

## ÉTUDE ERGONOMIQUE DES ACTIVITÉS DE TRAVAIL DANS LES SALLES DE CHIRURGIE LAPAROSCOPIQUE

**BELLEAU NATHALIE \***, **ROBERT JEAN-MARC \***, **LEROUGE SOPHIE \*\***

École Polytechnique de Montréal, Département de mathématiques et de génie industriel \*

Département de génie bio-médical \*\*, C.P. 6079, Succ. Centre-ville,  
Montréal, Québec, H3C 3A7

nathalie.belleau@polymtl.ca; jmrobert@courriel.polymtl.ca ; lerouge@grbb.polymtl.ca

### Résumé

La chirurgie par laparoscopie est une technique fréquemment utilisée qui consiste à opérer le patient en minimisant les incisions par lesquelles on insère un endoscope et des instruments, et en visualisant les tissus et les organes sur un écran. Elle comporte de nombreux avantages pour le patient. Cependant, elle modifie profondément le travail de chirurgie et engendre plusieurs problèmes ergonomiques. Cette recherche a pour objectifs d'identifier et d'analyser ces problèmes afin de tenter de les résoudre. Elle a donné lieu à plusieurs séances de recueil de données à l'hôpital, comprenant des entrevues, des visites de blocs opératoires, des observations, des prises de mesures et des questionnaires. Les résultats révèlent l'existence de plusieurs problèmes: les salles de chirurgie sont trop petites à cause du nombre d'équipements et de personnes présentes, la plage d'ajustement en hauteur de la table de chirurgie est insuffisante, des meubles sont lourds à déplacer, l'écran de visualisation est placé trop haut, beaucoup de fils traînent sur le plancher, les chirurgiens et infirmières doivent souvent adopter des postures de travail statiques et ressentent souvent des douleurs musculaires.

Mots clés : chirurgie laparoscopique ; salle d'opération ; problèmes ergonomiques.

### ERGONOMIC STUDY OF WORK ACTIVITIES IN LAPAROSCOPIC SURGICAL ROOM

#### Abstract

Laparoscopic surgery is a frequently used technique which consists in operating on somebody by making minimal incisions for inserting an endoscope and the instruments, and by visualizing the tissues and organs on a screen. It encompasses several advantages for the patient. However, it deeply modifies the surgery task and generates several ergonomic problems. The objectives of this study are to identify, analyze, and attempt to resolve those problems. Data collection depends on interviews, visits of operating sites, observations, measurements, and questionnaires. Results reveal the existence of several problems: the operating rooms are too small because of the number of equipments and persons, the range of the height adjustment for the operating table is insufficient, some pieces of furniture are heavy to move, the screen is too high, a lot of wires lie on the floor, and surgeons and nurses often have to adopt static postures and often feel muscular pains.

Key words; laparoscopic surgery; operation room; ergonomic problems.

## INTRODUCTION

Les récents progrès dans le domaine des caméras vidéo de haute résolution ont permis l'essor des techniques de chirurgie minimalement invasives (CMI). Ces techniques consistent à opérer les patients en minimisant les incisions et en visualisant les tissus et les organes au moyen d'un endoscope (caméra). Les chirurgies par laparoscopie font partie de cette catégorie de chirurgies. Il s'agit en fait d'opérer à l'intérieur de l'abdomen gonflé avec un gaz, en introduisant un endoscope et des instruments par le biais de trocarts placés dans 3 à 5 petites incisions de quelques millimètres seulement (voir la photo 1). L'opération est alors visualisée sur un écran. La laparoscopie est de plus en plus utilisée pour des chirurgies générales telles que l'ablation de la vésicule biliaire, la correction du reflux gastro-oesophagien par la fundoplication de Nissen ou encore la résection d'une partie de l'intestin nommée sigmoïde. Aux États-Unis, en 1997, environ 85% des ablations de la vésicule biliaire étaient effectuées au moyen de techniques de CMI (6). Par rapport à la chirurgie générale ouverte (ou laparotomie), la chirurgie par laparoscopie permet de réduire considérablement la taille de l'incision, donc le traumatisme aux tissus, la taille de la cicatrice, la douleur, les complications opératoires (taux de morbidité, de mortalité, d'infection), ainsi que la durée d'hospitalisation et de récupération du patient.

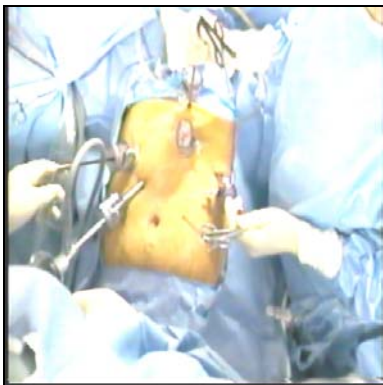


Photo 1 : Sites d'incision et d'insertion des instruments et de l'endoscope lors d'une chirurgie par laparoscopie.

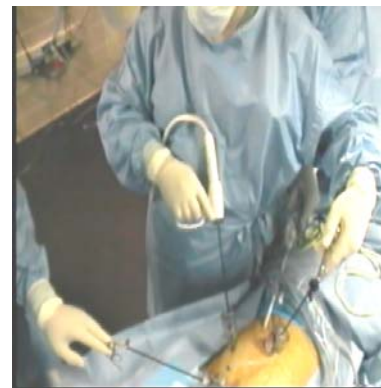


Photo 2 : Les instruments de laparoscopie les plus utilisés ont une longueur de 43 cm, ce qui oblige le chirurgien à effectuer des mouvements de grande amplitude.

## CONTEXTE ET OBJECTIFS

La chirurgie laparoscopique nécessite une technologie et une organisation du travail très différentes de la chirurgie ouverte classique en plus d'une formation spécialisée pour chacun des intervenants de la salle d'opération. L'accès direct du chirurgien au site de l'opération n'est plus possible avec cette technique. Il observe les tissus, suit et dirige ses mouvements via l'image endoscopique reportée sur un écran de visualisation dans la salle d'opération, ce qui rend la coordination œil/main plus difficile puisque le lien entre les deux n'est pas direct. De plus, l'endoscope est maintenu par un médecin (souvent un résident) pendant que le

chirurgien opère. Ces modifications ont transformé et continuent de transformer l'environnement et les activités de travail des différents intervenants dans la salle de chirurgie.

Étant donné l'utilisation de plus en plus grande des techniques laparoscopiques, il est important de tenter de réduire ou d'éliminer les problèmes ergonomiques qui se posent dans les salles de chirurgie où on utilise ces techniques. Cette étude a donc pour objectifs d'identifier et d'analyser les problèmes ergonomiques dans les salles de chirurgie laparoscopique et de proposer des solutions. On cherche ainsi à améliorer l'ergonomie de la salle d'opération en général et à réduire ou éliminer les sources d'inconfort au travail des différents intervenants. Les solutions permettront ainsi d'aménager de façon optimale les salles d'opération du futur pour cette catégorie de chirurgies.

## MÉTHODOLOGIE

Le tableau 1 montre les différentes méthodes de recueil de données que nous avons utilisées au cours de cette étude.

Tableau 1 : Méthodes de recueil de données utilisées.

Méthodes de recueil de données	Explications
Visite du bloc opératoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hôpital Notre-Dame : visite de 5 salles de chirurgie, dont 1 est utilisée en laparoscopie générale.</li> <li>• Hôpital Maisonneuve-Rosemont : visite de 10 salles de chirurgie, dont 2 sont utilisées en laparoscopie.</li> </ul>
Observation de chirurgies	Hôpital Notre-Dame : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 opérations « fundoplication de Nissen » (1 h 15 min chacune).</li> <li>• 1 opération « résection du sigmoïde (2 h).</li> </ul>
Observation vidéo	Analyse des postures et des gestes de travail des chirurgiens et infirmières faisant partie de 2 différentes équipes de chirurgie.
Entrevue	Hôpital Notre-Dame : 2 entrevues de 1 heure chacune avec 2 infirmières de la salle d'opération.
Questionnaires	Hôpital Notre-Dame : Questionnaires remplis par 2 chirurgiens et 3 infirmières au sujet des problèmes rencontrés dans la salle de chirurgie et des troubles musculo-squelettiques.

Nous avons visité les blocs opératoires de deux hôpitaux montréalais: celui de l'Hôpital Notre-Dame et celui de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont.

Nous avons également observé quatre chirurgies laparoscopiques à l'Hôpital Notre-Dame à partir d'une salle adjacente à la salle d'opération; ces chirurgies sont les suivantes :

- trois fundoplications de Nissen, opération qui consiste à faire passer l'estomac autour de l'oesophage pour créer une valve de rechange, et qui permet de corriger le reflux gastro-oesophagien; cette opération dure environ 1 heure 15 minutes;
- une résection du sigmoïde, opération qui consiste en l'ablation de la partie de l'intestin qui se nomme le sigmoïde, et qui dure environ 2 heures.

Nous avons filmé deux chirurgies afin de pouvoir analyser plus en détail les postures de travail du chirurgien, de l'assistant-chirurgien et de l'infirmière interne. Les postures de plus de 5 secondes ont été considérées comme étant statiques. Nous avons ainsi évalué les angles de chacune de ces postures à l'aide d'un rapporteur d'angle. Pour ce faire, comme nous ne disposions que d'une seule caméra dans la salle de chirurgie, nous avons utilisé une méthode qui rappelle le principe de fonctionnement du logiciel *3D Static Strength Prediction Program™* élaboré par l'Université du Michigan. Ainsi, nous avons estimé les angles entre les différents segments corporels en nous basant sur l'image que nous avons filmée. Nous avons placé un modèle humain dans la même position que celle de l'intervenant sur l'image et ainsi mesuré les angles sur ce dernier à l'aide du rapporteur d'angle. La durée de maintien de chacune des positions statiques a également été chronométrée. Les répétitions et les angles de chaque posture ont aussi été enregistrés. Par la suite, nous avons évalué le niveau de difficulté des positions moyennes empruntées par chaque intervenant à l'aide de la méthode RULA qui se base sur l'estimation des angles des postures pour déterminer le niveau d'action à entreprendre afin de corriger ces différentes positions (9).

Nous avons également fait des entrevues semi-structurées avec deux infirmières de l'Hôpital Notre-Dame qui travaillent dans la salle d'opération, dans le but de valider des résultats et d'éclaircir certains aspects de leurs activités de travail.

Enfin, deux chirurgiens et trois infirmières (parmi plusieurs autres qui ont été contactés) ont rempli un questionnaire sur les problèmes rencontrés dans les salles d'opération laparoscopique et les troubles musculo-squelettiques reliés à leur travail. La partie du questionnaire qui portent sur les troubles musculo-squelettiques est basée sur le questionnaire utilisé par la *Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons* lors d'un congrès en 1997 sur la laparoscopie auquel 149 chirurgiens avaient répondu.

## RÉSULTATS

Les résultats obtenus ont été regroupés autour de deux thèmes principaux : la salle d'opération et les équipements, et les problèmes musculo-squelettiques.

### La salle d'opération et les équipements

*La salle, les équipements et les instruments de travail.* Les chirurgies par laparoscopie requièrent un grand nombre d'équipements et d'instruments de travail : écran, caméra endoscopique, processeur de la caméra, électrocautère, ultracision, insufflateur de CO<sub>2</sub>, source de lumière au xénon, vidéo, support/chariot pour la caméra, l'écran et le vidéo, etc. À l'Hôpital Notre-Dame, à l'instar de ce qui est rapporté dans la littérature (1), les cas de chirurgies les plus fréquents nécessitent 13 pièces d'équipements en laparoscopie contrairement à 6 en chirurgie ouverte conventionnelle; la résection du sigmoïde exige 15 pièces d'équipements et on rapporte que l'ablation d'un rein pour une greffe nécessite encore plus d'appareillage. La salle doit donc être assez grande pour placer et utiliser ce matériel facilement et en toute sécurité. Il faut aussi prévoir l'arrivée imminente des robots pour la chirurgie, ce qui nécessitera encore plus d'espace. La salle de chirurgie générale pour la laparoscopie de l'Hôpital Notre-Dame a une superficie de 38 m<sup>2</sup>. Le Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec recommande une superficie de 37 m<sup>2</sup> pour les salles de chirurgie conventionnelles (5), et n'a pas encore fait de recommandations au sujet de la superficie des salles pour la laparoscopie. Pour augmenter l'espace disponible dans la salle, éliminer les nombreux fils qui traînent sur le plancher et libérer la salle des chariots parfois lourds à déplacer, une solution possible est de placer l'écran de visualisation, le processeur

de la caméra, l'insufflateur de CO<sub>2</sub>, la source de lumière au xénon, l'électrocautère et l'ultracision sur des bras articulés.

*Le nombre de personnes dans la salle d'opération.* Au cours des quatre chirurgies que nous avons observées, six personnes en moyenne étaient présentes en même temps dans la salle : le chirurgien, l'assistant-chirurgien, l'infirmière interne, l'infirmière externe, l'anesthésiste et l'inhalo-thérapeute. Comme l'Hôpital Notre-Dame a une vocation universitaire, plusieurs stagiaires en sciences infirmières et en médecine assistent généralement aux chirurgies. Durant la période des stages, il y a très souvent jusqu'à un total de 10 personnes dans la salle. Alors, non seulement faut-il tenir compte des équipements utilisés mais aussi des personnes pouvant être présentes dans la salle. Dans ces situations, la superficie de 38 m<sup>2</sup> semble nettement insuffisante. Suite à l'analyse du travail des chirurgiens et des infirmières, et en tenant compte des équipements requis et du nombre de personnes qui peuvent être présentes dans la salle durant les opérations, il est justifié de proposer une superficie de 50 m<sup>2</sup> pour les salles de chirurgie par laparoscopie.

*La table d'opération.* Une des chirurgiennes ayant répondu au questionnaire a rapporté devoir monter sur un banc pour effectuer les chirurgies impliquant des patients obèses en raison du fait que la table d'opération ne peut pas s'ajuster suffisamment en hauteur et que les instruments de laparoscopie sont longs. La table actuelle permet des ajustements en hauteur qui varient entre 65 et 95 cm. Selon l'étude de Smith (8) et à partir des tables de Kroemer (7), nous pouvons établir que la table d'opération devrait pouvoir s'ajuster en hauteur dans une plage variant entre 58 et 100 cm afin de répondre aux besoins de 95 % de la population. Le tableau 2 présente les données utilisées pour déterminer la hauteur de la table d'opération.

Tableau 2 : Données utilisées pour le calcul de la hauteur de la table d'opération (7).

Chirurgien	Femme 5e centile	Homme 95 <sup>ème</sup> centile
Hauteur du coude (chirurgien)	93,6 cm	119 cm
Patient	Homme 95e centile	Femme 5e centile
Épaisseur de l'abdomen (patient)	34,9 cm	19,1 cm
Hauteur de la table	58,7 cm	99,9 cm

### Problèmes musculo-squelettiques

*La disposition de l'écran de visualisation.* Celui-ci mesure 21 pouces en diagonale et est placé sur un meuble mobile de 172 cm de hauteur, que l'on déplace dans la salle selon les besoins. La disposition actuelle de l'écran fait en sorte que chacun des intervenants doit s'étirer le cou pour bien le voir. À l'Hôpital Notre-Dame, l'extension moyenne du cou, principalement causée par la disposition de l'écran, est la suivante pour chacun des intervenants : 13 degrés pour l'infirmière interne, 20 degrés pour l'assistant-chirurgien, et 19 degrés pour le chirurgien, pour des durées qui varient entre 39% et 59% du temps de la chirurgie. Lorsque la chirurgie est plus longue, une douleur dans le cou peut alors se manifester (3); d'ailleurs, les deux chirurgiens ayant répondu au questionnaire ont mentionné éprouver souvent une douleur ou une raideur au cou suite à une chirurgie par laparoscopie. Une meilleure disposition de l'écran permettrait de réduire ces problèmes. Nous recommandons de suspendre l'écran au plafond de la salle et de le placer sur un bras articulé afin de permettre le maximum d'ajustements en cours de chirurgie (par l'infirmière

externe), selon les besoins de visualisation et la grandeur du chirurgien et de l'assistant-chirurgien. La littérature (4) recommande une flexion du cou, et non pas une extension, se situant entre 20 et 30 degrés lors du travail à l'écran en position assise de manière à adopter une position confortable.

*La longueur des instruments de travail.* Les chirurgiens et les infirmières ont aussi rapporté avoir des raideurs musculaires au niveau des épaules au cours de leur travail. Ces raideurs sont en partie dues aux postures statiques qui sont adoptées durant l'opération. Nous avons pu mesurer des angles de flexion de l'épaule de 35 degrés et d'abduction de l'épaule de 38 degrés durant les opérations et ce, pour des temps moyens respectifs de 57 secondes et 35 secondes par répétition en ce qui concerne le chirurgien. Le nombre moyen de répétitions de ces mouvements est de 34 pour la flexion de l'épaule et de 17 pour l'abduction, en moyenne, pour une opération de 1 h 15 min. L'infirmière interne adopte, quant à elle, un angle de 91 degrés à l'épaule pendant une moyenne de 9 minutes par répétition lorsqu'elle maintient des instruments laparoscopiques. La flexion de l'épaule de l'infirmière interne et l'abduction pour les deux intervenants sont problématiques puisqu'elles entraînent généralement une augmentation de l'activité musculaire au niveau de l'épaule (4). Il faut donc apporter des corrections à l'environnement de travail et aux instruments de manière à réduire l'amplitude des mouvements effectués. De plus, on sait que le travail statique provoque une diminution de la circulation sanguine qui peut engendrer des troubles musculo-squelettiques (4). Par ailleurs, tel que le montre la photo 2, les instruments de chirurgie par laparoscopie sont très longs (environ 43 cm pour les instruments qui sont les plus utilisés) alors que les instruments conventionnels mesurent une dizaine de centimètres seulement. Cette longueur force les intervenants à faire des mouvements de plus grande amplitude. Une diminution de la longueur des instruments permettrait ainsi de réduire les mouvements de grande amplitude et le degré de flexion et d'abduction de l'épaule de la part de l'infirmière interne et du chirurgien. L'incidence des raideurs musculaires serait alors diminuée.

## CONCLUSION

Cette première étude a mis en évidence le problème de l'étroitesse actuelle des salles de chirurgie pour la laparoscopie, de même que plusieurs problèmes ergonomiques causés par la disposition de l'écran de visualisation dans la salle, les postures de travail statiques, et la longueur des instruments de chirurgie utilisés en laparoscopie. Il est important de résoudre ces problèmes pour améliorer les conditions de travail dans les salles de chirurgie, et surtout en tirer le maximum de leçons en vue de la construction prochaine de plusieurs salles de chirurgie laparoscopique dans les hôpitaux montréalais. D'autres études sont prévues pour compléter le travail que nous venons d'amorcer, suivre l'évolution de la laparoscopie qui va s'appliquer à de plus en plus de chirurgies, et valider les solutions proposées.

## RÉFÉRENCES

- (1) Alarcon A., Berguer R. (1996). A comparison of operating room crowding between open and laparoscopic operations. *Surgical Endoscopy*, vol. 10, pp. 916-919.
- (2) Berguer R. (1996). Ergonomics in the operating room. *American Journal of Surgery.*, vol. 71, pp.385-386.

- (3) Berguer R. (1999). Surgery and ergonomics. *Archives of Surgery*, vol. 134, pp. 1011-1016.
- (4) Chaffin D.B., Andersson, G.B., Martin B.J. (1999). Occupational biomechanics. John Wiley, 3<sup>ème</sup> édition, 579 pages.
- (5) Direction des Immobilisations - Répertoire des normes et des procédures (1984). Guide d'aménagement : Bloc opératoire. Service de l'expertise, normalisation et contrats, Ministère de la Santé et des Services sociaux, Gouvernement du Québec.
- (6) Intuitive Surgical : Market opportunities. <http://www.intusurg.com/html/market.html>
- (7) Kroemer K.H.E. (1989). Engineering anthropometry. *Ergonomics*, vol. 32, no. 7, pp.767-784.
- (8) Smith W. (2001). Virtual instrument measurement of the effect of table height on laparoscopic surgeons' physical and mental workload. *Medecine Meets Virtual Reality* [sous presse].
- (9) Wilson J.R., Corlett E.N. (Eds) (1995). Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology. Chapitre 23. Taylor & Francis, 2<sup>nd</sup> edition, 1134 pages.