

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

**Développement d'une technique laparoscopique de biopsie intestinale
chez le cheval debout**

par
Morgane Schambourg

Département de Sciences Cliniques
Faculté de Médecine Vétérinaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Maître ès Sciences
en Sciences Vétérinaires
option Sciences Cliniques

Avril 2006

©Morgane Schambourg, 2006



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Développement d'une technique laparoscopique de biopsie intestinale
chez le cheval debout**

présenté par :

Morgane Schambourg

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Christine Théorêt,
présidente-rapporteuse

Marcel Marcoux,
directeur de recherche

Sheila Laverty,
codirectrice

Sophie Morisset,
membre du jury

RÉSUMÉ

Les biopsies intestinales constituent un examen diagnostique de choix chez le cheval adulte atteint de maladie intestinale de nature infiltrative et inflammatoire, de nature tumorale ou de dysautonomie équine (“maladie de l’herbe”). Afin d’éviter les complications fréquentes rencontrées chez ces individus débilités et diminuer les coûts associés à une laparotomie ventrale sous anesthésie générale, une technique de biopsie par laparoscopie chez le cheval debout fut développée.

Lors d’une laparoscopie dans le flanc droit, huit chevaux exempts d’affection intestinale (groupe A : 4 chevaux euthanasiés, groupe B : 4 chevaux) subirent des biopsies au niveau du duodénum et de la portion caudale du corps du caecum. L’accessibilité des segments intestinaux par laparoscopie dans le flanc droit fut comparée à celle obtenue lors de laparotomie ventrale, et l’innocuité de la méthode vérifiée par des examens cliniques et hémato-biochimiques, une analyse de liquide péritonéal et une laparoscopie de contrôle exécutée 7 jours après la première chirurgie. Les chevaux reçurent ceftiofur et flunixin méglumine pendant respectivement 48 et 24h suite à la chirurgie.

Dans ces conditions expérimentales et comparée à une laparotomie ventrale, une laparoscopie par le flanc droit offrit un accès supérieur au duodénum et à l’iléon. Une biopsie pleine épaisseur suivie d’une suture continue ne permit pas de limiter les contaminations d’origine intestinale, le taux d’adhérences post-opératoire atteignant les 100%. Au contraire, une biopsie en deux temps associée à une suture continue de type Lembert, permit de réaliser des prélèvements sans complication de type péritonite septique ou adhérence post-opératoire. L’utilisation de substituts de noeuds résorbables facilita notablement la suture intracorporelle.

Mots clés: cheval, laparoscopie, biopsie, intestin, duodenum, caecum, ileon, substituts de nœuds.

ABSTRACT

Intestinal biopsies represent a very important tool for the diagnosis of inflammatory bowel disease, intestinal tumor infiltrations and equine dysautonomia ("grass sickness"). To avoid frequent complications associated with ventral laparotomy under general anesthesia in debilitated horses and decrease the costs associated with the procedure, a laparoscopic technique to harvest intestinal biopsies on the standing horse was developed.

Eight horses underwent a standing right flank laparoscopy (group A: 4 euthanized horses, group B: 4 horses), and biopsies were taken from the duodenum and the caudal aspect of the caecal body. Accessibility to different parts of the intestine was compared between the standing right flank laparoscopy and a standard ventral laparotomy. Clinical examinations, biochemical, hematological and peritoneal fluid analyses, and a second-look laparoscopy performed seven days after the first surgery were used to validate the technique. Horses received ceftiofur and flunixin respectively for 48 and 24h after surgery.

In these experimental conditions, and compared to a ventral midline laparotomy, standing right flank laparoscopy enabled manipulation of a greater length of small intestine, especially of the duodenum and the ileum. A full-thickness biopsy with a simple continuous suture proved not to be a satisfactory technique as intestinal content leakage could not be prevented and the incidence of post-operative adhesions reached 100%. However, complications such as adhesions or septic peritonitis did not occur when using a two-stage biopsy with a continuous Lembert suture pattern. Absorbable laparoscopic knot substitutes proved very useful during intracorporeal suturing.

Key words: horse, laparoscopy, biopsy, intestine, duodenum, caecum, ileum, knot substitute.

TABLE DES MATIERES

| | |
|-------------------------------------------------------|------|
| PAGE DE TITRE | i |
| PAGE D'IDENTIFICATION DU JURY | ii |
| RÉSUMÉ | iii |
| ABSTRACT | v |
| TABLE DES MATIÈRES | vii |
| LISTE DES TABLEAUX | x |
| LISTE DES FIGURES | xi |
| LISTE DES SIGLES ET ABBRÉVIATIONS | xiii |
| REMERCIEMENTS | xiv |
| INTRODUCTION | 1 |
| RECENSION DE LA LITTÉRATURE | 3 |
| 1 LA LAPAROSCOPIE | 3 |
| 1.1 Définition et brève revue historique | 3 |
| 1.2 Matériel de laparoscopie | 5 |
| 1.2.1 Laparoscope | 5 |
| 1.2.2 Source de lumière | 7 |
| 1.2.3 Insufflateur | 7 |
| 1.2.4 Caméra vidéo | 8 |
| 1.2.5 Ensemble trocart-canule | 9 |
| 1.2.6 Instruments laparoscopiques | 10 |
| 1.3 Contrôle de la qualité de l'image en laparoscopie | 10 |
| 1.4 La suture intracorporelle | 12 |
| 1.5 Avantages et inconvénients de la laparoscopie | 13 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1.6 La laparoscopie digestive en pratique équine | 16 |
| 1.6.1 Laparoscopie diagnostique | 16 |
| 1.6.2 Laparoscopie interventionnelle | 17 |
| 2 INDICATIONS ET TECHNIQUES DE BIOPSIE INTESTINALE | 18 |
| 2.1 Maladies inflammatoires infiltratives chroniques | 18 |
| 2.1.1 Entérite granulomateuse | 19 |
| 2.1.2 Infiltration éosinophilique | 19 |
| 2.1.3 Entérocolite lympho-plasmocytaire | 21 |
| 2.2 Amyloïdose avec implication digestive | 21 |
| 2.3 Infiltrations tumorales | 22 |
| 2.3.1 Lymphosarcome ou lymphome digestif | 22 |
| 2.3.2 Léiomyome et léiomyosarcome | 22 |
| 2.3.3 Autres tumeurs | 23 |
| 2.4 Dysautonomie équine | 23 |
| 2.5 Ganglionite myentérique | 25 |
| 2.6 Techniques actuelles de biopsie ante-mortem | 26 |
| 2.6.1 Biopsie gastrique endoscopique | 27 |
| 2.6.2 Biopsie duodénale endoscopique | 27 |
| 2.6.3 Biopsie rectale endoscopique | 28 |
| 2.6.4 Biopsie pleine épaisseur à la faveur d'une laparotomie | 29 |
| 2.6.4.1 Laparotomie par le flanc | 29 |
| 2.6.4.2 Laparotomie ventrale | 29 |
| 2.6.4.3 Biopsie assistée par laparoscopie | 29 |
| MÉTHODOLOGIE | 31 |
| ARTICLE | 38 |

| | |
|---------------------|----|
| DISCUSSION GÉNÉRALE | 66 |
| CONCLUSIONS | 75 |
| BIBLIOGRAPHIE | 76 |

LISTE DES TABLEAUX

Tableau Ia : Structures visibles lors d'une laparoscopie debout par le flanc d'après (Galuppo, Snyder et al. 1995; Galuppo, Snyder et al. 1996; Galuppo 2002).

Tableau Ib : Structures visibles lors d'une laparoscopie en décubitus dorsal d'après (Galuppo, Snyder et al. 1996; Galuppo 2002).

Tableau II : Anomalies macroscopiques et microscopiques du petit et du gros intestin lors de maladie intestinale inflammatoire infiltrative chez le cheval d'après (Platt 1986; Roberts 2004).

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Portes laparoscopiques dans le flanc droit.

L = porte laparoscopique

1 = porte de l'assistant pour la manipulation intestinale (Kelly forceps)

2 = porte du chirurgien pour la manipulation intestinale ou la pose des clips (pince intestinale atraumatique ou applicateur de clips).

3 = porte du chirurgien pour le porte-aiguille.

Figure 2. Vue per-opératoire de la technique de biopsie en 2 étapes: la séreuse et la musculuse du caecum sont facilement séparées de la muqueuse par préhension avec la pince Kelly (instrument venant de la gauche), et sous biopsées à l'aide des ciseaux (venant du bas). Le duodénum est visible en haut de la photographie.

Figure 3. Seconde étape de la technique de biopsie: la séreuse-musculaire a été biopsée (flèches blanches), l'incision partiellement suturée, et la muqueuse qui est maintenue éversée à travers l'incision d'épaisseur partielle est maintenant biopsée avant la fermeture complète du surjet de type Lembert.

Figure 4. Mise en place du substitut de nœud sur la suture du caecum.

A. L'applicateur de clips, avec un clip dans ses mâchoires, est poussé contre la séreuse du caecum afin de mettre sous tension la suture.

B. Après fermeture des mâchoires de l'applicateur de clips, le Lapra-Ty™ maintient la tension de la suture. Noter que la séromusculaire est inversée

de manière appropriée. Le duodénum est visible dans le coin supérieur gauche de la photographie.

Figure 5. Aspect per-opératoire des biopsies duodénale (flèche blanche) et caecale (flèche noire) achevées. Noter les pétéchies secondaires à la manipulation extensive des séreuses (triangles noirs). L'ovaire droit est visible à gauche de la photographie.

LISTE DES SIGLES ET ABBRÉVIATIONS

mn : minute(s)

h : heure(s)

n° : numéro

Hg : mercure

mm : millimètre

cm : centimètre

CO₂ : dioxyde de carbone

IV : intraveineuse

mg : milligramme(s)

kg : kilogramme(s)

REMERCIEMENTS

Au Dr Marcel Marcoux, pour sa direction enthousiaste, son ouverture d'esprit, sa confiance, et son génie créateur. Travailler avec un chirurgien si humain fut un honneur et un plaisir, qualités techniques et humaines étant rarement si développées.

Au Dr Sheila Laverty, pour sa supervision attentive et généreuse. Encadrer avec rigueur un étudiant et modérer son enthousiasme sans l'entamer est un art difficile qu'elle maîtrise avec brio.

À mes parents, pour leur confiance sans limites, leur soutien sans conditions, et leur tolérance vis-à-vis d'un parcours quelque peu atypique. En espérant être à la hauteur de leurs espoirs.

INTRODUCTION

Le syndrome d'amaigrissement chronique et le syndrome de coliques chroniques ou récurrentes constituent un motif de consultation relativement courant en pratique vétérinaire équine, et regroupent un certain nombre d'entités pathologiques parfois mal définies (Hillyer and Mair 1997; Mair and Hillyer 1997). De part sa grande taille, le cheval adulte se révèle un candidat médiocre à l'exploration abdominale non invasive (radiographie, échographie, IRM, ...), ce qui motive régulièrement le recours à une chirurgie exploratrice abdominale afin d'évaluer les lésions macroscopiques et de réaliser des biopsies pour procéder à l'examen microscopique des organes atteints ou suspects (Hillyer and Mair 1997; Mair and Hillyer 1997).

Malheureusement, la chirurgie abdominale demeure une technique lourde, invasive, et coûteuse chez l'espèce équine. Elle nécessite une incision ventrale sous anesthésie générale (laparotomie ventrale), ou dans le flanc sous anesthésie locale et neuroleptanalgie. Ces interventions peuvent se compliquer d'infection incisionnelle ou abdominale (péritonite septique), d'adhérences, restrictives ou non, voire de troubles de la motilité allant de l'ileus paralytique à l'intussusception ou même au volvulus de l'intestin grêle (Mair and Smith 2005a, b; Phillips and Walmsley 1993). La plupart des équidés candidats à l'exploration abdominale et aux biopsies intestinales se trouvent par ailleurs dans un état catabolique qui les prédispose aux complications per- et post-opératoires.

La laparoscopie, technique complexe impliquant un minimum de trauma envers les tissus et ayant connu un formidable essor en chirurgie humaine, serait un moyen idéal pour explorer l'abdomen des chevaux atteints d'amaigrissement chronique, ou de coliques chroniques ou récurrentes, car elle pourrait notamment limiter la

fréquence des complications. Afin de parvenir à un diagnostic de certitude, des biopsies intestinales sont malgré tout la plupart du temps requises lors d'infiltration intestinale, et sont également nécessaires pour le diagnostic de la dysautonomie équine (Hillyer and Mair 1997; Mair and Hillyer 1997; Schumacher *et al.* 2000). Parvenir à combiner une exploration relativement complète de la cavité abdominale et une biopsie des régions suspectes par laparoscopie permettrait de diagnostiquer de façon minimalement invasive la plupart de ces affections.

Nous avons donc choisi d'étudier la faisabilité d'une technique laparoscopique de biopsie intestinale sur le cheval adulte en position debout afin d'identifier les segments intestinaux visibles et accessibles et de préciser la technique la plus adaptée à la réalisation *in situ* de biopsies intestinales.

Nous avons formulé les hypothèses suivantes :

1. L'approche laparoscopique par le flanc droit, chez le cheval debout, permet de visualiser la majorité des structures digestives d'intérêt chez le cheval, notamment l'ensemble de l'intestin grêle du duodénum à l'iléon.
2. Une suture intestinale en deux temps (séreuse à sous-muqueuse puis muqueuse) par voie laparoscopique permet de réaliser des biopsies de qualité diagnostique, avec un minimum de complications chez des chevaux sains.

RECENSION DE LA LITTÉRATURE

1 LA LAPAROSCOPIE

1.1 Définition et brève revue historique (CCLINParis-Nord 2000; Klohn 2002)

La laparoscopie est une technique d'exploration et d'intervention de la cavité abdominale à l'aide d'un laparoscope, instrument optique transmettant la lumière d'une source lumineuse vers l'intérieur de l'abdomen.

Si les médecins s'intéressent activement à l'exploration des cavités corporelles depuis le 19^{ème} siècle (avec notamment la première endoscopie » en 1806 par l'italien Bozzoni qui créa un spéculum illuminé par une bougie, nommé « Lichtleiter), il faut attendre 1901 pour voir la réalisation de la première laparoscopie, ou coelioscopie par Georges Kelling, qui inséra un cystoscope dans la cavité abdominale d'un chien anesthésié.

Il introduisit également l'insufflation d'air filtré dans la cavité abdominale pour permettre la création de ce que l'on appelle un pneumopéritoine, afin de limiter les saignements intra-abdominaux. Le pneumopéritoine se révéla particulièrement utile pour augmenter la qualité de visualisation de la cavité, en éloignant la paroi des organes internes, et en permettant la manipulation de ces derniers.

Auparavant, en 1853, un chirurgien français du nom de Desormaux s'associa au fabricant Charrière pour mettre au point le premier endoscope utilisé pour l'exploration de la cavité vésicale, soit une lampe à mèche alimentée par un mélange d'alcool et d'essence de térébenthine qui constituait la source de lumière.

En 1910, le Suédois Jacobeus publia les premiers cas d'exploration laparoscopique et thoracoscopique.

En 1914, Roccavilla développa un instrument permettant de conserver la source de lumière à distance de la cavité abdominale, grâce à un jeu de miroirs réflecteurs et une puissante source de lumière.

En 1929, un chirurgien allemand dénommé Kalk, développa un autre système de lentille permettant d'obtenir un angle de vision de 135 degrés, facilitant ainsi une vision panoramique de la cavité abdominale, et publia de nombreuses études et expériences, ce qui lui valut le titre de « Père de la laparoscopie moderne ».

En 1939 Veress inventa l'aiguille de Veress qui possède un mécanisme de retrait de l'aiguille tranchante, permettant de diminuer les risques de ponction d'organe lors de la pénétration de la cavité abdominale précédant l'insufflation.

En 1954, la transmission de la lumière et de l'image fut grandement améliorée ce qui permit le développement de la coelioscopie, avec notamment les premières interventions laparoscopiques avec biopsies d'organes intra-abdominaux sous contrôle direct ainsi que l'adhésiolyse laparoscopique. Un gynécologue parisien, Palmer, rapporta en 1956 ses premiers résultats d'adhésiolyse, de biopsie ovarienne et tubaire.

Le développement de la laparoscopie suivit alors celui des instruments qui se perfectionnèrent rapidement: en 1960, l'allemand Storz mit au point une source de lumière « froide ». Puis en 1964, Semm développa un insufflateur électronique avec contrôle de la pression pour maintenir un pneumopéritoine constant, et en 1966 Hopkins inventa le système à lentilles cylindriques. De la collaboration entre Storz et Hopkins naquit le premier endoscope « moderne » en 1967. Les chirurgiens-obstétriciens mirent

alors en pratique ces avancées pour réaliser des interventions gynécologiques sous laparoscopie.

Les **années 80** marquent le développement des sources de lumière froide à fibres optiques, et des caméras miniatures qui permettent de travailler sous vidéo-endoscopie (visualisation sur un moniteur vidéo), et enfin, en **1987** le chirurgien lyonnais Mouret réalisa la première cholécystectomie (ablation de la vésicule biliaire) laparoscopique, chirurgie qui signa le début de l'extraordinaire développement de la laparoscopie interventionnelle.

La laparoscopie équine se développe dans le début des **années 70**. D'abord exploratrice, s'attachant à la description de l'anatomie équine, et l'examen des organes génitaux internes, elle n'est devenue interventionnelle que très récemment, au cours des **années 90** où Fischer, Vachon et Palmer publient les premières laparoscopies thérapeutiques. Ces publications sont rapidement suivies dans le milieu des années 90 d'un grand nombre d'études intéressant non seulement la laparoscopie génitale (de nombreuses publications intéressent des variantes d'ovariectomie, de castration, et de cryptorchidectomie), mais également digestive (adhésiolyse, herniorrhaphie inguinale, colopexie) et urinaire (cystorrhaphie, résection des structures ombilicales).

Le premier livre de référence en laparoscopie équine est enfin publié par Fischer, le pionnier de la laparoscopie équine, en **2002**.

1.2 Matériel de laparoscopie

1.2.1 Laparoscope (Chamness 2000)

Le laparoscope est un télescope rigide qui produit des images magnifiées de la cavité abdominale dans laquelle il transmet la lumière provenant d'une source lumineuse. L'image est obtenue grâce à l'utilisation d'un système de lentilles cylindriques en verre alignées dans une tige métallique. Entre ces lentilles se trouvent des anneaux de cuivre destinés à maintenir entre les lentilles la distance exacte qui convient. Le système optique est également pourvu d'un faisceau de fibres optiques entourant le système de lentilles, qui commencent au niveau de la connexion avec le câble de lumière (portion extra-abdominale : l'oculaire) et s'arrêtent à l'extrémité distale du laparoscope (portion intra-abdominale : l'objectif). L'extrémité distale du laparoscope est recouverte d'une lentille en saphir cimentée dans la gaine externe.

<http://users.skynet.be/bs156299/html/asterinfo20.html>

Le diamètre des laparoscopes utilisés en chirurgie humaine ou équine est généralement de 10 mm, offrant une bonne transmission lumineuse et une image de qualité, mais des laparoscopes de 5 mm sont disponibles et utilisés en chirurgie pédiatrique ou canine. Il existe de nombreuses variétés d'angles, les plus utilisés étant les laparoscopes à 0° qui facilitent la manipulation des instruments et l'orientation tout en maximisant la transmission de la lumière (donc indiqués en laparoscopie interventionnelle), et les laparoscopes à 30° qui offrent une vision plus large lorsque l'on imprime une rotation au laparoscope le long de son axe longitudinal (indiqués en laparoscopie exploratrice). Quel que soit son type, le laparoscope est particulièrement sensible aux bris et aux pertes d'étanchéité.

1.2.2 Source de lumière (Chamness 2000)

La taille de la cavité abdominale équine nécessite une puissante source de lumière, et l'on recommande l'utilisation d'une lampe à Xénon de 300 watts, les lampes halogènes n'étant pas suffisamment fortes pour illuminer une telle cavité. Ces sources de lumière sont dites « froides » car elles ne génèrent que très peu de chaleur lors de leur utilisation contrairement aux sources de lumière classiques (lampe à incandescence). Des câbles de lumière de bonne qualité transmettent cette lumière de la source aux fibres optiques du laparoscope avec un minimum de perte, et doivent être manipulés avec précaution afin d'éviter tout bris de fibres optiques. Ces câbles peuvent être stérilisés au gaz ou par trempage dans une solution stérilisante au pH neutre, de type glutaraldéhyde.

1.2.3 Insufflateur (Chamness 2000)

La plupart des laparoscopies diagnostiques et interventionnelles nécessitent l'établissement et le maintien d'un pneumopéritoine afin de séparer la paroi abdominale des organes abdominaux ainsi que les organes entre eux afin de mieux les observer, et conserver un espace entre ces organes et les instruments laparoscopiques. Pour y parvenir un insufflateur est connecté à une bouteille de gaz sous pression (la plupart du temps du CO₂, gaz non combustible permettant d'utiliser lasers et unités d'électrochirurgie, de l'hélium – très peu utilisé- ou plus simplement de l'air filtré) qu'il transmet par le câble d'insufflation dans la cavité tout en contrôlant le débit et la pression d'insufflation, afin de maintenir la pression dans la cavité abdominale aux alentours de 10-15 mm Hg. De nos jours, les insufflateurs mécaniques ont pour la plupart été remplacés par des insufflateurs électroniques à microprocesseurs, plus précis dans la régulation de la

pression et plus rapides dans sa réponse aux manques ou excès d'insufflation. En raison de sa taille, le cheval nécessite un insufflateur capable d'un important débit (minimum de 9L/min), afin d'atteindre ou de retrouver rapidement une pression adéquate.

1.2.4 Caméra vidéo (Chamness 2000)

Le développement de mini-caméras vidéo constitue probablement la plus importante avancée récente en matière d'intervention endoscopique. Ces caméras permettent de passer d'une vision limitée et inconfortable directement de l'oculaire du laparoscope (avec tous les risques de bris d'asepsie que cela comporte) à une vision sur un moniteur vidéo (vidéoendoscopie ou vidéolaparoscopie). Elles peuvent être munies de systèmes automatiques de réglage de la mise au point et du contraste, d'une bague de contrôle pour la mise au point, et de divers boutons de contrôle des périphériques (enregistrement vidéo, prise de clichés).

Le système de caméra vidéo endoscopique comprend deux portions : la caméra à proprement parler qui est formée d'une tête s'attachant à l'oculaire du laparoscope, prolongée par un câble qui s'attache à l'unité de contrôle de la caméra. La tête de la caméra détermine en grande partie la qualité de l'image formée sur le moniteur vidéo. Il en existe deux types : celle à microprocesseur unique et celle à trois microprocesseurs. La première nécessite un processus électronique afin de reconstruire les couleurs et les détails de l'image originale, menant à une perte d'information et donc de qualité d'image. La deuxième permet d'optimiser la résolution et le rendu des couleurs.

La qualité obtenue avec le microprocesseur unique est toutefois considérée suffisante et plus solide par de nombreux chirurgiens et présente l'avantage d'être trois fois moins coûteuse (Chamness 2000). <http://www.sages.org/sagespublication.php?doc=vid>

1.2.5 Ensemble trocar-cannule

Les canules sont des instruments tubulaires qui permettent de conserver le pneumopéritoine tout en facilitant l'introduction et le retrait des instruments ou du laparoscope à travers la paroi abdominale. Elles constituent ce qu'on appelle une « porte d'entrée ». L'extrémité proximale comporte un système de valve d'étanchéité à une voie qui permet de maintenir le pneumopéritoine, ainsi qu'un connecteur pour attacher le tube d'insufflation de CO₂. La plupart des canules utilisées sont fabriquées pour permettre l'introduction d'instruments de 10 ou 5 mm de diamètre. Certaines acceptent jusqu'à 12 mm (agrafeuses automatiques, applicateurs de clips, etc...). La plupart des canules 10 ou 12 mm sont équipées de réducteurs qui permettent l'introduction d'instruments de 5 mm de diamètre sans perte d'étanchéité (Chamness 2000; Freeman 2000). Lors de laparoscopie debout chez le cheval, l'épaisseur de la paroi abdominale nécessite l'utilisation de longues cannules fabriquées spécialement pour les patients obèses.

Les trocars permettent l'insertion de la canule à travers la paroi abdominale. De nombreuses variantes sont disponibles : mousse (nécessitant une incision pour sa mise en place), ou tranchant (pyramidal, excentrique, conique). Certains trocars sont munis d'un système de sécurité qui permet le retrait immédiat de l'extrémité tranchante lors de la perte de résistance concomitante à l'introduction dans la cavité abdominale.

Malheureusement à l'heure actuelle il s'agit la plupart du temps d'ensembles canule-trocart à utilisation unique ce qui augmente le coût du matériel de façon non négligeable (Chamness 2000; Freeman 2000).

1.2.6 Instruments laparoscopiques

Il existe à l'heure actuelle de très nombreux modèles d'instruments laparoscopiques (pinces à préhension, ciseaux, dissecteurs, porte-aiguille, agrafeuses, canules d'aspiration-irrigation, etc...) à usage unique ou réutilisables. Les premiers sont actuellement favorisés en médecine humaine car ils ne nécessitent aucun entretien, sont bien aiguisés, et limitent les risques de transmission de bactéries, virus, voire prions, tandis que les seconds sont plus souvent préférés en laparoscopie équine en raison de l'amortissement de leur coût sur plusieurs interventions (Chamness 2000; Freeman 2000).

La plupart des instruments sont disponibles en 5 et 10 mm de diamètre externe, ces derniers présentant l'avantage d'être plus résistants, d'offrir plus de force lors de la manipulation des lourds viscères équins et présentent une plus grande sécurité lors de l'extériorisation d'organes (ovaires, testicules) (Chamness 2000; Freeman 2000). La longueur de ces instruments est variable, oscillant globalement entre 30 et 45 cm. En laparoscopie équine, les instruments de 45 cm se révèlent plus encombrants mais d'une longueur souvent nécessaire à la préhension des organes éloignés de la paroi abdominale (testicule, intestin grêle, etc...).

1.3 Contrôle de la qualité de l'image en laparoscopie (Lunemann 2000)

La magnification permet de modifier la taille de l'image visualisée sur le moniteur vidéo, et peut être accrue de deux façons : par rapprochement du laparoscope vers la zone d'intérêt, ou par ajustement de la bague de contrôle du zoom.

La luminosité et la définition sont maximales lorsque la magnification par le zoom est minimale; au contraire, plus le zoom est utilisé pour augmenter la taille de l'image, plus la qualité de celle-ci diminue.

(<http://www.sages.org/sagespublication.php?doc=vid>)

La buée naît de la condensation de l'humidité de la cavité abdominale sur la lentille froide du laparoscope, différence de température qui peut s'atténuer en baignant avant la chirurgie le laparoscope dans un liquide stérile tiède, et en attachant le tube d'insufflation sur canule instrumentale, afin d'éviter le refroidissement du laparoscope par le CO₂ froid.

La buée étant formée de gouttelettes d'eau qui piègent les molécules du gaz ambiant, on peut soit sécher complètement l'objectif (difficile dans un milieu humide comme la cavité abdominale), soit au contraire favoriser la formation d'un film liquide stérile en essuyant l'extrémité du laparoscope sur un viscère, en la mouillant avec du liquide physiologique stérile, ou en utilisant un produit commercial « anti-buée », liquide stérile que l'on dépose sur l'objectif du laparoscope.

La condensation entre le laparoscope et la tête de la caméra diminue également la qualité de l'image (<http://www.sages.org/sagespublication.php?doc=vid>). Détacher la caméra du laparoscope et essuyer avec une compresse stérile et sèche les deux surfaces permet de résoudre ce problème.

1.4 La suture intracorporelle

La difficulté de la suture intracorporelle constitue un frein majeur au développement des chirurgies laparoscopiques dites « de haut niveau » (Frede *et al.* 1999). On recommande généralement de positionner les instruments dans la même direction que l'axe optique du laparoscope et en direction du moniteur afin de réaliser ce que l'on appelle une triangulation, les angles de la base du triangle étant occupés par le laparoscope et un ou deux instruments, et sa pointe par le moniteur (Fischer 2002). L'absence de perception de la profondeur (visualisation sur un écran en deux dimensions), la longueur des instruments, la difficulté de triangulation et la compétition instrumentale, ajoutées à l'impossibilité de manipuler directement l'aiguille pour la replacer dans les mâchoires du porte-aiguille rendent la suture intracorporelle particulièrement délicate (Frede *et al.* 1999). Le chirurgien désireux de réaliser des interventions comprenant des sutures intracorporelles, surtout sans instrument de suture automatique, doit suivre un entraînement sérieux et posséder une bonne vision à composante spatiale ainsi qu'une dextérité supérieure (Soper *et al.* 1993; Waninger *et al.* 1996).

Les conditions optimales pour la réalisation des sutures intracorporelles ont été déterminées comme suit (Frede *et al.* 1999) :

- Lors de suture dans un espace limité, la caméra doit être placée dans une position contralatérale à celle de l'objet suturé.
- Les instruments servant à la suture (deux porte-aiguilles plus un porte-aiguille ou une pince à préhension) doivent former un triangle isocèle.

- Les instruments doivent former entre eux un angle compris entre 25 et 45°, et former avec la ligne horizontale passant par l'objet à suturer, un angle inférieur à 55°.
- Le fil de suture doit être raccourci au minimum (9-10 cm), pour limiter les noeuds et les difficultés de manipulation. Ce dernier point implique la réalisation d'une suture courte, ce qui est rarement le cas lors de chirurgie abdominale équine.

Toutes ces difficultés expliquent le développement récent d'aides à la suture :

- *Instruments d'aide à la suture* : Self-righting needle holder : porte-aiguille qui place automatiquement l'aiguille dans une bonne position, commercialisé par Ethicon Endo-Surgery Inc.),
- *Instruments d'auto-suture* : « Suture Assistant » qui noue automatiquement les noeuds, commercialisé par Ethicon Endo-Surgery Inc., « Endo-Stitch », un système de pince à double mors qui permet la manipulation sans risque de perte d'un fil serti dans une aiguille droite (d'une longueur de 9 mm) que l'on passe d'un mors à l'autre, et agrafeuses automatiques (agrafe unique, rectangulaire ou en « tire-bouchon », ou ligne d'agrafes).

1.5 Avantages et inconvénients de la laparoscopie

Il n'existe à leur actuelle aucune étude chez l'espèce équine comparant les taux de complication en laparotomie vs laparoscopie pour une même intervention chirurgicale. En médecine humaine, des études rétrospectives et prospectives ont démontré que la laparoscopie était associée à une diminution du taux d'infection et de hernie incisionnelles (Khaitan and Holzman 2002; Nagle *et al.* 2004; Podnos *et al.* 2003; Rosin

et al. 2004), de l'incidence, l'étendue et la sévérité des adhérences intra-abdominales (Nagle *et al.* 2004; Regan and Salky 2004), des pertes sanguines (Khaitan and Holzman 2002; Podnos *et al.* 2003), des complications cardiopulmonaires (Khaitan and Holzman 2002), de la douleur ressentie par les patients (Khaitan and Holzman 2002; Regan and Salky 2004; Rosin *et al.* 2004) et de la durée d'hospitalisation (Khaitan and Holzman 2002; Nagle *et al.* 2004; Podnos *et al.* 2003; Regan and Salky 2004). Une récupération plus rapide (Khaitan and Holzman 2002; Nagle *et al.* 2004; Podnos *et al.* 2003; Regan and Salky 2004), un retour plus rapide à une fonction intestinale normale (Nagle *et al.* 2004), de meilleurs résultats de nature cosmétique (Arca *et al.* 2003; Regan and Salky 2004), ainsi qu'une mortalité inférieure comparée à la laparotomie pour certaines procédures (Podnos *et al.* 2003) ont également été démontrés.

Les patients équins devraient logiquement bénéficier des mêmes avantages lorsque la laparoscopie se substitue à la laparotomie. Dans sa revue de 148 cas de laparoscopie diagnostique et interventionnelle, Walmsley mentionne l'absence de hernie incisionnelle, un taux d'inconfort abdominal post-laparoscopie inférieur à 5%, 4 ponctions de rate, et une ponction de caecum, toutes réalisées lors de l'utilisation de trocart sans mécanisme de sécurité, et quelques rares ponctions des vaisseaux épigastriques et iliaques circonflexes lors de l'approche par le flanc (Walmsley 1999).

En ce qui concerne les infections du site opératoire, complication fréquente chez le cheval, la surveillance des infections du site opératoire (ISO) dans les services de chirurgie humaine, coordonnée par le CCLIN Paris-Nord en 1999, a par exemple montré que « le taux d'infection en endoscopie est inférieur à celui retrouvé en chirurgie

traditionnelle (CCLINParis-Nord 1999). Parmi les 41 816 patients humains suivis au cours des trois années de surveillance (97, 98, 99), 17,7% des opérés ont eu une endoscopie chirurgicale. Le taux brut d'ISO observé pour les interventions pratiquées par endoscopie chirurgicale était de 2,2%. Ce taux était de 1,2% pour les patients opérés à faible risque d'ISO.

Les interventions les plus pratiquées par endoscopie étaient : les cholécystectomies (73,8%), les hernies hiatales (73,4%), et la chirurgie de la voie biliaire principale (40,1%) en chirurgie digestive. Pour ces interventions, les taux d'infection observés chez ces patients à faible risque étaient respectivement : 0,96%, 1,66%, 1,7 % » ce qui est particulièrement faible selon les auteurs de l'étude (CCLINParis-Nord 2000).

Chez l'espèce équine, les infections de plaies de laparotomie ventrale (fréquence variable suivant les études, évaluée entre 27 et 28%) étant reconnues comme un facteur favorisant la formation de hernie (fréquence d'environ 8%), voire d'éventration, on comprend tout l'intérêt que pourrait revêtir la laparoscopie (Mair and Smith 2005a, b; Phillips and Walmsley 1993).

Cependant, la laparoscopie demeure une spécialité particulièrement délicate et techniquement exigeante. Le nombre d'instruments utilisables simultanément est limité par la compétition instrumentale dans l'abdomen, l'absence de vision en trois dimensions, de sensation tactile, les difficultés de visualisation (éclairage du champ, buée, hémorragie même minime), la longueur des instruments et leur manipulation limitée par la position des trocars, ainsi que le manque de force des instruments

laparoscopiques comparés à des instruments classiques sont autant de facteurs qui nécessitent une formation rigoureuse et un entraînement sérieux, en particulier lors d'intervention complexe comme celles nécessitant une suture intracorporelle (Frede *et al.* 1999; Khaitan and Holzman 2002; Nagle *et al.* 2004; Regan and Salky 2004; Rosin *et al.* 2004; Soper *et al.* 1993; Waninger *et al.* 1996). Enfin le coût de l'équipement laparoscopique n'est pas négligeable, en particulier en regard de la fréquence encore relativement faible de son utilisation, rendant l'amortissement du matériel très difficile.

1.6 La laparoscopie digestive en pratique équine

1.6.1 Laparoscopie diagnostique

Galuppo et collaborateurs (Galuppo 2002; Galuppo *et al.* 1995; Galuppo *et al.* 1996) ont très précisément déterminé les structures intra-abdominales visibles par laparoscopie exploratrice debout ou en décubitus dorsal chez le cheval adulte. L'anatomie de la cavité abdominale du poulain a par la suite été décrite par Bouré et collaborateurs (Boure *et al.* 1997).

Les tableaux **Ia** et **Ib** décrivent les organes visibles par laparoscopie chez le cheval adulte en position debout et en décubitus dorsal, respectivement. Cependant, aucune publication n'a démontré quelles portions des organes digestifs étaient manipulables sous laparoscopie, et l'on peut se demander si l'examen du petit intestin dans sa totalité serait réalisable, notamment en ce qui concerne l'iléon, segment qui selon Galuppo et al (Galuppo 2002; Galuppo *et al.* 1995) est rarement visible lors d'exploration simple, mais présente un intérêt particulier dans le cadre de certaines affections.

Les principales indications de la laparoscopie diagnostique du système digestif concernent les coliques chroniques ou récurrentes en l'absence de distension viscérale sévère (interdisant toute visualisation), l'amaigrissement chronique, l'évaluation de masses abdominales, la biopsie d'organe digestif, l'évaluation de lacérations rectales, de péritonites, et l'exploration abdominale en période post-opératoire de chirurgie de colique suite à des complications (Trostle 2000; Walmsley 1999).

Walmsley a publié la seule étude rétrospective à fin diagnostique dans l'espèce équine où il répertorie 148 cas d'exploration laparoscopique, tant digestive que génitale (Walmsley 1999). Dans cette étude, les coliques récurrentes constituent l'indication principale de la laparoscopie « digestive » exploratrice (54/105), avec une sensibilité de 63% et une très faible spécificité de 17% (Walmsley 1999). L'examen lors de colique aiguë présente quant à lui une sensibilité de 82% et une spécificité de 66% (Walmsley 1999). L'auteur diagnostique 9 adhésions, 6 déplacements de colon, 6 péritonites ou abcès intra-abdominaux, 4 lymphosarcomes et 3 affections du petit intestin (entérite proximale, infarction, anomalie iléale post-résection), mais il précise par ailleurs que le diagnostic définitif fut impossible dans 5 cas présentant des lésions intestinales évidentes en laparoscopie en raison de l'impossibilité de réaliser des biopsies (Walmsley 1999). Jones et Blikslager affirment également : « les biopsies intestinales pleine épaisseur ne sont pas réalisables par laparoscopie de routine et nécessitent généralement une laparotomie par le flanc ou ventrale » (Jones 2004a).

1.6.2 Laparoscopie interventionnelle

La laparoscopie interventionnelle digestive est encore actuellement peu développée chez l'espèce équine (Trostle 2000).

Seuls deux cas d'adhésiolyse par laparoscopie et un cas de fermeture d'un défaut de continuité du mésentère ont été rapportés dans la littérature (Bleyaert *et al.* 1997; Bouré *et al.* 1998; Sutter and Hardy 2004).

L'adhésiolyse a par ailleurs été expérimentalement étudiée chez le poulain (Boure *et al.* 2002; Lansdowne *et al.* 2004), et une étude de suture de lacération expérimentale de rectum a été publiée avec des résultats mitigés, soit un temps de suture particulièrement long (moyenne 150 min +/- 30 pour un défaut d'environ 3 cm), et présence d'une adhérence rectum-utérus chez un des trois chevaux utilisés (Brugmans and Deegen 2001). Une technique de colopexie (Trostle *et al.* 1998) ainsi que la fermeture de l'espace néphrosplénique (Marien *et al.* 2001) par suture de la capsule péirénale à celle de la rate ont également été développées lors d'études expérimentales.

2 INDICATIONS ET TECHNIQUES DE BIOPSIES INTESTINALES

2.1 Maladies inflammatoires infiltratives chroniques

L'étiologie des maladies inflammatoires infiltratives chroniques n'est pas élucidée à l'heure actuelle.

La plupart des auteurs mentionnent une possible origine allergique (alimentaire, parasitaire ou médicamenteuse), mais sans preuve scientifique.

2.1.1 Entérite granulomateuse (Roberts 2004; Schumacher *et al.* 2000)

- **Généralités** : l'entérite granulomateuse est rapportée chez des chevaux entre 1 et 6 ans, mais atteint principalement ceux âgés de 2 à 3 ans, avec une prédominance de Standardbreds vs Thoroughbreds (ratio 3 pour 1), et une possible prédisposition génétique.
- **Présentation clinique** : amaigrissement progressif et chronique souvent sévère, œdème déclive (membres, fourreau, abdomen ventral), appétit variable (souvent très augmenté), dépression, diarrhée rare, parfois légère fièvre.
- **Résultats des tests diagnostiques** : anémie, leucocytose ou leucopénie modérée, hypoalbuminémie, hypoprotéinémie, augmentation rare de l'activité des phosphatases alcalines, malabsorption partielle ou totale. Une hypertrophie des noeuds lymphatiques est parfois notée lors de la palpation transrectale.
- **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: cf Tableau II
- **Traitement et pronostic** : pronostic réservé, quelques cas semblent répondre à la corticothérapie à long terme, ou à la résection chirurgicale des segments affectés lorsque l'infiltration est localisée.

2.1.2 Infiltration éosinophilique (Roberts 2004)

- **Généralités** : le syndrome « maladie multisystémique éosinophilique épithéliotropique » regroupe les désordres caractérisés par l'infiltration éosinophilique du système digestif et de ses noeuds lymphatiques ainsi que du foie, du pancréas, de la peau et d'autres structures. Il est souvent associé à une perte de protéines au niveau du tube digestif et une malabsorption intestinale.

Les infiltrations éosinophiliques intéressant uniquement le tractus digestif peuvent également se manifester sous la forme d'entéocolites ou colites, ou obstructions luminales simples lors d'affection segmentaire (Southwood *et al.* 2000). L'étiologie serait

• **Présentation clinique** : il s'agit sans doute de la maladie infiltrative la plus fréquente, affectant le plus souvent les races Standardbred et Thoroughbred chez les individus âgés entre 2 et 4 ans ceci de façon sporadique, mais rapporté aussi chez des chevaux âgés de 1 à 17 ans, avec un développement insidieux sur une période allant de 1 à 10 mois. Amaigrissement sévère, oedèmes déclives, appétit variable mais souvent très augmenté, légère fièvre, crottins mous ou diarrhée, dépression, parfois coliques et ulcères buccaux sont rapportés. Des lésions cutanées sévères ainsi qu'une corionite (inflammation du bourrelet coronaire) ulcéralive sont également fréquemment associées.

• **Résultats des tests diagnostiques** : Rare éosinophilie, hypoalbuminémie, augmentation des Gamma Glutamyl Transférases (GGT) sériques et de l'activité des Phosphatases Alkalines (PAL), et parfois hypoprotéïnémie, constituent les anomalies les plus fréquemment rapportées. Les tests d'absorption montrent fréquemment un retard d'absorption avec un pic de concentration parfois diminué et toujours retardé à au moins 180 minutes post-administration (glucose ou D-xylose).

• **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: cf Tableau II

• **Traitement et pronostic** : Les traitements visent à diminuer l'inflammation et éliminer une éventuelle cause sous-jacente à la réaction allergique (anthelminthiques, antibiotiques), mais le pronostic demeure mauvais à moins qu'il ne soit possible de réséquer les lésions.

2.1.3 Entérocolite lympho-plasmocytaire (MacAllister *et al.* 1990; Roberts 2004)

- **Généralités** : Cette affection rare se traduit par l'infiltration de cellules lymphocytaires ou plasmocytaires de l'ensemble du tractus digestif.
- **Présentation clinique** : les chevaux atteints sont âgés entre 3 et 26 ans et présentés pour cachexie, diminution d'appétit, dépression, diarrhée, coliques et oedèmes déclives.
- **Résultats des tests diagnostiques** : Hypoalbuminémie, hypoprotéinémie, et augmentation de la Créatinine PhosphoKinase (CPK) constituent les anomalies les plus fréquemment rapportées. Une malabsorption est souvent mise en évidence par les tests d'absorption et traduit la prédominance des lésions du petit intestin.
- **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: cf Tableau II
- **Traitement et pronostic** : Il n'existe pas de traitement recommandé à l'heure actuelle, et le pronostic se révèle mauvais.

2.2 Amyloïdose avec implication digestive (Barton 2004)

L'amyloïdose regroupe un certain nombre de maladies caractérisées par le dépôt extracellulaire d'amyloïde, substance protéique fibrillaire. Ce dépôt, probablement secondaire à une infection et inflammation chroniques ou un parasitisme sévère, provoque une déformation architecturale responsable du défaut de fonctionnement de l'organe, le plus souvent le foie et la rate chez l'espèce équine.

Certains rares cas d'amyloïdose primaire systémique présentent des dépôts au niveau de la muqueuse gastrointestinale, mais on ne dispose que de peu d'information au sujet de l'affection.

2.3 Infiltrations tumorales

2.3.1 Lymphosarcome ou lymphome digestif (Zimmel 2004)

- **Généralités** : Affection tumorale la plus fréquente chez le cheval, le lymphosarcome digestif concerne essentiellement de jeunes chevaux entre 2 et 4 ans, sans prédilection de race ou de sexe, et se traduit par une infiltration cellulaire significative du petit intestin et des noeuds lymphatiques associés.

- **Présentation clinique** : les chevaux atteints sont présentés pour diminution d'appétit, oedème en zones déclives, dépression, parfois fièvre, coliques ou diarrhée, avec une apparition souvent brutale.

- **Résultats des tests diagnostiques** : le diagnostic est souvent un diagnostic d'exclusion en l'absence de confirmation lors d'une laparotomie exploratrice. Anémie, neutrophilie, parfois lymphocytose, hypoalbuminémie, hyperprotéinémie, hyperglobulinémie constituent les anomalies les plus fréquemment rapportées. Une malabsorption est souvent mise en évidence.

- **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: cf Tableau II

- **Traitement et pronostic** : Il n'existe pas de traitement à l'heure actuelle, l'euthanasie ou le décès étant l'issue de tous les cas décrits.

2.3.2 Léiomyome et léiomyosarcome (Zimmel 2004)

- **Généralités** : Tumeurs respectivement bénigne ou maligne des muscles lisses, elles peuvent affecter la musculature de l'estomac, du petit intestin, du petit colon (léiomyome) ou du rectum (léiomyosarcome).

- **Présentation clinique** : celle d'une obstruction luminale (inconfort abdominal, distension de la portion orale à l'obstruction, reflux gastrique...).
- **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: épaissement marqué de la musculature, prolifération des cellules musculaires lisses.
- **Traitement et pronostic** : bon si la résection de la tumeur est complète (Burns *et al.* 1990; Haven *et al.* 1991; Kasper and Doran 1993; Mair *et al.* 1992).

2.3.3 Autres tumeurs (Zimmel 2004)

D'autres types de tumeurs peuvent impliquer le petit ou le gros intestin : adénocarcinome, polypose adénomateuse (Patterson-Kane *et al.* 2000), polypes, ganglioneurome, carcinoïde intestinal, lipome (le plus souvent extra-mural, impliquant le mésentère), lipomatose, neurofibrome et myxosarcome intestinal. La présentation clinique est variable, et le traitement consiste en une résection de la tumeur si localisée.

Le pronostic est éminemment variable suivant la nature de la tumeur, les possibilités de résection complète, et l'état de l'intestin au moment de l'intervention

2.4 Dysautonomie équine (Nout 2004)

- **Généralités** : La dysautonomie équine (ou « maladie de l'herbe ») constitue une entité pathologique dont la cause n'est pas encore élucidée, bien qu'une toxiinfection à *Clostridium botulinum* soit actuellement fortement suspectée. Il s'agit d'une polyneuropathie dégénérative acquise, rencontrée principalement en Grande-Bretagne, Europe, Australie, Argentine, Chili et aux îles Falkland.

Elle affecte de façon préférentielle le système nerveux autonome et entérique des équidés âgés entre 2 et 12 ans et ayant accès à un pâturage

• **Présentation clinique** : Trois formes cliniques sont décrites :

- **Forme aiguë** : signes de douleur abdominale sévères causés par un iléus et une distension intestinale, hypovolémie, sudation abondante et/ou en plaques, fasciculations musculaires, hyperthermie, dysphagie sévère. La laparotomie ne met généralement en évidence qu'une distension du petit intestin et une stase modérée du gros intestin (secondaires à l'iléus). La mort intervient en général dans les 48h suivant les premiers signes cliniques.

- **Forme subaiguë** : signes cliniques comparables à ceux de la forme aiguë avec une intensité moindre, probablement en raison de l'absence de distension du petit intestin. Les coliques sont intermittentes, associées à des impactions du gros colon, une sudation en plaque et une rhinite sèche sont fréquemment rapportées. Les individus atteints décèdent ou sont euthanasiés dans les 3 à 7 jours suivant le début de la maladie.

- **Forme chronique** : Cachexie, sudation, rhinite chronique associée à un jetage muco-purulent, trémulations musculaires, anomalies de posture, et prolapse pénien chez le male sont les signes cliniques les plus fréquemment rapportés

• **Résultats des tests diagnostiques** : Aucun test ante-mortem ne permet de diagnostiquer cette maladie, seule l'analyse histologique d'une biopsie iléale confirme dans tous les cas le diagnostic, la biopsie rectale n'étant que peu sensible.

• **Aspects macroscopique et histologique des lésions intestinales**: Quelle que soit la forme, les lésions macroscopiques ne sont que légèrement pathognomoniques. Les

principales lésions se trouvent dans les ganglions autonomiques et entériques; d'autres anomalies plus discrètes sont visibles au niveau des noyaux cérébraux et certaines portions de la moelle épinière. Les plexus myentériques et sous-muqueux de l'iléon présentent invariablement des lésions, souvent plus sévères que celles présentes au niveau du jéjunum ou du petit colon, en particulier dans les cas chroniques (Doxey *et al.* 1995b; Scholes *et al.* 1993).

• **Traitement et pronostic** : dans les formes aiguës et subaiguës, le taux de décès atteint les 100%. Un traitement de soutien des cas chroniques (fluides intra-veineux; nutrition entérale ou parentérale, prokinétique, diazepam pour ses propriétés de stimulation de l'appétit) permettrait de guérir entre 40 et 50% des chevaux hospitalisés en centre de référence (Doxey *et al.* 1995a; Owen and Kelly 2003).

2.5 Ganglionite myentérique

Un cas de pseudo-obstruction intestinale récurrente due à une ganglionite myentérique fut rapporté en 1990 : après avoir présenté de nombreux épisodes de coliques résolus médicalement pendant 13 mois, une jument Standardbred de 4 ans subit une laparotomie exploratrice pour une impaction intéressant l'ensemble du petit colon (Burns *et al.* 1990). Des biopsies intestinales réalisées à la faveur de l'exploration chirurgicale révélèrent une fibrose marquée ainsi qu'une infiltration monocellulaire sévère des ganglions et des « fascicules » interganglionnaires au niveau des plexus myentériques et sous-muqueux, et une hypoganglionose. La jument fut par la suite euthanasiée et le diagnostic de ganglionite myentérique confirmé par l'autopsie (Burns *et al.* 1990).

À la connaissance de l'auteur, un cas semblable fut diagnostiqué au Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire de l'Université de Montréal sur une jument quarter-horse présentée pour coliques très fréquentes évoluant depuis plus d'un an, mais peu sévères, rétrocedant à l'administration d'antalgiques, suivies d'un épisode aigu nécessitant une laparotomie. L'atteinte généralisée du gros intestin et une impaction avec atonie caecale dans les deux semaines suivant l'intervention chirurgicale motiva l'euthanasie.

Il n'est pas exclu que les coliques récurrentes chez le cheval soient parfois secondaires à une affection de type dégénérescence neuronale, mais d'un degré moindre comparé à celui observé dans ces deux cas cliniques. C'est en effet ce que pourrait suggérer les résultats d'une étude mettant en évidence une diminution significative de la densité des neurones au niveau de la courbure pelvienne de chevaux atteints d'obstruction du gros intestin d'une durée de plus de 24 heures, ou de chevaux ayant présenté une telle obstruction (Schusser and White 1997). Chez l'homme, le syndrome de pseudo-obstruction intestinale chronique se divise en condition primaire ou secondaire. La condition primaire atteint de jeunes enfants ou adolescents (anomalie de développement), ou des adultes (anomalie dégénérative caractérisée par des neurones agyrophobiques), et est diagnostiquée par une coloration argentique de Smith possédant une sensibilité bien supérieure à la coloration classique H & E (Krishnamurthy *et al.* 1993; Schuffler and Jonak 1982).

2.6 Techniques actuelles de biopsies ante-mortem

Afin de porter un diagnostic lors de la présence de lésions macroscopiques ou de suspicion d'infiltration intestinale, plusieurs techniques diagnostiques ont été

développées. Elles présentent toutes un certain nombre d'avantages mais aussi d'inconvénients. La technique idéale devrait permettre de visualiser l'intestin afin de choisir les segments affectés macroscopiquement ou les plus représentatifs, serait minimalement invasive, sans complication majeure, et permettrait un diagnostic de certitude grâce à une sensibilité et une spécificité élevées.

2.6.1 Biopsie gastrique endoscopique

Elles peuvent être facilement réalisées à la faveur d'une gastroscopie, et ne nécessitent qu'une tranquillisation et un jeûne de 12h minimum. Le gastroscopie, fréquemment utilisé pour le diagnostic des ulcères gastriques chez le cheval, est par ailleurs aisément disponible dans la plupart des centres de référence. Malheureusement seules la muqueuse et éventuellement la sous-muqueuse stomacale peuvent être biopsées avec la pince endoscopique, limitant notablement le nombre d'indications pour cette technique. L'estomac ne présente par ailleurs aucune lésion dans la majorité des affections décrites ci-dessus.

2.6.2 Biopsie duodénale endoscopique

Les biopsies duodénales nécessitent un gastroscopie de 3 m (particulièrement coûteux) afin de pouvoir atteindre le duodénum proximal chez le cheval. Lors d'une présentation orale, Jean *et al* (2002) présentèrent les résultats de la technique dans un groupe de 8 chevaux présentant un degré avancé de malabsorption : les biopsies rectales et duodénales présentaient des résultats divergents dans 4 cas sur 6, par contre les biopsies réalisées à la faveur d'une laparotomie aboutissaient au même diagnostic chez les 2

chevaux mentionnés (Jean 2002). La biopsie duodénale pourrait ainsi constituer une alternative intéressante dans les maladies infiltratives atteignant le duodénum.

2.6.3 Biopsie rectale endoscopique

Suite à une simple vidange manuelle du contenu du rectum il est possible de réaliser des biopsies de la muqueuse rectale sous sédation. A l'instar des autres techniques endoscopiques, peu de complications sont rapportées, mais il est impossible de réaliser une biopsie pleine épaisseur, et la visualisation des lésions est très limitée.

Dans une étude intéressant 116 chevaux présentés pour maladie intestinale, la représentativité des biopsies rectales en présence d'une maladie infiltrative semble relativement faible. Sur les 40 chevaux autopsiés, 67% présentaient des lésions à l'examen histologique des échantillons de rectum. Quarante-vingt-cinq pourcents des chevaux avaient des lésions significatives du tractus digestif à l'autopsie parmi lesquels 71% présentaient des anomalies à l'examen des biopsies rectales (Lindberg *et al.* 1996). Les biopsies rectales ne permirent de diagnostiquer une gastro-entérite éosinophilique que dans 6 cas sur 12, soit une sensibilité de 50%, une entérite granulomateuse que dans 4 cas sur 9, sensibilité de 44%, et un lymphosarcome intestinal dans 1 cas sur 7, sensibilité de 14% (Lindberg *et al.* 1996).

La faible représentativité du rectum versus le petit intestin, site de prédilection des infiltrations pathologiques, ainsi que la présence chez des individus normaux d'infiltration cellulaire (lymphocytes et plasmocytes dans la lamina propria, éosinophiles

dans la lamina propria la sous-muqueuse et le tissu conjonctif) expliquent probablement les faibles sensibilité et spécificité des biopsies rectales (Lindberg *et al.* 1996).

2.6.4 Biopsie pleine épaisseur à la faveur d'une laparotomie

2.6.4.1 Laparotomie par le flanc:

Elle permet de réaliser une exploration manuelle de la cavité abdominale sous sédation et anesthésie locale, une extériorisation et biopsie de certains segments intestinaux, essentiellement le jéjunum, l'iléon si palpable, la courbure pelvienne, une petite portion du colon droit, et le petit colon (MacAllister *et al.* 1990). Par cette approche, le duodénum, le caecum et le plus souvent l'iléon ne peuvent donc être biopsés.

2.6.4.2 Laparotomie ventrale:

Elle permet de réaliser une exploration visuelle de la cavité abdominale sous anesthésie générale, une extériorisation et biopsie de nombreux segments intestinaux, essentiellement le jéjunum, l'iléon, l'apex et une partie du corps du caecum, le colon gauche, et le petit colon. Seul le duodénum n'est pas accessible par cette approche.

2.6.4.3 Biopsie assistée par laparoscopie:

Aucune étude concernant la réalisation de biopsies intestinales par laparoscopie n'a été publiée à l'heure actuelle. De rares auteurs mentionnent l'intérêt d'une exploration laparoscopique debout à des fins diagnostiques, suivie d'une extériorisation de segments intestinaux par laparotomie pour biopsie conventionnelle (Trostle 2000).

Afin de pouvoir diagnostiquer tout type d'infiltration, de la muqueuse à la séreuse digestive, il est préférable de réaliser des biopsies intestinales pleine épaisseur. Comme

nous venons de le voir, la plupart des lésions sont localisées ou plus sévères au niveau du petit intestin. À défaut de pouvoir être manipulés, les segments intestinaux d'intérêt doivent donc être visualisables par laparoscopie. Le duodénum constituant une portion d'intérêt certain, non visible par laparotomie ventrale, la laparoscopie debout dans le flanc droit semble d'un point de vue anatomique la technique la plus adaptée pour une visualisation maximale du petit intestin.

Aucune détermination des portions manipulables n'ayant été publiée, un pré-requis au développement de la technique de biopsie et de suture sera l'étude des segments intestinaux visibles et manipulables par des instruments de laparoscopie commerciaux.

Nos hypothèses étaient les suivantes :

- la laparoscopie debout par le flanc droit permet d'accéder à l'intestin grêle du duodénum à l'iléon, et ainsi de sélectionner les portions d'intérêt pour les biopsies,
- la laparoscopie debout par le flanc droit permet de réaliser des biopsies manuelles avec un minimum de morbidité.

METHODOLOGIE

L'ensemble de l'étude fut réalisé en accord avec les Règles de Déontologie du Conseil Canadien de Protection des Animaux et les protocoles acceptés par le Comité de Déontologie de l'Expérimentation sur les Animaux de l'Université de Montréal.

Le chirurgien principal (auteur de ce mémoire) avait suivi préalablement à l'étude expérimentale un entraînement à la suture laparoscopique de segments de jéjunum dans un modèle d'abdomen.

Les 8 chevaux participant à l'étude (trois standardbreds, un quarter-horse, un palomino, un appaloosa, et deux croisés) étaient âgés entre 3 et 23 ans, pesaient entre 338 et 645kg (moyenne 443 kg), et étaient maintenus en boxes. Ils conservèrent leur régime alimentaire habituel, excepté en période de jeûne pré-opératoire. Examen général, palpation transrectale, échographie abdominale et examens hématologique et biochimique permirent de déterminer l'absence d'affection digestive.

Immédiatement avant la laparoscopie, une palpation transrectale et une échographie du flanc droit furent réalisées afin d'évacuer le contenu du rectum, de déterminer les limites de l'espace pleural et l'absence de distension ou déplacement intestinal. Les chevaux furent par la suite divisés en deux groupes.

Groupe A : quatre chevaux furent utilisés afin de

1. déterminer les segments intestinaux manipulables par des instruments laparoscopiques conventionnels lors de laparoscopie par le flanc droit en position debout (trois chevaux parmi les 4 du groupe A, donnés pour euthanasie),

2. déterminer la faisabilité et les complications possibles d'une biopsie pleine épaisseur du duodénum et du caecum (quatre chevaux).

Après un jeun de 36h, les animaux reçurent avant la laparoscopie une dose de ceftiofur (6.6 mg/kg voie intraveineuse [IV], puis toutes les 12h pendant 48h), et une dose de flunixin méglumine (1.1 mg/kg IV, puis toutes les 12h pendant 24h), avant de passer sous phénylbutazone (2.2 mg/kg toutes les 12h pour deux jours, puis une fois par jour pour trois jours). Ils furent tranquilisés à l'aide de détomidine (0.02 mg/kg IV, trois chevaux) ou de romifidine (0.08 mg/kg, 1 cheval) et du butorphanol tartrate (0.02 mg/kg IV, répété si nécessaire, quatre chevaux) administré 5 minutes avant l'incision cutanée, selon la préférence de l'anesthésiste.

Les chevaux furent placés dans un travail, la queue attachée, le site largement tondu de la ligne dorsale au pli du grasset, et du 15^{ème} espace intercostal à la pointe de la hanche. Après préparation stérile et drapé du flanc droit, les emplacements des portes laparoscopiques furent infiltrés à la lidocaïne (2%, 10 mL par site) avant l'incision. Une porte laparoscopique et trois portes instrumentales furent placées dans le flanc droit (Fig. 1): Le laparoscope fut d'abord introduit à mi-distance du tuber coxae et de la dernière côte au niveau du renflement du muscle abdominal oblique interne. Une fois les trois autres portes réalisées sous contrôle laparoscopique, celle-ci devint la porte instrumentale n°1. La seconde porte, qui devint la porte laparoscopique, fut placée au niveau du 17^{ème} espace intercostal, 20 cm ventralement au processus transverse des vertèbres lombaires. Les portes instrumentales n° 2 et 3 furent localisées 25 à 30 cm ventralement

respectivement à la porte n°1, dans le flanc, et à la porte laparoscopique dans le 16^{ème} espace intercostal.

Pratiquement, une incision cutanée d'1.5 cm fut réalisée à l'emplacement de la porte laparoscopique n°1, et un ensemble trocar-canule jetable (150 mm de long et 10/12 mm de diamètre, EndopathTM, 512 XD, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) fut introduit dans la cavité abdominale. Sa position intrapéritonéale fut confirmée par la mise en place d'un laparoscope (0°, 10mm de diamètre, 57 cm de longueur, Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA), préalablement à l'insufflation de la cavité péritonéale à l'aide de CO₂ jusqu'à une pression de 10 à 15 mm Hg. L'abdomen fut exploré afin de vérifier l'absence de saignement de la paroi abdominale et de ponction d'organe. Le laparoscope fut maintenu dans la porte n°1 pendant le placement des autres ensembles trocart-canule, avant d'être placé dans la porte laparoscopique dans le 17^{ème} espace intercostal. De la lidocaïne (2%, 30 mL par site) fut dispersée sur la séreuse des sites de biopsie incluant le duodénum transverse (portion caudale du duodenum) et la portion de caecum environ 20 cm ventralement au site du duodénum.

L'assistant tenait le laparoscope et une pince Kelly (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA, porte instrumentale n°1) afin de stabiliser le segment intestinal à biopser, tandis que le chirurgien manipulait les tissus avec une pince intestinale atraumatique (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) par la porte n°2, le remplaçant par l'applicateur de clips (substituts de nœuds, Fig 2A and 2B, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) lorsque nécessaire, ainsi que les ciseaux (Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) ou le porte-aiguille (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) par la porte n°3.

Une biopsie elliptique pleine épaisseur de 7 à 10 mm de longueur et environ 7 mm de largeur fut réalisée successivement au niveau du duodénum puis du caecum et suturée par un surjet de type Lembert avec du 2-0 polyglactin 910 (Vicryl™, aiguille type CT-2 aplatie manuellement), et les substituts de nœud en PDS (Lapra-Ty™, XC-200, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH). L'assistant conservait le laparoscope à distance du site biopsé, afin d'offrir une bonne vue d'ensemble. Il maintenait également le segment intestinal à l'aide d'une pince atraumatique (Kelly), par la porte la plus caudale et dorsale afin de limiter la compétition avec les instruments manipulés par le chirurgien par les portes les plus ventrales (n°2 et 3). L'intérieur de la canule par laquelle les spécimens avaient été retirés de la cavité abdominale fut nettoyé entre chaque biopsie par une compresse imprégnée de céfazoline, et l'absence de fuite des sites de biopsie visuellement vérifiée. Les caillots sanguins furent retirés et la surface de la séreuse rincée à l'aide de solution physiologique stérile tiède. Les incisions cutanées furent suturées en points en X inversés avec du 2-0 polypropylène (Prolene™, Ethicon, Inc., Sommerville, NJ).

Les paramètres suivants furent notés pour chaque cheval : qualité de la visualisation des segments biopsés et facilité de manipulation, degré de contamination reconstruit durant le processus de biopsie et autres complications per-opératoire et post-opératoire, étanchéité apparente de la suture intestinale, présence de dommages intestinaux iatrogènes (abrasions, hémorragie, pétéchies), temps de chirurgie (entre la première incision cutanée et la désufflation de l'abdomen).

L'alimentation fut reprise 4h après la fin de la chirurgie (Jour 0). La température, les fréquences cardiaque et respiratoire furent prises toutes les 2h le jour de la chirurgie. Un

examen clinique complet fut réalisé deux fois par jour durant les 6 jours suivants, jusqu'à la laparoscopie de contrôle (Jour 6) précédée d'une analyse hématologique et biochimique.

La laparoscopie de contrôle dans le flanc droit fut réalisée dans les mêmes conditions à l'aide de portes immédiatement crâniales ou caudales aux portes instrumentales utilisées lors de la première intervention, sous sédation avec xylazine (0.8 mg/kg IV, répété à la dose de 0.4 mg/kg IV si nécessaire), et butorphanol tartrate (0.02 mg/kg IV, 5 minutes avant l'incision cutanée), et anesthésie locale. Elle permit d'inspecter soigneusement les sites de biopsie et d'explorer la cavité abdominale afin de noter tout signe d'inflammation ou adhérence.

Après examen des sites de biopsie et de la cavité abdominale, les segments de petit intestin accessibles par les instruments laparoscopiques classiques furent manipulés depuis le duodénum descendant jusqu'à l'iléon, et identifiés par écrasement de la séreuse à l'aide d'une pince à préhension traumatique (10 mm Claw forceps, Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA). Le laparoscope fut placé proche de la porte laparoscopique utilisée lors de la chirurgie initiale, et les deux instruments à une distance de 1 à 2 cm des portes instrumentales ventrales initiales (n°2 et n°3). La pince atraumatique (porte n°3) attrapait la portion la plus aborale visible du duodénum, la mettait sous tension, et la pince traumatique dans la porte n°2 une portion d'intestin entre 10 et 20 cm plus aborale, ceci jusqu'à atteindre l'iléon. Après la procédure, les chevaux furent euthanasiés, et les segments intestinaux extériorisables par laparotomie ventrale furent marqués et comparés à ceux présentant les lésions induites lors de la laparoscopie dans le flanc droit. Une nécropsie permit d'accéder à l'ensemble du petit intestin et d'identifier les portions

atteintes par la pince traumatique laparoscopique, ainsi que d'évaluer les sites de biopsie et autres organes de la cavité abdominale afin de mettre en évidence adhérences et/ou signes de péritonite.

Groupe B : Seuls les prélèvements duodénaux et caecaux furent réalisés chez les quatre chevaux du groupe B, par une technique de biopsie en deux étapes, suivant le même protocole anesthésique et la même approche chirurgicale.

Lors de la première étape, la séreuse et la musculuse furent biopsées en laissant la muqueuse intacte. L'incision intestinale d'épaisseur partielle ainsi réalisée fut suturée par un surjet de type Lembert avec un fil 3-0 lactomère 9-1 serti d'une aiguille laparoscopique « ski-jump » (PolysorbTM, 23 mm aiguille de type ESK3, Syneture, Inc., Norwalk, CT) avec les mêmes substituts de noeud (Lapra-TyTM, XC-200, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH). Pendant cette première étape, on conserva avec précaution muqueuse et sous-muqueuse éversées de la portion non suturée par traction périodique avec la pince Kelly. Lorsque la majorité de l'incision fut suturée, la muqueuse et sous-muqueuse furent biopsées aux ciseaux (Fig.3), et le dernier passage du fil de suture rapidement réalisé avant application du substitut de noeud pour achever la suture de l'incision et éviter toute fuite de contenu intestinal (Fig.4). Après vérification visuelle de l'absence de fuite du liquide intestinal (Fig.5), un lavage abdominal fut réalisé à la fin de la procédure avec 10L de solution physiologique stérile introduits par la porte n°3, et récupérés par une canule à trayon introduite en portion ventrale de l'abdomen. Durant la chirurgie, les mêmes paramètres évalués chez les chevaux du groupe A furent notés

(temps de chirurgie de l'incision à la désufflation, évitant ainsi d'inclure le temps du lavage abdominal, contamination et complications).

Une analyse de liquide péritonéal (cytologie et culture bactérienne) fut également réalisée chez tous les chevaux du groupe B avant chaque laparoscopie (J0 et J6 pour le contrôle).

Les biopsies furent soumises à un examen histopathologique afin de déterminer leur qualité diagnostique.

ARTICLE

LAPAROSCOPIC INTESTINAL EXPLORATION AND FULL-THICKNESS BIOPSIES IN THE STANDING HORSE

ABSTRACT

Objective: To assess standing right flank laparoscopy as an alternative approach to laparotomy for intestinal biopsies in horses.

Study Design: Prospective clinical study.

Animals: Eight adult horses.

Methods: Horses were fasted for 48h, restrained in stocks and sedated. Duodenal and cecal full-thickness biopsies were taken in a one step procedure (pilot study, group A, 4 horses) or in a two-step procedure (group B, 4 horses). Horses were monitored until a control laparoscopy was performed on day 6. In group B, abdominal lavage was performed at the end of the first surgery and abdominal fluid was analyzed before the second laparoscopy. In three horses from the pilot study, accessibility of different small intestinal segments was compared between right standing laparoscopy and ventral median celiotomy approaches.

Results: Standing right flank laparoscopy allowed good visualization of small intestinal segments and enabled visualization of the duodenum and a longer part of the ileum compared to a ventral midline laparotomy. In the pilot study, one horse developed septic peritonitis and all horses had intra-abdominal adhesions. In group B horses, there were no

clinical or laboratory abnormalities identified, no adhesions and no bacterial growth from peritoneal fluid samples. No horse showed signs of abdominal pain.

Conclusion: The two-stage intestinal biopsy technique performed during a standing right flank laparoscopy may be a safe alternative to laparotomy in normal horses.

Clinical relevance: Right flank laparoscopy allows biopsy of intestinal segments not visible through a ventral median approach. This technique should now be evaluated in a clinical setting.

INTRODUCTION

Ventral median celiotomy and flank laparotomy are currently the only described techniques for obtaining full-thickness intestinal biopsies in the horse (Jones 2004b; Trostle 2000). Laparoscopic exploration and subsequent exenteration of loops of small intestine for biopsy and extracorporeal suturing through a small flank incision is another practical approach. Unfortunately only the jejunum can be exteriorized through a flank incision in horses, therefore this technique is not applicable to lesions localized to either the duodenum or the ileum. Candidates for intestinal biopsies, however, are often individuals suspected of inflammatory bowel disease, enteritis, neoplasia, or grass sickness (Scholes *et al.* 1993; Schumacher *et al.* 2000). The catabolic state of most horses in need of intestinal biopsies may make them poor candidates for general anesthesia and healing following a ventral surgical incision, as they may be predisposed to incisional complications like infection, hernia, and evisceration. Sequential intestinal biopsies are also required for research purposes and a less invasive procedure would decrease costs and the risk of complications especially when these biopsies are taken a few weeks apart:

the ventral midline incision requires eight weeks to heal(Gibson *et al.* 1989) and re-laparotomy is a recognized risk factor for infection and hernia formation(Gibson *et al.* 1989).

In the last 15 years, laparoscopic or laparoscopic hand-assisted procedures have been applied to a growing number of abdominal surgical procedures both in human and equine medicine (Hendrickson 2000; Khaitan and Holzman 2002; Klohn 2002; Nagle *et al.* 2004). However, laparoscopic procedures remain highly technical surgeries, requiring specialized and expensive instrumentation as well as considerable training to decrease the risks associated with the procedure, especially intracorporeal suturing,(Khaitan and Holzman 2002; Nagle *et al.* 2004; Regan and Salky 2004; Rosin *et al.* 2004).

In a thorough description of the equine laparoscopic anatomy, Galuppo *et al.* described that a standing right flank approach enabled visualization of the cranial and caudal duodenal flexure, the descending and ascending duodenum and loops of jejunum, but generally not the ileum(Galuppo *et al.* 1995). However, segments of the small intestine that could be manipulated with commercial laparoscopic instruments, and therefore biopsied, have never been determined. The practicality and safety of taking full-thickness intestinal biopsies during a standing flank laparoscopy in the horse is unknown.

The aims of the present study were to confirm which segments of the small intestine could be accessed during a standing right flank laparoscopy, to compare the accessibility of these segments to that achieved via a ventral midline laparotomy, and to develop a minimally invasive technique for obtaining intestinal biopsies in the standing horse.

MATERIALS AND METHODS

The study protocol was approved by the Animal Care and Use Committee of the Université de Montréal. All horses were weighted at the beginning and at the end of the study, were kept on their regular diet, and housed in individual stalls.

Group A horses (Pilot study): Four horses between 3 and 20 years of age, 3 of them having been donated, were used in the pilot study to evaluate the segments of intestine accessible by commercial laparoscopic instrumentation and to evaluate the feasibility of standing laparoscopic duodenal and caecal biopsy and suturing. These horses were determined to be free of abdominal disease by hematological and biochemical analyses, rectal palpation and abdominal ultrasound. They were fasted for 36h before the surgical procedure and received ceftiofur (6.6 mg/kg intravenously [IV]), and flunixin meglumine (1.1 mg/kg IV) prior to surgery and then every 12 hours for 48 and 24 hours respectively. Horses were then switched to oral phenylbutazone (2.2 mg/kg every 12h for 2 days, then once a day for 3 days). Immediately prior to the laparoscopy, transrectal palpation and right transabdominal flank ultrasonography were performed in order to rule out intestinal malposition or distension, and to determine the limits of the pleural space. Horses were then restrained in stocks and sedated with either xylazine (0.08 mg/kg IV, repeated at a dosage of 0.04 mg/kg IV as necessary), detomidine (0.02 mg/kg IV) or romifidine (0.08 mg/kg) and butorphanol tartrate (0.02 mg/kg IV, 5 minutes before the skin incision, repeated as necessary), according to the anesthesiologist's preference. The surgical site was clipped, prepped and draped using aseptic technique. All portal sites were infiltrated with lidocaine (2%, 10 mL per site) prior to incision.

One scope portal and three instrument portals (Fig. 1) were used in the right flank: instrument portal #1 was positioned half-way between the tuber coxae and the last rib at the level of the crus of the internal abdominal oblique muscle, the laparoscope portal was positioned at the level of the 17th intercostal space, 20 cm distal to the transverse process of the lumbar vertebrae, and instrument portals #2 and #3 were positioned 25 to 30 cm ventral to portal #1, in the flank, and to the laparoscope portal, in the 16th intercostal space, respectively. A 1.5 cm skin incision was first made at the intended location of portal one, and a 150mm long disposable 10/12mm cannula with a dilating tip trocar (EndopathTM, 512 XD, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) was introduced into the abdominal cavity. Intraperitoneal placement was confirmed with a 10mm, 57 cm long, 0° laparoscope (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA), and the abdominal cavity was insufflated with CO₂ to a pressure of 10 to 15 mm Hg. The abdomen was then explored, and checked for any abdominal wall bleeding or organ puncture by the trocar. The laparoscope was momentarily kept in instrument portal #1 while the other two instrumental portals and the definitive scope portal were placed with 10 mm pyramid trocar and cannula assemblies (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) as described earlier. Lidocaine (2%, 30 mL per site) was sprayed over the serosa on the sites intended for biopsy: these included the caudal aspect of the duodenum at the junction between the descending and ascending duodenum, and an area on the cecum approximately 20 cm ventral to this site. An assistant held the laparoscope and the Kelly laparoscopic forceps (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA), which was introduced into instrument portal #1. The surgeon manipulated the intestines with another Kelly or atraumatic intestinal laparoscopic forceps (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) or the clip applier (Ethicon

Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH,) in portal #2 with the scissors (Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) or the needle-holder (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) in portal #3.

The proposed biopsy site was handled by the tip of Kelly laparoscopic forceps and a full-thickness piece, approximately 7 to 10 mm long and 7 mm wide, was taken with the laparoscopic scissors, retrieved with the Kelly forceps, and the intestine was sutured in a full-thickness simple continuous pattern with 2-0 polyglactin 910 (Vicryl™, Ethicon, Inc., Sommerville, NJ) using PDS clips (Lapra-Ty™, XC-200, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) as knot substitutes. The biopsy sites were then visually checked for leakage (Fig.5). The blood clots were removed and the serosal surfaces were rinsed with warm sterile saline. The skin incisions were sutured with 2-0 polypropylene (Prolene™, Ethicon, Inc., Sommerville, NJ) in an inverted cruciate pattern. Total surgery time was recorded as time from the first cutaneous incision to desufflation of the abdomen.

Horses were fed four hours after the end of the surgical procedure and received their complete ration the following day. Temperature, heart rate and respiratory rate were taken every 2 hours the day of surgery and a complete physical examination was performed twice daily for the remaining six days of the study. All horses had a complete blood cell count and second-look laparoscopy on day six. During this control laparoscopy, adhesions and signs of inflammation were recorded, and in three horses, the small intestine was tentatively run from the duodenum to the ileum. Segments of the small intestine accessible by standard laparoscopic instruments were identified by crushing the serosa with laparoscopic claw forceps (10 mm Claw forceps, Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA), which left visible lesions on the surface of the intestine. These

three horses were then euthanatized and a ventral median celiotomy performed to compare accessible segments to those showing lesions performed during the standing laparoscopy. A necropsy then allowed access to the whole small intestine to determine the portions that had not been damaged by the claw laparoscopic forceps, and evaluate the biopsy sites as well as the peritoneal cavity.

Group B horses: In order to upgrade results obtained in the pilot study, a 2-stage intestinal biopsy technique was developed in group B horses (n=4), aged between 14 and 23 years. Surgical site preparation was identical to that of the first group, but the biopsy technique was refined and abdominal lavage added. A sample of abdominal fluid was collected for cytological analysis before insufflation, and the biopsies were taken in a two-step fashion (Fig. 2). A horizontal elliptical biopsy was performed with laparoscopic scissors through the serosa and the musculosa, leaving the mucosal layer intact. This partial thickness incision was then partially closed using a Lembert suturing pattern with 3-0 lactomer 9-1 with a ski jump needle (Polysorb™, Syneture, Inc., Norwalk, CT) and the PDS knot substitute was fixed at the end (Lapra-Ty™, XC-200, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH). During that first step, care was taken to ensure that the mucosa and submucosa were everted throughout the non-sutured portion of the incision by periodically applying tension on the mucosa with the tip of the Kelly forceps. The mucosa-submucosa was then biopsied by cutting the tissues with the scissors (Fig.3), the last stitch of the continuous suture was made and the suture tightened. Tension was applied when closing the suture with application of the second Lapra-ty™ knot substitute (Fig.4).

Abdominal lavage was performed at the end of the procedure using 10 L of pre-warmed sterile saline. Saline was introduced through portal #1 and was retrieved with a teat cannula introduced into the ventral abdomen. A cytological examination and a bacterial culture of an abdominal fluid sample taken at day zero and day six were performed.

RESULTS

Accessibility to the large intestine during right flank laparoscopy was limited to the caecum (body and base) and the distal portion of the pelvic flexure. The transverse colon, right dorsal colon and a portion of the dorsal aspect of the stomach (depending on its degree of repletion) could also be visualized when abdominal insufflation was adequate. Manipulation and visualization of the duodenum during the right flank standing laparoscopy was superior to that of a ventral midline laparotomy. Standard laparoscopic instruments allowed for easy manipulation of the descending and ascending duodenum and running of most of the small intestine, to the level of the ileum. According to the extent of the serosal damage performed while crushing the small intestine, approximately 15 to 20 cm of the ascending and descending duodenum and 20 cm of the distal ileum could not be accessed. Manipulation of the intestine was painful only when traction was applied to the mesentery.

No incident, such as bowel or abdominal wall vessels puncture, occurred during trocar and cannula placement or during manipulation of the intestines. Babcock forceps (Karl Storz Endoscopy, Goleta, CA) were found to be unreliable when tension was applied to intestinal loops, and they were replaced by Kelly forceps and atraumatic intestinal forceps.

Surgical time decreased from 210 to 105 min. (mean 154 min – SD 34 min, 177 min - SD 26 min for group A and 131 min - SD 25 min for group B horses) as experience was gained at manipulating the intestinal segments and performing intracorporeal sutures. Intracorporeal suturing of the biopsies was difficult because of movement of the horse, spatial limitations related to the anatomy and manipulation of the instruments in a fixed position with two dimension depth cues, and difficulties in obtaining triangulation of the instruments. Separating the working instruments by using a 17th intercostal space for the scope and a 16th intercostal space for an instrument portal helped to decrease interference between the instruments, and the position of the portals was particularly comfortable for a right-handed surgeon. The length of suture material was progressively reduced to 20 cm. This helped to decrease the risks of inadvertent knot tying and the time spent to pull the suture through the intestinal wound. The ski jump needle was easier to manipulate compared to the half-curved needle, even when the latter was manually flattened. The shape of the ski jump needle allowed very precise tissue penetration and no rotation of the needle was needed to pull it through the intestinal wall, a movement which was difficult in this instrumental configuration. The laparoscopic knot substitutes (Lapra-Ty™, Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) were critical to maintaining tension on the suture line and were easily applied with experience. It is advised not to push the clips too hard against the tissues before closing them, as they would often fall from the applier. Once closed, they can be more securely pushed forward to the tissues, allowing for an increased tension to be applied on the suture line.

Limited contamination by intestinal contents (a few droplets to approximately 0.5 mL) was present in all horses of the pilot study. No gross contamination could be seen in

group B horses with the two-step biopsy technique, but one fell in the stocks before the duodenal biopsy site could be completely sutured. The laparoscopy was resumed when the horse got up, and ceftiofur was substituted for gentamicin (6.6 mg/kg IV once a day) and potassium penicillin (22000 UI/kg IV every 6 hours) for 4 days. This horse did not show any sign of septic peritonitis during the study.

Post-operatively, one horse in the pilot study developed septic peritonitis, which was diagnosed on the second day after the surgery. *B. fragilis* was cultured from the abdominal fluid sample taken when hyperthermia was observed, and the horse was treated according to sensitivity testing results until the end of the study. Necropsy revealed that the duodenal suture was not adequately sealed, because of a lack of tension in the suture. The other three horses maintained or increased their body weight and had no clinical or hematological abnormalities throughout the study period, except for a transient hyperthermia (up to 39.1°C) in the six hours following the surgery which subsided in all horses with the administration of the post-operative dose of flunixin meglumine.

During the second-look laparoscopy, all horses had evidence of discrete to mild serosal hyperemia. All horses in the pilot study had developed immature to mature adhesions between the duodenum and the cecum (n=3/4), the duodenum and portal site (n=1/4) or the cecum and portal site (n=1/4), and these adhesions were confirmed during the post mortem examination of the three horses subjected to euthanasia. Subjectively, a minor reduction in duodenal diameter (of not more than 25%) was identified during the post mortem examinations and a subcutaneous infection developed at portal site #1 in one horse (n=1/12) in the pilot study. In group B horses, no clinical or laboratory

abnormalities were identified, no adhesions were visualized on second look laparoscopy, and no bacterial growth (aerobic and anaerobic cultures) occurred in abdominal fluid samples collected on day six. However, cytology of abdominal fluid samples revealed an inflammatory response without degenerative changes in the neutrophils, or visible bacteria: increased total proteins (mean 3.1 g/dL, SD 0.8, range 2.5-4.0 g/dL), increased total nucleated cells (mean 75.8/ μ l, SD 55, range 35.9-138.6/ μ l) and increased percentage of neutrophils (mean 91%, SD 5.3, range 87-97%). With the exception of the one horse in the pilot study that developed septic peritonitis, no horse showed signs of abdominal pain and all maintained or increased their body weight throughout the study. Two-stage biopsies were submitted for histopathological evaluation and were determined to be of good diagnostic quality, of adequate size and exhibiting minimal crushing artifact.

DISCUSSION

Despite several warnings about the possibility of cecal puncture during insertion of the trocar and cannula assembly in the right flank prior to insufflation (Galuppo 2002; Sutter and Hardy 2004), we did not experience any such complication. The disposable trocar has a spring-loaded safety shield, which covers the sharp blade upon entry into the abdominal cavity. Placing this disposable trocar prior to insufflation is the standard for all standing laparoscopies performed at our institution and it has proven a safe technique over the years.

Most of the duodenum was accessible during a right flank laparoscopy, but because of instruments competition, the caudal flexure was easier to work on. Additionally, running the small intestine allowed examination of the entire length of the jejunum and the

majority of ileum. Previous reports have suggested that the ileum is difficult to visualize (Galuppo 2002), but careful oral to aboral manipulation of the small intestine allowed the surgeon to reach the ileum in all three horses which were subsequently euthanized. It would seem that any circumferential or relatively extensive serosal abnormality of the small intestine (infiltration, mass or adhesion) could be diagnosed during a right standing laparoscopy (if it is not circumscribed to its proximal or distal 20 cm) when fasting and pneumoperitoneum are optimal. Absence of tactile perception has been reported as a drawback of laparoscopic surgery (Sutter and Hardy 2004) but thickening of the bowel wall can be appreciated during manipulation with laparoscopic instruments, and in the most common pathologic entities (idiopathic eosinophilic enterocolitis and granulomatous enteritis) lesions are even grossly visible on the serosal surface (Schumacher *et al.* 2000), which all help in choosing the most relevant site for biopsy. Ease of access of the ileum would greatly facilitate diagnosis of diseases such as lymphosarcoma, grass sickness and other disorders, which show characteristic histological changes at this site.

Patient movement, reduction to a 2-dimension visual field, anatomical and spatial limitations, fixed trocar position, restricted handling and length of the instruments explain the difficulties encountered during intracorporeal biopsy and suturing, and accounts for the prolonged surgical time. However it compares favorably to the 150 +/- 30 min. needed for repair of a single 3 cm-long experimental rectal tear in the anesthetized horse (Brugmans and Deegen 2001). The 50% reduction in surgical time due to increased experience is consistent with the results of previous studies (Frede *et al.* 1999; Waninger *et al.* 1996). The optimal configuration for laparoscopic suturing has been determined by

other investigators(Frede *et al.* 1999). In a limited space, the camera should be shifted into a position contralateral to the object being sutured(Frede *et al.* 1999). This was attempted in the present study but as all four portals were needed, competition between the instruments was enhanced when the laparoscope was switched to portal #1, as the Kelly forceps was too close to the other instruments at the biopsy site. Furthermore, the advised isosceles triangle position of the instruments (Frede *et al.* 1999) could not be achieved due to the fixed position of the cecum and the duodenum. However, most of the other small intestinal segments could be more optimally positioned as advised: the isosceles triangle, an angle of 25 to 45° between the instruments and an angle of less than 55° between the instruments and the horizontal line (Frede *et al.* 1999). As described in the same study, shortening the suture material helped (Frede *et al.* 1999) but we had to keep as it long as 20 cm instead of the advised 10 cm in order to suture the entire biopsy. Under these suboptimal conditions, avoiding making a knot and being able to maintain tension on the suture line while applying a laparoscopic knot substitute was helpful. The Lapra-Ty™ (Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) has been shown to be as strong as the three-throw reef knot(Andrews and Lewis 1994) without increasing the risk of microabscess formation(Rino *et al.* 2002). When used as a knot substitute with a simple interrupted suture pattern in experimental anastomoses, polydioxanone clips have also given the best results (shortest operation time, fewer adhesions, favorable alignment of the intestinal layers), compared to running or single knot sutures(Waninger *et al.* 1996). Mounting a locking clip to one end of the thread before introducing it into the abdomen to start the suture also shortened surgical time, as only one knot had to be applied at the end of the suture.

Auto-suturing and stapling devices have been developed to facilitate suturing. Auto-suturing devices only have straight needles, which are too short for a thickened wall and make partial thickness suturing cumbersome as the angle of penetration of the tissue is extremely difficult to adjust. Their head is also in a fixed position, which makes them less versatile as tissue alignment with the laparoscopic portal is mandatory. Other surgeons have concluded that it was not suitable for accurate suturing (Brugmans and Deegen 2001). Furthermore, it resulted in a higher amount of intraluminal suture material (Brugmans and Deegen 2001), which could increase the risk of leakage of intestinal contents, and subsequent adhesions. On the other hand, the stapling device greatly reduces suturing time (Brugmans and Deegen 2001), but even the biggest staples currently available (4.8 mm) are too small for thick intestinal walls, where they do not hold the intestinal submucosa together, resulting in a lower bursting strength compared to a single-layer, continuous pattern applied with a laparoscopic needle holder (Brugmans and Deegen 2001). When the more secure linear stapler is used, larger tissue “bites” are needed because of the linearity of the device, which might increase the risk of bowel lumen reduction as evidenced in human surgery by higher early bowel obstruction rates and stomal stenosis rates (Podnos *et al.* 2003). The eversion of the intestinal wall might also increase the risks of post-operative adhesions, and their cost may be prohibitive in a clinical setting where multiple biopsies are required.

When compared to peritoneal fluid values determined after exploratory laparotomy with or without small colon resection and anastomosis, group B post-surgery peritoneal fluid had a higher number of cells (75.8/ μ L vs 45.6/ μ L), but lower total protein (3.1 g/dL vs 4.4) and comparable neutrophil percentages (91 vs 80%) (Hanson *et al.* 1992). Mild

chemical peritonitis has been documented 24h following exploratory laparoscopy (Latimer *et al.* 2003) but we expected these values to decrease after 7 days. To our knowledge, there has been no longitudinal study on peritoneal fluid changes after exploratory laparoscopy in the horse. A low-grade infection, even in the absence of organism growth cannot be completely ruled out. However the remaining horse in the pilot study has survived two years after the surgery, and horses in group B were kept for several weeks after the second look laparoscopy and none had abnormal clinical signs. Even fibrous adhesions did not cause any sign of colic in horses of the pilot study, which could be explained by the absence of significant lumen restriction, bowel distortion and the short follow-up in most (3/4) of these horses. Biopsies adjacent to laparoscopic portals and at a short distance from one another, and the serosal abrasions caused by manipulation of the intestine probably increased the risks of post-operative adhesions (Fig. 5). We therefore feel that jejunal and ileal biopsies should have a lower risk of adhesions formation, especially if the two-step biopsy technique and abdominal lavage are used. Furthermore, with this technique, no tags of fibrin could be seen on second-look laparoscopy and healing of the serosa was such that the biopsy sites were difficult to locate. It was even more noticeable on the cecum, where the knot substitute was often completely incorporated into the healing process and the inverted serosa, or had possibly migrated into the lumen as described in experimental anastomoses (Waninger *et al.* 1996). The Lapra-Ty™ was sometimes accompanied by a localized fibrin deposit at the duodenal biopsy sites.

Peritoneal lavage is one recommended treatment for septic peritonitis and has also been shown to decrease the incidence of post-operative intra-abdominal adhesions formation in

the face of surgical manipulation and contamination(Davis 2003; Hague *et al.* 1998). For this reason, it was performed in all horses in group B. This may explain the lack of adhesions in this group as compared to the horses in the pilot study. Carboxymethylcellulose could also have been added at the end of the lavage, as it is a widely accepted strategy for minimizing adhesion formation(Murphy *et al.* 2002). We would recommend its use in horses in which the inflammatory process extends to the serosal surface of the bowel.

The standing approach reduced complications associated with surgical wounds, post-operative care was minimal, and the surgical cost was approximately one third the cost of an elective ventral midline exploratory laparotomy. The low complication rate associated with laparoscopic wounds and the ease to treat such an infection(Nagle *et al.* 2004) (without any risk of herniation of evisceration) should allow immediate use of corticosteroid therapy, as is usually indicated in chronic inflammatory bowel diseases, which has to be postponed for several weeks after a ventral midline laparotomy.

Right flank laparoscopy in the standing horse allows access to intestinal segments not visible through a ventral median celiotomy. Use of polydioxanone knot substitutes, ski jump needles, a two-step biopsy technique and peritoneal lavage are recommended to prevent adhesions and peritonitis. The knot substitutes were useful for maintaining tension on the suture at the end of the incision and should allow surgeons with minimal experience in intra-corporeal suturing to perform advanced laparoscopic procedures that require great precision. This minimally invasive technique should be tested in a clinical setting to confirm its feasibility and its low morbidity, as other minor complications

occur. It could be a less expensive alternative to ventral midline celiotomy when intestinal biopsies are required. The procedure also avoids the risks of general anesthesia and the potential complications associated with a ventral abdominal incision, particularly in patients presented in a catabolic state. The post-operative comfort of the animal should also be improved as with most minimally invasive surgical techniques. We feel confident that this suturing technique will prove to be more versatile compared to auto-suturing or automatic stapling devices in the face of increased thickness of infiltrated small intestine. However, the need for laparoscopic instruments and basic training in intracorporeal suturing may limit its use to specialized institutions.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to express their gratitude towards Dr Judith Farley, assistant surgeon during the surgeries, Isabelle Laforce for her technical assistance during the project, and Dr Sheila Laverty for her constructive comments.

REFERENCES :

1. Schumacher J, Edwards JF, Cohen ND: Chronic idiopathic inflammatory bowel diseases of the horse. *J Vet Intern Med* 14:258-265, 2000
2. Scholes SF, Vaillant C, Peacock P, et al: Diagnosis of grass sickness by ileal biopsy. *Vet Rec* 133:7-10, 1993
3. Gibson KT, Curtis CR, Turner AS, et al: Incisional hernias in the horse. Incidence and predisposing factors. *Vet Surg* 18:360-366, 1989
4. Nagle A, Ujiki M, Denham W, et al: Laparoscopic adhesiolysis for small bowel obstruction. *Am J Surg* 187:464-470, 2004
5. Khaitan L, Holzman MD: Laparoscopic advances in general surgery. *Jama* 287:1502-1505, 2002
6. Podnos YD, Jimenez JC, Wilson SE, et al: Complications after laparoscopic gastric bypass: a review of 3464 cases. *Arch Surg* 138:957-961, 2003
7. Rosin D, Zmora O, Khaikin M, et al: Laparoscopic management of surgical complications after a recent laparotomy. *Surg Endosc* 18:994-996, 2004
8. Regan JP, Salky BA: Laparoscopic treatment of enteric fistulas. *Surg Endosc* 18:252-254, 2004
9. Arca MJ, Barnhart DC, Lelli JL, Jr., et al: Early experience with minimally invasive repair of congenital diaphragmatic hernias: results and lessons learned. *J Pediatr Surg* 38:1563-1568, 2003
10. Galuppo LD, Snyder JR, Pascoe JR: Laparoscopic anatomy of the equine abdomen. *Am J Vet Res* 56:518-531, 1995

11. Galuppo LD: Laparoscopic anatomy, in Fisher AT (ed): Equine diagnostic and surgical laparoscopy. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 2002, pp 7-28
12. Sutter WW, Hardy J: Laparoscopic repair of a small intestinal mesenteric rent in a broodmare. *Vet Surg* 33:92-95, 2004
13. Brugmans F, Deegen E: Laparoscopic surgical technique for repair of rectal and colonic tears in horses: an experimental study. *Vet Surg* 30:409-416, 2001
14. Waninger J, Salm R, Imdahl A, et al: Comparison of laparoscopic handsewn suture techniques for experimental small-bowel anastomoses. *Surg Laparosc Endosc* 6:282-289, 1996
15. Frede T, Stock C, Renner C, et al: Geometry of laparoscopic suturing and knotting techniques. *J Endourol* 13:191-198, 1999
16. Andrews SM, Lewis JL: Laparoscopic knot substitutes. An assessment of techniques of securing sutures through the laparoscope. *Endosc Surg Allied Technol* 2:62-65, 1994
17. Rino Y, Imada T, Ozawa Y, et al: An experimental assessment of suture techniques using Lapra-ty clips through the laparoscope and a case report: laparoscopic closure using Lapra-ty for a perforation of the sigmoid colon. *Hepatogastroenterology* 49:1281-1283, 2002
18. Hanson RR, Nixon AJ, Gronwall R, et al: Evaluation of peritoneal fluid following intestinal resection and anastomosis in horses. *Am J Vet Res* 53:216-221, 1992
19. Latimer FG, Eades SC, Pettifer G, et al: Cardiopulmonary, blood and peritoneal fluid alterations associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in standing horses. *Equine Vet J* 35:283-290, 2003

20. Davis JL: Treatment of peritonitis. *Vet Clin North Am Equine Pract* 19:765-778, 2003
21. Hague BA, Honnas CM, Berridge BR, et al: Evaluation of postoperative peritoneal lavage in standing horses for prevention of experimentally induced abdominal adhesions. *Vet Surg* 27:122-126, 1998
22. Murphy DJ, Peck LS, Detrisac CJ, et al: Use of a high-molecular-weight carboxymethylcellulose in a tissue protective solution for prevention of postoperative abdominal adhesions in ponies. *Am J Vet Res* 63:1448-1454, 2002

FIGURE LEGENDS

Figure 1. Portals used for the right flank laparoscopy. L = laparoscope portal, 1 = assistant's portal for intestinal manipulation (Kelly forceps), 2 = surgeon's portal for intestinal and suture manipulation (clip applicator, Kelly or atraumatic forceps), 3 = surgeon's portal for scissors and needle-holder.

Figure 2. Intra-operative view of the 2-step biopsy technique: the cecal serosa-musculosa are easily differentiated from the mucosa by superficial prehension with the Kelly forceps (instrument coming from the left), and are cut with laparoscopic scissors (coming from the lower side of the picture). The duodenum is visible at the top of the picture.

Figure 3. Second step of the cecal biopsy: the sero-musculosa has been cut (white arrows), the incision partially sutured, and the mucosa (black arrow), which was everted from the partial-thickness incision, is now biopsied before complete closure in a Lembert pattern.

Figure 4. Placement of the knot substitute on the cecal biopsy suture.

- A. The clip applicator, with the knot substitute in its jaws, is pushed down against the serosa of the cecum to apply tension to the suture filament.
- B. After closure of the clip applicator jaws, the Lapra-TyTM maintains tension on the suture. Note that the seromuscular layer is appropriately inverted. The duodenum is visible at the top left corner of the picture.

Figure 5. Completed duodenal (white arrow) and cecal (black arrow) biopsies. Notice the petechiae secondary to manipulation of the serosa (black arrow heads). The right ovary is visible on the left side of the picture.

Tableau Ia : Structures visibles lors d'une laparoscopie debout par le flanc d'après

(Galuppo 2002; Galuppo *et al.* 1995)

| HEMI-ABDOMEN GAUCHE | HEMI-ABDOMEN DROIT |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diaphragme Foie : surface viscérale dorsale du lobe latéral gauche, incisure oesophagienne, et impression gastrique Lobe caudé du foie Estomac : sac caudo-dorsal et grande courbure Rate Ligaments gastrosplénique, phrénicosplénique et néphrosplénique Portion gauche du tractus reproducteur Mésentère du colon descendant Rein gauche Vessie Anneau vaginal gauche Zone d'insertion du tendon prépubien Segments de colon ascendant et descendant, anses jéjunales | Aspect dorsal des lobes hépatiques droit, latéral gauche, et carré, processus caudé Région pylorique de l'estomac Ligament gastrosplénique Rate Ligament hépatoduodéal « Canal » hépatique commun Mésoduodénum, duodénum Foramen épiploïque, lobe droit du pancréas, veines porte et cave caudale Colon dorsal droit Base du caecum Rein droit Portion droite du tractus reproducteur Anneau vaginal droit Zone d'insertion du tendon prépubien Vessie Mésentère du colon descendant Anses de jéjunum et des colons ascendant et descendant Rectum |

Tableau Ib : Structures visibles lors d'une laparoscopie en décubitus dorsal d'après
(Galuppo 2002; Galuppo *et al.* 1996).

| TÊTE EN POSITION DECLIVE | ARRIÈRE-MAIN EN POSITION DECLIVE |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anneaux vaginaux Muscle droit de l'abdomen Muscle oblique interne de l'abdomen Insertion du tendon prépubien Vessie et ses structures de support ventrale et latérales Vaisseaux pudendo-épigastriques Colon ventral gauche et courbure pelvienne Corps du caecum Ligament caecocolique Anses de jéjunum et de colon descendant Mésorchium Canaux déférents droit et gauche Muscles crémastrs Utérus et ovaires | Portions tendineuse et costale du diaphragme Veines phréniques Ligaments rond et falciforme du foie Foie : portions ventrales des lobes latéral gauche, médial gauche carré et droit Rate Ligament gastrosplénique Estomac Colon ventral droit et gauche, courbure sternale Corps et apex du caecum Anses de jéjunum et de colon descendant |

Tableau II : Anomalies macroscopiques et microscopiques du petit et du gros intestin lors de maladie intestinale inflammatoire infiltrative chez le cheval d'après (Platt 1986; Roberts 2004).

| | Lymphosarcome digestif | Entérite granulomateuse | Infiltration éosinophilique | Entérocolite lympho plasmocytaire |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Petit intestin | | | | |
| Macroscopique | Épaississement paroi et muqueuse | Épaississement paroi et muqueuse, fissures, petites ulcérations disséminées | Épaississement diffus, surtout duodénum prox et iléon distal , nodules sur la séreuse , ulcération muqueuse | Oedème muqueuse et sous-muqueuse , replis volumineux |
| Microscopique | Atrophie villosités, infiltration par cellules lymphoïdes et plasmocytaires transmurale | Atrophie villosités abcès cryptes, inflammation granulomateuse diffuse, cellules lymphoïdes, épithélioïdes, géantes, lymphangiectasie | Infiltration lympho. éosino. surtout duodénum prox et iléon distal , jonction iléo-caecale, plus étendu que lésions macro. | Infiltration modérée à sévère par lymphocytes, et cellules plasmatiques, oedème, dilatation lymphatique |
| Gros intestin | | | | |
| Macroscopique | Épaississement inconstant | Épaississement généralement discret | Granulomes segmentaires ou multifocaux, épaississement transmural , ulcérations muqueuses extensives | Oedème, congestion, zones d'ulcération muqueuse |
| Microscopique | RAS, à infiltration cellulaire diffuse de la muqueuse | Discret, infiltration cellulaire muqueuse et sous-muqueuse , parfois sous-séreuse | Lésions segmentaires ou multifocales, sévères, fibrose, éosinophilie | Infiltration par lymphocytes et cellules plasmatiques moins sévère qu'au niveau du petit intestin |

Légende : en gras portions impliquées dans la pathologie, et donc d'intérêt majeur pour la biopsie.

FIGURE 1

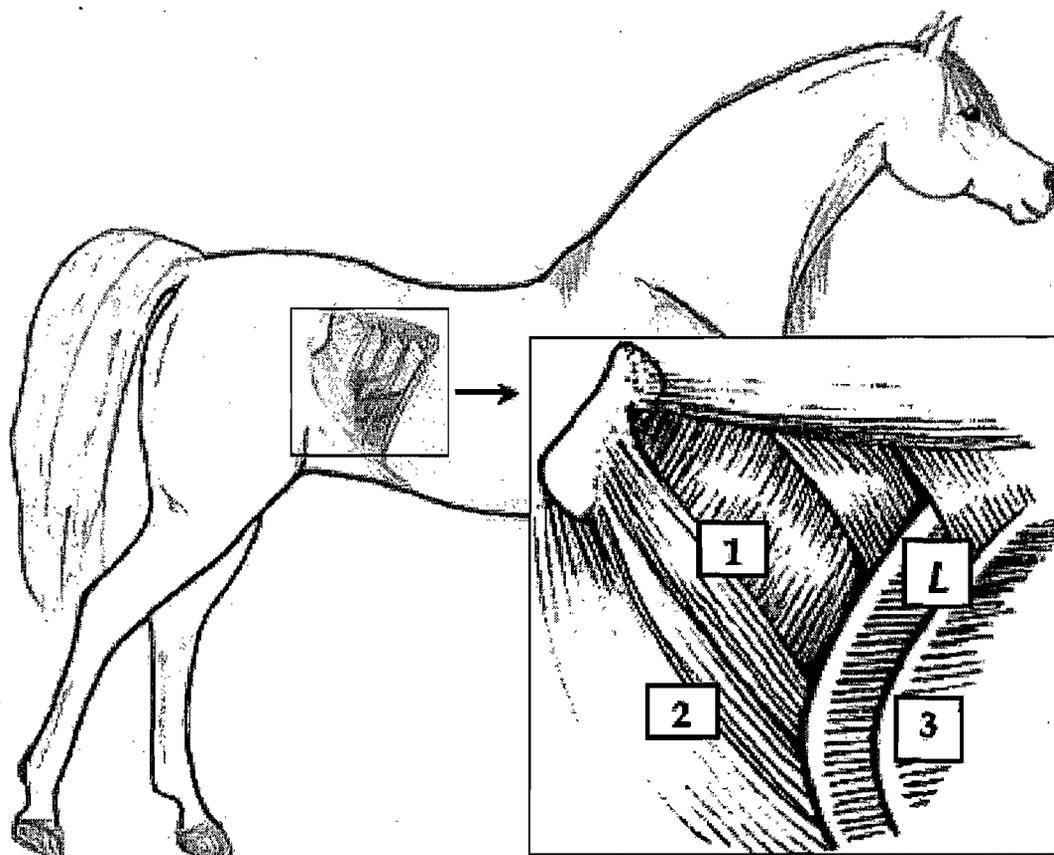


FIGURE 2

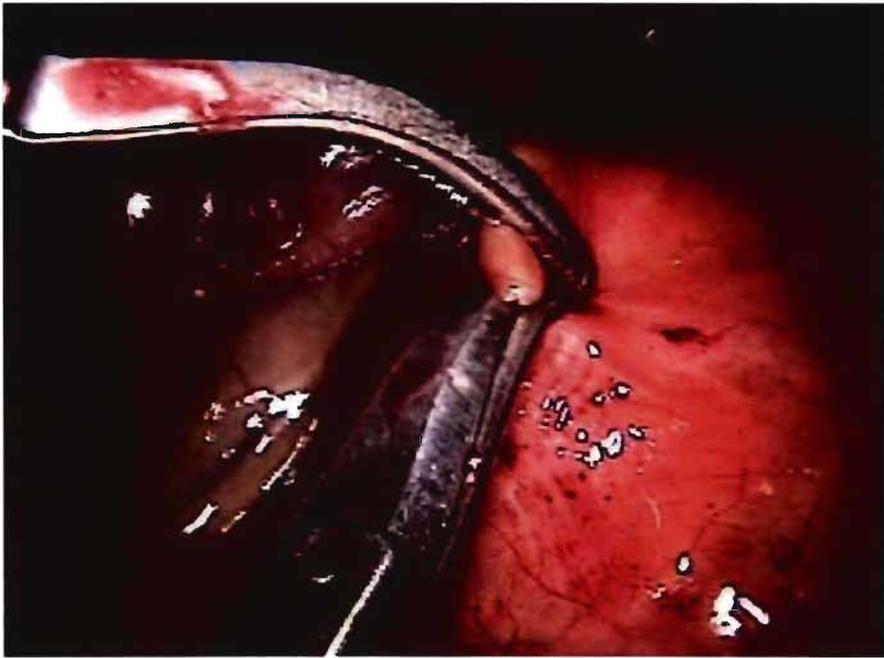


FIGURE 3

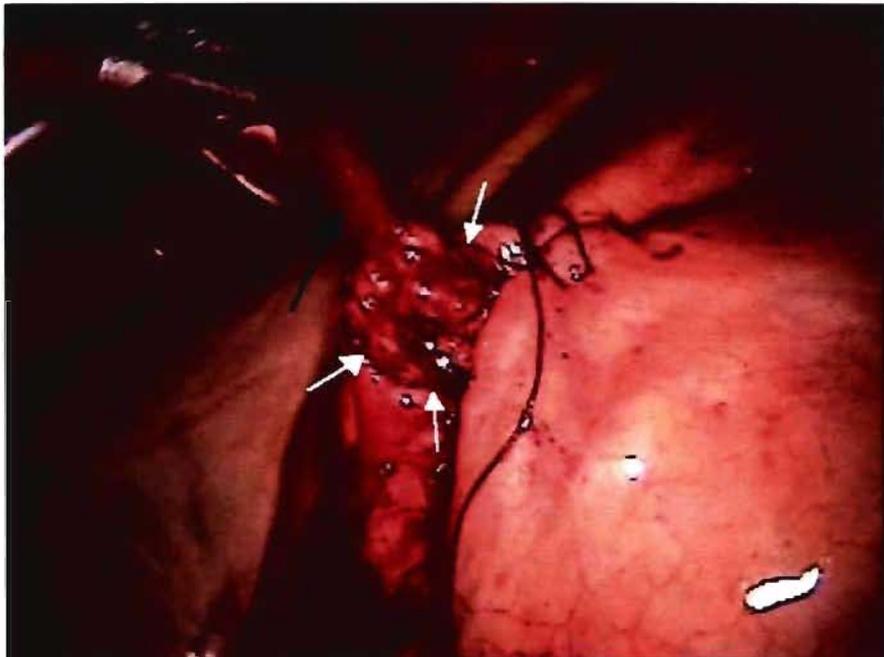


FIGURE 4.A



FIGURE 4.B

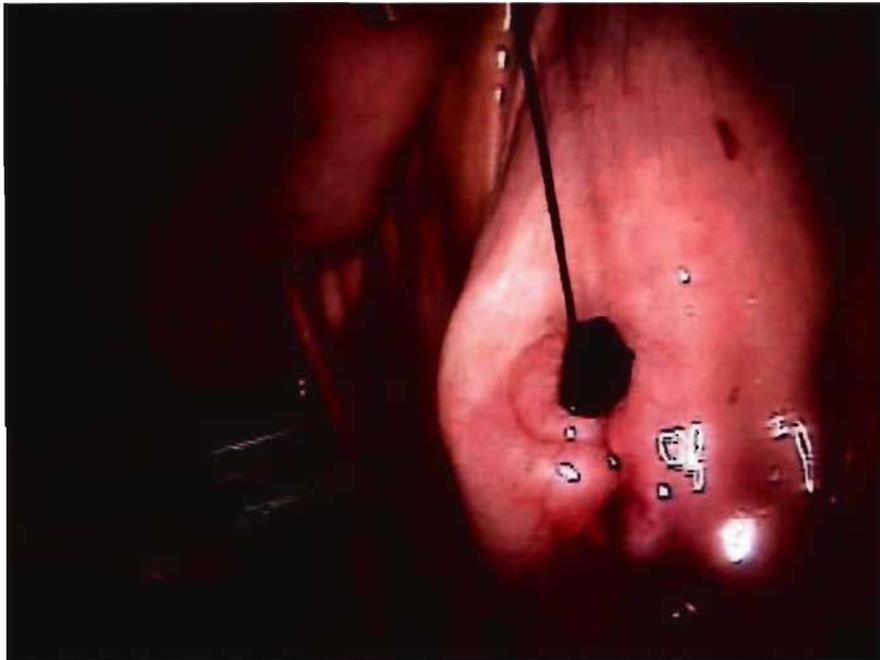
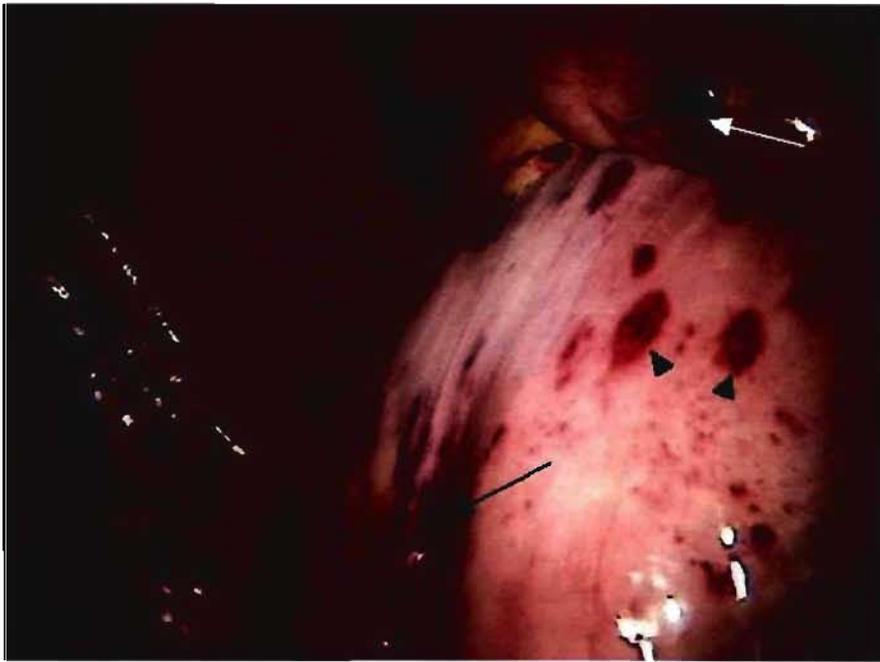


FIGURE 5



DISCUSSION GÉNÉRALE

Cette étude préliminaire a donc démontré qu'une laparoscopie dans le flanc droit chez le cheval debout permettait de manipuler l'intestin grêle du duodénum à l'iléon, et de biopser à l'intérieur de l'abdomen certaines portions sans complication, à condition de procéder en deux étapes pour limiter les contaminations.

Bien qu'il soit pratique courante de mettre en place le premier ensemble trocart-cannule dans le flanc gauche pour éviter toute ponction caecale avant l'insufflation, nous n'avons pas connu de telle complication (Galuppo 2002; Sutter and Hardy 2004). Le trocart utilisé possède un mécanisme de sécurité qui permet à la lame tranchante de se rétracter dans le manche lors de la perte de résistance occasionnée par le passage du péritoine et l'introduction dans l'abdomen. Ce matériel est utilisé pour toute laparoscopie (diagnostique ou interventionnelle) à la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Montréal et nous n'avons à ce jour jamais eu à déplorer la moindre ponction d'organe interne. Cette technique est confirmée par un rapport de 1223 cas (en chirurgie humaine) lors desquels l'approche directe avec un trocart à mécanisme de sécurité fut utilisée sans complication associée (Jacobson *et al.* 2002). L'utilisation d'un trocart optique (manche transparent qui permet la visualisation de la paroi lors de l'introduction du trocart) est proposée par certains afin de diminuer les risques de ponction d'organe (Desmaizieres *et al.* 2003). Son utilisation se révèle cependant coûteuse et ne garantit pas non plus l'absence de complications comme en témoignent plusieurs rapports décrivant des traumatismes d'aorte, de veine cave, de vaisseaux mésentériques, iliaques et épigastriques ainsi que des perforations hépatiques, intestinales et de vésicule biliaire (McKernan and Finley 2002; Sharp *et al.* 2002; Thomas *et al.* 2003).

La palpation transrectale et l'échographie de la région du flanc avant la mise en place des trocarts semblent suffisantes pour limiter les risques de perforation d'organe distendu, adhérent contre la paroi et/ou déplacé (colon, caecum), ainsi que l'introduction du trocart dans la cavité pleurale et le développement d'un pneumothorax unilatéral.

La plus grande portion du duodénum, excepté sa portion la plus proximale attenante au pylore, et la jonction duodénum-iléon visible, mais en position trop crâniale pour une manipulation aisée à partir du flanc, semble accessible lors d'une laparoscopie par le flanc droit en position debout, et il s'agit probablement de l'avantage le plus précieux de la technique, puisque cette zone n'est ni visible, ni extériorisable par aucune approche existante. De plus, la manipulation du petit intestin à l'aide d'instruments laparoscopiques de taille commerciale permet la visualisation de l'ensemble du jéjunum, et de la plus grande partie de l'iléum, excepté les 17 à 20 cm les plus aboraux. Les publications actuelles suggèrent que l'iléum est difficile à visualiser par laparoscopie (Galuppo 2002). En l'absence de manipulation, il est logique que le jéjunum occupe la majeure partie du champ visuel puisqu'il est 20 à 25 fois plus long que l'iléum, mais la manipulation du petit intestin depuis le duodénum jusqu'à sa portion aborale nous permet d'atteindre l'iléum chez tous les chevaux participant à l'étude, et chez les autres individus explorés par la suite à des fins didactiques. La facilité d'accès à l'iléum devrait permettre le diagnostic de lymphosarcomes, maladies de l'herbe ou autres affections présentant des anomalies histologiques caractéristiques dans cette portion. Il semble ainsi que toute anomalie visible macroscopiquement, qu'elle soit circonférentielle ou qu'elle occupe une portion relativement étendue de la surface séreuse du petit intestin (infiltration, masse ou

adhésion) puisse être visualisée lors d'exploration par laparoscopie dans le flanc droit en position debout, à moins qu'elle ne soit limitée aux 20 premiers ou derniers centimètres. En cas de lésion discrète, la palpation des anses intestinales permet de repérer les portions épaissies et donc anormales du tractus digestif. L'absence de perception tactile constitue une limite de la chirurgie laparoscopique (Sutter and Hardy 2004), mais l'épaississement de paroi peut toutefois être appréciée lors de sa manipulation par les instruments. Ceci devrait permettre la sélection des sites de biopsie les plus représentatifs, d'autant que les entités pathologiques les plus fréquentes (entéocolite éosinophilique idiopathique et entérite granulomateuse) sont visibles sur la surface séreuse (Schumacher *et al.* 2000). L'épaississement de la paroi intestinale pourrait rendre la manipulation des anses plus difficile en raison de leur rigidité, mais cette même rigidité pourrait par ailleurs faciliter biopsie et suture : les anses de petit intestin normales sont facilement pliées et difficiles à présenter « à plat » aux instruments de suture, alors qu'un intestin épaissi présente une surface lisse, et donc accessible, plus étendue.

Les mouvements du patient, la réduction du champ visuel de trois à deux dimensions, les limitations spatiales et anatomiques, la position fixe des trocarts, la manipulation et la longueur limitées des instruments expliquent les difficultés rencontrées lors de la réalisation des biopsies et de la suture intracorporelle, et le temps prolongé de chirurgie. Celui-ci se compare cependant favorablement avec 150 +/- 30 minutes nécessaires à la suture d'une lacération rectale expérimentale de 3 cm chez des chevaux anesthésiés (Brugmans and Deegen 2001). Toute chirurgie technique nécessite un temps d'apprentissage, et le chirurgien principal s'est préalablement entraîné à la suture dans un

modèle d'abdomen. La suture intracorporelle s'est avérée bien plus difficile en raison des mouvements du patient, de la position fixe des organes et de leur distension gazeuse relativement fréquente après plus d'une heure de chirurgie. La diminution de 50% du temps de chirurgie suite à l'augmentation de l'expérience du chirurgien est comparable aux résultats des études précédemment publiées (Frede *et al.* 1999; Waninger *et al.* 1996).

Certains chercheurs ont étudié la configuration instrumentale idéale pour la suture intracorporelle (Frede *et al.* 1999). Dans un espace limité, la caméra devrait être déportée dans une position contralatérale à l'objet suturé (Frede *et al.* 1999). Cette position fut testée dans l'étude présente, mais les trois portes instrumentales étant nécessaires, la compétition instrumentale était aggravée par la mise en place du laparoscope dans les portes instrumentales numéro 1 ou 2 (au lieu de la porte laparoscopique située en face des sites de biopsie), la pince Kelly tenue par l'assistant interférant alors de façon quasi permanente avec les instruments manipulés par le chirurgien. De plus la position des instruments en triangle isocèle conseillée par ces mêmes auteurs ne put être réalisée en raison de la position fixe du duodénum et du caecum (Frede *et al.* 1999). Il faut noter que les autres segments de petit intestin pourraient être positionnés de façon plus optimale : la position en triangle isocèle, l'angle de 25 à 45° entre les instruments, et le plan horizontal passant par l'objet suturé formant un angle inférieur à 55° avec les instruments (Frede *et al.* 1999). Ainsi que décrit dans la même étude, la diminution de la taille du fil de suture facilita grandement le processus, mais il fallut conserver 20 cm afin de pouvoir suturer l'ensemble du site de biopsie (Frede *et al.* 1999).

Le duodénum et le caecum furent choisis pour leur position fixe et donc leur facilité d'évaluation post-opératoire. Ils possèdent une position qui d'une part avantage le chirurgien par leur absence de mouvement, et d'autre part le désavantagent par l'impossibilité de ramener le site de biopsie au centre du flanc, et donc dans une position de travail idéale. La compétition instrumentale se révéla plus sévère au niveau du duodénum, et nettement moins lors de manipulation d'anses de jéjunum. La biopsie du jéjunum ne devrait donc pas présenter plus de difficultés, à condition que la pince de l'assistant soit soigneusement choisie pour sa fiabilité. Les pinces laparoscopiques atraumatiques spécifiquement dessinées pour la manipulation intestinale remplissent bien cette tâche.

Dans ces conditions sub-optimales, la possibilité de maintenir la tension sur la ligne de suture en appliquant un substitut de nœud sans avoir à réaliser un nœud fut précieuse. Le « Lapra-TyTM » est aussi résistant que le nœud à trois jets, sans augmenter le risque de formation de microabcès (Andrews and Lewis 1994; Rino *et al.* 2002). Lorsqu'utilisé comme substitut de nœud sur des sutures discontinues lors d'anastomose expérimentale, ces clips en polydioxanone, donc résorbables, ont donné les meilleurs résultats (temps de chirurgie inférieur, adhésions moins fréquentes, alignement satisfaisant des différentes couches intestinales) comparés à une suture continue ou interrompue avec des nœuds (Waninger *et al.* 1996). Le temps de chirurgie fut également amélioré par la mise en place d'un clip à l'extrémité du fil de suture préalablement à son introduction dans l'abdomen, seul le « nœud » final étant placé une fois la suture achevée.

Devant les difficultés de suture intracorporelle, plusieurs compagnies ont développé des instruments d'aide à la suture et des agrafeuses. Malheureusement, les caractéristiques de ces instruments ne sont pas adaptées aux exigences de la suture de segments intestinaux infiltrés par des cellules inflammatoires ou tumorales. Les instruments d'aide à la suture, comme l' « Endostitch », ont une aiguille trop courte (9 mm) pour une paroi intestinale épaissie, et droite, ce qui complique grandement la suture à épaisseur partielle en raison de la difficulté à maîtriser l'angle de pénétration de l'aiguille. De plus leur tête se trouve dans une position fixe, ce qui les rend moins versatiles puisque leur alignement avec les portes laparoscopiques devient essentiel. Certains chirurgiens en ont conclu que ces instruments n'étaient pas adaptés à la suture intestinale (Brugmans and Deegen 2001). De plus, leur utilisation aboutit à une plus grande quantité de matériel de suture en position intraluminaire, potentialisant les risques de fuite de liquide intestinal et la fréquence des adhérences (Brugmans and Deegen 2001).

De leur côté, les agrafeuses simplifient et accélèrent le processus de suture (Brugmans and Deegen 2001), mais même les plus grosses agrafes actuellement sur le marché (4.8 mm) se révèlent trop petites pour une paroi intestinale épaissie. Elles ne peuvent assurer l'apposition de la sous muqueuse, ce qui résulte en une plus faible pression d'explosion comparées à une suture continue simple épaisseur réalisée avec un porte-aiguille laparoscopique (Brugmans and Deegen 2001). Lorsque l'agrafeuse linéaire est utilisée, de plus grandes « bouchées » sont nécessaires en raison de la linéarité de l'instrument, ce qui peut augmenter le risque de réduction intraluminaire, comme l'illustre l'augmentation du

taux d'obstruction intestinale et de la fréquence des sténoses en chirurgie humaine (Podnos *et al.* 2003). L'éversion de la paroi intestinale pourrait également augmenter les risques d'adhérences intra-abdominales. Leur coût semble de plus prohibitif en pratique lorsque plusieurs biopsies sont requises pour le diagnostic d'une affection au pronostic très réservé.

Lors de la laparoscopie de contrôle, tous les chevaux présentèrent une hyperhémie de la séreuse, discrète à modérée. Les chevaux du groupe A présentaient tous des adhérences non restrictives mais signes d'une contamination par le liquide intestinal non négligeable. Le développement d'une péritonite septique chez l'un de ces quatre chevaux fut attribué à un défaut d'étanchéité de la suture duodénale, tel que vérifié lors de l'examen post-mortem. La contamination per-opératoire ne semblait ainsi pas sévère au point d'induire une péritonite septique, mais suffisante pour générer le développement d'adhérences, ce qui n'est pas acceptable, et motiva la modification de la technique dans le groupe B.

Le liquide péritonéal post-chirurgie des chevaux du groupe B comportait une augmentation notable du comptage cellulaire sans croissance bactérienne en condition aérobie ou anaérobie. Une péritonite chimique modérée intervient dans les 24 heures suite à une exploration laparoscopique (Latimer *et al.* 2003) mais nous attendions une résolution presque complète de cette inflammation après 7 jours. À notre connaissance, il n'existe aucune étude longitudinale déterminant la cinétique des comptages cellulaires du liquide péritonéal suite à une laparoscopie exploratrice ou interventionnelle. Une infection à bas bruit, même en l'absence de croissance bactérienne à la culture, ne peut être complètement écartée, cependant les chevaux du groupe B furent suivis pendant

plusieurs semaines suite à la laparoscopie de contrôle, et aucun de présenta des anomalies cliniques. L'absence d'adhérences chez ces chevaux peut être la conséquence d'un lavage abdominal, ou le reflet d'une contamination per-opératoire négligeable.

Malgré la présence d'adhésions matures, aucun des chevaux du groupe A ne montra de signes de coliques, ce qui peut être expliqué par l'absence de restriction de la lumière intestinale, de torsion des structures intestinales, ainsi que de la courte période de suivi pour trois de ces chevaux. La réalisation des biopsies en regard des portes laparoscopiques et à courte distance l'une de l'autre a probablement potentialisé le développement d'adhérences par la proximité des zones de biopsies et d'abrasion des séreuses suite aux manipulations. Nous pensons que les biopsies jéjunales et iléales devraient être associées à un plus faible risque d'adhérences post-opératoires, en particulier lorsque la technique en deux étapes est utilisée. Avec cette technique, aucune flammèche de fibrine ne fut visualisée lors de la laparoscopie de contrôle et la cicatrisation de la séreuse était telle que le site de biopsie fut difficile à localiser. Ceci était particulièrement prononcé au niveau du caecum où le substitut de nœud étaient souvent complètement incorporé dans la cicatrisation et l'inversion de la séreuse, possiblement migrant à travers la paroi vers la lumière intestinale comme il a été décrit lors d'anastomoses expérimentales (Waninger *et al.* 1996). Le « Lapra-TyTM » était parfois accompagné par un léger dépôt local de fibrine au site de biopsie duodénale.

Le lavage péritonéal est un des traitements recommandés lors de péritonite septique.

Il permet également de diminuer l'incidence des adhésions intra-abdominales post-opératoires lors de manipulation chirurgicale et de contamination (Davis 2003; Hague *et*

al. 1998). C'est la raison pour laquelle il fut utilisé chez les chevaux du groupe B, et il pourrait partiellement expliquer l'absence d'adhérence dans ce groupe comparé au groupe A. Cependant, l'effet d'un lavage unique sur la formation d'adhérence n'est probablement pas significatif. A la suite du lavage, une solution de carboxyméthylcellulose aurait pu être administrée, afin de limiter les adhérences (Murphy *et al.* 2002). Nous recommanderions son usage lors de maladie infiltrative inflammatoire s'étendant à la surface séreuse de l'intestin.

Cette étude fut réalisée sur des chevaux d'expérience ne présentant pas de lésions. Les individus présentant des infiltrations intestinales seront probablement dans un état catabolique favorisant les complications, notamment septiques, et la suture d'un intestin épaissi par une infiltration pourrait être plus difficile. Il convient maintenant de tester notre technique sur des patients afin de la valider cliniquement.

CONCLUSION

Bien que nous ne puissions directement comparer à une laparotomie ventrale ou par le flanc, la laparoscopie en position debout permet de minimiser les complications de plaie, ainsi que les risques liés à une anesthésie générale et un réveil. Les soins post-opératoires furent minimaux, le confort des animaux remarquable, et le coût de la chirurgie atteint approximativement le tiers de celui d'une laparotomie ventrale élective. Contrairement à la laparotomie ventrale, le faible taux de complication des plaies de laparoscopie et la facilité de traitement de celles-ci (Nagle *et al.* 2004), associés à l'absence de risque d'éventration permettraient l'instauration immédiate de la corticothérapie, généralement indiquée lors de maladie infiltrative inflammatoire.

Il nous reste maintenant à vérifier la supériorité de la technique sur la laparotomie ventrale chez des patients.

Il faut toutefois noter les difficultés techniques associées à la suture intra-corporelle. Même avec une expérience extensive en arthroscopie, l'entraînement dans un modèle d'abdomen nous semble essentiel en raison de la précision requise par la suture et les risques encourus lors de l'ouverture de l'intestin, nécessitant une fermeture rapide et sûre. L'amélioration des performances du chirurgien est cependant remarquable. Si les agrafeuses automatiques sont préférables en l'absence d'épaississement de l'intestin à prélever (situation particulièrement rare), un laparoscopiste expérimenté devrait rapidement maîtriser la technique et réaliser avec un minimum de risque cette intervention.

BIBLIOGRAPHIE

- Andrews, S.M. and Lewis, J.L. (1994) Laparoscopic knot substitutes. An assessment of techniques of securing sutures through the laparoscope. *Endosc Surg Allied Technol* **2**, 62-65.
- Arca, M.J., Barnhart, D.C., Lelli, J.L., Jr., Greenfeld, J., Harmon, C.M., Hirschl, R.B. and Teitelbaum, D.H. (2003) Early experience with minimally invasive repair of congenital diaphragmatic hernias: results and lessons learned. *J Pediatr Surg* **38**, 1563-1568.
- Barton, M.H. (2004) Disorders of the liver. In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, D.C., Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 951-994.
- Bleyaert, H.F., Brown, M.P., Bonenclark, G. and Bailey, J.E. (1997) Laparoscopic adhesiolysis in a horse. *Vet Surg* **26**, 492-496.
- Boure, L., Marcoux, M. and Laverty, S. (1997) Laparoscopic abdominal anatomy of foals positioned in dorsal recumbency. *Vet Surg* **26**, 1-6.
- Bouré, L., Marcoux, M., Lavoie, J.P. and Laverty, S. (1998) Use of laparoscopic equipment to divide abdominal adhesions in a filly. *J Am Vet Med Assoc* **212**, 845-847.
- Boure, L.P., Pearce, S.G., Kerr, C.L., Lansdowne, J.L., Martin, C.A., Hathway, A.L. and Caswell, J.L. (2002) Evaluation of laparoscopic adhesiolysis for the treatment of experimentally induced adhesions in pony foals. *Am J Vet Res* **63**, 289-294.
- Brugmans, F. and Deegen, E. (2001) Laparoscopic surgical technique for repair of rectal and colonic tears in horses: an experimental study. *Vet Surg* **30**, 409-416.
- Burns, G.A., Karcher, L.F. and Cummings, J.F. (1990) Equine myenteric ganglionitis: a case of chronic intestinal pseudo-obstruction. *Cornell Vet* **80**, 53-63.
- CCLINParis-Nord (1999) Surveillance des Infections du site opératoire dans les services de chirurgie, réseau INCISO. In: *Rapport de résultats*, Ed: C.d.C.d.l.L.c.l.I.N.d.l.I. Paris-Nord, Institut Biomédical des Cordeliers, Paris.
- CCLINParis-Nord (2000) Endoscopie chirurgicale. In: *Guide de bonnes pratiques*, Ed: C.d.C.d.l.L.c.l.I.N.d.l.I. Paris-Nord, Institut Biomédical des Cordeliers, Paris.

- Chamness, C.J. (2000) Nondisposable instrumentation for equine laparoscopy. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fisher, W.B. Saunders Company, Philadelphia. pp 37-49.
- Davis, J.L. (2003) Treatment of peritonitis. *Vet Clin North Am Equine Pract* **19**, 765-778.
- Desmaizieres, L.M., Martinot, S., Lepage, O.M., Bareiss, E. and Cadore, J.L. (2003) Complications associated with cannula insertion techniques used for laparoscopy in standing horses. *Vet Surg* **32**, 501-506.
- Doxey, D.L., Milne, E.M. and Harter, A. (1995a) Recovery of horses from dysautonomia (grass sickness). *Vet Rec* **137**, 585-588.
- Doxey, D.L., Milne, E.M., Woodman, M.P., Gilmour, J.S. and Chisholm, H.K. (1995b) Small intestine and small colon neuropathy in equine dysautonomia (grass sickness). *Vet Res Commun* **19**, 529-543.
- Fischer, A.T. (2002) Basic laparoscopic techniques and training. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fischer, W.B. Saunders Company, Philadelphia. pp 29-35.
- Frede, T., Stock, C., Renner, C., Budair, Z., Abdel-Salam, Y. and Rassweiler, J. (1999) Geometry of laparoscopic suturing and knotting techniques. *J Endourol* **13**, 191-198.
- Freeman, L., Gallagher, L.A. (2000) Disposable endoscopic instruments. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fischer, W.B. Saunders Company, Philadelphia. pp 51-78.
- Galuppo, L.D. (2002) Laparoscopic anatomy. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fisher, W.B. Saunders Company, Philadelphia. pp 7-28.
- Galuppo, L.D., Snyder, J.R. and Pascoe, J.R. (1995) Laparoscopic anatomy of the equine abdomen. *Am J Vet Res* **56**, 518-531.
- Galuppo, L.D., Snyder, J.R., Pascoe, J.R., Stover, S.M. and Morgan, R. (1996) Laparoscopic anatomy of the abdomen in dorsally recumbent horses. *Am J Vet Res* **57**, 923-931.
- Gibson, K.T., Curtis, C.R., Turner, A.S., McIlwraith, C.W., Aanes, W.A. and Stashak, T.S. (1989) Incisional hernias in the horse. Incidence and predisposing factors. *Vet Surg* **18**, 360-366.
- Hague, B.A., Honnas, C.M., Berridge, B.R. and Easter, J.L. (1998) Evaluation of postoperative peritoneal lavage in standing horses for prevention of experimentally induced abdominal adhesions. *Vet Surg* **27**, 122-126.

- Hanson, R.R., Nixon, A.J., Gronwall, R., Meyer, D. and Pendergast, J. (1992) Evaluation of peritoneal fluid following intestinal resection and anastomosis in horses. *Am J Vet Res* **53**, 216-221.
- Haven, M.L., Rottman, J.B. and Bowman, K.F. (1991) Leiomyoma of the small colon in a horse. *Vet Surg* **20**, 320-322.
- Hendrickson, D.A. (2000) History and instrumentation of laparoscopic surgery. *Vet Clin North Am Equine Pract* **16**, 233-250, v.
- Hillyer, M.H. and Mair, T.S. (1997) Recurrent colic in the mature horse: a retrospective review of 58 cases. *Equine Vet J* **29**, 421-424.
- Jacobson, M.T., Osias, J., Bizhang, R., Tsang, M., Lata, S., Helmy, M., Nezhat, C. and Nezhat, C. (2002) The direct trocar technique: an alternative approach to abdominal entry for laparoscopy. *Jsls* **6**, 169-174.
- Jean, D., Lavoie, J.P., Lapointe, J.M. (2002) Duodenal mucosal biopsy by endoscopy in horses with malabsorption syndrome. In: *41st BEVA Congress*, Ed: B.E.V. Association, Glasgow. pp 213-214.
- Jones, S.L., Blikslager, A.T. (2004a) Examination for disorders of the gastrointestinal system. In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, D.C., Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 769-780.
- Jones, S.L., Blikslager, A.T. (2004b) Examination for the disorders of the gastrointestinal system. In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 769-780.
- Kasper, C. and Doran, R. (1993) Duodenal leiomyoma associated with colic in a two-year-old horse. *J Am Vet Med Assoc* **202**, 769-770.
- Khaitan, L. and Holzman, M.D. (2002) Laparoscopic advances in general surgery. *Jama* **287**, 1502-1505.
- Klohnen, A. (2002) History of laparoscopy in animals and humans. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fischer, W.B. Saunders Company, Philadelphia. pp 3-6.
- Krishnamurthy, S., Heng, Y. and Schuffler, M.D. (1993) Chronic intestinal pseudo-obstruction in infants and children caused by diverse abnormalities of the myenteric plexus. *Gastroenterology* **104**, 1398-1408.

- Lansdowne, J.L., Boure, L.P., Pearce, S.G., Kerr, C.L. and Caswell, J.L. (2004) Comparison of two laparoscopic treatments for experimentally induced abdominal adhesions in pony foals. *Am J Vet Res* **65**, 681-686.
- Latimer, F.G., Eades, S.C., Pettifer, G., Tetens, J., Hosgood, G. and Moore, R.M. (2003) Cardiopulmonary, blood and peritoneal fluid alterations associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in standing horses. *Equine Vet J* **35**, 283-290.
- Lindberg, R., Nygren, A. and Persson, S.G. (1996) Rectal biopsy diagnosis in horses with clinical signs of intestinal disorders: a retrospective study of 116 cases. *Equine Vet J* **28**, 275-284.
- Lunemann, H.J., Fischer, A.T. (2000) Endoscopic photographic and videographic documentation. In: *Equine diagnostic and surgical laparoscopy*, Ed: A.T. Fischer, W.B. Saunders, Philadelphia. pp 103-106.
- MacAllister, C.G., Mosier, D., Qualls, C.W., Jr. and Cowell, R.L. (1990) Lymphocytic-plasmacytic enteritis in two horses. *J Am Vet Med Assoc* **196**, 1995-1998.
- Mair, T.S., Davies, E.V. and Lucke, V.M. (1992) Small colon intussusception associated with an intraluminal leiomyoma in a pony. *Vet Rec* **130**, 403-404.
- Mair, T.S. and Hillyer, M.H. (1997) Chronic colic in the mature horse: a retrospective review of 106 cases. *Equine Vet J* **29**, 415-420.
- Mair, T.S. and Smith, L.J. (2005a) Survival and complication rates in 300 horses undergoing surgical treatment of colic. Part 2: Short-term complications. *Equine Vet J* **37**, 303-309.
- Mair, T.S. and Smith, L.J. (2005b) Survival and complication rates in 300 horses undergoing surgical treatment of colic. Part 3: Long-term complications and survival. *Equine Vet J* **37**, 310-314.
- Marien, T., Adriaenssen, A., Hoeck, F.V. and Segers, L. (2001) Laparoscopic closure of the reno-splenic space in standing horses. *Vet Surg* **30**, 559-563.
- McKernan, J.B. and Finley, C.R. (2002) Experience with optical trocar in performing laparoscopic procedures. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* **12**, 96-99.
- Murphy, D.J., Peck, L.S., Detrisac, C.J., Widenhouse, C.W. and Goldberg, E.P. (2002) Use of a high-molecular-weight carboxymethylcellulose in a tissue protective solution for prevention of postoperative abdominal adhesions in ponies. *Am J Vet Res* **63**, 1448-1454.

- Nagle, A., Ujiki, M., Denham, W. and Murayama, K. (2004) Laparoscopic adhesiolysis for small bowel obstruction. *Am J Surg* **187**, 464-470.
- Nout, Y.S. (2004) Equine grass sickness (equine dysautonomia). In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, D.C., Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 652-655.
- Owen, R.R. and Kelly, D.F. (2003) Complete clinical recovery of a pony with histologically confirmed chronic grass sickness. *Vet Rec* **153**, 597-598.
- Patterson-Kane, J.C., Sanchez, L.C., MacKay, R.J., Sundberg, J.P. and Homer, B.L. (2000) Small intestinal adenomatous polyposis resulting in protein-losing enteropathy in a horse. *Vet Pathol* **37**, 82-85.
- Phillips, T.J. and Walmsley, J.P. (1993) Retrospective analysis of the results of 151 exploratory laparotomies in horses with gastrointestinal disease. *Equine Vet J* **25**, 427-431.
- Platt, H. (1986) Chronic inflammatory and lymphoproliferative lesions of the equine small intestine. *J Comp Pathol* **96**, 671-684.
- Podnos, Y.D., Jimenez, J.C., Wilson, S.E., Stevens, C.M. and Nguyen, N.T. (2003) Complications after laparoscopic gastric bypass: a review of 3464 cases. *Arch Surg* **138**, 957-961.
- Regan, J.P. and Salky, B.A. (2004) Laparoscopic treatment of enteric fistulas. *Surg Endosc* **18**, 252-254.
- Rino, Y., Imada, T., Ozawa, Y., Iwasaki, H., Tokunaga, M., Morinaga, S., Onodera, S., Hatori, S., Kato, N. and Takanashi, Y. (2002) An experimental assessment of suture techniques using Lapra-ty clips through the laparoscope and a case report: laparoscopic closure using Lapra-ty for a perforation of the sigmoid colon. *Hepatogastroenterology* **49**, 1281-1283.
- Roberts, M.C. (2004) Proliferative and inflammatory intestinal diseases associated with malabsorption and maldigestion. In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, D.C., Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 878-884.
- Rosin, D., Zmora, O., Khaikin, M., Bar Zakai, B., Ayalon, A. and Shabtai, M. (2004) Laparoscopic management of surgical complications after a recent laparotomy. *Surg Endosc* **18**, 994-996.
- Scholes, S.F., Vaillant, C., Peacock, P., Edwards, G.B. and Kelly, D.F. (1993) Diagnosis of grass sickness by ileal biopsy. *Vet Rec* **133**, 7-10.

- Schuffler, M.D. and Jonak, Z. (1982) Chronic idiopathic intestinal pseudo-obstruction caused by a degenerative disorder of the myenteric plexus: the use of Smith's method to define the neuropathology. *Gastroenterology* **82**, 476-486.
- Schumacher, J., Edwards, J.F. and Cohen, N.D. (2000) Chronic idiopathic inflammatory bowel diseases of the horse. *J Vet Intern Med* **14**, 258-265.
- Schusser, G.E. and White, N.A. (1997) Morphologic and quantitative evaluation of the myenteric plexuses and neurons in the large colon of horses. *J Am Vet Med Assoc* **210**, 928-934.
- Sharp, H.T., Dodson, M.K., Draper, M.L., Watts, D.A., Doucette, R.C. and Hurd, W.W. (2002) Complications associated with optical-access laparoscopic trocars. *Obstet Gynecol* **99**, 553-555.
- Soper, N.J., Brunt, L.M., Fleshman, J., Jr., Dunnegan, D.L. and Clayman, R.V. (1993) Laparoscopic small bowel resection and anastomosis. *Surg Laparosc Endosc* **3**, 6-12.
- Southwood, L.L., Kawcak, C.E., Trotter, G.W., Stashak, T.S. and Frisbie, D.D. (2000) Idiopathic focal eosinophilic enteritis associated with small intestinal obstruction in 6 horses. *Vet Surg* **29**, 415-419.
- Sutter, W.W. and Hardy, J. (2004) Laparoscopic repair of a small intestinal mesenteric rent in a broodmare. *Vet Surg* **33**, 92-95.
- Thomas, M.A., Rha, K.H., Ong, A.M., Pinto, P.A., Montgomery, R.A., Kavoussi, L.R. and Jarrett, T.W. (2003) Optical access trocar injuries in urological laparoscopic surgery. *J Urol* **170**, 61-63.
- Trostle, S. (2000) Gastrointestinal endoscopic surgery. *Vet Clin North Am Equine Pract* **16**, 329-341.
- Trostle, S.S., White, N.A., Donaldson, L., Freeman, L.J. and Hendrickson, D.A. (1998) Laparoscopic colopexy in horses. *Vet Surg* **27**, 56-63.
- Walmsley, J.P. (1999) Review of equine laparoscopy and an analysis of 158 laparoscopies in the horse. *Equine Vet J* **31**, 456-464.
- Waninger, J., Salm, R., Imdahl, A., Haberstroh, J., Schoop, C., Voshege, M. and Farthmann, E.H. (1996) Comparison of laparoscopic handsewn suture techniques for experimental small-bowel anastomoses. *Surg Laparosc Endosc* **6**, 282-289.
- Zimmel, D.N. (2004) Neoplasia of the alimentary tract. In: *Equine internal medicine*, Ed: S.M. Reed, Bayly, W.M., Sellon, D.C., Saunders (Elsevier), St-Louis. pp 937-941.