe aujourd'hui une place centrale dans la prise en charge des cancers gynécologiques, notamment dans les cancers de l'endomètre et du col utérin. Parmi ces approches, la chirurgie robot-assistée s'est progressivement développée grâce à ses avantages techniques potentiels, tels qu'une meilleure ergonomie, une vision tridimensionnelle et une précision accrue des gestes chirurgicaux. Malgré une diffusion croissante de cette technologie, sa réelle place par rapport à la laparoscopie conventionnelle demeure débattue, en particulier depuis les interrogations soulevées concernant la sécurité oncologique de la chirurgie mini-invasive dans le cancer du col utérin précoce. Cette revue narrative analyse les données actuellement disponibles comparant la chirurgie robot-assistée à la laparoscopie conventionnelle dans les cancers de l'endomètre et du col utérin. L'analyse privilégie les études à haut niveau de preuve, notamment les essais randomisés, tout en discutant les limites méthodologiques de la littérature existante, marquée par l'hétérogénéité des populations étudiées, les biais liés aux cohortes historiques et l'impact majeur de la courbe d'apprentissage. À travers l'évaluation des résultats périopératoires, fonctionnels et oncologiques, cette revue propose une synthèse critique de la littérature actuelle et discute les principaux enjeux associés à l'intégration de la chirurgie robot-assistée en oncologie gynécologique. Une attention particulière est portée à l'influence de l'expertise chirurgicale, de l'organisation des soins et du respect des principes oncologiques sur les résultats observés. Des essais prospectifs en cours devraient permettre d'apporter des données complémentaires afin de mieux définir la place de la chirurgie robot-assistée en oncologie gynécologique.

Keywords

Minimally invasive surgery
Robotic surgery
Conventional laparoscopy
Endometrial cancer
Cervical cancer
Perioperative outcomes

■ Summary

Gynecological cancer surgery: Is robotic surgery an advantage over conventional laparoscopy?

Minimally invasive surgery now plays a central role in the management of gynecologic cancers, particularly endometrial and cervical cancers. Among these approaches, robot-assisted surgery has progressively developed due to its potential technical advantages, including improved ergonomics, three-dimensional visualization, and greater precision of surgical maneuvers. Despite the increasing adoption of this technology, its true role compared with conventional laparoscopy remains debated, particularly following concerns raised regarding the oncologic safety of minimally invasive surgery in early-stage cervical cancer. This narrative review analyzes the currently available evidence comparing robot-assisted surgery with conventional laparoscopy in endometrial and cervical cancers. Priority is given to studies with a high level of evidence, particularly randomized controlled trials, while also discussing the methodological limitations of the existing literature, which is characterized by heterogeneity in the studied populations, biases related to historical cohorts, and the major impact of the learning curve. Through the evaluation of perioperative, functional, and oncologic outcomes, this review provides a critical synthesis of the current literature and discusses the main challenges associated with the integration of robot-assisted surgery in gynecologic oncology. Particular attention is paid to the influence of surgical expertise, healthcare organization, and adherence to oncologic principles on the observed outcomes. Ongoing prospective trials are expected to provide additional data to better define the role of robot-assisted surgery in gynecologic oncology.

Introduction

Au cours des dernières décennies, la chirurgie mini-invasive a connu un essor considérable dans de nombreuses spécialités chirurgicales. Son développement a profondément modifié les pratiques, en s'imposant progressivement comme une alternative à la chirurgie ouverte, notamment en raison de ses bénéfices démontrés en termes de morbidité post-opératoire, de récupération fonctionnelle et de durée d'hospitalisation [1]. En oncologie gynécologique, cette évolution s'est traduite par une adoption croissante des approches mini-invasives dans la prise en charge des cancers, en particulier de l'endomètre et du col utérin, tout en soulevant des interrogations quant à leur sécurité oncologique et leur impact sur les résultats à long terme.

La littérature a établi que la chirurgie mini-invasive permettait une réduction des pertes sanguines, des complications périopératoires et de la durée d'hospitalisation, tout en améliorant la récupération postopératoire, sans compromettre les résultats oncologiques dans certaines indications, notamment dans le cancer de l'endomètre [2]. Elle est également associée à une diminution des coûts globaux de prise en charge par rapport à la chirurgie ouverte [3].

Dans ce contexte, la chirurgie robot-assistée a émergé au début des années 2000, avec une diffusion progressive à partir de 2005, notamment après l'approbation du système da Vinci Surgical System par la *Food and Drug Administration* pour

plusieurs indications chirurgicales. Initialement développée en urologie, elle s'est rapidement étendue à la chirurgie gynécologique. Cette technologie repose sur plusieurs avantages techniques théoriques, incluant une vision tridimensionnelle, une meilleure ergonomie, une filtration du tremblement et une plus grande dextérité des instruments, pouvant faciliter les dissections complexes dans des espaces anatomiques étroits comme le pelvis [4,5]. La chirurgie robot-assistée est ainsi apparue comme une évolution technologique, susceptible de dépasser certaines limites de la laparoscopie conventionnelle.

Cependant, dans le cancer du col utérin de stade précoce, la publication de l'essai randomisé LACC a profondément modifié la perception de la chirurgie mini-invasive. Cet essai a montré une diminution significative de la survie globale et de la survie sans récurrence associée à la chirurgie mini-invasive par rapport à la chirurgie ouverte, remettant en cause la sécurité oncologique de l'approche mini-invasive [6]. Ces résultats ont conduit à une réévaluation majeure des indications de la chirurgie mini-invasive dans les cancers du col utérin précoce, y compris pour le robot.

Dans ce contexte, il apparaît essentiel d'évaluer de manière critique la place de la chirurgie robot-assistée par rapport à la laparoscopie conventionnelle en oncologie gynécologique, en distinguant les éventuels avantages techniques et cliniques du robot, tout en s'assurant du strict respect des principes

oncologiques. Malgré ses bénéfices techniques potentiels, des interrogations persistent quant à son impact réel sur les résultats oncologiques à long terme ainsi que sur son coût [7].

Dans cet article, nous nous concentrons sur les cancers de l'endomètre et du col utérin, principales indications de la chirurgie mini-invasive en oncologie gynécologique, afin d'évaluer la place de la chirurgie robot-assistée par rapport à la laparoscopie conventionnelle. L'analyse des données a privilégié les études à plus haut niveau de preuve, notamment les essais randomisés. Nous avons choisi d'interpréter avec prudence ou de ne pas retenir les cohortes historiques. En effet, ces cohortes reposaient souvent soit sur des analyses rétrospectives, soit sur des séries historiques dans lesquelles les chirurgiens avaient débuté leur apprentissage par laparoscopie conventionnelle avant de passer à la chirurgie robot-assistée. Ces études sont exposées à un biais majeur lié à la courbe d'apprentissage, limitant la validité des comparaisons entre les deux techniques en particulier concernant les critères périopératoires. De même, certaines méta-analyses plus récentes n'ont pas été retenues lorsqu'elles reposaient majoritairement sur ce type de cohortes, ne permettant pas de tirer de conclusions robustes quant à l'effet propre de la technologie robotique.

L'analyse de cette thématique reste toutefois complexe. La littérature disponible est abondante mais hétérogène, et marquée par des biais méthodologiques et des résultats discordants, ne permettant pas à ce jour de conclure de manière définitive. Une synthèse critique s'impose.

Cancer de l'endomètre

Selon les recommandations actualisées de l'*European Society of Gynaecological Oncology* (ESGO) publiées en 2025, la chirurgie mini-invasive constitue l'approche de référence dans la prise en charge des cancers de l'endomètre de stade précoce, y compris chez les patientes à haut risque, en raison de sa capacité à réduire la morbidité périopératoire sans compromettre les résultats oncologiques [8]. Ces recommandations ne distinguent toutefois pas la laparoscopie conventionnelle de la chirurgie robot-assistée, les regroupant sous le terme global de chirurgie mini-invasive.

Le cancer de l'endomètre est le cancer gynécologique le plus fréquent dans les pays occidentaux et le sixième cancer le plus fréquent chez la femme dans le monde. Son incidence est en constante augmentation, notamment en lien avec l'augmentation de l'incidence de l'obésité. Dans ce contexte, les avantages techniques potentiels de la chirurgie robot-assistée ont conduit de nombreux travaux à comparer cette approche à la laparoscopie conventionnelle afin d'évaluer leur impact respectif sur les résultats périopératoires et oncologiques.

Taux de conversion

Une revue Cochrane publiée en 2019, incluant exclusivement des essais contrôlés randomisés ($n = 12$), s'est intéressée

à l'efficacité et à l'innocuité de la chirurgie robot-assistée dans les pathologies gynécologiques bénignes et malignes. Parmi ces douze études soit 1016 patientes, huit comparaient l'hystérectomie par voie laparoscopique et robot-assistée, et deux concernaient spécifiquement le cancer de l'endomètre. L'interprétation des résultats reste toutefois limitée par l'hétérogénéité des interventions et des indications. Malgré un niveau de preuve jugé faible, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux approches concernant le taux de conversion (RR 1,17 ; IC à 95 % : 0,24-5,77) [9].

Un essai randomisé multicentrique ROBOGYN publié en 2020 a comparé la chirurgie robot-assistée à la laparoscopie chez 369 patientes atteintes d'un cancer gynécologique nécessitant une prise en charge mini-invasive. L'objectif principal était l'incidence des complications périopératoires sévères (survenant pendant l'intervention ou dans les six mois postopératoires). Dans l'essai ROBOGYN, le taux de conversion en laparotomie était de 7 % (10/176) dans le groupe robot contre 5 % (10/193) dans le groupe laparoscopie conventionnelle, sans différence statistiquement significative ($p = 0,52$). Il faut souligner que la majorité des patientes incluses n'étaient pas obèses (IMC médian de 26), ce qui limite l'extrapolation des résultats à cette population [10].

L'obésité constitue un facteur de complexité chirurgicale, augmentant potentiellement le risque de conversion en cas de difficulté peropératoire. Elle représente par ailleurs un facteur de risque majeur du cancer de l'endomètre. Chez les patientes obèses atteintes d'un cancer de l'endomètre à un stade précoce, un essai randomisé prospectif international multicentrique est en cours (RObese). Cette étude vise à démontrer que la chirurgie robot-assistée permettrait de réduire significativement les complications et le taux de conversion, tout en améliorant la morbidité périopératoire chez les patientes avec un IMC > 30, sans compromettre les résultats oncologiques. Le critère de jugement principal est le taux de conversion en laparotomie, avec des résultats attendus en 2029 [11].

Des données issues d'autres spécialités pelviennes apportent un éclairage complémentaire. Dans le cancer du rectum, l'essai randomisé multicentrique ROLARR, incluant 471 patients, n'a pas montré de différence significative entre la chirurgie pelvienne robot-assistée et la laparoscopie conventionnelle en termes de taux de conversion en laparotomie, critère de jugement principal, ni en termes de complications per- ou postopératoires. Le taux de conversion était de 12 % dans le groupe laparoscopie contre 8 % dans le groupe robot, sans différence statistiquement significative ($p = 0,16$) [12]. Bien que portant sur le cancer du rectum, ces résultats doivent être interprétés avec prudence et ne peuvent être directement extrapolés à l'oncologie gynécologique. Dans cette étude, environ 23 % des patientes présentaient une obésité (IMC > 30), avec un taux de conversion significativement plus élevé dans ce sous-groupe comparativement aux patientes non obèses (23,4 % versus

7,3 %). Ces résultats suggèrent une association entre obésité et risque accru de conversion, sans qu'il soit toutefois possible de déterminer l'influence spécifique de la technique mini-invasive utilisée, celle-ci n'étant pas analysée de manière détaillée dans cette sous-population.

Une étude multicentrique menée par Eoh et al., incluant plus de 1000 patientes atteintes d'un cancer de l'endomètre, apporte également des éléments de réflexion. Bien que rétrospective, cette étude a été conduite sur une période de cinq ans (2012–2017), limitant l'impact de la courbe d'apprentissage et évitant le biais de cohorte séquentielle. Aucune différence significative de taux de conversion n'a été observée entre les groupes. Toutefois, le nombre d'événements était extrêmement faible (une seule conversion dans chaque groupe), ce qui limite la portée des conclusions [13].

Compte tenu du faible nombre d'essais randomisés disponibles en oncologie gynécologique comparant les deux techniques, il apparaît pertinent de considérer également les données issues de pathologies bénignes. Une revue systématique avec méta-analyse publiée par Albright et al., incluant principalement des essais randomisés, comparant l'hystérectomie par laparoscopie conventionnelle à celle robot-assistée, chez des patientes présentant des pathologies bénignes, rapporte un taux de conversion très faible (trois conversions sur 326 patientes). Ces trois conversions concernaient le groupe de la laparoscopie conventionnelle. Dans le groupe robot, des conversions vers la laparoscopie ou la voie vaginale ont été rapportées, sans conversion en laparotomie, notamment en cas de difficulté technique nécessitant une adaptation du geste [14].

Concernant le taux de conversion, la littérature ne permet pas d'exprimer un avantage indiscutable du robot, mais plutôt une non-infériorité. Comme pour tout essai en chirurgie, la variabilité des compétences opératoires constitue un facteur limitant la généralisation des résultats. La majorité des études incluent en effet des chirurgiens expérimentés.

Pertes sanguines

Dans la revue Cochrane, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre la laparoscopie et la chirurgie robot-assistée en ce qui concerne les pertes sanguines, analysées dans quatre essais portant sur les hystérectomies. Dans l'analyse de sous-groupes entre pathologies bénignes et malignes, il n'y avait pas non plus de différence notable [9]. La méta-analyse d'Albright et al., portant sur les hystérectomies pour pathologies bénignes, ne retrouve pas non plus de différence significative en termes de pertes sanguines entre les deux approches (différence moyenne standardisée = $-0,28$; IC à 95 % : $-0,69$ à $0,13$). Toutefois, ce résultat est associé à une hétérogénéité importante. Les auteurs ont également analysé les complications hémorragiques (hématomes, saignements postopératoires et transfusions sanguines) et rapportent

des taux comparables entre les groupes robot (8/162) et laparoscopie conventionnelle (9/164) [14].

L'étude multicentrique de Eoh et al., met en évidence une diminution significative des pertes sanguines ($111,8 \text{ cm}^3$ versus $139,4 \text{ cm}^3$) avec la chirurgie robot-assistée, sans différence de complication peropératoire entre les deux groupes. Cette réduction des pertes sanguines n'a cependant pas entraîné de changement significatif des taux d'hémoglobine, probablement en raison du faible volume de saignement observé dans les deux groupes [13].

À l'inverse, l'étude multicentrique ROBOGYN a observé une augmentation significative des pertes sanguines dans le groupe robot-assisté, avec une différence médiane de 50 mL par rapport au groupe laparoscopie. Il n'y avait pas de différence significative en termes de pertes de sang entre les différents types de cancer (notamment le col et l'endomètre) [10]. Toutefois, l'expérience minimale requise des chirurgiens en robot était fixée à vingt procédures dans l'étude ROBOGYN. Ce seuil, au vu de la littérature récente, est aujourd'hui considéré comme insuffisant, ce qui pourrait avoir influencé les résultats.

Chez les patientes plus âgées avec un cancer de l'endomètre, une étude rétrospective multicentrique s'est spécifiquement intéressée à la comparaison entre chirurgie robot-assistée et laparoscopie conventionnelle, et a inclus plus de 500 patientes âgées de plus de 70 ans et atteintes d'un cancer de l'endomètre. Ils montrent, après appariement par score de propension, que les pertes sanguines peropératoires étaient significativement plus faibles dans le groupe robot, avec une médiane de 50 mL contre 99 mL dans le groupe laparoscopie ($p = 0,001$) [15].

Durée opératoire et durée d'hospitalisation

Sur le plan opératoire, la chirurgie robot-assistée est le plus souvent associée, dans la littérature, à une durée d'intervention plus longue, généralement attribuée au temps nécessaire à l'installation et à l'amarrage du robot. Dans l'essai ROBOGYN, cette approche était associée à une augmentation significative de la durée opératoire, avec un allongement médian d'environ 45 minutes par rapport à la laparoscopie conventionnelle. Cette différence persistait après ajustement sur le type de pathologie, avec des durées opératoires plus longues pour les cancers du col utérin comparativement aux cancers de l'endomètre. En revanche, la durée d'hospitalisation ne différait pas significativement entre les deux groupes (4,3 jours versus 4,9 jours) [10].

Bien que portant sur la chirurgie de l'endométriose ($n = 73$), Soto et al. ont conduit un essai multicentrique randomisé dont le critère de jugement principal était le temps opératoire, défini comme la durée entre l'incision et la fermeture. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux approches. Toutes les interventions ont été réalisées par cinq chirurgiens expérimentés [16]. Cet essai fait partie des douze études incluses dans la revue Cochrane [9]. Celle-ci rapporte des résultats globalement concordants avec ceux de

ROBOGYN, avec une durée opératoire moyenne plus longue dans le groupe robot que dans le groupe laparoscopie, avec une différence moyenne de 41,18 minutes. En revanche, la durée d'hospitalisation était légèrement plus courte dans le groupe robot, environ un tiers de journée. Ces conclusions reposaient uniquement sur des pathologies non malignes. Les auteurs soulignent toutefois un niveau de preuve très incertain, en raison d'un risque élevé de biais dans les études incluses [9]. Cette réduction modeste de la durée d'hospitalisation pourrait être liée à un effet de suspension pariétale permis par le robot, *via* le soutien des trocars par les bras du robot, réduisant la contrainte exercée sur la paroi abdominale et réduisant potentiellement les douleurs. Néanmoins, une différence d'un tiers de journée apparaît peu pertinente sur le plan clinique.

Des résultats similaires concernant la durée d'hospitalisation ont été rapportés dans la méta-analyse d'Albright et al., sans différence significative en termes de durée opératoire [14].

Dans la population des patientes âgées de plus de 70 ans, les résultats apparaissent comparables, avec une durée opératoire également plus longue (+55 minutes) dans le groupe robot (177 minutes *versus* 122 minutes), mais une durée d'hospitalisation significativement plus courte (médiane de trois jours contre quatre jours) [15].

Ces observations de temps opératoire allongé sont généralement attribuées au temps d'installation et d'amarrage du robot et apparaissent globalement concordantes dans la littérature.

Morbidité et complications opératoires

Les taux de complications associés à la chirurgie robot-assistée semblent globalement comparables à ceux observés en laparoscopie conventionnelle. Toutefois, le niveau de preuve disponible demeure limité, avec des données généralement de faible qualité et de faible certitude. Cette incertitude est encore plus marquée dans le domaine de la chirurgie des cancers gynécologiques. La revue Cochrane rapporte peu de différences en termes de complications per- et postopératoires, sur la base de données incluant environ 500 patientes. Aucune différence significative n'a également été mise en évidence dans les analyses en sous-groupes, notamment entre les patientes atteintes de pathologies bénignes et celles présentant des pathologies malignes [9].

Les données de la chirurgie bénigne ne montrent aucune différence significative en termes de complications périopératoires (critère de jugement principal). Le taux global était de 12,6 % (41/326), avec des proportions similaires dans les deux groupes : 12,3 % dans le groupe robot contre 12,8 % dans le groupe laparoscopie. Une analyse plus détaillée distinguant les complications mineures et majeures n'a pas mis en évidence de différence significative entre les deux approches [14].

En revanche, l'étude rétrospective d'Eoh et al. rapporte une diminution significative des complications postopératoires avec

la chirurgie robot-assistée (7,7 % *versus* 13,8 %, $p = 0,002$), mais cette différence était liée principalement à une diminution des complications mineures, sans différence notable concernant les complications sévères [13].

Dans l'essai ROBOGYN, l'objectif principal portait sur l'incidence des complications périopératoires sévères, survenant pendant l'intervention ou dans les six mois suivant celle-ci. Aucune réduction significative de la morbidité périopératoire sévère n'a été mise en évidence, avec un taux global de complications d'environ 24 % à six mois, sans différence significative entre les deux groupes ($p = 0,15$). De manière plus détaillée, sept patientes (4 %) du groupe laparoscopie et quinze patientes (9 %) du groupe robot ont présenté une morbidité périopératoire sévère. Dans les 30 jours suivant l'intervention, 32 patientes (17 %) du groupe laparoscopie et 34 patientes (19 %) du groupe robot ont présenté une morbidité postopératoire. Au-delà de 30 jours, ces taux étaient respectivement de 4 % (sept patientes) et 5 % (huit patientes), sans différence statistiquement significative. Les auteurs suggèrent néanmoins que, dans des équipes moins expérimentées en laparoscopie, la chirurgie robot-assistée pourrait faciliter la transition entre chirurgie ouverte et chirurgie mini-invasive, cette dernière étant associée à une réduction de la morbidité par rapport à la laparotomie [10].

Dans la population des patientes âgées de plus de 70 ans, l'étude de Corrado et al. ne met pas non plus en évidence de différence statistiquement significative entre les deux approches en termes de résultats périopératoires ou de complications [15].

Ces résultats peuvent être influencés par plusieurs facteurs. Une analyse secondaire de l'essai ROBOGYN, publiée plus récemment par Lambaudie et al., a exploré les facteurs pouvant affecter la morbidité postopératoire après laparoscopie robot-assistée ou après laparoscopie conventionnelle en oncologie gynécologique. Les auteurs montrent que la morbidité est davantage liée à la complexité des procédures et à l'expérience des centres qu'à la technique chirurgicale elle-même. Un excès de complications a été observé dans les centres moins expérimentés avec la laparoscopie robot-assistée (OR 3,31), alors qu'aucune différence n'était retrouvée dans les centres expérimentés [17].

Ces données mettent en évidence l'importance d'une formation adéquate pour les chirurgiens avec la validation de la courbe d'apprentissage. Un défaut d'expertise peut majorer le risque de complications per- et postopératoires et potentiellement influencer les résultats oncologiques [17]. Dans une étude dédiée à la courbe d'apprentissage, Jauffret et al. concluent que 50 cas sont nécessaires à une équipe pour maîtriser les complications postopératoires [18]. Comme décrit dans l'essai LACC, la variabilité des compétences et de l'expérience des chirurgiens dans les essais contrôlés randomisés demeure un défi [6].

Dans l'essai ROBOGYN, l'expérience minimale requise pour les chirurgiens en chirurgie robot-assistée était fixée à vingt cas,

seuil qui peut apparaître insuffisant au vu de la littérature récente [10]. Ce niveau d'expertise dans l'étude pourrait conduire à une sous-estimation des performances techniques du robot, notamment en termes de complications et de morbidité postopératoire.

Récidive, survie et résultats oncologiques

Au-delà des résultats périopératoires, la question de la sécurité oncologique demeure une question centrale. Dans l'essai randomisé ROBOGYN, en termes de survie globale ou de survie sans récidive entre les deux approches, aucune différence significative n'a été observée avec un suivi médian des patientes de 25 mois [10].

Dans la méta-analyse de Fu et al. avec 21 études rétrospectives comparant les deux techniques dans le cancer de l'endomètre, les auteurs ne retrouvent pas d'amélioration significative de la survie globale, et de la survie sans récidive, avec la chirurgie robot-assistée par rapport à la laparoscopie conventionnelle. Bien qu'il n'y ait pas de bénéfice oncologique supplémentaire démontré, ces résultats représentant l'objectif primaire de l'étude, suggèrent que la laparoscopie robot-assistée constitue une approche oncologique sûre, avec des résultats comparables à ceux de la laparoscopie et supérieurs à ceux de la laparotomie. Cependant, la durée du suivi était hétérogène dans ces études [2].

L'interprétation des résultats de la littérature doit toutefois rester prudente. En effet, les données disponibles reposent majoritairement sur des études rétrospectives, exposant à des biais de sélection, et peuvent être influencées également par l'évolution des indications des traitements adjuvants ainsi que par une récupération postopératoire potentiellement plus rapide après chirurgie robot-assistée, susceptible d'impacter indirectement le pronostic. Ces limites, déjà soulignées dans la méta-analyse de Fu et al., restent d'actualité [2].

Ces observations sont en accord avec celles rapportées dans l'étude multicentrique de Eoh et al., incluant un effectif important avec un suivi d'environ cinq ans, ne retrouvant aucune différence significative en termes de survie globale ou de survie sans récidive entre les deux approches. Ces résultats doivent être interprétés aussi avec leurs biais notamment l'absence de randomisation avec possible biais de sélection, les patientes du groupe robot étant en effet plus jeunes et présentant moins de comorbidités. Par ailleurs, malgré le caractère multicentrique de l'étude, une hétérogénéité des pratiques et de l'expertise entre centres peut exister. Enfin, bien que des procédures plus complexes aient été plus fréquemment réalisées dans le groupe robot, ces patientes présentaient paradoxalement des caractéristiques pronostiques plus favorables [13].

Dans la population âgée, les deux approches ne montrent pas non plus de différence de survie globale ($p = 0,890$) ni de survie sans maladie ($p = 0,683$) de l'étude de Corrado et al. Ces données suggèrent que, dans cette population plus fragile et

souvent porteuse de comorbidités, la chirurgie robot-assistée n'apporte pas de bénéfice oncologique supplémentaire par rapport à la laparoscopie conventionnelle [15].

Une étude de cohorte prospective populationnelle danoise incluant 5 654 patientes a analysé l'évolution des pratiques avant et après l'introduction de la chirurgie robot-assistée à l'échelle nationale, et a évalué son impact dans la prise en charge du cancer de l'endomètre de stade précoce. Les auteurs rapportent, après cette implémentation, une amélioration de la survie globale, associée à une augmentation importante du recours à la chirurgie mini-invasive, passée de 14 % à 72 % entre 2005 et 2015. Aucune différence significative de survie n'était observée entre la laparoscopie et la chirurgie robot-assistée. Ces résultats suggèrent que le bénéfice observé est principalement lié à l'augmentation du recours à la chirurgie mini-invasive, plutôt qu'à un effet propre du robot [19].

Indicateurs de qualité de la prise en charge

Les résultats oncologiques dans le cancer de l'endomètre semblent davantage dépendre de la qualité globale de la prise en charge que de la technique chirurgicale utilisée. Les recommandations de l'*European Society of Gynaecological Oncology* (ESGO) ont ainsi défini des indicateurs de qualité visant à standardiser et améliorer la prise en charge chirurgicale de ces patientes. Ces indicateurs reposent sur plusieurs dimensions essentielles, incluant la centralisation des soins, l'expertise des équipes chirurgicales et l'organisation multidisciplinaire. Il est notamment démontré qu'un volume d'activité élevé, la prise en charge dans des centres spécialisés et l'implication d'équipes entraînées en oncologie gynécologique sont associés à de meilleurs résultats, tant en termes de morbidité que de survie [20]. La qualité du geste chirurgical constitue un élément central. Selon les critères ESGO, une chirurgie mini-invasive (laparoscopie conventionnelle ou robot-assistée) est considérée comme optimale uniquement si elle est réalisée sans dissémination tumorale intrapéritonéale, sans rupture tumorale et sans morcellation. Lorsque l'extraction vaginale expose à un risque de rupture utérine, des alternatives telles qu'une mini-laparotomie ou l'utilisation d'un sac doivent être privilégiées, sans remettre en cause le caractère mini-invasif de la procédure [20].

Ces éléments soulignent que la performance oncologique repose avant tout sur le respect de standards techniques rigoureux et sur l'organisation des soins, plutôt que sur la technologie chirurgicale elle-même. Dans ce contexte, le robot doit être considéré comme un outil dont l'efficacité dépend étroitement de l'expertise de l'équipe et du cadre dans lequel il est utilisé. Par ailleurs, il convient de rappeler que la chirurgie mini-invasive, qu'elle soit robot-assistée ou non, est actuellement indiquée uniquement dans les stades précoces du cancer de l'endomètre. Son utilisation dans les stades plus avancés, en dehors d'une évaluation rigoureuse, reste de l'expérimental [8].

Cancer du col

Le cancer du col de l'utérus constitue un enjeu majeur de santé publique, se classant au troisième rang des cancers les plus diagnostiqués et au quatrième rang des causes de décès par cancer dans le monde [21,22]. Chez les patientes atteintes d'un cancer du col utérin à un stade précoce, l'hystérectomie radicale par laparotomie associée à un curage ganglionnaire pelvien bilatéral constitue le traitement de référence [21].

À la suite des résultats de l'essai LACC [6], les recommandations ESGO actualisées en 2023 privilégient la voie ouverte pour les stades FIGO 2018 IA1-IB1, réservant la chirurgie mini-invasive à des situations très sélectionnées, notamment en cas de tumeur de moins de deux cm avec conisation *in sano*, réalisée dans des centres experts [21]. Dans ce contexte, la place de la chirurgie robot-assistée reste discutée, les recommandations ne précisant pas si une technique mini-invasive doit être préférée à une autre, laissant ouverte la question de la place spécifique de la chirurgie robot-assistée.

Résultats périopératoires

Les données comparant les résultats périopératoires entre laparoscopie robot-assistée et laparoscopie conventionnelle dans le cancer du col utérin restent limitées. Les études disponibles, notamment issues de méta-analyses, suggèrent des résultats globalement comparables entre les deux approches, en particulier en termes de complications peropératoires et postopératoires, sans démontrer de bénéfice net en faveur du robot [23-25].

Dans l'essai LACC, le taux de conversion en laparotomie était de 3,5 %, principalement en raison de difficultés de visualisation peropératoire. Il convient de noter que la répartition des conversions selon le type de chirurgie mini-invasive n'était pas précisée. Par ailleurs, la proportion de procédures robot-assistées était limitée, représentant seulement 15,6 % des interventions [6].

Des données issues d'autres spécialités pelviennes permettent d'apporter un éclairage complémentaire. Dans le cancer du rectum, il n'y avait pas de différence de taux de conversion (objectif principal), et il n'y avait pas non plus de différence significative de complications peropératoires et postopératoires entre les deux techniques utilisées [12].

Néanmoins, certaines différences peuvent être observées sur le plan de la morbidité fonctionnelle, notamment urinaire, qui sera discuté ci-après.

Nombre de ganglions et qualité du curage pelvien

Dans le cancer du col utérin précoce, la stadification des ganglions lymphatiques pelviens est le critère standard pour évaluer le pronostic et orienter le traitement [21].

La littérature suggère que la laparoscopie robot-assistée offre une meilleure précision des gestes, notamment grâce à son ergonomie et à la possibilité de reproduire des mouvements proches de ceux du poignet humain. Ces caractéristiques

pourraient faciliter la réalisation de lymphadénectomies plus complètes, avec un nombre potentiellement plus élevé de ganglions lymphatiques réséqués. Toutefois, les données de la littérature restent hétérogènes. Certaines méta-analyses suggèrent un possible avantage de la chirurgie robot-assistée en termes de nombre de ganglions prélevés [24], tandis que d'autres ne retrouvent pas de différence significative entre les deux approches [4,25]. Des résultats similaires sont observés dans le cancer du rectum, où aucune différence significative n'a été mise en évidence entre robot et laparoscopie conventionnelle concernant le nombre de ganglions réséqués [12]. Enfin, dans l'essai ROBOGYN, 186 curages pelviens ont été réalisés, le nombre médian de ganglions réséqués était de treize dans le groupe laparoscopie contre onze dans le groupe robot-assisté, sans différence statistiquement significative [10].

Par ailleurs, l'expérience du chirurgien apparaît comme un facteur déterminant. Dans une étude portant sur la courbe d'apprentissage du robot, Jauffret et al. rapportent une augmentation du nombre de ganglions prélevés avec l'expérience de l'opérateur. Néanmoins, la comparaison entre les deux groupes (pendant l'apprentissage et après au moins 50 cas pour l'équipe), a montré qu'aucune différence significative n'était observée, avec un nombre moyen de ganglions comparable entre les groupes (12,3 versus 13,2 ; non significatif), et une moyenne globale de 12,8 ganglions par curage pelvien [18].

Morbidité fonctionnelle (notamment urinaire)

Certaines études suggèrent une dissection plus précise avec le robot, notamment en termes de préservation nerveuse et de qualité du geste. La vision accrue, associée à une meilleure stabilité des gestes et à une ergonomie optimisée, peut constituer un atout majeur dans les espaces anatomiques étroits [26].

Dans l'essai ROBOGYN, les cancers du col utérin représentaient 43 % de la population étudiée ($n = 157/369$). Les auteurs rapportent une différence significative entre la laparoscopie robot-assistée et la laparoscopie conventionnelle concernant les complications urinaires. Une réduction significative des troubles urinaires postopératoires, incluant l'incontinence urinaire et la rétention, a été observée dans le groupe robot (2 %) comparativement au groupe laparoscopie (7 %) ($p = 0,04$). Ces résultats suggèrent un bénéfice potentiel de la chirurgie robot-assistée, probablement lié à une dissection plus précise et à une meilleure préservation des structures nerveuses pelviennes notamment dans les hystérectomies élargies [10].

Les résultats sont concordants dans une étude de Feng et al., menée chez des patients atteints de cancer du rectum ($n = 1240$), la morbidité fonctionnelle (urinaire, défécatoire et sexuelle) a été évaluée à trois, six et douze mois postopératoires. Les patients du groupe robot présentaient de meilleurs résultats fonctionnels, notamment une diminution des troubles urinaires tels que la dysurie, ainsi qu'une amélioration des

fonctions sexuelle et défécatoire à trois et six mois, et une meilleure fonction urinaire et sexuelle masculine à douze mois. Ces résultats sont attribués à une meilleure visualisation des structures pelviennes et à une dissection facilitée par les instruments articulés du robot, permettant une précision accrue dans des espaces anatomiques restreints [27].

À l'inverse, dans l'essai ROLARR incluant 471 patients atteints de cancer du rectum, les analyses secondaires n'ont pas mis en évidence de différence significative entre la chirurgie robot-assistée et la laparoscopie en termes de dysfonction urinaire. À court terme (dans les 30 jours postopératoires), les taux de complications urinaires étaient de 6,1 % dans le groupe laparoscopie conventionnelle contre 7,2 % dans le groupe robot. Entre un et six mois après l'intervention, aucune différence n'était observée, avec des taux faibles et comparables dans les deux groupes (2,6 % *versus* 3 %) [12].

Ces résultats suggèrent un bénéfice fonctionnel potentiel de la chirurgie robot-assistée, qui reste toutefois hétérogène selon les études et nécessite d'être confirmé dans des populations spécifiquement gynécologiques autres que celle de ROBOGYN.

Récidive, survie et résultats oncologiques

La publication de l'essai randomisé LACC en 2018 a profondément modifié la prise en charge chirurgicale du cancer du col de l'utérus à un stade précoce. Cet essai prospectif multicentrique de phase III, incluant 631 patientes, comparait l'hystérectomie radicale mini-invasive à la chirurgie ouverte, pour le traitement des cancers du col utérin de stade précoce avec pour critère principal la survie sans maladie. Les résultats ont montré que la chirurgie mini-invasive est associée à des résultats oncologiques moins favorables que la chirurgie ouverte, avec une survie globale inférieure (90,6 % *versus* 96,2 %) et une survie sans maladie diminuée (85 % *versus* 96 %) [6,21].

Ces résultats ont été confirmés dans une analyse actualisée avec un suivi prolongé (quatre ans et demi), renforçant l'hypothèse que le désavantage oncologique observé est lié à la voie d'abord mini-invasive elle-même plutôt qu'à la technologie utilisée, pour les tumeurs supérieures à deux cm. Cependant, les résultats concernant les tumeurs de moins de deux cm restent plus incertains. Dans l'analyse finale de l'essai LACC, aucun événement de survie sans maladie n'a été observé dans le groupe de chirurgie ouverte pour les tumeurs inférieures à deux cm, ne permettant pas de tester l'interaction entre la taille tumorale et la voie d'abord en raison d'un manque de puissance statistique [28]. De même, Melamed et al., dans une large étude de cohorte comparant chirurgie mini-invasive et voie ouverte, rapportent que le faible nombre d'événements dans le sous-groupe des tumeurs de moins de deux cm ne permettait pas d'en estimer précisément l'impact sur la mortalité [29]. Ainsi, si le désavantage oncologique de la chirurgie mini-invasive apparaît clairement établi pour les tumeurs supérieures à deux cm, les

données restent insuffisantes pour conclure formellement concernant les tumeurs de plus petite taille.

Les recommandations ESGO 2023 préconisent la laparotomie comme voie d'abord standard pour les stades FIGO 2018 IA1-IB1, réservant la chirurgie mini-invasive à des situations très sélectionnées [21]. La place de la laparoscopie robot-assistée reste alors débattue. Les données actuellement disponibles ne permettent pas de démontrer que l'assistance robotique corrige le désavantage oncologique observé avec la chirurgie mini-invasive, dont le problème vient surtout du respect de la sécurité des manœuvres oncologiques et de l'expérience de l'équipe.

Une méta-analyse récente incluant vingt études, soit 3 121 patientes atteintes d'un cancer du col utérin à un stade précoce ne met pas en évidence de différence significative en termes de survie globale ou de survie sans récurrence entre l'hystérectomie radicale par laparoscopie robot-assistée et laparoscopie conventionnelle, bien que la durée totale du suivi de chaque groupe ne fût pas précisée dans 30 % des études incluses dans cette méta-analyse. De plus, le nombre de patients ayant subi une hystérectomie par robot était faible dans la plupart des études, et la durée du suivi était parfois limitée [25].

Ainsi, à ce jour, aucune donnée ne permet de démontrer une supériorité du robot par rapport à la laparoscopie conventionnelle dans le cancer du col utérin précoce. Deux essais randomisés en cours, visant à mieux préciser ces données, sont décrits ci-après [30,31]. Notamment l'essai ROCC qui suggère que l'optimisation des techniques chirurgicales comme l'évitement des manipulateurs intra-utérin et la réalisation d'une fermeture vaginale protégée pourrait atténuer ce désavantage oncologique, ce qui n'a pas été le cas dans l'essai LACC [31].

L'analyse des taux de marges de résection positives, en particulier dans le cancer rectal, apporte des éléments de réflexion pertinents. La positivité de la marge de résection circonférentielle constitue un facteur de risque reconnu de récurrence locorégionale dans le cancer du rectum, pouvant impacter la survie. Elle peut également être considérée comme un marqueur indirect de la qualité de la résection chirurgicale, notamment dans des espaces anatomiques restreints.

Dans l'essai ROLARR, le taux global de marges circonférentielles positives (définies par une distance ≤ 1 mm) était de 5,7 % (26/459), avec des taux comparables entre les groupes : 6,2 % dans le groupe laparoscopie (14/224) contre 5,1 % dans le groupe robot (12/235), sans différence statistiquement significative. Ces résultats ne suggèrent donc pas d'avantage du robot sur la qualité des marges, bien que le taux global de marges positives reste faible dans cette étude [12].

À l'inverse, l'étude de Feng et al., essai randomisé multicentrique récent incluant 1240 patients atteints d'un adénocarcinome du rectum moyen ou bas, avait pour objectif de comparer les taux de récurrence locorégionale à trois ans entre la laparoscopie robot-assistée et la laparoscopie conventionnelle. Il s'agit

du premier essai à rapporter un bénéfice significatif de la chirurgie robotique sur les résultats oncologiques à long terme dans cette indication. Le taux de récurrence locorégionale à trois ans était significativement plus élevé dans le groupe laparoscopie (4 % *versus* 1,6 %, $p = 0,03$). Parallèlement, le taux de marges positives était plus faible dans le groupe robot (3,8 % ; 22/586) comparativement au groupe laparoscopie (6,7 % ; 39/585) [27].

L'analyse en sous-groupes met en évidence que cette différence de récurrence concerne principalement les cancers du bas rectum (≤ 5 cm de la marge anale, soit plus difficilement accessible), avec un taux de récurrence à trois ans de 2,5 % dans le groupe robot (7/283) contre 6,8 % dans le groupe laparoscopie classique (19/282). En revanche, pour les tumeurs du rectum moyen et haut, les taux de récurrence restaient inférieurs à 2 % dans les deux groupes, sans différence significative [27].

De manière cohérente, la survie sans maladie à trois ans était significativement plus élevée dans le groupe robot (87,2 % *versus* 83,4 %, $p = 0,04$), tandis qu'aucune différence significative n'était observée en termes de survie globale à trois ans (94,7 % *versus* 93,0 %) [27].

Ces résultats suggèrent que l'avantage potentiel de la chirurgie robot-assistée pourrait résider dans une meilleure qualité de dissection au sein d'espaces anatomiques particulièrement étroits, tels que le pelvis profond. Néanmoins, ces données issues du cancer rectal doivent être interprétées avec prudence et ne peuvent être directement extrapolées à l'oncologie gynécologique.

Indicateurs de qualité de la prise en charge

Dans le cancer du col de l'utérus, la qualité de la prise en charge est également un déterminant majeur du pronostic. L'ESGO (*European Society of Gynaecological Oncology*) a défini des indicateurs de qualité visant à standardiser les pratiques, incluant le volume d'activité des centres, l'expertise chirurgicale, la prise en charge multidisciplinaire et le respect des standards diagnostiques et thérapeutiques. La centralisation des soins dans des centres à haut volume est associée à de meilleurs résultats oncologiques. Par ailleurs, la prise en charge multidisciplinaire et l'utilisation systématique de l'IRM pelvienne permettent d'optimiser la stadification et la stratégie thérapeutique [32].

Des données en conditions réelles confirment l'impact de ces indicateurs sur les résultats oncologiques. Une étude de cohorte rétrospective a montré qu'une prise en charge standardisée, incluant notamment l'IRM systématique et la discussion en réunion de concertation pluridisciplinaire, était associée à une diminution des marges chirurgicales positives et de l'envahissement paramétrial. Une amélioration de la survie sans progression était également observée, sans impact sur la survie globale [33].

Ces résultats soulignent l'importance d'une application rigoureuse des critères ESGO, notamment pour la stadification préopératoire et l'évaluation histopathologique, comme déterminants du pronostic [32,33]. Les performances oncologiques semblent ainsi dépendre avant tout de la qualité globale de la prise en charge, l'expertise des équipes, la centralisation des soins et le respect des standards, plutôt que de la seule voie d'abord. Dans ce contexte, la chirurgie robot-assistée apparaît comme un outil dont l'efficacité repose sur son intégration dans une prise en charge structurée et de haute qualité.

L'essai LACC a soulevé l'hypothèse d'une dissémination tumorale peropératoire liée à certains aspects techniques de la chirurgie mini-invasive, notamment l'utilisation de manipulateurs utérins, l'absence de confinement tumoral et la colpotomie protégée [6]. Ces éléments, non contrôlés dans l'essai, ont depuis conduit à une adaptation des pratiques et à leur prise en compte dans les essais récents.

Essais prospectifs en cours

L'essai RACC est un essai randomisé international prospectif, ouvert, visant à comparer l'hystérectomie radicale robot-assistée à la laparotomie chez des patientes atteintes d'un cancer du col utérin précoce (FIGO 2018 IB1, IB2 et IIA1). L'objectif principal est de démontrer la non-infériorité de la chirurgie robotique en termes de survie sans récurrence à cinq ans, avec une marge de non-infériorité fixée à 7,5 %. L'étude prévoit l'inclusion de 768 patientes randomisées selon un ratio 1:1. Les résultats sont attendus après la clôture de l'étude prévue en mai 2027 [30].

L'essai ROCC est un essai multicentrique prospectif, randomisé de non-infériorité, comparant l'hystérectomie robot-assistée à la voie abdominale chez des patientes atteintes d'un cancer du col utérin de stade FIGO 2018 IA2-IB2 (carcinomes épidermoïdes, adénocarcinomes ou adénosquameux). L'objectif principal est la survie sans récurrence à trois ans. Il vise à réévaluer la sécurité oncologique de la chirurgie mini-invasive robot-assistée en intégrant des techniques de confinement tumoral susceptibles de limiter la dissémination peropératoire et en excluant l'utilisation de manipulateurs utérins trans-cervicaux. Les résultats sont attendus pour 2030 [31].

Ces essais devraient permettre de mieux définir la place de la chirurgie robot-assistée dans le cancer du col utérin précoce et de préciser si les résultats défavorables observés après l'étude LACC sont liés à la voie d'abord mini-invasive elle-même ou aux modalités techniques de sa réalisation.

Conclusion

Les données actuellement disponibles restent hétérogènes et limitées par la prédominance d'études rétrospectives, l'existence de cohortes historiques ainsi que l'impact important de la courbe d'apprentissage, rendant les comparaisons parfois difficiles à interpréter.

Sur le plan périopératoire, la chirurgie robot-assistée ne démontre pas d'avantage clair en termes de taux de conversion en laparotomie, de pertes sanguines ou de complications post-opératoires. Elle est toutefois le plus souvent associée à une augmentation du temps opératoire, principalement liée au temps d'installation et d'amarrage du robot, tandis qu'une réduction modérée de la durée d'hospitalisation est parfois rapportée.

Dans le cancer de l'endomètre, la laparoscopie robot-assistée apparaît sûre d'un point de vue oncologique pour les stades précoces mais ne démontre pas de supériorité ou d'infériorité en termes de survie ou de récurrence par rapport à la laparoscopie conventionnelle.

Dans le cancer du col utérin précoce, il existe moins de troubles fonctionnels urinaires après l'hystérectomie élargie robot-assistée par rapport à la laparoscopie conventionnelle. On pourrait l'expliquer par une meilleure préservation de l'innervation hypogastrique, avantage observé dans le cancer du rectum.

Des données issues du cancer du rectum suggèrent également moins de troubles fonctionnels sphinctériens avec le robot. Pour les cancers du bas rectum, le robot permet une réduction des marges positives et des récurrences locorégionales, ainsi qu'une amélioration de la survie sans maladie.

Mais les résultats oncologiques semblent davantage liés à la qualité globale de la prise en charge qu'à la technologie elle-même. L'expérience des équipes, la centralisation des soins et le respect strict des principes oncologiques (notamment l'absence de dissémination tumorale et de manipulation intra-utérine) constituent des éléments déterminants. Le robot (tout comme la laparoscopie) doit ainsi être considéré comme un outil dépendant avant tout de l'expertise chirurgicale et du cadre dans lequel il est utilisé.

Les essais prospectifs randomisés en cours (ROBese, RACC, ROCC) devraient répondre à davantage de questions sur les avantages de la laparoscopie robot-assistée et permettre de mieux préciser sa place en oncologie gynécologique.

Enfin, les études disponibles ont été réalisées avec le robot multi-bras. L'émergence récente du robot *single-port* ouvre de nouvelles perspectives, avec des avantages potentiels tels qu'une réduction du temps opératoire, notamment sur les temps de *docking* et de fermeture. Des études prospectives de plus grande envergure seront toutefois nécessaires afin de mieux définir sa place en pratique clinique [34,35].

Déclaration de liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Bankar GR, Keoliya A. Robot-assisted surgery in gynecology. Cureus 2022. <http://doi.org/10.7759/cureus.29190>.
- [2] Fu H, Zhang J, Zhao S, He N. Survival outcomes of robotic-assisted laparoscopy versus conventional laparoscopy and laparotomy for endometrial cancer: A systematic review and meta-analysis. Gynecol Oncol 2023;174:55-67. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2023.04.026>.
- [3] Dowdy SC, Borah BJ, Bakkum-Gamez JN, Kumar S, Weaver AL, et al. Factors predictive of postoperative morbidity and cost in patients with endometrial cancer. Obstet Gynecol 2012;120(6):1419-27. <http://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3182737538>.
- [4] Chaouch MA, Leblanc-Even P, Loghmari A, Da Costa AC, Mazzotta A, et al. Robotic versus laparoscopic lateral lymph node dissection for advanced pelvic cancers: a systematic review and meta-analysis. J Gastrointest Cancer 2025;56(1):151. <http://doi.org/10.1007/s12029-025-01251-7>.
- [5] Nobbenhuis MAE, Gul N, Barton-Smith P, O'Sullivan O, Moss E, et al. Robotic surgery in gynaecology: Scientific Impact Paper No. 71 (July 2022). BJOG 2023;130(1). <http://doi.org/10.1111/1471-0528.17242>.
- [6] Ramirez PT, Frumovitz M, Pareja R, Lopez A, Vieira M, et al. Minimally invasive versus abdominal radical hysterectomy for cervical cancer. N Engl J Med 2018;379(20):1895-904. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1806395>.
- [7] Ćelebić A, Jakimovska Stefanovska M, Miladinović M, Calleja-Aguis J, Drusany Starić K. Evaluating the role of robotic surgery in gynecological cancer treatment. Eur J Surg Oncol 2025;51(4):109630. <http://doi.org/10.1016/j.ejso.2025.109630>.
- [8] Concin N, Matias-Guiu X, Cibula D, Colombo N, Creutzberg CL, et al. ESGO-ESTRO-ESP guidelines for the management of patients with endometrial carcinoma: update 2025. Lancet Oncol 2025;26(8):e423-35. [http://doi.org/10.1016/S1470-2045\(25\)00167-6](http://doi.org/10.1016/S1470-2045(25)00167-6).
- [9] Lawrie TA, Liu H, Lu D, Dowswell T, Song H, et al. Robot-assisted surgery in gynaecology. Cochrane Database Syst Rev 2019;4(4):CD011422. <http://doi.org/10.1002/14651858.CD011422.pub2>.
- [10] Narducci F, Bogart E, Hebert T, Gauthier T, Collinet P, et al. Severe perioperative morbidity after robot-assisted versus conventional laparoscopy in gynecologic oncology: Results of the randomized ROBOGYN-1004 trial. Gynecol Oncol 2020;158(2):382-9. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2020.05.010>.
- [11] Dinoi G, Tarantino V, Bizzarri N, Perrone E, Capasso I, et al. Robotic-assisted versus conventional laparoscopic surgery in the management of obese patients with early endometrial cancer in the sentinel lymph node era: a randomized controlled study (ROBese). Int J Gynecol Cancer 2024;34(5):773-6. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2023-005197>.
- [12] Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, et al. Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. JAMA 2017;318(16):1569-77. <http://doi.org/10.1001/jama.2017.7219>.
- [13] Eoh KJ, Kim TJ, Park JY, Kim HS, Paek J, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic surgery for endometrial cancer: long-

- term comparison of outcomes. *Front Oncol* 2023;13:1219371. <http://doi.org/10.3389/fonc.2023.1219371>.
- [14] Albright BB, Witte T, Tofte AN, Chou J, Black JD, et al. Robotic versus laparoscopic hysterectomy for benign disease: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Minim Invasive Gynecol* 2016;23(1):18-27. <http://doi.org/10.1016/j.jmig.2015.08.003>.
- [15] Corrado G, Vizza E, Perrone AM, Mereu L, Cela V, et al. Comparison between laparoscopic and robotic surgery in elderly patients with endometrial cancer: a retrospective multicentric study. *Front Oncol* 2021;11:724886. <http://doi.org/10.3389/fonc.2021.724886>.
- [16] Soto E, Luu TH, Liu X, Magrina JF, Wasson MN, et al. Laparoscopy vs Robotic Surgery for Endometriosis (LAROSE): a multicenter, randomized, controlled trial. *Fertil Steril* 2017;107(4):996-1002.e3. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.12.033>.
- [17] Lambaudie E, Bogart E, Le Deley MC, El Hajj H, Gauthier T, et al. The influence of surgical complexity and center experience on post-operative morbidity after minimally invasive surgery in gynecologic oncology: lessons learned from the ROBOGYN-1004 Trial. *Ann Surg Oncol* 2024;31(7):4566-75. <http://doi.org/10.1245/s10434-024-15265-1>.
- [18] Jauffret C, Lambaudie E, Esterni B, Bannier M, Buttarelli M, et al. Learning curve of robot-assisted laparoscopy in gynecologic oncology surgery: team training and impact on morbidity. *Clin Surg* 2016;1:1112. <http://doi.org/10.25107/2474-1647.1112>.
- [19] Jorgensen SL, Mogensen O, Wu CS, Korsholm M, Lund K, et al. Survival after a nationwide introduction of robotic surgery in women with early-stage endometrial cancer: a population-based prospective cohort study. *Eur J Cancer* 2019;109:1-11. <http://doi.org/10.1016/j.ejca.2018.12.004>.
- [20] Concin N, Planchamp F, Abu-Rustum NR, Ataseven B, Cibula D, et al. European Society of Gynaecological Oncology quality indicators for the surgical treatment of endometrial carcinoma. *Int J Gynecol Cancer* 2021;31(12). <http://doi.org/10.1136/ijgc-2021-003178>.
- [21] Cibula D, Raspollini MR, Planchamp F, Centeno C, Chargari C, et al. ESGO/ESTRO/ESP Guidelines for the management of patients with cervical cancer – Update 2023. *Int J Gynecol Cancer* 2023;33(5):649-66. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2023-004429>.
- [22] Arbyn M, Weiderpass E, Bruni L, De Sanjosé S, Saraiya M, et al. Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *Lancet Glob Health* 2020;8(2):e191-203. [http://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30482-6](http://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30482-6).
- [23] Zhou J, Xiong BH, Ma L, Cheng Y, Huang W, et al. Robotic vs laparoscopic radical hysterectomy for cervical cancer: a meta-analysis. *Int J Med Robot* 2016;12(1):145-54. <http://doi.org/10.1002/rcs.1652>.
- [24] Dai Z, Qin F, Yang Y, Liang W, Wang X. Efficacy and safety of robotic radical hysterectomy in cervical cancer compared with laparoscopic radical hysterectomy: a meta-analysis. *Front Oncol* 2024;14:1303165. <http://doi.org/10.3389/fonc.2024.1303165>.
- [25] Hwang JH, Kim B. Comparison of survival outcomes between robotic and laparoscopic radical hysterectomies for early-stage cervical cancer: a systemic review and meta-analysis. *J Gynecol Oncol* 2024;35(1):e9. <http://doi.org/10.3802/jgo.2024.35.e9>.
- [26] Bae JH, Song J, Yoo RN, Kim JH, Kye BH, et al. Robotic lateral pelvic lymph node dissection could harvest more lateral pelvic lymph nodes over laparoscopic approach for mid-to-low rectal cancer: a multi-institutional retrospective cohort study. *Biomedicine* 2023;11(6):1556. <http://doi.org/10.3390/biomedicine11061556>.
- [27] Feng Q, Yuan W, Li T, Tang B, Jia B, et al. Robotic vs laparoscopic surgery for middle and low rectal cancer: The REAL Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2025;334(2):136. <http://doi.org/10.1001/jama.2025.8123>.
- [28] Ramirez PT, Robledo KP, Frumovitz M, Pareja R, Ribeiro R, et al. LACC trial: final analysis on overall survival comparing open versus minimally invasive radical hysterectomy for early-stage cervical cancer. *J Clin Oncol* 2024;42(23):2741-6. <http://doi.org/10.1200/JCO.23.02335>.
- [29] Melamed A, Margul DJ, Chen L, Keating NL, Del Carmen MG, et al. Survival after minimally invasive radical hysterectomy for early-stage cervical cancer. *N Engl J Med* 2018;379(20):1905-14. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1804923>.
- [30] Falconer H, Palsdottir K, Stalberg K, Dahm-Kähler P, Ottander U, et al. Robot-assisted approach to cervical cancer (RACC): an international multi-center, open-label randomized controlled trial. *Int J Gynecol Cancer* 2019;29(6):1072-6. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000558>.
- [31] Leitao MM, Bixel KL, Chase DM, Quick A, McCormick C, et al. ROCC/GOG-3043: a randomized controlled trial of robotic versus open surgery for early-stage cervical cancer. *Int J Gynecol Cancer* 2025;35(7):101760. <http://doi.org/10.1016/j.ijgc.2025.101760>.
- [32] Cibula D, Planchamp F, Fischerova D, Fotopoulou C, Kohler C, et al. European Society of Gynaecological Oncology quality indicators for surgical treatment of cervical cancer. *Int J Gynecol Cancer* 2020;30(1):3-14. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000878>.
- [33] Espías-Alonso M, Gorostidi M, Zapardiel I, Gracia M. Assessment of ESGO quality indicators and factors associated with recurrence following surgery for early-stage cervical cancer: a retrospective cohort study. *J Clin Med* 2025;14(19):7041. <http://doi.org/10.3390/jcm14197041>.
- [34] Pervan M, Ramirez PT. Single-port robotic surgery: innovation, evolution, or illusion? *Int J Gynecol Cancer* 2026;36(5):104688. <http://doi.org/10.1016/j.ijgc.2026.104688>.
- [35] Ribero L, Schivardi G, Achilarré MT, Aloisi A, Betella I, et al. Single-port robotic surgery in gynecologic oncology: feasibility and safety after 1 year of implementation. *Int J Gynecol Cancer* 2026;36(5):104481. <http://doi.org/10.1016/j.ijgc.2026.104481>.