

ANATOMIE LAPAROSCOPIQUE VIRTUELLE DE LA JONCTION CËSO-GASTRIQUE

G.B. Cadière ¹, G. Fourtanier ¹, J. Himpens ¹, M. Rooze ³

Bruxelles, Toulouse

Pour éviter la morbidité liée à la dissection de la jonction œso-gastrique par laparoscopie il faut, en premier lieu, sectionner largement les feuillets péritonéaux qui fixent la jonction œso-gastrique de manière à la mobiliser facilement afin d'exposer les structures de l'hiatus. Cette approche nécessite une connaissance approfondie de l'anatomie de ces feuillets péritonéaux. La compréhension anatomique de la disposition de ces feuillets nécessite une vue de face, une vue en coupe sagittale, une vue en coupe transversale et une vue selon l'angle de vision propre au laparoscope. Il est très difficile de représenter les transitions entre ces différentes vues dans des dessins en deux dimensions. La description précise de cette anatomie, en utilisant un nouveau support susceptible d'en faciliter la compréhension, devrait permettre d'améliorer la systématisation de la technique. Le but de ce travail est de modéliser en réalité virtuelle les organes et les feuillets péritonéaux sus-mésocoliques.

MOTS CLÉS : Anatomie laparoscopique, Réalité virtuelle, Jonction œso-gastrique.

□ RAPPEL ANATOMIQUE DE LA JONCTION CËSO-GASTRIQUE

RAPPORTS PÉRITONÉAUX DE LA JONCTION CËSO-GASTRIQUE

• *Rapports péritonéaux antérieurs*

Il n'y a pas de connexion par du tissu cellulo-fibreux entre la face antérieure de l'œsophage abdominal et son revêtement péritonéal (ligament phréno-œsophagien). La face antérieure peut donc glisser aisément sous le feuillet péritonéal. Ce feuillet rapproche la partie antéro-supérieure des deux piliers du diaphragme. En effet sa section, nécessaire pour mobiliser l'œsophage vers le bas, entraîne un écartement notable de la partie antérieure des piliers.

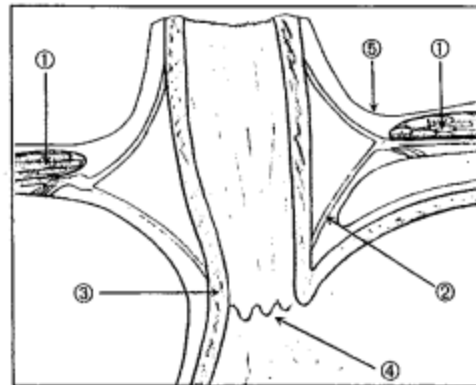


Fig. N° 1
1 = Muscle du diaphragme,
2 = Membrane de Laimer-Bertelli,
3 = Cardia, 4 = Pseudo-valvule de Gubaroff, 5 = Plèvre

Lorsque le feuillet est incisé, apparaît en haut de la face antérieure de l'œsophage abdominal la membrane phréno-œsophagienne de Laimer-Bertelli. Cette membrane forme 2 cônes opposés par leurs bases; leurs bases s'attachent à l'anneau diaphragmatique et leurs sommets sur l'œsophage respectivement sus- et sous-diaphragmatique. Un espace cellulaire péri-œsophagien se trouve ainsi constitué; il permet à l'œsophage diaphragmatique de rester indépendant du muscle diaphragmatique et constitue un espace de glissement pour l'œsophage lors des mouvements de respiration et de déglutition.

• **Rapports péritonéaux postérieurs**

La faux de la coronaire est constituée par la portion initiale des vaisseaux coronaires stomachiques englobés dans du tissu adipeux et cellulo-fibreux, soulevant le feuillet péritonéal. Elle joue un rôle important dans la fixité du cardia. Sa section lors de la gastroplastie pour œsophagectomie libère complètement la partie supérieure de l'estomac du plan postérieur. Le tissu cellulo-fibreux se prolonge vers le haut, devient de plus en plus fibreux et constitue le méso-œsophage qui relie la face postérieure et latérale de l'œsophage d'une part, le plan pré-aortique et les piliers d'autre part.



Fig. N° 2 *Mise en tension du méso-œsophage : tissu cellulo-fibreux unissant la moitié postérieure de l'œsophage au plan postérieur préaortique et aux piliers*

L'observation peropératoire sur le sujet vivant, du tissu cellulo-fibreux du méso-œsophage est impossible car l'accès par laparotomie est difficile et l'exposition de l'œsophage abdominal nécessite la destruction du tissu retro-œsophagien. L'observation sur le cadavre est rendue elle aussi difficile par la texture même du tissu cellulo-fibreux qui se modifie considérablement sous l'action de la congélation et/ou de la fixation.

La dissection du petit épiploon et de son feuillet postérieur le long du pilier droit permet, grâce à l'angle laparoscopique, d'étudier ce tissu cellulo-fibreux chez le

sujet vivant sans le détruire. Ce tissu occupe toute la hauteur (environ 4 cm) et toute la largeur de la face postérieure de l'œsophage abdominal. Son rôle sur la fixation du cardia est peut-être important et sa dissection pourrait entraîner une ascension intrathoracique. Toutefois il n'existe, à notre connaissance, aucune étude mécanique démontrant formellement ce rôle.

• **Rapports péritonéaux latéraux droits**

A leur extrémité supérieure, entre le foie et l'œsophage, les deux feuillets du petit épiploon se réfléchissent sur une courte distance sur le péritoine pariétal diaphragmatique et concourent à soutenir le haut de la petite courbure. La réflexion du feuillet postérieur fixe, par l'intermédiaire du tissu cellulo-fibreux, la face droite de l'œsophage au pilier droit.

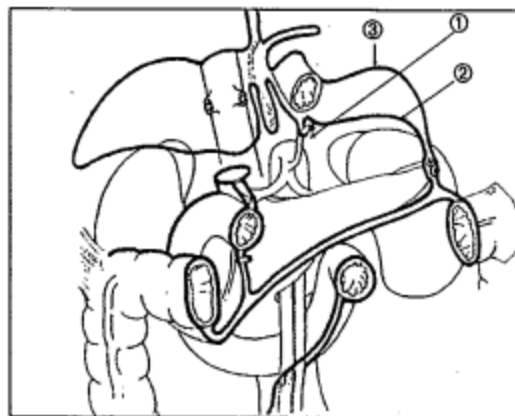


Fig. N° 3
1 = Faux de la coronaire,
2 = feuillet postérieur du ligament phréno-gastrique.
3 = feuillet antérieur du ligament phréno-gastrique

• **Rapports péritonéaux latéraux gauches**

Le feuillet péritonéal antérieur du petit épiploon qui devient le feuillet phréno-œsophagien puis le feuillet antérieur du ligament phréno-gastrique fixe la face latérale gauche de l'œsophage. La tubérosité est fixée au diaphragme par l'accolement de la séreuse tubérositaire au mésogastre postérieur et de celui-ci au péritoine pariétal, dans le prolongement supérieur du fascia de Treitz. Les limites de cet accolement correspondent anatomiquement à la réflexion sur le péritoine diaphragmatique des deux "feuillets" du ligament phréno-gastrique.

Implication : la destruction du tissu cellulo-fibreux qui constitue le méso-œsophage postérieur, la dissection des deux feuillets péritonéaux du petit épiploon, du ligament phréno-œsophagien et du ligament phréno-gastrique entraînent la mobilité totale du cardia limitée uniquement par la faux de la coronaire.

□ MÉTHODE

Une équipe de travail s'est constituée en vue de la conception d'une anatomie laparoscopique virtuelle. Cette équipe comprenait deux informaticiens, un dessinateur, un illustrateur et nous-mêmes. Les dessins ont été réalisés et améliorés depuis 1993. Après des réunions préparatoires pour définir les objectifs à obtenir, le travail sur ordinateur a commencé au mois de mai 1996.

CONCEPTION D'UNE ANATOMIE VIRTUELLE

La conception de base résulte d'une interprétation figurative; celle-ci s'est faite à partir de dissection de cadavre, de vues laparoscopiques (faisant suite à une expérience de 410 abordés laparoscopiques de la jonction eso-gastrique), de dessins originaux réalisés à partir des vidéos enregistrées, de coupes de "visible human" et enfin de dessins d'atlas d'anatomie.

La représentation des organes a été réalisée notamment en modélisant sur de la pâte à modeler certaines régions difficiles telles que la faux de la coronaire. Cette modélisation a été conçue par l'illustrateur.

Lorsque les concepts étaient bien compris par l'ensemble de l'équipe, les informaticiens ont réalisé la formulation mathématique de ces idées. Nous rappelons succinctement les grands principes de ce travail.

MODÉLISATION

Les organes et les feuillettes sont considérés comme des éléments que l'on doit construire, positionner sur "scène" et, enfin, animer selon un scénario prédéfini constitué de plusieurs scènes.

• Création des splines

Introduction et définition des splines

Modéliser un objet en réalité virtuelle exige de spécifier sa forme comme un ensemble de points déterminés dans l'espace par des coordonnées (x, y, z). Ces coordonnées sont définies soit à partir d'un enregistrement d'un objet existant (ex. contour d'organe par le scanner ou par la résonance magnétique). Chaque point est alors transformé en coordonnées et peut être reconstruit. Il peut également être créé sur l'écran par un dessinateur qui réalise une modélisation pure, c'est l'option qui a été choisie pour la réalisation de notre travail.

L'objet, défini par une infinité de points et de coordonnées, est une approche incompatible avec la mémoire limitée des ordinateurs.

La plupart des objets et notamment les organes sont naturellement réguliers et composés d'éléments de surface et de courbe.

Si l'on prend l'exemple de la modélisation d'une théière, sa forme peut être spécifiée comme un ensemble d'éléments de surface. Cette manière de modéliser diminue le poids en mémoire puisque chaque surface peut être représentée par un polygone défini par 3 points. Cette technique nécessite encore un poids important en mémoire et ne se prête pas aux déformations de l'objet.

La solution actuelle la plus élégante pour diminuer le poids des mémoires est de modéliser l'objet par un ensemble de courbes.

Au lieu de représenter tous les points de cette courbe, on détermine cette courbe par une fonction mathématique contrôlée par 3 ou 4 points. Il ne restera alors qu'à spécifier les coordonnées de ces points de contrôle et d'y associer cette fonction mathématique pour tracer l'ensemble de la courbe.

Les dessinateurs utilisaient, pour reproduire des surfaces de bateaux ou de voitures, des bandes métalliques auxquelles étaient attachés des petits poids. Ces poids tiraient ces bandes métalliques, appelées splines dans des directions variées.

Les poids déterminaient l'allure et la courbure de ces splines. Par similitude les courbes définies par quelques points de contrôle sont appelées des splines.

La courbe ou spline ne passe pas nécessairement par ces points de contrôle, mais elle est guidée par eux. On distingue deux types de splines :
- splines d'interpolation, qui passent par tous les points de contrôle,
- splines d'approximation, qui ne passent pas par les points de contrôle, mais à proximité d'eux, étant ainsi guidées.

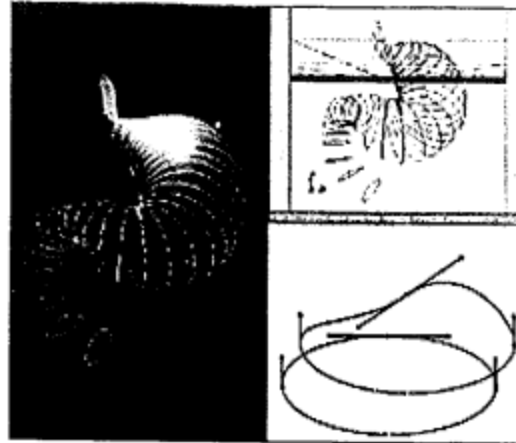


Fig. N° 4

Contour de l'estomac
créé par différentes B-splines

Trois types de splines sont utilisés en infographie : les B Splines, les B Splines et les courbes de Bezier.

Toutes ces courbes sont réunies par une suite de points (points de contrôle) ou une suite de segments de droite (vecteur tangent).

• Modélisation des organes et des feuillettes

Le foie, l'estomac, le haut du côlon transverse, le pancréas, la rate, le diaphragme, les feuillettes et la paroi abdominale externe ont été modélisés.

Dans un premier temps, les contours des organes sont créés par différentes B Splines et courbes de Bezier (Fig. N° 4).

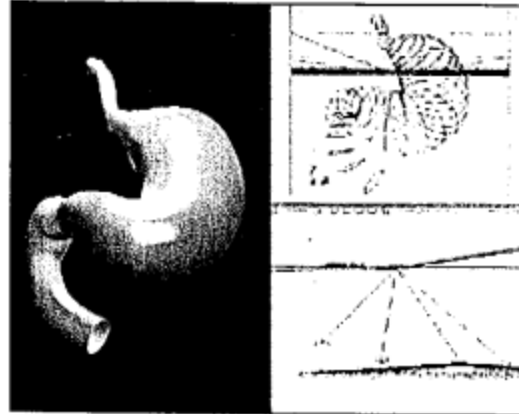


Fig. N° 5

Enveloppe appliquée sur le squelette

Ces contours sont reliés entre eux par des fonctions mathématiques complémentaires. Le squelette ainsi constitué donne une représentation morphologique tridimensionnelle des modèles.

Une enveloppe est appliquée sur le squelette (Fig. N° 5). C'est cette enveloppe qui constitue le volume visible de l'organe.

Les feuillettes ont été créés selon une méthode similaire.

La texture de l'enveloppe est recherchée par algorithme et/ou scannée à partir de photographies. Elle est appliquée sur les volumes par la méthode de "mapping".

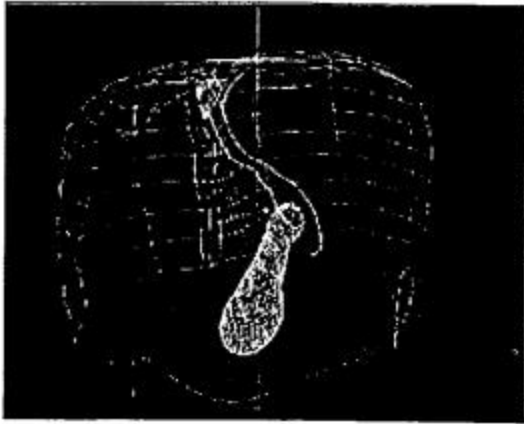


Fig. N° 6 Éléments modélisés, rassemblés

Mise en scène

Les éléments modélisés sont ensuite rassemblés pour former une "scène", un "décor" tridimensionnel à l'intérieur duquel peuvent évoluer une caméra virtuelle et les organes eux-mêmes (Fig. N° 6).

Différents points de vue de la scène sont observables en fonction de la position de la caméra.

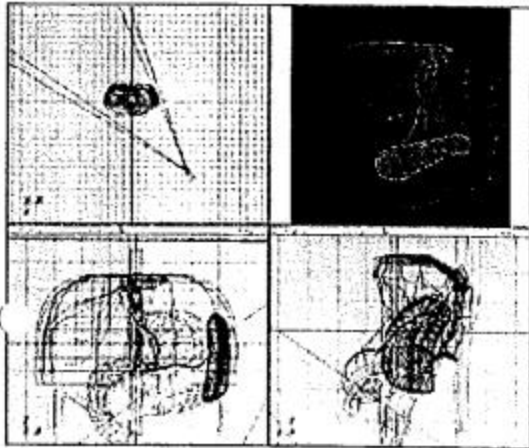


Fig. N° 7

La scène est éclairée par une ou plusieurs sources lumineuses. Ces dernières révèlent au mieux les volumes, leur donnant tout le relief nécessaire.

Un ordinateur "Indigo II" (Silicon Graphics)* équipé d'une carte graphique 3D XZ, et d'un logiciel Softimage* a été utilisé pour ce travail de modélisation.

Les textures et matières sont travaillées soit à l'aide du logiciel Softimage* si elles sont de type "algorithmique", soit sur des ordinateurs Macintosh* en utilisant le logiciel Photoshop*, si elles sont scannées ou dessinées.

L'option a été de créer des couleurs destinées à contribuer à la clarté de la représentation. Comme il s'agit d'une interprétation figurative, nous ne nous sommes pas attachés au réalisme des couleurs.

Pour les coupes sagittales, transversales et les schémas de dissection chirurgicale, un travail d'illustration est réalisé à l'aide des logiciels

Illustration à partir d'images de synthèse



Fig. N° 8

Illustrator* et Photoshop* à partir des images de synthèse fixes sur Macintosh*.

Notre rôle a consisté à contrôler à chaque étape la justesse des résultats obtenus sur l'image vue à l'écran.

□ RÉSULTATS

Les éléments anatomiques modélisés sont les suivants :

1 - La jonction œso-gastrique (le cardia) (Fig. N° 9)

L'œsophage intra-abdominal est long de 2 à 3 cm. Il est entouré en arrière par le vague postérieur et l'aorte au travers du pilier gauche, à droite et à gauche par le pilier droit. Il est fixé postérieurement par le méso-œsophage postérieur et est couvert par la membrane phrénéo-œsophagienne de Laimer-Bertelli (ces éléments n'ont pas été représentés par souci de clarté).

Vue laparoscopique de la jonction œso-gastrique



Fig. N° 9

2 - Le nerf vague antérieur (Fig. N° 9)

Il est en général ramifié sur l'œsophage abdominal, il donne le nerf de Latarjet et plus loin les fibres extra-gastriques qui s'orientent vers le foie.

3 - Le nerf vague postérieur (Fig. N° 9)

Il est en général bien individualisé au niveau de l'hiatus. Il donne une branche vers l'estomac, l'autre branche tapisse l'intersection des piliers et aboutit au ganglion semi-lunaire.

4 - Les piliers droit et gauche (Fig. N° 9)

Les fibres musculaires qui forment les berges de l'orifice œsophagien (les 2 faisceaux œsophagiens) proviennent dans 95 % des cas essentiellement du pilier droit. L'usage est d'utiliser le terme de pilier gauche pour nommer le faisceau œsophagien gauche du pilier droit. Par facilité, ce terme sera utilisé dans la suite du travail.

5 - Vascularisation de la jonction œso-gastrique (Fig. N° 10)

6 - Les feuilletés péritonéaux

Ils sont explicités à partir des feuilletés du mésogastre postérieur et antérieur.

L'estomac est initialement situé dans le plan médian sagittal et rattaché aux parois antérieure et postérieure par le mésogastre. Le bord postérieur de l'estomac, future grande courbure, croît plus vite que le bord antérieur, future petite courbure.

Un diverticule péritonéal ou récessus hépato-entérique se crée au sein du feuillet du mésogastre qui tapisse la face droite de l'estomac.

Une rotation de 90° autour de son axe longitudinal amène la grande courbure à gauche. L'élargissement du récessus entraîne le mésogastre postérieur, il devient plus tard l'arrière cavité des épiploons.

Les feuilletés péritonéaux gauche et droit qui recouvrent l'estomac deviennent respectivement les feuilletés postérieur et antérieur de l'estomac. Ces feuilletés sont les connexions péritonéales de l'estomac dans l'étage supérieur de l'abdomen. Ils forment des replis et des accolements qui aboutissent à la formation de 3 sortes d'attaches :

1) - *les ligaments* (on désigne sous le nom de ligaments péritonéaux des lames péritonéales à deux feuilletés reliant un viscère à la paroi abdominale sans contenir de pédicule vasculaire important). Un ligament attache l'estomac au diaphragme.

2) - *des épiploons* (on désigne sous le nom d'épiploons, les lames péritonéales primitivement à 2 feuilletés contenant parfois un ou plusieurs pédicules vasculaires et se rendant d'un organe à un autre à l'intérieur de la cavité péritonéale). Des épiploons unissent l'estomac à la rate et au foie.

3) - *les mésos* (on désigne sous le nom de méso, la lame péritonéale à 2 feuilletés qui relie les viscères abdominaux au péritoine pariétal et leur apporte leur vascularisation). Les mésos qui unissent l'estomac au péritoine pariétal contiennent les faux vasculaires (la faux de l'artère coronaire stomacalique et la faux de l'artère hépatique).

- 1 = Artère coronaire,
- 2 = Artère hépatique commune,
- 3 = Artère splénique,
- 4 = Artère hépatique gauche,
- 5 = Artère cardio-tubérositaire,
- 6 = Rameau œsophagien antérieur,
- 7 = Rameau œsophagien postérieur,
- 8 = Artère diaphragmatique inférieure.



Fig. N° 10

Ces attaches sont nommées différemment en fonction de leurs connexions.

Le ligament phréno-gastrique (Fig. N° 11-12)

Il provient anatomiquement de la réflexion sur le péritoine diaphragmatique des deux feuilletés de l'estomac. Il fixe la face postérieure de la grosse tubérosité au diaphragme. Les deux feuilletés peuvent être plus ou moins séparés de quelques mm à 1 cm.

Anatomiquement le ligament paraît se prolonger :

- à droite par le petit épiploon : le feuillet antérieur couvre le pilier gauche du diaphragme et la face antérieure de l'œsophage, (il devient alors le ligament phréno-œsophagien puis le feuillet antérieur du petit épiploon); le feuillet postérieur se prolonge, après réflexion sous la faux de la coronaire et couverture du pilier droit, par le feuillet postérieur du petit épiploon.

- à gauche par l'épiploon gastro-splénique.

Coupe des feuilletés péritonéaux qui recouvrent la jonction œso-gastrique et l'hiatus diaphragmatique sous l'angle de vue laparoscopique



Fig. N° 11

Il contient parfois un vaisseau provenant de la diaphragmatique inférieure ou d'un vaisseau court.

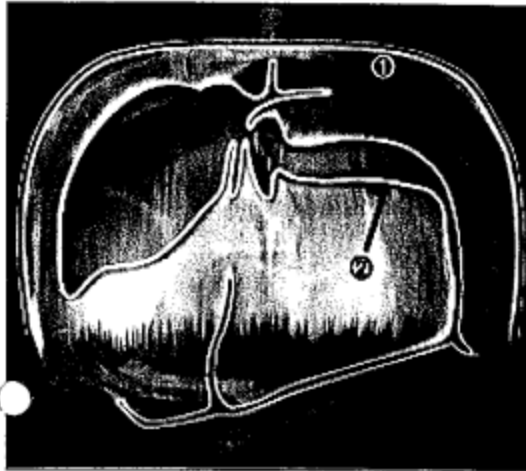


Fig. N° 12

Insertion du mésogastre
 1 = Feuillelet antérieur
 du ligament phréno-gastrique
 2 = Feuillelet postérieur du ligament
 phréno-gastrique

Le ligament phréno-œsophagien (Fig. N° 13)

Le terme de ligament phréno-œsophagien est consacré par l'usage. Au niveau sémantique il ne traduit pas une réalité anatomique, mais a l'avantage de souligner l'intérêt clinique de cette partie du feuillet antérieur du ligament phréno-gastrique qui recouvre l'œsophage. Il est prolongé sur la gauche par le feuillet antérieur du ligament phréno-gastrique et sur la droite par le feuillet antérieur de l'épiploon gastro-hépatique.



*Coupe des feuilletts
 péritonéaux
 qui recouvrent la
 jonction œso-gastrique.*

1 = Ligament phréno-
 œsophagien
 2 = Feuillelet antérieur
 de l'épiploon gastro-
 hépatique
 3 = Feuillelet postérieur
 de l'épiploon gastro-
 hépatique

Fig. N° 13

L'épiploon gastro-splénique (Fig. N° 14)

Il provient de la prolongation vers la rate des deux feuilletts du mésogastre postérieur. Il unit la grande courbure au hile de la rate, il contient les vaisseaux courts et l'artère gastro-épiplœique gauche. Les vaisseaux courts sont de taille variable et proviennent parfois directement de l'artère splénique. L'épiploon peut être très court au niveau du pôle supérieur de la rate. Il se prolonge vers le haut par le ligament phréno-gastrique.

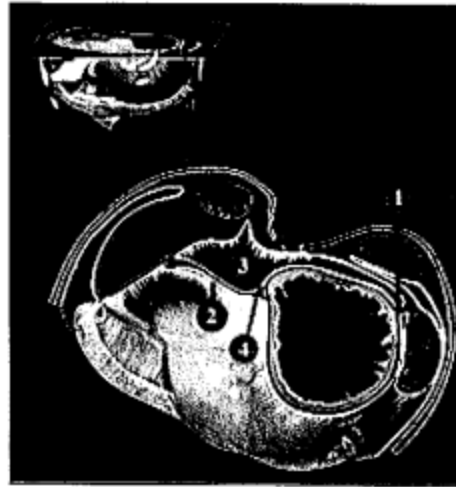


Fig. N° 14

*Coupe d'une vue axiale cranio-caudale
 avec feuilletts.*

1 = Epiploon gastro-splénique
 2 = Feuillelet antérieur
 de l'épiploon gastro-hépatique
 3 = Feuillelet postérieur
 de l'épiploon gastro-hépatique
 4 = Arrière cavité des épiploons

L'épiploon gastro-hépatique (petit épiploon) (Fig. N° 13 - 14)

Il résulte de la superposition, à droite de la petite courbure, des feuilletts péritonéaux antérieur et postérieur de l'estomac. Il unit la petite courbure de l'estomac au foie. Il contient du côté de son insertion gastrique le nerf de Latarjet, le cercle vasculaire de la petite courbure issu de la coronaire stomacique. Il est parcouru par les terminaisons hépatiques du nerf vague antérieur et parfois par une artère hépatique gauche. Une zone, la pars flacida, est suffisamment mince pour voir par transparence le pilier droit. La partie supéro-interne du feuillet postérieur se réfléchit anatomiquement sur le pilier droit et la faux de la coronaire via le feuillet droit du méso-œsophage.

L'épiploon pancréato-splénique

Il est formé de deux feuilletts :

- le feuillet antérieur est la réflexion du péritoine qui tapisse la face antérieure de la queue du pancréas et se

prolonge par le feuillet postérieur de l'épiploon gastro-splénique,

- le feuillet postérieur est la réflexion de la séreuse splénique sur la face postérieure de la queue du pancréas où il rejoint le péritoine pariétal et le fascia de Treitz.

L'arrière-cavité des épiploons (Fig. N° 14)

Elle est limitée :

- en haut par le lobe de Spiegel du foie (vestibule de l'arrière-cavité),

- à gauche par l'épiploon pancréatico-splénique qui est la réflexion du péritoine pariétal et se prolonge par le feuillet postérieur de l'épiploon gastro-splénique,

- en arrière par le feuillet postérieur du mésogastre qui tapisse la queue du pancréas et dont l'accrolement au péritoine pariétal forme le fascia de Treitz,

- en avant par l'estomac couvert de son feuillet péritonéal postérieur (arrière-cavité proprement dite) et l'épiploon gastro-hépatique (vestibule),

- en haut par le feuillet postérieur du ligament phrénogastrique, et la réflexion du péritoine pariétal postérieur (recessus omental supérieur) sur l'épiploon gastro-hépatique.

Les faux de la coronaire stomacique et de l'hépatique soulèvent le péritoine contribuant à séparer le vestibule de l'arrière-cavité proprement dite.

□ DISCUSSION

En laparoscopie, la possibilité de déplacer son système optique et de l'approcher au plus près du champ opératoire permet d'agrandir les détails d'une région et d'en observer tous les éléments.

L'effet de "zoom" permet au dessinateur de replacer ces éléments dans leur ensemble. Les enregistrements vidéo des vues laparoscopiques ont été les documents les plus utiles pour la mise en scène des éléments.

Si certains rapports topographiques ont été donnés par des coupes de "Visible Human" [21] il nous a semblé difficile d'essayer de reconstituer des points de contrôle à partir de ces images même retouchées. Les feuillets sont en effet difficilement reconnaissables. Contrairement à Hashimoto [9] nous n'avons pas pris cette option et nous avons réalisé une modélisation créée à partir de dessins.

En réalité virtuelle il n'y a aucune contrainte de création, on ne part d'aucune matière réelle, n'importe quel point peut être créé n'importe où dans l'espace. Il y a une interactivité directe par la souris entre le concepteur et la machine pour la modélisation de l'organe où toute modification est réalisée sous le contrôle visuel.

Par contre, il existe des contre-indications spécifiques liées à la manipulation des algorithmes qui définissent les courbes.

Les propriétés des B-Splines et des courbes de Bézier ont permis d'ajuster, sous contrôle visuel à l'écran, les

modélisations, cela en réalisant des étirements à partir des différents points de contrôle.

Dans un souci de compréhension l'optique a été de donner à l'image de synthèse un aspect figuratif qui éliminait la graisse et mettait en évidence les feuillets péritonéaux qui recouvrent les organes et les espaces limités par les feuillets. Pour les mêmes raisons les couleurs n'ont pas été scannées sur des photographies mais créées à partir d'algorithme.

L'anatomie laparoscopique de la jonction œso-gastrique et du haut de l'estomac explicitée à partir des feuillets antérieur et postérieur de l'estomac permet une meilleure approche de la dissection laparoscopique de cette région.

La dissection dangereuse du dièdre entre le pilier droit et l'œsophage vient de la difficulté à se représenter la réflexion du feuillet postérieur du petit épiploon sur le pilier droit qui, par contre, se comprend aisément en anatomie virtuelle.

La largeur de l'espace entre les 2 feuillets péritonéaux du ligament phrénogastrique peut être importante et souvent en fin de mobilisation de la grande courbure, il faut faire le choix de sectionner les 2 feuillets ou uniquement le feuillet antérieur pour assurer une mobilisation satisfaisante de la grande courbure. La disposition du feuillet postérieur, souvent mal comprise car elle ne correspond pas à une réalité embryologique, est bien visualisée en anatomie virtuelle.

Ce travail s'inscrit dans un vaste programme dont le but final est, d'une part de réaliser un simulateur chirurgical, et d'autre part de remplacer la vue optique par une image reconstruite à partir d'images digitalisées de résonance magnétique (RMN) et de tomographie axiale computerisée. Sur l'écran le chirurgien visualisera non seulement l'image optique transmise par la caméra mais également des images reconstruites à partir de l'imagerie (CT-Scan, RMN...). Cela permet, par exemple, de visualiser une métastase au sein du parenchyme hépatique ou de visualiser la superposition des feuillets pendant la dissection de l'hiatus œsophagien.

□ CONCLUSION

La modélisation figurative en réalité virtuelle permet de mettre en évidence les feuillets péritonéaux, ce qui n'est pas possible actuellement avec une image reconstruite à partir de la Résonance Magnétique ou au Scanner, au niveau de la jonction œso-gastrique.

La mise en évidence des feuillets péritonéaux en trois dimensions contribue à la compréhension et à la systématisation de la technique opératoire.

La modélisation figurative n'a pas de contrainte du réel mais subit les contraintes de manipulation des fonctions mathématiques.

L'utilisation des splines permet des ajustements intuitifs sur l'écran. Ce qui permet sous le contrôle de la vue de déformer les organes et de les mettre en scène correctement.

Cette méthodologie peut être appliquée à d'autres régions du corps humain.

La modélisation figurative couplée à une reconstruction à partir de contour d'organe par résonance magnétique au CT-scan du patient à opérer va contribuer à construire une image améliorant la perception par le chirurgien de la région à disséquer.

Cette modélisation est le premier stade de la construction d'un simulateur chirurgical destiné à remplacer l'expérimentation animale.

- ¹ Centre Hospitalier Universitaire Saint-Pierre
Rue Haute 322, B-1000 Bruxelles
- ² C.H.R.U. de Rangueil, 1 Avenue Pr. J. Poulhes
31054 Toulouse Cedex
- ³ Laboratoire d'Anatomie et d'Embryologie Humaine
Université Libre de Bruxelles, B-1000 Bruxelles

Correspondance :

Dr. G.B. Cadère, Rue Haute 322, B-1000 Bruxelles
Internet : <http://www.lap-surgery.com>

RÉSUMÉ

Les auteurs ont créé en réalité virtuelle un modèle des organes susmésocoliques et des couches péritonéales, en particulier de la jonction gastro-œsophagienne; une bonne connaissance de cette anatomie permet d'éviter les dangers de la dissection chirurgicale. La modélisation utilise les courbes de Splines et de Bezier. Le but final de ce travail est de réaliser un simulateur chirurgical à haute performance plus efficace que l'entraînement sur l'animal et aussi de remplacer la simple image optique par une image reconstruite à partir d'images digitalisées obtenues par scanner et RMN.

SUMMARY

The authors have created a virtual reality model of the supramesocolic organs and peritoneal leaves, for the gastroesophageal junction in particular, a good knowledge of which allows to avoid the dangers of surgical dissection. This modelization uses Splines and Bezier curves. The final aim is to design a high-performance surgical simulator more effective than training on animals and also to replace the simple optic image by an image reconstructed from digitalized images obtained with CT scan and NMR.

KEY WORDS : Jonction œso-gastrique, Anatomie virtuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - AYACHE N. : Medical Computer Vision, Virtual Reality and Robotics : Promising Research : *Image and Vision Computing, Elsevier, May 1995, 13, (4), 295-313.*
- 2 - BOWERSOX J.C. : Telepresence surgery : *Br. J. Surg., 1996, 83, 433-434.*
- 3 - CHAMPAULT G., CADIERE G.B., DULUCQ J.L., COLLET D., FDCL : Traitement du reflux gastro-œsophagien par voie laparoscopique : technique : *J. Chir., 1993, Paris, 130, (10), 426-432.*
- 4 - Computer Graphics. Principles and practice : FOLEY VAN DAM FEINER Hughes : Ed. Addison-Wesley publishing company, 1990, 721-813.
- 5 - DELINGETTE H., HERBERT M., IKEUCHI K. : Shape representation and image segmentation using deformable surfaces : *IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, June 1995, 51995 vol. 17 (7).*
- 6 - GAMBARELLI J., GUERINEL G., CHREVROT L., MATHÉI M. : Computerized Axial Tomography : Springer.
- 7 - GERNETH M. : Framework for European services in telemedicine : Health in the new communications age : *Technology and Informatics 24, IOS Press, 1995.*
- 8 - HAMILTON W.J. : Textbook of human anatomy : In W.J. HAMILTON : Eds. The macmillan Press LTD, London, 1976.
- 9 - HASHIMOTO, DOHI G., TSUZUKI M., HORIUCHI T., OHTA Y., CHINZEI K., SUZUKI M., IDEZUKI Y. : Development of a computer-aided surgery system : three dimensional graphic reconstruction for treatment of liver cancer : *Surgery, 1991, 109, 589-596.*
- 10 - HOFFMAN H.H. : Virtual reality meets medical education : Interactive technology and the new paradigm for healthcare : *Technology and Informatics 18, IOS Press, 1995, 130-136.*
- 11 - LEVASSEUR J.C., COUDNAUD C. : Etude de la distribution des artères gastriques : *J. Chir., 1968, 195, n°1, 57-78.*
- 12 - LIEBLING T., RÖTHLISBERGER H. : Infographie et applications : Masson, 1988.
- 13 - NISSEN R. : Eine einfache operation sur beeinflussung der reflux oesophagitis : *Schweiz Med. Wochenschr., 1956, 86, 590-593.*
- 14 - OLLYO J.B., LANG F., FONTOLLIET C., MONNIER P. : Savary-Miller's new endoscopic reading of reflux oesophagitis : a simple reproducible, logical, complete and useful classification : *Gastroenterology, 1990, 98, A100.*
- 15 - PALTAKIS G. : An essay on using virtual reality to perform surgical operations : *COT 6938, spring 1996.*
- 16 - ROBB R.A., CAMERON B. : Virtual reality assisted surgery program : Interactive technology and the new paradigm for healthcare : *Technology and Informatics 18, IOS Press, 1995, 309-321.*

- 17 - ROUVIÈRE H. : Anatomie humaine. Descriptive et topographie. In : G. CORDIER : *Eds. Masson et cie, Paris, 1954.*
 18 - SATAVA R.M., NORD M., MARESCAUX J., CHRISTENSEN J.P. : Virtual reality and minimally invasive techniques in Internet. *Telemedicine and Health Science : European Commissions Publication, 1996, in print.*
 19 - SOBOTTA : Atlas d'anatomie humaine. M. FERNER et J.S. STAUBESAND : *Eds. Médicales Internationales, Paris, 1986.*
 20 - TUCHMANN H., DUPESSIS : Embryologie. Travaux pratiques et enseignement dirigé : *Masson & Cie., Editeur, 1968.*
 21 - Visible Human CD, Research systems, Inc 2995 Wilsemiss place, Boulder Colorado 80301 - 9606.
 22 - WARNER D., SALE J. : Intervention informatics/Healing with information. Interactive technology and the new paradigm for healthcare : *Technology and Informatics 18, IOS Press, 1995.*

CD Rom

REFLUX GASTRO-ŒSOPHAGIEN PATHOLOGIQUE

G.B. Cadlière, G. Fourtanier

Ce CD Rom, essentiellement consacré à la technique laparoscopique, utilise des images de synthèse, des animations et des séquences vidéo illustrant par étapes comment réaliser une cure chirurgicale antireflux.

Commande : Groupe COMPOSER, 26 rue Marie-Magne - BP 3167 - 31027 Toulouse Cedex
 Tél : (33) 5 61 59 09 59 - Fax : (33) 5 61 59 38 68 - E.mail : composer@worldnet.fr

A.F.C.

Association Française de Chirurgie

99^{ème} CONGRÈS FRANÇAIS DE CHIRURGIE

PARIS 6 au 8 Octobre 1997

CNIT - Paris la Défense

Sessions consacrées à la cœlio-chirurgie :

Lundi 6 :

Reflux gastro-œsophagien (C. Meyer),
 Controverses en chirurgie laparoscopique (G. Champault),
 Faudra-t-il une accréditation pour pratiquer la chirurgie laparoscopique en France ? (G. Champault),

Mardi 7 :

Actualités cœlioscopiques et thoraciques (P. Verhaeghe),
 Appendicectomie : voie cœlioscopique ? Voie classique ? (H. Johanet),
 Ventre cicatriciel et cœlioscopie : comment faire ? (J. Leroy),
 La colonne vidéo en chirurgie laparoscopique (1^{ère} session) (P. Verhaeghe),
 Place de l'abord laparoscopique dans les cancers colo-rectaux (J. Domergue),
 Qu'attendre de la chirurgie cœlioscopique en chirurgie hépatique ? (L. Hannoun),

Mercredi 8 :

Cœlioscopie et cancers gynécologiques (K.B. Clough),
 La colonne vidéo en chirurgie laparoscopique (2^{ème} session) (P. Verhaeghe),
 Maintenance du matériel laparoscopique (R. Jancovic)

Inscriptions sur place - Renseignements : Tél : (33) 01 43 64 77 77