

# Oesophagoplasties chez l'enfant

## Esophageal Replacements in Children

Olivier Reinberg

Centre hospitalier universitaire Vaudois - Lausanne - Suisse.

### Mots clés

- ◆ Œsophage
- ◆ Remplacement œsophagien
- ◆ Œsophagoplastie
- ◆ Sténose caustique
- ◆ Sténose œsophagienne
- ◆ Transplant colique
- ◆ Tube gastrique

### Résumé

Les indications au remplacement de l'œsophage chez l'enfant sont les séquelles graves de brûlures caustiques de l'œsophage, certaines affections rares (épidermolyse bulleuse, achalasie, séquelles de radiothérapie, tumeurs) et parfois des malformations congénitales. Le substitut œsophagien doit être utilisable à long terme, avoir le moins de reflux possible et surtout permettre de se nourrir normalement. Beaucoup de segments digestifs ont été utilisés pour remplacer l'œsophage depuis plus d'un siècle, à savoir des segments de côlon, des tubes gastriques, des estomacs entiers et de l'intestin grêle. Cependant aucun n'est totalement satisfaisant et fonctionne comme un œsophage normal. Il s'agit d'une chirurgie difficile, faite d'une accumulation de détails.

Sur la base d'une expérience personnelle de plus de 280 remplacements œsophagiens chez l'enfant depuis 1989, nous évoquerons les diverses techniques utilisées et indiquerons certains pièges de cette chirurgie.

### Keywords

- ◆ Esophagus
- ◆ Esophageal replacement
- ◆ caustic lesions
- ◆ Esophageal stenosis
- ◆ Esophagoplasty
- ◆ Colonic transplant
- ◆ Gastric tube
- ◆ Gastric pull-up
- ◆ Children

### Abstract

Replacements of the esophagus can be used in case of malformations, injuries or acquired conditions. The new esophagus should allow normal oral feeding, with little or no gastro-oesophageal reflux, and be able to work well for the life-time of the patient. Many substitutes have been used since a century, such as segments of colon, entire stomachs, gastric tubes or parts of the small bowel. But no one is perfect and operates as a normal esophagus.

Esophageal replacements are demanding challenges for the surgeons. We shall review the different techniques and the pitfalls related to these procedures based on our personal experience of more than 280 esophageal replacements in children performed since 1989.

Pour des raisons historiques, notre centre est impliqué depuis plus d'un siècle dans les remplacements œsophagiens chez l'enfant. En effet, c'est à César Roux, premier titulaire de la chaire de chirurgie de l'Université de Lausanne que l'on doit le premier remplacement œsophagien réussi, rapporté dans la Semaine Médicale du 23 janvier 1907 sous le titre « *L'oesophago-jéjuno-gastrostomose, nouvelle opération pour rétrécissement infranchissable de l'œsophage* ». Il utilisa un transplant jéjunal présternal. Il s'agissait déjà d'un enfant de 12 ans victime d'une sténose caustique de l'œsophage qui survécut jusqu'en 1947 à l'âge de 53 ans. Son élève, Henri Vuillet, décrit le premier en 1911, l'usage du côlon. Il utilisait le côlon transverse antipéristaltique, toujours placé en position présternale, nourri par l'artère colique droite « *permettant d'obtenir un segment assez long pour aller jusqu'au cou* ». Plus récemment, de 1966 à 1989, notre maître, Noël Genton avait réalisé 46 remplacements œsophagiens en deux temps chez l'enfant, ce qui constituait une grande série à l'époque. À sa suite, nous avons réalisé 282 remplacements œsophagiens chez l'enfant depuis 1989. Nous rapportons ici

cette expérience, évoquerons les diverses techniques utilisées et indiquerons certains pièges de cette chirurgie (1-5).

## Casuistique et indications

Entre 1989 et juillet 2013, nous avons été amenés à réaliser 282 remplacements œsophagiens de première intention chez des enfants âgés de neuf mois à 18 ans (âge moyen 5.9 ans), dont 62 % de garçons. Ont été exclus de cette série, tous les cas qui nous ont été référés secondairement après échec d'une ou plusieurs œsophagoplasties.

La majorité de ces enfants avaient été victimes d'une brûlure caustique de l'œsophage (96 %), ce qui explique la surreprésentation masculine. Vingt-et-un (8 %) présentaient une lésion complexe pharyngo-œsophagienne. Les autres indications congénitales ou acquises, à remplacer l'œsophage des enfants sont anecdotiques (Tableau I). Parmi celles-ci, nous avons été confrontés à des sténoses importantes et irréversibles post-

### Correspondance :

Professeur Olivier Reinberg, Chirurgien pédiatre FMH et EBPS  
Service de chirurgie pédiatrique - Centre Hospitalier Universitaire Vaudois - CH-1011 - Lausanne - Suisse.  
Tel : +41 21 314 30 71 - Fax : +41 21 314 30 76 - E-mail : olivier.reinberg@chuv.ch

Acquises	Congénitales
271 sténoses caustiques	4 malformations : - 2 longues sténoses congénitales - 1 longue duplication de l'œsophage - 1 achalasia
2 sténoses post radiothérapie	1 tumeur bénigne (léiomyome géant de l'œsophage)
1 sténose post infection virale (herpès)	2 séquelles d'épidermolyses bulleuses
1 sténose post infection mycosique (candida)	

Tableau I : Indications à remplacer l'œsophage.

Régions	Nombre d'enfants
Afrique équatoriale	251
Europe	14
Afrique du Nord	7
Amérique du Nord	5
Proche Orient	3
Amérique du Sud	2
<b>Total</b>	<b>282</b>

Tableau II : Provenance des enfants.

infectieuses virales (Herpès) ou mycosiques (candida), à des malformations (longues sténoses congénitales, une longue duplication de l'œsophage), à une tumeur (léiomyome géant de l'œsophage), à des œsophages longtemps décompensés par une achalasia, à des sténoses post-radiothérapie ou à des séquelles d'épidermolyses bulleuses.

Mentionnons que depuis 1987, nous n'avons jamais remplacé un œsophage ni pour une sténose peptique, ni pour une atrésie de l'œsophage à long défaut (type II de Vogt ou A de Gross). Le traitement des sténoses peptiques est celui du reflux gastro-œsophagien, la sténose elle-même étant traitée par dilatations une fois celui-ci maîtrisé.

La plupart des atrésies de l'œsophage à long défaut, peuvent être anastomosées primairement avec une tension acceptable, pour autant que l'on ait la patience d'attendre quelques mois : les deux culs-de-sac ont une tendance naturelle à se rapprocher pour autant que l'on n'ait pas fixé ceux-ci, par exemple par une cervicostomie qui doit être absolument proscrite. Le cul-de-sac supérieur s'élargit et s'allonge avec la déglutition et celui du bas avec le reflux lors du remplissage gastrique en bolus. L'œsophage natif de l'enfant est le meilleur qui soit et tout doit être tenté pour le préserver. Il existe une très forte corrélation entre les procédures trop précoces et le taux des complications, y compris les nécroses de transplants, les fuites anastomotiques et les sepsis (8,9).

Depuis plus de 35 ans, notre Service de chirurgie pédiatrique collabore avec l'ONG, « Terre des Hommes », pour la prise en charge chirurgicale des enfants de pays de l'Afrique de l'Ouest (Bénin - Togo - Côte d'Ivoire - Sénégal). Ces enfants constituent donc la majorité de ceux que nous avons traités, mais nous avons été amenés à remplacer les œsophages d'enfants suisses et étrangers (France - Italie - Belgique - USA - Canada - Brésil) (Tableau II).

## Épidémiologie et physiopathologie des sténoses caustiques

Les séquelles d'ingestion de produits caustiques constituent l'indication de loin la plus fréquente. Il est donc important d'en décrire l'épidémiologie et la physiopathologie qui sont déterminants dans la prise en charge chirurgicale.

Les indications à remplacer l'œsophage diffèrent selon le pays d'origine des enfants. Le plus souvent ces ingestions sont accidentelles, mais un certain nombre d'entre elles relèvent de la maltraitance.

Même dans les pays à moyens économiques élevés, l'ingestion de produits corrosifs, alcalins ou acides, reste fréquente en dépit des mesures de prévention et des législations concernant les emballages et les fermetures résistant aux enfants. La prévalence exacte de ces accidents est inconnue. Selon le très important rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'UNICEF de 2008 sur les accidents d'enfants, plus de 120 000 enfants de moins de six ans ont ingéré un produit caustique et nécessité des soins aux USA en 2004 (6). Les produits chimiques auxquels les enfants peuvent avoir accès dans et autour de la maison constituent la première cause de lésions œsophagiennes aussi bien dans les pays à hauts revenus

économiques que dans les pays plus défavorisés. Seules les substances utilisées diffèrent : dans les pays riches, les poudres à laver, en particulier celles pour les lave-vaisselle, les agents blanchissants (eau de javel et analogues) et les dérivés de l'ammoniaque sont concernés. Les détergents pour lave-vaisselle sont des substances fortement corrosives provoquant des lésions mettant potentiellement en danger la vie des enfants et induisant une morbidité importante. Les tablettes de poudre concentrée (colorée et parfumée) sont les plus dangereuses. Pourtant dans la plupart des pays qui en ont édicté, elles échappent aux lois sur les emballages de sécurité et peuvent être vendues dans de simples cartons ouverts voire distribuées librement à titre promotionnel. Dans les pays moins favorisés ou en développement, l'hypochlorite de soude ou de potasse, l'hydroxyde de soude (soude caustique) sont couramment utilisés pour fabriquer le savon, comme agents blanchissants, dans la fabrication des textiles, pour nettoyer ou peler chimiquement les fruits et les légumes de l'industrie agro-alimentaire, la manufacture du cacao, le ramollissement et le noircissement des olives, ou entrent dans la composition de nombreuses « médecines ». Le plus souvent, ces produits sont vendus librement et laissés à portée des enfants dans des contenants divers ou posés à même le sol dans des caisses dans les zones d'habitat rural. Pourtant il serait aisé et peu coûteux de rendre ces produits identifiables et répulsifs. Mais depuis 28 ans que nous essayons d'en convaincre des décideurs et des responsables politiques au plus haut niveau, nous avons souvent attiré de l'intérêt, mais il n'en est jamais résulté de mesures concrètes pour limiter le nombre de ces lésions sévères. Chez l'enfant 90 % d'entre elles sont dues à des bases fortes et 10 % à des acides (7).

Tant les acides que les bases induisent des lésions dites caustiques lorsqu'elles sont en contact avec l'œsophage. Les acides provoquent une nécrose de coagulation superficielle de la muqueuse qui protège les couches profondes d'une pénétration transpariétale. Les lésions sont principalement œsophagiennes distales et gastriques et entraînent un pylorospasme. Les bases produisent une précipitation des protéines en protéinates et une saponification des graisses. Ce type d'effraction de la muqueuse permet à l'ulcération de pénétrer les plans profonds et parfois de traverser toute la paroi. La bouche, le pharynx et l'œsophage sont plus fréquemment atteints, plus rarement l'estomac. Les rétrécissements anatomiques de l'œsophage retiennent l'agent caustique et sont le siège des lésions les plus sévères, la plus fréquente se situant au croisement de l'œsophage avec la bronche souche gauche et la crosse de l'aorte à la hauteur de D4-D5. Nous verrons plus loin les problèmes que cela pose.

La gravité des lésions dépend de l'agent en cause, de son pH, de sa concentration, de la quantité ingérée et de sa forme (solide ou liquide). Ainsi les cristaux qui se collent sur la muqueuse induisent des lésions localisées mais très profondes tandis que les liquides créent des lésions plus étendues mais plus superficielles. C'est pourquoi il faut éviter de faire ingérer une boisson après une ingestion de caustique, en particulier en cristaux, car cela provoque une double lésion. La durée du contact avec la muqueuse est sans intérêt car les lésions surviennent en quelques secondes.

Comme pour la peau, les brûlures caustiques induisent un processus de cicatrisation hypertrophique dont il résultera une sténose fibrocicatricielle. La réépithélisation est un processus lent qui prend quatre à six semaines. L'inflammation continue tant que la réépithélisation n'est pas achevée et avec elle la formation du tissu de granulation. Les sténoses apparaissent après deux semaines et sont constituées vers quatre semaines. C'est alors le bon moment pour commencer les dilatations. Les images de rétrécissement qui nous sont parfois présentées sur des examens radiologiques précoces ne sont que le reflet de l'œdème post-lésionnel et n'ont aucune utilité. Par contre un transit œsophagien à quatre semaines est utile.

Le tissu conjonctif collagène cicatriciel présente une organisation anarchique de ses fibres et une tendance à la rétraction, qui entraîne non seulement un rétrécissement circulaire de la lumière de l'œsophage (sténose), mais également un raccourcissement longitudinal. En outre, les contractions de l'œsophage brûlé sont altérées voire nulles. Il s'ensuit que toute brûlure de l'œsophage induit un reflux gastro-œsophagien dans un œsophage dont la clearance est altérée. A la lésion caustique s'ajoute donc une lésion peptique que Denys Pellerin avait déjà mentionnée (10). Nous avons montré histologiquement qu'aux lésions de la brûlure caustique s'ajoutent les lésions peptiques du reflux (Reinberg, non publié). Pour cette raison, tous nos patients reçoivent un traitement par inhibiteurs de la pompe à protons dès que possible.

## Diagnostic et traitement initial

Environ un mois après l'ingestion de caustique, le diagnostic de sténose peut être posé par un transit œsophagien et une endoscopie. Il ne s'agit pas encore à ce stade de sténose irréversible et un programme de dilatation doit être entrepris. Initialement les dilatations sont faites chaque trois semaines, puis espacées en fonction de l'évolution. Des sténoses courtes de 1 à 2 cm peuvent être traitées par un programme de dilatation avec de bons résultats. A l'inverse, pour les longues sténoses de plus de 3 cm, pour les sténoses multiples (plus de 2), ou pour celles ayant entraîné une fistule avec les voies respiratoires, il existe une forte probabilité d'échec et un remplacement œsophagien doit être envisagé (8). Toutefois cette décision ne doit pas être précipitée.

Il est difficile de préciser pendant combien de temps les dilatations doivent être poursuivies avant d'envisager un remplacement. Le taux de formation de sténoses irréversibles rapporté dans la littérature varie considérablement, allant de 2 à 63 % (!). En conséquence, les indications à remplacer l'œsophage et le délai pour l'entreprendre varient dans la même proportion. Dans certaines séries les enfants sont soumis à de très longs programmes de dilatation avant d'envisager une oesophagoplastie, tandis que d'autres sont probablement opérés inutilement (8,9). Nous avons plusieurs dossiers d'enfants, dans lesquels l'œsophage à un mois aurait été jugé irrécupérable, avec de longues sténoses irrégulières et filiformes, ne devenant plus qu'une ou deux sténoses courtes à six mois. Pour cette raison, le transit œsophagien doit être répété dans un délai de six mois à un an. Nous considérons que l'aspect radiologique entre six mois et un an post-ingestion, sans amélioration malgré les dilatations, peut être considéré comme stable. Ce n'est qu'à ce stade que nous commençons à envisager la nécessité d'un remplacement œsophagien. Comme Tovar, nous ne poursuivons pas de programme de dilatations au-delà de un an (11).

Les sténoses bénignes de l'œsophage entraînent une dysphagie aux solides, aux liquides, parfois aux deux. Une insidieuse perte de poids puis une malnutrition apparaît progressivement. Si la sténose est significative sans possibilité de résolution à court terme, il faut rapidement envisager de faire une gastrostomie (voir ci-dessous les problèmes liés à la confec-

tion de la gastrostomie). De nombreux patients nous sont référés dans des conditions nutritionnelles médiocres malgré une gastrostomie, ne permettant pas d'emblée un remplacement œsophagien. Nous devons les faire bénéficier d'un programme de renutrition pendant plusieurs mois avant d'envisager de les opérer. Probablement une part non négligeable d'échecs ou de complications rapportés dans certaines séries est liée au mauvais état nutritionnel de ces enfants lors de l'opération.

Une évaluation endoscopique non seulement de l'œsophage, mais également du pharynx, du larynx et de la trachée doit être faite. Il faut évaluer avec précision la mobilité des cordes vocales (*nerfs récurrents intacts ou initialement lésés par la brûlure caustique ?*) et si la bouche œsophagienne ainsi que les 2 cm qui lui font suite sont intacts, car l'évolution postopératoire et le pronostic en dépendent. Le niveau et la longueur d'une éventuelle fistule entre l'œsophage et les voies respiratoires doivent être précisés.

Les ingestions de caustiques ne concernent pas seulement l'œsophage et peuvent impliquer les voies respiratoires. Elles constituent parmi les situations les plus difficiles que nous ayons eues à résoudre. Sur plus de 280 remplacements œsophagiens depuis 1989, 25 enfants avaient des lésions associées des voies respiratoires, comprenant des destructions de l'épiglotte, des sténoses pharyngolaryngées parfois complètes, une obstruction d'un ou deux sinus piriformes, avec dans cinq cas une oblitération complète des filières aérienne et digestive. Bien entendu ces enfants ne survivaient que grâce à une trachéostomie. Il est fort probable que ce type de lésions combinées est fréquent, mais les enfants ne parviennent pas vivants dans une structure chirurgicale où la trachéostomie peut être faite. Il est important de noter que tous les enfants sauf un, avaient des cordes vocales intactes. Tout se passe comme si au moment de l'ingestion caustique accompagnée d'une inhalation, l'enfant avait le réflexe de fermer sa glotte pour protéger ses cordes vocales (47).

## Techniques de remplacements œsophagiens

La veille de l'intervention nous préparons systématiquement le côlon par une solution de polyéthylène glycol (= macrogol : Fordtran® - Movicol® - Colopég® - Transipeg®) à raison de 4 litres/1.73m<sup>2</sup> de surface corporelle, administrés par la gas-

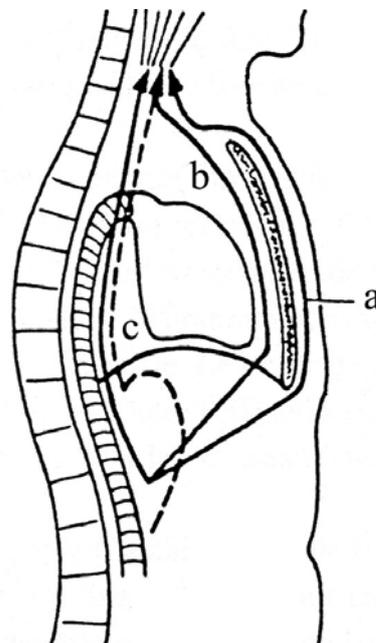


Figure 1 : Les trois voies de cheminement des substituts œsophagiens (d'après Orsoni (5)) :  
a : voie historique présternale.  
b : voie rétrosternale.  
c : voie orthotopique médiastinale postérieure.

trostomie sur une durée de trois heures, quel que soit le transplant envisagé (12).

### Où placer le transplant ?

Les premiers transplants étaient placés en position présternale, sous-cutanée, puisqu'il n'était alors pas possible d'ouvrir le thorax, a fortiori chez un enfant (fig 1a). Puis les transplants ont été placés en position rétrosternale au cours d'un premier temps opératoire et l'œsophage natif était ôté par thoracotomie dans un temps ultérieur (fig 1b). Il est assez aisé de créer un passage entre le cœur et le *sternum* dans un espace libre de toute adhérence.

Waterston de Great Ormond Street à Londres, cherchant un trajet plus rectiligne, plaça le transplant dans la plèvre pariétale gauche en position rétrohilaire en 1964, puis en position paravertébrale par un orifice transdiaphragmatique postérieur gauche. Il s'agissait initialement d'enfants porteurs d'atrésies de l'œsophage. Cette technique connue du succès en Europe où elle fut utilisée dans de multiples centres. Toutefois elle était difficile à réaliser dans les suites de sténoses caustiques, du fait des adhérences. En outre le transplant utilisé avait une forte tendance à s'élargir et à comprimer le poumon. Elle n'est plus utilisée aujourd'hui, mais il est bon de la connaître comme solution alternative.

Comme D. Pellerin et C. Fekete à Paris (10), JP. Chappuis à Lyon et JS. Valla à Nice (13), tous en 1989, nous avons introduit l'œsophagoplastie en un temps, pour placer le transplant en position orthotopique dans le médiastin postérieur après œsophagectomie à l'aveugle à thorax fermé, par voie cervico-abdominale avec quelques variations techniques (fig 1c) (14). La position orthotopique présente l'avantage d'être la voie la plus courte et d'éviter les deux coutures obligatoires au niveau cervical et à la réintégration de l'abdomen, mais nécessite d'ôter préalablement l'œsophage natif (15). En outre il est apparu que les transplants placés dans le lit de l'œsophage natif au sein de la péri-œsophagite, sont mieux contenus par celle-ci et sont nettement moins redondants que ceux placés en position rétrosternale. Ceci est particulièrement vrai pour les colons qui, placés dans l'espace rétrosternal, ont une très forte tendance à devenir redondants, mais l'est également pour les tubes gastriques (2,14-16). Nous avons été amené à réduire d'anciens transplants coliques rétrosternaux devenus gênants tant ils étaient devenus larges.

La voie orthotopique est donc devenue aujourd'hui notre premier choix. Cependant, il peut arriver que la voie rétrosternale doive encore être utilisée quand il devient trop dangereux d'ôter l'œsophage natif. Nous avons dû l'utiliser 21 fois (7.5 %).

### Doit-on ôter l'œsophage natif et comment ?

Il y a au moins deux raisons d'enlever l'œsophage natif avant un remplacement : la première a été évoquée ci-dessus. Cela permet de placer le transplant en position orthotopique. La seconde est liée au risque oncologique que représente l'œsophage brûlé. Le taux de dégénérescence maligne, essentiellement des carcinomes, n'est pas connu et varie selon les auteurs de 1.8 % à 16 %, probablement parce qu'il faut un suivi sur des décades et non des années pour le quantifier. Par ailleurs personne n'a évalué le risque oncologique porté par l'œsophage brûlé, mais déconnecté et non fonctionnel. Quelques cas de carcinomes dans l'œsophage natif exclu ont été rapportés après œsophagoplasties (11,17,18). Nous pensons qu'abandonner un court segment d'œsophage natif démucoisé et non utilisé est un risque acceptable, mais dans la mesure du possible, nous nous efforçons de l'enlever en entier.

L'œsophagectomie de l'œsophage lésé est certainement la partie la plus dangereuse de l'intervention. En 1978, Orringer a, le premier, décrit l'œsophagectomie à l'aveugle à thorax

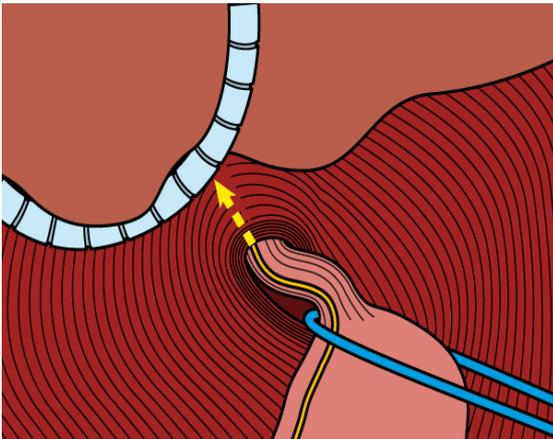
Technique	Dissection « à l'aveugle » (1989-2006)		Laparoscopie trans-hiatale (2007-2013)	
Age moyen	5.9 ans		6.0 ans	
Oesophagectomies totales	111	45%	32	84%
Oesophagectomies partielles	97	40%	4	10%
Échec d'œsophagectomie	36	15%	2	6%
Total	244	100%	38	100%
Accidents majeurs	44	18%	0	0%

Tableau III : Oesophagectomies.

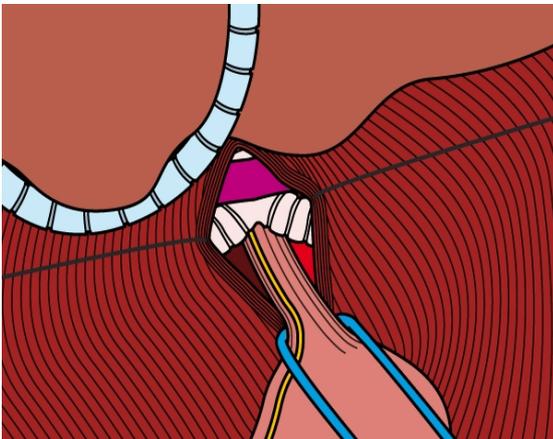
fermé, pour les cancers de l'adulte (19). Depuis 1989, nous avons appliqué cette méthode à l'enfant pour les sténoses caustiques (14,20). L'œsophage natif est disséqué et enlevé par un double abord cervical et transhiatal. La dissection de l'œsophage moyen s'effectue à l'aveugle par digitoclasie. C'est malheureusement la portion de l'œsophage où les adhérences se forment le plus facilement, pour les raisons évoquées plus haut. C'est aussi la zone la plus dangereuse, du fait de la vascularisation propre de l'œsophage (21) et parce que la crosse de l'aorte et ses branches ainsi que la bronche souche gauche et la face postérieure de la trachée distale sont prises dans les cicatrices, parfois très fermes, au point le plus éloigné des incisions. Il peut en résulter des plaies vasculaires ou respiratoires mettant en jeu la vie de l'enfant (20). Lorsque la dissection devient trop dangereuse dans cette zone, il est préférable de renoncer et d'opter pour une voie rétrosternale.

À ce sujet, l'expérience des plaies dans le médiastin moyen nous a fait changer de paradigme. Au début de notre expérience en œliochirurgie chez l'enfant, nous postulions qu'un chirurgien devait être capable de convertir et de traiter à ciel ouvert tout accident survenu au cours d'une procédure fermée. Or nous avons traité trois plaies majeures survenues en chirurgie ouverte, à savoir une rupture trachéobronchique et deux plaies de l'aorte, par suture sous contrôle vidéochirurgical et endoscopique endotrachéal (22). Outre la faisabilité de telles réparations, cette expérience a modifié notre vision du rapport entre la chirurgie conventionnelle et la vidéochirurgie, qui dès lors n'étaient plus des moyens alternatifs de réaliser une intervention, mais devenaient des outils complémentaires dans l'éventail des solutions à disposition du chirurgien. Malgré l'expérience de plus de 200 œsophagectomies à thorax fermé nous avons déploré plus de 18 % de complications chirurgicales ou anesthésiques d'importance variable. En outre nous ne parvenions à enlever la totalité de l'œsophage que dans 45 % des cas, 40 % étant des œsophagectomies partielles et 15 % des échecs (22). Nous avons donc cherché une solution pour rendre moins dangereuse et plus performante cette étape de l'intervention. C'est ainsi que nous avons réalisé pour la première fois en 2006, une œsophagectomie complète par laparoscopie transhiatale, permettant de disséquer l'œsophage jusque immédiatement au-dessous de la clavicule, sous contrôle de la vue. Nous utilisons systématiquement cette procédure depuis lors et avons à présent l'expérience de 35 cas consécutifs permettant d'enlever la totalité de l'œsophage dans plus de 80 % des cas, sans aucun accident vasculaire ou bronchique, avec moins de lésions des nerfs vagues et avec des saignements minimes sans aucune comparaison avec l'expérience antérieure (Tableau III). En outre il est apparu que les suites opératoires sont simplifiées, avec un délai d'extubation significativement plus court (23,24). Plusieurs équipes ont tenté de résoudre le problème par d'autres approches : par thoracoscopie (25) ou par une approche combinée de thoracoscopie et laparoscopie (26-28). Cependant l'approche thoracoscopique que nous avons également essayée ne nous satisfait pas, car les synéchies péri-œsophagiennes et pleurales ne permettent pas une dissection satisfaisante sous contrôle de la vue. Par contre, commencer la dissection au *hiatus* en zone saine et monter dans le médiastin en restant au contact de l'œsophage nous semble plus aisé.

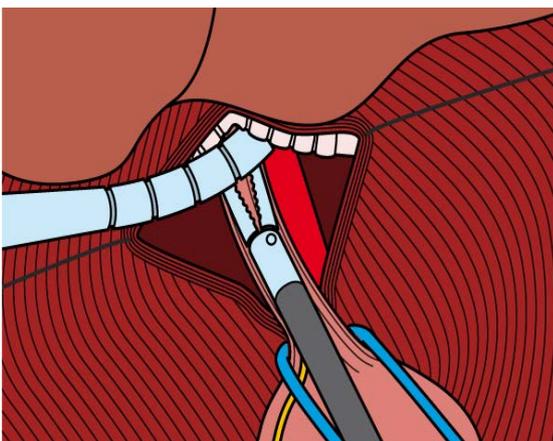
Figures 2 : Étapes de l'œsophagectomie transhiatale par laparoscopie (23,24) :



2a : préparation du hiatus œsophagien et incision du diaphragme à 10:00 heures sur 3 cm environ.



2b : mise en place de points tracteurs trans pariétaux sur les piliers du diaphragme, pour ouvrir le hiatus.



2c : l'écarteur à foie a été placé dans le médiastin. La dissection se fait au contact de l'œsophage, tangentielle à celui-ci. Pour cela, noter l'alignement de l'œsophage et de l'instrument, obtenu par traction sur le lac qui sort le long du trocart de la main droite.

Nous procédons ainsi : l'enfant est installé au bas de la table opératoire, les jambes bandées « en tailleur » comme pour une procédure anti-reflux chez l'enfant. La table est inclinée de 30 à 40° en anti-Trendelenbourg. Le chirurgien fait face au diaphragme. Le trocart de la main droite est placé légèrement en dessous et en dedans de la gastrostomie.

Cette position aide à disséquer dans l'axe de l'œsophage et permet l'introduction aisée des instruments à travers le hiatus. L'œsophage abdominal est préparé comme pour un reflux. Un lac est passé autour et extrait le long du trocart de la main droite. Ceci permet d'exercer une traction sur l'œsophage et donne la direction du hiatus lors de l'introduction des instruments. Le hiatus œsophagien musculaire est incisé à 10:00 heures sur 2 à 3 cm au niveau du diaphragme (fig 2a). Deux larges fils monofilaments (0 ou 2) sont placés en trans pariétal et viennent saisir chacun des piliers du diaphragme, puis sont ressortis, toujours à travers la paroi. Ils permettent d'ouvrir le hiatus œsophagien comme le rideau d'une scène de théâtre, ce qui donne un large abord sur le médiastin (fig 2b). Dès lors la dissection de l'œsophage médiastinal peut se faire en restant en étroit contact avec la paroi de l'œsophage en le libérant de ses adhérences. Nous utilisons pour cela le système à courant bipolaire à très haute fréquence (Ligasure® LS 1500 Dolphin Tip laparoscopic instrument par Covidien) plutôt que le bistouri ultrasonique (Ultracision®, par Ethicon Endosurgery) qui chauffe trop dans un espace aussi confiné. Une fois le tiers distal de l'œsophage libéré, il est possible d'introduire l'écarteur à foie dans le médiastin pour soulever le cœur et améliorer encore la vision du médiastin moyen et de ses structures nobles (fig 2c). La rotation des optiques angulées à 30° permet de « tourner » autour de l'œsophage pour en avoir une vision latérale. Les nerfs vagues sont aisément identifiés, de même que les structures médiastinales vasculaires et respiratoires. On monte ainsi dans le médiastin jusqu'au-dessus de la veine innommée (veine brachio-céphalique gauche), juste en dessous de la clavicule (23,24).

La dissection cervicale gauche doit être menée avec grand soin pour éviter une plaie trachéale ou une lésion du nerf récurrent. Nous plaçons les épaules de l'enfant sur un petit billot, la tête tournée vers la droite. L'œsophage vient alors vers l'opérateur placé à gauche de l'enfant, la trachée vers la droite, ce qui permet un accès plus aisé à sa face postérieure. Il est essentiel de préserver autant que possible les premiers centimètres de l'œsophage afin d'éviter des troubles de la déglutition. Si il existe une sténose courte à la bouche œsophagienne ou juste en dessous, nous préférons faire une plastie d'élargissement de type Mikulicz, quitte à devoir dilater ultérieurement, plutôt que de sacrifier celle-ci.

Une fistule trachéo-oesophagienne ou trachéobronchique préexistante doit être identifiée et colmatée. Du fait de l'inflammation chronique voire de l'infection et de la médiocre vascularisation des tissus fibrocytaires dans le médiastin, il est illusoire d'espérer pouvoir faire une simple suture directe. Il faut la couvrir par un tissu bien vascularisé que l'on plaque dessus. Afin d'éviter une thoracotomie pour amener un lambeau de grand dorsal ou de muscle intercostal, nous avons utilisé avec succès une partie du sterno-cléido-mastoidien ou même un segment intact et bien vascularisé de l'œsophage cervical démucoisé en gardant sa vascularisation postérieure.

### Quel transplant utiliser ?

L'œsophage peut être remplacé par un segment colique, par l'estomac entier, par un tube gastrique ou par un segment d'intestin grêle. Cependant aucun n'est parfait et aucun ne fonctionne comme un œsophage normal. Nous avons utilisé divers transplants en nous adaptant aux situations particulières des enfants (Tableau IV).

Transplant	n	Sens	n	Position	n
Colon transverse	232	Isopéristaltique	222	Médiastinal postérieur	219
		Antipéristaltique	10	Rétrosternal	3
Colon droit	8	Isopéristaltique	5	Médiastinal postérieur	8
		Antipéristaltique	3		
Colon mixte	3	Isopéristaltique	3	Médiastinal postérieur	3
Tube gastrique	35	Antipéristaltique	35	Médiastinal postérieur	25
				Rétrosternal	10
Jéjunum	4	Isopéristaltique	2	Cervico-médiastinal	4
		Antipéristaltique	2		
<b>Total</b>	<b>282</b>		<b>282</b>		<b>282</b>

Tableau IV: Choix du transplant.

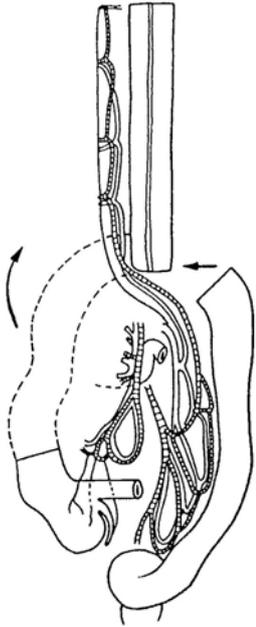


Figure 3: Transplant colique transverse isopéristaltique vascularisé par l'artère colique gauche (2).

### Transplants coliques

Le côlon est très souvent été utilisé comme substitut œsophagien, qu'il s'agisse du côlon droit ou du transverse, placé en position isopéristaltique ou antipéristaltique. Le côlon offre les avantages d'un segment digestif avec plusieurs apports vasculaires possibles à partir de pédicules longs et peu nombreux disposés en arcades et permet de prélever une longueur suffisante pour atteindre le cou dans presque tous les cas. Notre préférence va au côlon transverse vascularisé par l'artère colique gauche ou à défaut l'artère colique moyenne qui permet une meilleure adaptation de la longueur du transplant aux besoins. Il permet en outre un montage isopéristaltique qui a notre préférence (fig 3). Enfin, la paroi du côlon transverse est moins fragile que celle du *cæcum* et le diamètre du transplant est moins large, presque équivalente à celui de l'œsophage, voire même un peu plus large, ce qui évite une stase potentiellement dangereuse au niveau de l'anastomose proximale (9,11,16).

Les transplants coliques n'ont pas de contraction propulsive et se vidant par gravité. Cependant, Jones en 1971, a démontré sur l'animal (29) et depuis lors sur l'humain (30), qu'il existait un péristaltisme propulsif isopéristaltique dans le côlon transposé, apparaissant sous l'effet d'un stimulus acide. Cette activité intrinsèque, reproductible, d'une amplitude de 15 à 20 mmHg pour une durée de 45 à 50 secondes, a pour effet de restaurer rapidement un pH non-acide dans le côlon. Si le côlon transposé présente un mécanisme de défense conservé contre l'agression d'un reflux acide, il est donc préférable de le placer en position isopéristaltique.

L'opération est réalisée à travers une incision longitudinale médiane xypho-ombilicale. Avant toutes choses, nous procédons à un examen très méticuleux de la vascularisation artérielle et veineuse de tout le côlon dans le but de choisir le meilleur pédicule possible. Pour ce faire nous plaçons pendant 10 à 15 minutes des mini clamps vasculaires sur toutes les arcades qu'il nous faudrait lier, pour ne laisser libre que le pédicule principal et nous assurer de ce qu'il suffise à la vascularisation du transplant. Les pulsations artérielles doivent être visibles à l'extrémité la plus éloignée du pédicule. Les études anatomiques ont montré qu'une artère anastomotique à l'angle splénique manque chez environ 10 % des patients, que l'arcade bordante de Riordan est médiocre ou manque chez 15 % et que dans 5 à 10 % des cas, il n'existe pas d'anastomose entre l'artère iléocœcale et l'artère colique droite.

Une fois le choix de la longueur et de la vascularisation fait, on procède à un décollement gastrocolique, puis à la ligature des pédicules non utilisés à distance des arcades. Nous n'utilisons jamais de coagulation, même bipolaire, pour la préparation d'un transplant colique et ne procédons que par ligatures, pour écarter tout risque de spasme vasculaire. Une fois le transplant préparé, il est nettoyé dedans et dehors et maintenu dans des compresses humides et chaudes, dans une position qui prévient toute traction sur son pédicule.

Si le côlon droit est utilisé, il peut être placé en position isopéristaltique en utilisant l'artère colique moyenne pour pédicule, si celle-ci est présente, ou à défaut en antipéristaltique en utilisant l'artère iléocolique. Comme le côlon droit est plus court que le côlon transverse, la longueur du transplant peut être adaptée en sacrifiant la valve iléocœcale pour utiliser un segment d'iléon qui est anastomosé à l'œsophage cervical. Les diamètres sont alors équivalents. Les arguments des partisans de cette technique sont d'une part la possibilité d'allonger le transplant « à la demande » en adaptant la longueur nécessaire sur la dernière anse iléale et d'autre part de protéger le patient d'un reflux gastro-œsophagien par la présence de la valve iléocœcale. Nous avons constaté que le supplément fourni par l'utilisation de l'iléon distal est limité par la longueur de l'arcade bordante mobilisable, et que le gain de longueur obtenu n'est pas considérable. En outre le sacrifice de la valve iléocœcale n'est pas sans conséquence à long terme. Cependant, l'utilisation d'un transplant iléocolique droit est une option que nous avons utilisée à plusieurs reprises pour des patients qui nous ont été référés après plusieurs échecs d'oesophagoplasties ayant entraîné la perte du côlon transverse.

Pour amener le transplant jusqu'au cou, nous plaçons son extrémité cervicale dans un large Penrose (40 mm) et le fixons par plusieurs points transfixiants qui s'appuient sur le Penrose pour ne pas abîmer le transplant ni exercer de traction dessus lors de son ascension. Il est ainsi recouvert par le Penrose, et les frictions dans le médiastin ne risquent pas de l'endommager. J'ai assisté au « stripping » d'un transplant pourtant joliment préparé pour avoir négligé ce détail.

Une fois le transplant mis en place, nous vérifions la perméabilité de son pédicule artériel au Doppler, mais aussi la qualité de son retour veineux. À ce sujet, il est intéressant de constater que si beaucoup d'études ont été consacrées à la vascularisation artérielle du côlon, bien peu se sont intéressées à son drainage veineux. Il est pourtant évident que la conservation d'un réseau veineux suffisant, avec une veine pédiculaire de bon calibre, ni distordue, ni comprimée, est essentielle à la survie du transplant. Les veines ont des parois bien plus fragiles que les artères, elles sont donc plus sensibles aux phénomènes de torsion ou de compression qui, même sans modifier l'apport artériel, peuvent restreindre ou même supprimer le retour veineux, entraînant d'abord la stase, ensuite la thrombose, puis la nécrose de la plastie. Nous « manipulons » donc nos transplants mis en place, jusqu'à ce que nous trouvions le meilleur signal Doppler pour le retour veineux. De même, nous plaçons systématiquement dans nos transplants coliques des sondes d'aspiration avec prise d'air (type Salem), que nous laissons sous aspiration douce pendant plusieurs jours. Le but n'est pas de vider le transplant qui est déjà vide, mais d'éviter qu'il ne se remplisse d'air par exemple du fait de la ventilation, ce qui pourrait comprimer le drainage veineux pariétal et compromettre le transplant. En outre, la pression négative intrathoracique tend à distendre spontanément le côlon et seule une aspiration légèrement inférieure à la pression négative à l'inspiration le maintient collabé. Nous sommes convaincus que certains échecs de transplants coliques ne sont pas dus à une ischémie artérielle, mais à une stase veineuse pariétale ou à une compression de la veine de drainage.

Nous réalisons nos anastomoses proximales bout à bout, en un plan total de fils résorbables, par points séparés, jamais par

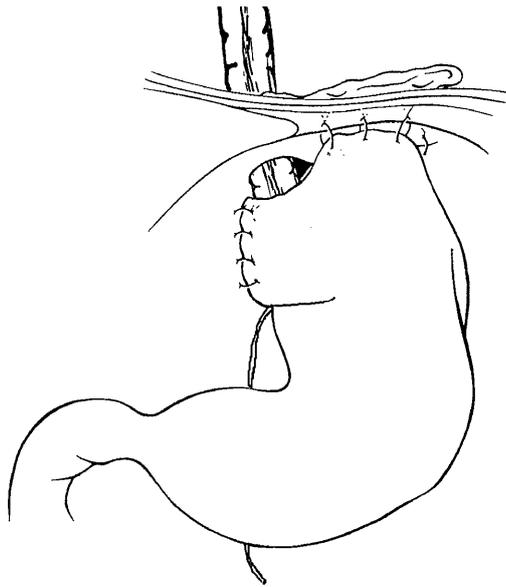


Figure 4: Montage anti-reflux pour les transplants coliques (31).

surjets. Nous élargissons le diamètre de la suture, soit en lui donnant une forme en biseau, soit en la taillant en « V », selon ce qui convient le mieux pour ajuster les diamètres. Un petit drain de Penrose est laissé au contact de la suture pour drainer une éventuelle fuite. Selon la hauteur de l'anastomose, la musculature n'est pas refermée, pour éviter toute compression.

Une fois l'ancien œsophage réséqué, le moignon œsophagien distal n'est pas utilisé pour l'anastomose et est fermé en deux plans de fils résorbables. L'anastomose cologastrique est faite sur la face antérieure de l'estomac, le long de la petite courbure à la jonction du tiers supérieur et du tiers moyen, pour permettre un adossement du transplant.

Lorsque nous avons entrepris de placer les transplants coliques en position orthotopique en 1989, nous avons rapidement constaté que l'alignement du transplant avec l'estomac augmentait considérablement le nombre de reflux gastro-transplant. Nous avons donc confectionné des montages anti-reflux classiques (Nissen, Toupet). Mais même très lâches, ceux-ci se sont avérés trop efficaces sur la faible paroi colique et généraient de la stase dans les transplants. Nous avons dû les démonter. Nous avons donc cherché un nouveau montage anti-reflux pour les transplants coliques que nous avons décrit en 1993. Il s'agit d'un adossement postérieur du colon sur le tiers supérieur de l'estomac et d'une hémivalve antérieure de type Dor utilisant le *fundus*, mais suturée au pilier droit du diaphragme et non à l'œsophage (fig 4) (31). Elle recouvre environ 3 cm de colon distal. L'hémivalve doit être assez lâche pour n'exercer aucune compression artérielle ou veineuse sur le pédicule, qui est en général libre et court le long de l'artère de la petite courbure gastrique. Le *hiatus* diaphragmatique, ouvert pour l'œsophagectomie transhiatale, n'est jamais refermé. Cette faible valve est suffisante pour limiter le reflux dans le transplant, comme démontré par la recherche de reflux radiologique par remplissage gastrique et par pH-métrie. Ce montage nous a permis de réduire le taux de reflux dans nos transplants de 48 % à 7.5 % sur l'examen fait à J10 et de 40 à 21 % sur les contrôles tardifs, sans modification du taux de stase (31) (Tableau V).

Nous n'avons jamais associé de pyloroplastie (Mikulicz) ou autre drainage à nos montages, même lorsque des lésions des nerfs vagues étaient suspectées. Nous avons observé des stases gastriques, mais elles se sont toutes résolues spontanément en quelques jours à quelques semaines. Comme de nombreux enfants présentaient déjà une stase gastrique préopératoire, celle-ci n'est donc pas toujours le fait du chirurgien,

	Groupe sans Valve AR		Groupe avec Valve AR		Total		
	Nb patients		27		67		9.4
	Jours post-op		9.3		9.5		9.4
1er TOG * post-opératoire	RGO	13	48.1%	5	7.5%	19	20.2%
	Stase œsophage	9	33.3%	12	17.9%	21	22.3%
	Stase gastrique	3	11.1%	11	16.4%	14	14.9%
	Jours post-op	71.5		95.0		90.0	
2ème TOG * post-opératoire	RGO	6	40.0%	12	21.4%	18	25.4%
	Stase œsophage	4	26.7%	14	25.0%	18	25.4%
	Stase gastrique	0	0.0%	3	5.4%	3	4.2%

Tableau V : Évaluation du montage anti-reflux (AR) pour œsocoloplasties (31).

\* TOG : Transit œsogastrique

mais de la lésion des vagues à travers la paroi œsophagienne, interrompus ou pris dans la périœsophagite cicatricielle.

En fin d'intervention, nous plaçons une sonde gastrojéjunale par la gastrostomie qui permet d'alimenter l'enfant par voie digestive dès le lendemain et lui éviter une alimentation parentérale. Nous insistons toujours auprès des intensivistes pour maintenir une tension artérielle moyenne (TAM) élevée pendant les 24 premières heures postopératoires, quitte à utiliser des amines, pour assurer une perfusion optimale du transplant. Elle doit rester au moins égale à la TAM enregistrée pendant l'intervention, alors que les vaisseaux du transplant pulsaient. Un transit radiologique est effectué per os et per gastrostomie entre J10 et J12 et si les sutures sont étanches, l'enfant est autorisé à manger. L'alimentation orale étant la plus naturelle des dilatations, nous laissons les enfants manger à peu près ce qu'ils veulent. Il est toujours surprenant de voir des enfants qui n'ont pas mangé depuis des mois, parfois des années, s'alimenter normalement en quelques jours.

Mentionnons encore un artifice utile pour les œsophagoplasties par transplants coliques, décrit en 1974 par Popovici et Papahagi et destiné à améliorer la vascularisation du colon transverse ayant pour pédicule vasculaire l'artère colique gauche (32). Ils constatent que plus le nombre de vaisseaux afférents à l'arcade de Riolan est grand, moins celle-ci se prête à une transplantation du colon transverse. Lors de la confection de la gastrostomie initiale, ils lient donc l'artère colique moyenne et si possible l'artère colique droite, dans le but d'augmenter le calibre de l'artère colique gauche et de l'arcade de Riolan en prévision de l'utilisation du colon transverse comme transplant. Nous avons vérifié l'efficacité de cette mesure.

### Tubes gastriques

L'histoire des œsophagoplasties à l'aide d'un tube gastrique est intimement liée à celle des gastrostomies. Les diverses tentatives de tubulisation d'un fragment d'estomac destinées à allonger une gastrostomie à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, ont donné à Beck et Carrel l'idée d'utiliser un tube gastrique pour réaliser une œsophagoplastie. En 1905, ces auteurs étudièrent sur le cadavre la réalisation d'un nouvel œsophage en utilisant un tube construit avec la grande courbure de l'estomac. L'article de Beck et Carrel passa très probablement inaperçu, ayant été publié dans une revue à diffusion limitée, L'Illinois Medical Journal. En 1912, Amza Jianu de Bucarest, retrouve, sans le connaître, le procédé de Beck et Carrel. Par la suite, l'histoire des œsophagoplasties par tube gastrique fourmille d'inventeurs et ce qu'il y a sans doute de plus étonnant, c'est que la plupart d'entre eux sont de bonne foi, ignorant manifestement les travaux de leurs prédécesseurs.

En 1951, le roumain Dan Gavrilu, « *insatisfait par les méthodes d'œsophagoplastie par segment grêle ou colique, a recherché dans l'abdomen, un vaisseau haut situé, irrigant copieusement un segment de tube digestif, pouvant être amené sans*

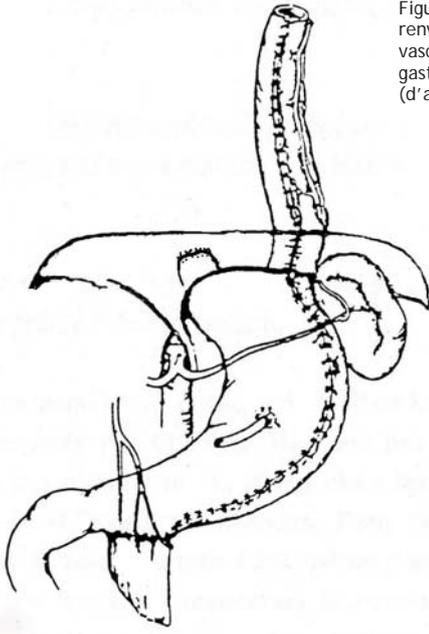


Figure 5: Tube gastrique renversé antipéristaltique vascularisé par l'artère gastroépiploïque gauche (d'après Anderson (33)).

danger jusqu'au pharynx ». Selon Gavriiliu lui-même, « son choix s'est arrêté à l'artère splénique, qui, à condition d'être rendue verticale en la décollant avec le pancréas, son organe satellite, permet une ascension de la grande courbure gastrique, réséquée dans toute sa longueur et transformée en un tube jusqu'au niveau désiré ». En fait, Dan Gavriiliu avait décrit deux tubes : le premier était un tube inversé, antipéristaltique vascularisé par l'artère gastroépiploïque gauche, la portion antrale prépylorique de la grande courbure étant amenée jusqu'au cou, le second étant isopéristaltique vascularisé par l'artère gastroépiploïque droite, le *fundus* étant amené au cou après basculement de l'estomac. Tous deux impliquaient une splénectomie qui n'est plus pratiquée dans la technique chirurgicale qui porte son nom (2,3).

Aujourd'hui, la plupart des tubes gastriques sont du type antipéristaltique, vascularisé par l'artère gastroépiploïque gauche sans splénectomie (fig 5). La portion d'estomac amenée au cou est la région antrale qui produit moins d'acide que le *fundus* (33). C'est ceux que nous confectionnons (Tableau IV).

La technique nécessite de sectionner le ligament gastrocolique en préservant l'artère gastroépiploïque depuis l'artère pyloroduodénale jusqu'à l'artère splénique. Les vaisseaux courts gastrospléniques sont si possible préservés. Le sommet du lambeau rectangulaire destiné à confectionner le tube gastrique est choisi dans la région antrale à environ 3 cm du pylore. Son calibre est déterminé par la mise en place d'une volumineuse sonde adaptée au diamètre de l'œsophage à réaliser. Nous employons volontiers une sonde Ch 24, qui donne un tube de même diamètre que l'œsophage cervical de petits enfants. L'usage des agrafeuses linéaires a beaucoup simplifié la confection des tubes et il n'est plus nécessaire de les maintenir le long de la sonde tutrice avec de multiples pinces de Babcock comme cela se faisait auparavant, ni de confectionner manuellement une longue suture sujette à fuites. En général trois chargeurs d'agrafeuse linéaire GIA de 75 mm permettent de confectionner un long tube rectiligne et étanche. Puis le tube est amené au coup exactement de la même manière que pour le colon, avec les mêmes précautions. Il existe un point de faiblesse à l'angle constitué entre le tube et l'estomac, que nous renforçons par quelques points séromusculaires. L'anastomose proximale est faite de la même manière que pour le colon.

Il est rare que l'ancienne gastrostomie puisse être laissée en place et la plupart du temps elle doit être refaite. Nous n'utilisons plus le point de départ prépylorique du tube gastrique pour confectionner la gastrostomie car nous le jugeons trop

près du pylore et avons eu quelques enclavements du ballonnet de gastrostomie. Nous confectionnons une nouvelle gastrostomie sur la face antérieure de l'estomac. Outre une sonde d'aspiration gastrique, elle permet de mettre en place une sonde de Salem dans le transplant et une sonde gastrojéjunale d'alimentation (9,33).

Les tubes gastriques sont d'excellents substituts œsophagiens, avec une vascularisation fiable, meilleure que celle du colon. Cependant un des obstacles majeurs à leur utilisation est la position de la gastrostomie initiale : si celle-ci a été faite le long de la grande courbure gastrique ou pire si elle interrompt l'artère gastroépiploïque, il vaut mieux renoncer à confectionner un tube gastrique. Il est alors tentant de refermer la gastrostomie pour confectionner le tube, mais la partie distale à cette suture, qui va monter dans le cou et devenir le point le plus éloigné donc le plus mal vascularisé, va s'ischémier, parfois rapidement, parfois insidieusement et mener à la perte de la partie haute du transplant ou à des sténoses irréductibles. Nous avons eu à reprendre plusieurs œsophagoplasties par tubes gastriques, parce que les chirurgiens qui les avaient faites avaient négligé cette règle, le plus souvent en décrivant ou en dessinant dans leurs rapports opératoires ce qui devait être la cause de leur échec.

Pour cette raison, lors de la confection d'une gastrostomie lorsqu'un remplacement œsophagien est envisagé, il faut impérativement confectionner la gastrostomie à bonne distance de la grande courbure, car on ne sait jamais à l'avance quel substitut œsophagien va être utilisé. Enfin il faut savoir que même avec une artère gastroépiploïque apparemment intacte, on peut s'exposer à des échecs : Koskas et Ndoye ont montré dans des travaux anatomiques sur cadavres qu'il existe des cas de mauvaise perfusion pariétale le long de la grande courbure (34,35).

En général l'estomac résiduel après prélèvement du tube, ne permet pas la confection d'un montage anti-reflux. Celui-ci doit donc être traité préventivement en postopératoire d'autant que la longue suture du tube ne permet pas de contraction propulsive. Cependant le petit estomac résiduel se redéveloppe dès que l'enfant peut à nouveau manger et à six mois sa taille est presque toujours redevenue normale. Il serait alors possible de confectionner un montage anti-reflux si cela s'avérait nécessaire. Notre préférence va alors à une hémivalve antérieure, pour ne prendre aucun risque avec le transplant et éviter de passer sur sa face postérieure.

La paroi des tubes gastriques est nettement plus épaisse que celle des colons. De ce fait, ils ont une meilleure « tenue », ont un aspect radiologique plus rectiligne et ont nettement moins tendance que les colons à devenir redondants. Pour cette raison, si on devait renoncer à une voie orthotopique et opter pour un transplant rétrosternal, il serait préférable d'y placer un tube gastrique plutôt qu'un colon.

La confection d'un tube gastrique implique le risque de voir se développer un ulcère. Ceux-ci peuvent survenir n'importe où dans le tube, mais avec un risque plus élevé à la jonction entre l'œsophage natif et le tube.

#### « Pull-up » gastriques (gastroplasties totales)

Au cours des deux dernières décades, les « pull-up » gastriques sont devenus d'usage courant à la suite des travaux de Sweet (36) et de Spitz (37). Ce dernier, découragé par ce qu'il considérait comme de mauvais résultats des transplants œsophagiens dans son Institution, a introduit les « pull-up » gastriques pour les atrésies de l'œsophage.

Le « pull-up » gastrique implique la mobilisation de l'estomac entier, la création d'un espace suffisant dans le médiastin et une unique anastomose au cou avec l'œsophage natif.

Par une incision médiane xypho-ombilicale, la gastrostomie est tout d'abord fermée. L'estomac est libéré de toutes ses attaches, en particulier les ligaments gastrocoliques et gastrohépatiques (pars flaccida du petit épiploon) ainsi que les vaisseaux courts gastrospléniques. L'artère gastroépiploïque droi-

te est préservée, tandis que la gauche est sectionnée, parfois au prix du sacrifice de la rate. Ceci n'est pas sans danger, car il existe un risque important de sepsis fulminante post splénectomie lorsqu'on enlève la rate chez les enfants de moins de 5 ans. L'Association Américaine de Pédiatrie (AAP), ainsi que d'autres sociétés, recommandent de ne pas enlever la rate chez les enfants de moins de cinq ans.

L'estomac reste donc vascularisé par l'artère gastrique droite (artère de la petite courbure) et la partie droite de l'artère gastroépiploïque. On peut obtenir un gain de longueur supplémentaire par une manœuvre de Kocher et/ou en y ajoutant celle de Collis (38). Le moignon œsophagien est fermé car il ne doit pas être utilisé. L'extrémité de l'œsophage cervical est suturée au fundus et non au moignon œsophagien car il en résulte un gain de longueur significatif. La suture est effectuée en un plan de paroi totale par points séparés (39).

Comme les nerfs vagues sont le plus souvent lésés lors de cette procédure, la plupart des auteurs confectionnent une pyloroplastie selon Mikulicz. Cependant certains, comme Cowles, préfèrent une pyloromyotomie extramuqueuse, car ils la considèrent comme suffisante, alors qu'une pyloroplastie fait courir un risque de fuite de la suture, du fait de sa mise sous tension par le "pull-up". Enfin, il faut confectionner une jéjunostomie d'alimentation pour la période postopératoire, puisque la gastrostomie n'existe plus (39).

Le « pull-up » gastrique offrirait les avantages théoriques d'une seule anastomose et d'un transplant dont la vascularisation serait excellente avec peu de risque de nécrose. Ceci n'est pas tout à fait exact, puisque des fuites de la suture de l'ancienne gastrostomie, donc dans le médiastin, ont été décrites, de même que des fuites de la pyloroplastie avec ou sans distension gastrique (9). Pour preuve, nous avons repris un enfant dont l'estomac entier avait nécrosé après un « pull-up » gastrique et un autre où le « pull-up » gastrique comprimait le cœur et le poumon droit, mais nous n'avons pas pu l'ôter du fait d'adhérences aux structures nobles du médiastin consécutives à une longue médiastinite.

Hirschl n'a déploré aucun décès parmi 41 patients opérés entre 1985 et 2002, mais mentionne un taux élevé de fuites (36 %) et de fistules cervicales (49 %) (40). Dans la mise à jour de sa série de Great Ormond Street à Londres, concernant 192 enfants, Spitz ne décrit aucun échec de transplant, mais 5.2 % de décès. Cependant les problèmes sont fréquents avec des fistules cervicales (12 %), des sténoses anastomotiques (19.6 %), des troubles de la déglutition (30.6%) et des troubles de la vidange gastrique (8,7 %) (41).

À titre de comparaison, durant la même période (1989-2012) nous avons réalisé 280 remplacements œsophagiens chez l'enfant en utilisant soit des transplants coliques, soit des tubes gastriques, mais jamais de « pull-up » gastrique. Nous n'avons enregistré aucun décès. Aucun transplant n'a été perdu. Nos complications ont consisté en des fistules cervicales (12 %) toutes s'étant résolues spontanément en quelques jours sans chirurgie, des sténoses de l'anastomose proximales (35 %) nécessitant entre une et 12 dilatations et deux plasties d'élargissements (voir ci-après) et moins de 20 % de reflux dans les transplants. Il n'y a jamais eu de fuite de l'anastomose distale. De son côté Juan Tovar, à Madrid, rapportait en 2009 son expérience de 33 ans d'interpositions coliques chez 65 enfants, déplorant 9 % de décès. Il y mentionne 43 % de reflux et 22 % de complications diverses (11).

Le reflux gastro-œsophagien dans l'œsophage proximal natif est un problème non résolu du « pull-up » gastrique et s'observe chez 25 à 30 % des patients. Il s'agit aussi bien de reflux acides que de reflux biliaires, qu'il y ait eu ou non une pyloroplastie. Ils entraînent une œsophagite de reflux dans l'œsophage cervical chez 30 à 78 % des patients selon les auteurs. Cette œsophagite cervicale est dangereuse pour les voies respiratoires de l'enfant.

À ce sujet il faut rappeler que l'estomac entier transposé est apéristaltique et chirurgicalement dénervé, même si des étu-

des ont montré des contractions globales du corps de l'estomac, mais sans activité péristaltique (42). À cela s'ajoute ce qui est à notre avis un des obstacles majeurs des « pull-up » gastriques chez le petit enfant, à savoir son volume dans le médiastin. L'estomac rempli et inerte dans le médiastin de l'enfant peut prendre un volume considérable, non compressible, compromettant la fonction respiratoire et le retour veineux. Nous avons été amenés à démonter des « pull-up » gastriques faits chez des petits enfants pour des décompensations cardiaques et/ou respiratoires et probablement certains des décès rapportés sont en rapport avec ce problème. De même Newman écrit que certains "pull-up" gastriques effectués vers les années 1960 ont dû être remplacés par une interposition colique vers les années 1980, pour des problèmes respiratoires liés aux reflux chroniques, essentiellement des pneumonies par aspiration, ou pour des compressions cardiaques dues à l'estomac intrathoracique dilaté (43). Le problème ne semble donc pas spécifiquement pédiatrique.

### Interpositions d'intestin grêle

De multiples techniques d'interposition d'intestin grêle ont été décrites, utilisant soit le *jéjunum*, soit l'iléon, nourris par leurs pédicules vasculaires (44,45), ou utilisés comme greffons libres après micro-anastomoses (46).

De toutes les portions du tube digestif qui paraissent utilisables pour oesophagoplastie, c'est l'intestin grêle qui, en raison de son calibre, rappelle le mieux l'œsophage. En outre, le prélèvement d'un segment d'intestin grêle ne présente que peu d'inconvénients pour la fonction restante du tube digestif. Cependant, l'obstacle majeur à l'utilisation de l'intestin grêle est la complexité et la fragilité de la vascularisation artérielle et veineuse. Celle du retour veineux est plus grande encore que celle de la vascularisation artérielle qu'elle ne suit pas. Il est aussi important de faire un essai de clampage du retour veineux, qu'il l'a été de clamer l'apport artériel. Les problèmes de vascularisation artérielle et veineuse doivent donc être résolus séparément, ce qui n'est pas toujours faisable. En dehors des constatations vasculaires souvent défavorables, d'autres arguments parlent contre l'utilisation du grêle : la longueur rapportée de l'intestin grêle et du méso fait que celui-ci est environ sept fois plus long que son pédicule vasculaire. La section radiée du mésentère entre les arcs vasculaires, après section des troncs des artères jéjunales, permet en le dépliant d'allonger considérablement le segment prélevé. Il n'empêche que la section d'un tronc jéjunal mobilise une longueur d'intestin hors de proportion avec la longueur de méso ainsi obtenue. Il en résulte un « gaspillage » d'intestin sacrifié peu satisfaisant (2,44). En outre, il est difficile d'éviter l'effet de feston de l'intestin grêle, qui est rarement rectiligne. Ceci donne une orientation mal commode à l'extrémité supérieure du transplant, peu favorable pour une anastomose termino-terminale avec l'œsophage cervical. Il ne faut pas tenter de redresser cette extrémité en crosse au risque de dévasculariser l'extrémité supérieure du transplant. Il vaut mieux anastomoser l'œsophage cervical au sommet de la crosse par une anastomose termino-latérale après avoir fermé son extrémité. Enfin le grêle transposé conserve un fort péristaltisme. Pour cette raison, l'anse grêle antipéristaltique ne se vide pas et ne doit pas être utilisée.

Nous avons été amenés à utiliser des transplants jéjunaux (2) ou même iléaux (1) chez des enfants pour des reprises après multiples échecs d'oesophagoplasties, le côlon et l'estomac ayant été perdus dans de précédents essais malheureux. Même si ces transplants sont viables, ils sont source de multiples problèmes, le principal d'entre eux étant le défaut de rectitude du néo-œsophage avec de nombreuses chicanes, permettant une vidange satisfaisante aux liquides et semi-liquides, mais pas aux solides.

Par contre nous avons fait de bonnes expériences en utilisant le *jéjunum* pour confectionner un greffon libre après micro-anastomose sous microscope. Cette technique permet de gé-

	Reconstructions pharyngo-œsophagiennes	Œsophagoplasties « simples »
Soins intensifs de pédiatrie	6.6 j (3 - 13 j)	3.5 j
Hospitalisation CHP	41.3 j (18 - 62 j)	15.9
Durée totale du ttt	253 j (68 - 436 j)	115.8 j

Tableau VI : Comparaison des suites d'œsophagoplasties « simples » et des reconstructions pharyngo-œsophagiennes.

rer une sténose proximale isolée de l'œsophage cervical ou de la partie supérieure d'un transplant après échec d'un programme de dilatation. C'est typiquement le cas des tubes gastriques confectionnés malgré une gastrostomie trop près de l'artère gastroépiploïque qui a entraîné une sténose ischémique de la portion haute du transplant, le reste étant toujours viable et perméable.

Nous avons utilisé quatre fois des segments de jéjunum de 2 à 4 cm, prélevés avec une artère et une veine de bon calibre, anastomosées tantôt sur l'artère faciale, sur l'artère thyroïdienne et sur le tronc thyro-linguo-facial. Ces greffons peuvent être utilisés soit comme interposition, soit, après avoir été fendus, pour couvrir une incision longitudinale de l'œsophage sténosé. Le greffon est prélevé plus long que nécessaire, et l'excédent, plutôt que d'être réséqué, est extériorisé par la plaie cervicale comme témoin de la viabilité du greffon. Ce n'est qu'au bout de quelques jours, quand la perfusion reste satisfaisante, qu'il est ôté par une simple ligature à sa base.

Deux greffons ont fonctionné d'emblée, sans fistule ni sténose. Nous avons dû réopérer un de nos patients à J1 pour ischémie du greffon et réfection des anastomoses, avec une évolution simple. Le dernier cas nous pose encore problème : comme évoqué plus haut le grêle transposé conserve un fort péristaltisme. Pour des raisons anatomiques, nous avons placé un greffon circulaire de 3 cm de long en position antipéristaltique. Le greffon est d'excellente qualité, sans sténose. Cependant tantôt l'enfant mange normalement, tantôt il peut à peine boire. Nous avons objectivé par endoscopie que lorsque le greffon est relâché, il est largement perméable, mais soudain surviennent des contractions antipéristaltiques qui le ferment complètement. Ce problème n'est pas encore résolu.

### Lésions complexes pharyngo-œsophagiennes

Depuis 1989, 25 enfants avaient des lésions associées des voies respiratoires, comprenant des destructions de l'épiglotte, des sténoses pharyngolaryngées parfois complètes, une obstruction d'un ou deux sinus piriformes, avec dans cinq cas une oblitération complète des filières aérienne et digestive. Bien entendu ces enfants ne survivaient que grâce à une trachéostomie.

En collaboration avec nos collègues ORL, en particulier les Prof. Philippe Monnier et Philippe Pasche, nous avons développé une technique de reconstruction combinée des voies respiratoires et œsophagiennes. L'intervention débute par la résection des synéchies et des cicatrices pharyngo-épiglottiques au laser CO<sub>2</sub> sous microlaryngoscopie suspendue. Ceci permet l'ouverture d'au moins un des sinus piriformes avec une excellente hémostasie et de préparer une découpe muqueuse de l'endroit exact où le transplant doit venir, car il n'y a plus de bouche œsophagienne.

Puis nous réalisons une œsophagoplastie orthotopique après œsophagectomie, soit par transplant colique soit par tube gastrique, telles que décrites ci-dessus. L'extrémité supérieure du transplant est alors amenée dans le cou et l'anastomose est faite au niveau des aryténoïdes sur le larynx et postérieurement un peu plus haut dans l'oropharynx. L'extrémité proximale du transplant se trouve ainsi entre 3 et 5 mm des cordes vocales. Pour éviter la récurrence de la sténose laryngée et obs-

	Nb	%
Sténose cervicale (voir commentaire)	67	33
stase dans le transplant (voir commentaire)	45	22
RGO (voir commentaire, (31))	41	20
Fistule cervicale	17	8
Spasme pylorique (voir commentaire)	12	6
Occlusion sur bride	6	3
Transplant redondant	4	2
Septicémie	3	1.5
Bronchospasmes sévères	3	1.5
Transplant un peu trop long	3	1.5
Section canal thoracique chylothorax	2	1
Tamponnade, décompensation cardiaque	2	1
Trachéomalacie	2	1
Paralysie diaphragme gauche transitoire	1	< 1 %
Ulcère dans le transplant (tube gastrique)	1	< 1 %
Abcès cervical	1	< 1 %

Tableau VII : Complications.

truer temporairement le larynx, on met en place le moule laryngé en silicone que Philippe Monnier a décrit (48,49).

Les suites opératoires de ces enfants sont très difficiles, marquées par de nombreux problèmes respiratoires en dépit du moule laryngé et de la trachéostomie. La durée de séjour aux soins intensifs de pédiatrie double par rapport aux œsophagoplasties « simples » (6.6 jours vs 3.5 jours). Les enfants parviennent à nouveau à manger dans un délai variant de trois à huit mois, au cours duquel de nombreuses broncho-aspirations avec pneumonies subséquentes surviennent (de un à cinq par enfant). Il faut plus longtemps encore, soit environ six à 12 mois après la fermeture de la trachéostomie, pour qu'ils cessent de tousser, d'abord le jour, puis la nuit. Pendant cette période ils apprennent à utiliser leurs cordes vocales pour déglutir en protégeant leurs voies respiratoires.

Par rapport à une œsophagoplastie « simple », le traitement est beaucoup plus lourd avec une hospitalisation de 41.3 jours au lieu de 15.9 jours et une prise en charge chirurgicale jusqu'à ce que l'enfant mange et que la trachéostomie soit fermée de 253 jours contre 115.8 jours. Cependant, à terme, tous ces enfants sont capables de se nourrir et n'ont plus de trachéostomie sauf celui dont les cordes vocales avaient été lésées (Tableau VI).

Ainsi, nous pensons que l'anastomose très haute des transplants au niveau des aryténoïdes est possible chez l'enfant, pour autant que celui-ci ait encore des cordes vocales intactes. Cependant, nous maintenons qu'il y a une différence considérable dans la prise en charge et le pronostic de ceux des enfants dont les quelques centimètres proximaux de l'œsophage ont pu être préservés et ceux dont l'anastomose a été faite très haut. Il est donc essentiel de tout faire pour préserver la bouche œsophagienne et si possible quelques centimètres d'œsophage proximal.

### Complications

Cette chirurgie est grevée d'un taux de complication élevé, dans les mois qui suivent l'intervention (Tableau VII). Celles-ci nécessitent essentiellement de une à sept dilatations par enfant.

Les fistules cervicales et les sténoses de l'anastomose proximale sont les complications de cette chirurgie les plus fréquemment rencontrées. Des fuites peuvent survenir, même lorsque la suture est de bonne qualité, sans tension, à l'extrémité d'un transplant bien vascularisé anastomosé à un œsophage natif sain. Nous pensons malgré tout qu'il s'agit d'un problème vasculaire, sans ischémie artérielle franche, mais probablement lié à un certain degré d'engorgement veineux.

Pour étayer cette théorie non démontrée, nous avons les endoscopies laryngées faites lors de certaines extubations qui nous permettent parfois de voir la zone d'anastomose. Il nous semble que ceux des enfants qui présentaient un important œdème et/ou un engorgement veineux, étaient plus à même de développer une fuite. En outre, nous avons constaté que plus les transplants sont rectilignes, moins nous avions de fuites, comme si un transplant tortueux compromettrait le retour veineux.

Les sténoses de l'anastomose proximale ont un lien direct avec l'ischémie et les fuites. Tous les patients ayant présenté une fuite de l'anastomose proximale ont nécessité une ou plusieurs dilatations de celle-ci. Cependant deux enfants ont développé des sténoses tardives trois mois après oesophagoplastie et deux autres à trois et cinq ans, en dépit du fait que tous les contrôles radiologiques et endoscopiques étaient normaux et que les enfants mangeaient. Nous n'avons pas d'explication claire. Peut-être s'agit-il de la réactivation d'un processus de cicatrisation hypertrophique induit par la chirurgie dans les deux premiers cas et par une inflammation d'origine inconnue chez les autres. Ces récurrences tardives de sténoses posent la question de savoir combien de temps ces enfants doivent être suivis. La structure dans laquelle nous travaillons et les collaborations que nous avons créées, nous ont permis de suivre 69 % de ces enfants pendant une durée moyenne de 8.6 ans, allant pour certains jusqu'à 11 ans. Est-ce suffisant ? Lors de ce suivi à long terme, nous constatons que tous ces enfants se nourrissent per os, sans malnutrition et sans retard staturo-pondéral. En général, les enfants et leurs parents ne se plaignent pas. Ceux devenus adultes mènent une vie normale. Cependant en les examinant et en les questionnant soigneusement, beaucoup ont une respiration bruyante, une toux liée au reflux et ont pris de curieuses habitudes. Citons les plus fréquentes : boire systématiquement en mangeant après chaque bouchée, manger debout, exercer une pression du doigt sur la cicatrice lors de la déglutition de morceaux.

## Conclusions

Cowles et Coran ont défini ainsi le substitut œsophagien idéal pour l'enfant (39) : il doit être utilisable à long terme, avoir le moins de reflux possible, doit être techniquement réalisable, ne doit pas affecter les fonctions cardiaques et pulmonaires et surtout permettre de se nourrir normalement. Malgré une expérience personnelle de plus de 280 remplacements en 24 ans, je ne connais toujours pas de substitut œsophagien qui réponde à cette définition. Il m'a souvent été demandé quelle est notre technique préférée d'oesophagoplastie. Je n'en ai pas et suis convaincu que celui qui veut réaliser cette chirurgie doit en connaître plusieurs pour s'adapter à la situation particulière de chaque enfant. Voudrait-on faire un transplant colique, si l'artère colique gauche manquait (10 % des patients) ou si l'arcade bordante de Riolan était médiocre soit pour des raisons anatomiques soit du fait de malheureux gestes chirurgicaux antérieurs, il vaudrait mieux y renoncer. Voudrait-on faire un tube gastrique, si l'on découvrirait que la gastrostomie a été faite trop près de l'arcade gastroépiploïque gauche risquant d'interrompre la vascularisation du tube, il vaudrait mieux y renoncer.

Il s'agit d'une chirurgie longue (entre cinq et 12 heures) et l'accumulation de petits détails chronophages en garantit le succès. Par exemple, nous ne faisons pas de coagulation sur un transplant colique, mais seulement des ligatures, nous « perdons » du temps à vérifier la qualité de la vascularisation par clampage. La difficulté est de conserver une bonne concentration tout au long de cette procédure pour ne négliger aucun de ses détails apparemment insignifiants, mais dont chacun peut compromettre toute l'intervention.

J'ai le privilège d'avoir formé à cette chirurgie des élèves doués et passionnés qui en connaissent aujourd'hui toutes les

étapes et les pièges. Je ne doute pas de ce qu'ils sauront trouver des améliorations voire des solutions nouvelles pour faire progresser ces techniques vers plus de sécurité, moins de complications et de meilleurs résultats.

Enfin, cette longue expérience me fait dire que le meilleur des transplants que j'ai pu faire ne fonctionne pas si bien que l'œsophage natif de l'enfant. Tout doit donc être fait pour le préserver avec d'envisager une œsophagoplastie.

## Références

1. Roux C. L'oesophago-jéjuno-gastrostomie, nouvelle opération pour rétrécissement infranchissable de l'oesophage. *Sem Méd* 1907;27:37-40.
2. Reinberg O. Les oesophagoplasties chez l'enfant. Thèse. Faculté de Médecine de l'Université de Lausanne. 1989;pp 166.
3. Danielou T. Histoire de l'oesophagoplastie chez l'enfant, Travail de Maîtrise sous la supervision de O. Reinberg, Faculté de Biologie et de Médecine de l'Université de Lausanne, 2012;pp 47.
4. Reinberg O. À propos de l'oesophago-jéjuno-gastrostomie de César Roux. *Rev Med Suisse Romande* 1993;113:162-3.
5. Orsoni P. Oesophagoplasties. Maloine ed, Paris 1969.
6. Peden M, Oyegbite K, Ozanne-Smith J et al. World report on child injury prevention. World Health Organization/UNICEF ed. 2008;pp 211.
7. Janousek P, Kabelka Z, Rygl M, Lesny P, Grabec P et al. Corrosive injury of the oesophagus in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70: 1103-7.
8. Panieri E, Rode H, Millar AJW, Cywes S. Oesophageal replacement in the management of corrosive strictures: when is surgery indicated? *Pediatr Surg Int* 1998;13:336-40.
9. Arul GS, Parikh D. Oesophageal Replacement in Children. *Ann R Coll Surg Engl* 2008;90:7-12.
10. Pellerin D, Nihoul-Fekete C, Revillon Y, Jan D. Les oesophagoplasties pour sténoses caustiques de l'oesophage de l'enfant. *Chirurgie* 1989;115 Suppl1:86-92.
11. Burgos L, Barrena S, Andrés AM, Martínez L, Hernández F et al. Colonic interposition for esophageal replacement in children remains a good choice: 33-year median follow-up of 65 patients. *J Pediatr Surg* 2010;45:341-5.
12. Chattopadhyay A, Prakash B, Vepakomma D et al. A prospective comparison of two regimes of bowel preparation for pediatric colorectal procedures: normal saline with added potassium vs. polyethylene glycol. *Pediatr Surg Int* 2004;20:127-9.
13. Chappuis JP, Valla JS, Bechraoui T et al. L'oesophagectomie à thorax fermé pour sténose caustique de l'oesophage. *Chir Pediatr*. 1989;30:187-90.
14. Reinberg O, Genton N. Esophageal Replacement in Children: Evaluation of the One-Stage Procedure with Colic Transplants. *Eur J Pediatr Surg* 1997;4:216-20.
15. Ngan SY, Wong J. Lengths of different routes for esophageal replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;91:790-2.
16. Hamza AF, Abdelhay S, Sherif H, Hasan T, Soliman H et al. Caustic Esophageal Strictures in Children: 30 Years' Experience. *J Pediatr Surg* 2003;38:828-33.
17. Fekete F, Rongere G, Assens P. Cancérisation d'un restant œsophage exclus après oesophagoplastie pour sténose caustique. *Ann Chir* 1987;41:341-3.
18. Kochhar R, Sethy PK, Kochhar S et al. Corrosive induced carcinoma of esophagus: report of three patients and review of literature. *J Gastroenterol Hepatol* 2006;21:777-80.
19. Orringer MB, Sloan H. Esophagectomy without thoracotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;76:643-54.
20. Reinberg O. Les oesophagoplasties chez l'enfant. *Med Hyg* 1990;8:2553-65.
21. Caix M, Descottes B, Rousseau D. La vascularisation artérielle de l'oesophage thoracique moyen et inférieur. *Anat Clin* 1981;3:95-106.
22. Reinberg O, Lutz N, Joseph JM, Bernath M, Flubacher P. Réparation par vidéo-chirurgie des plaies vasculaires et bronchiques majeures survenues en chirurgie ouverte. *Journal de Coelochirurgie* 2001;37:81-4.
23. Reinberg O. Laparoscopic esophagectomy in esophageal replacements in children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 2008;18:503.
24. Vasseur Maurer S, de Buys Roessingh A, Reinberg O. Comparison of transhiatal laparoscopy versus blind closed-chest cervicotomy and laparotomy for esophagectomy in children. *J Pediatr Surg* 2013;48:887-92.

25. Cury EK, Schraibman V, De Vasconcelos Macedo AL et al. Thoracoscopic esophagectomy in children. *J Pediatr Surg* 2001;36:e17.
26. Kane TD, Nwomeh BC, Nadler EP. Thoracoscopic-assisted esophagectomy and laparoscopic gastric pull-up for lye injury. *JSL* 2007;11:474-80.
27. Chokshi NK, Guner YS, Ndiforchu F et al. Combined laparoscopic and thoracoscopic esophagectomy and gastric pull-up in a child. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 2009;19 Suppl 1:197-200.
28. Nwomeh BC, Luketich JD, Kane TD. Minimally invasive esophagectomy for caustic esophageal stricture in children. *J Pediatr Surg* 2004;39:1-6.
29. Jones EL, Booth DJ, Cameron JL. Functional evaluation of esophageal reconstructions. *Ann Thorac Surg* 1971;12:331-46.
30. Stein HJ, DeMeester TR, Hinder RA. Outpatient physiologic testing and surgical management of foregut motility disorders. *Curr Probl Surg* 1992;29:415-550.
31. Vasseur Maurer S, Estremadoyro V, Reinberg O. Evaluation of an anti-reflux procedure for colonic interposition in pediatric esophageal replacements. *J Pediatr Surg* 2011;46:594-600.
32. Papahagi E, Popovici Z. Procédé pour améliorer l'irrigation de la plastie dans l'oesophagoplastie par le colon transverse et le colon ascendant isopéristaltique. *J Chir* 1974;108:229-40.
33. Anderson KD, Randolph JG. The gastric tube for oesophageal replacement in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1973;66:333-42.
34. Koskas F, Gayet B. Anatomical study of retrosternal gastric esophagoplasties. *Anat Clin* 1985;7:237-56.
35. Ndoye JM, Dia A, Ndiaye A, Fall B et al. Arteriography of three models of gastric oesophagoplasty: the whole stomach, a wide gastric tube and a narrow gastric tube. *Surg Radiol Anat* 2006;28:429-37.
36. Sweet RH. A new method of restoring continuity of the alimentary canal in cases of congenital atresia of the esophagus with tracheoesophageal fistula not treated by immediate primary anastomosis. *Ann Surg* 1948;127:757-68.
37. Spitz L. Gastric transposition via the mediastinal route for infants and children with long-gap esophageal atresia. *J Pediatr Surg* 1984;19:149-54.
38. Schneider A, Ferreira CG, Kauffmann I, Lacreuse I, Becmeur F. Modified Spitz procedure using a Collis gastroplasty for the repair of long-gap esophageal atresia. *Eur J Pediatr Surg* 2011;21:178-82.
39. Cowles RA, Coran AG. Gastric transposition in infants and children. *Pediatr Surg Int* 2010;26:1129-34.
40. Hirschl RB, Yardeni D, Oldham K et al. Gastric transposition for esophageal replacement in children: experience with 41 consecutive cases with special emphasis on esophageal atresia. *Ann Surg* 2002;236:531-9.
41. Spitz L. Gastric transposition in children. *Semin Pediatr Surg* 2009;18:30-3.
42. Gupta DK, Charles AR, Srinivas M. Manometric evaluation of the intrathoracic stomach after gastric transposition in children. *Pediatr Surg Int* 2004;20:415-8.
43. Newman KD, Anderson KD. Esophageal replacement. In: Stringer MD, Mouriquand PDE, Oldham KT, Howard ER (eds) *Pediatric Surgery and Urology: Long term outcomes*. London: WB. Saunders, 1998;pp 214-9.
44. Ring WS, Varco RL, L'Heureux PR, Foker JE. Esophageal replacement with jejunum in children: an 18 to 33 year follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982;83:918-27.
45. Saeki M, Tsuchida Y, Ogata T, Nakano M, Akiyama H. Long-term results of jejunal replacement of the esophagus. *J Pediatr Surg* 1988;23:483-9.
46. Cusick EL, Batchelor AA, Spicer RD. Development of a technique for jejunal interposition in long-gap esophageal atresia. *J Pediatr Surg* 1993;28:990-4.
47. Saetti R, Silvestrini M et al. Endoscopic treatment of upper airway and digestive tract lesions caused by caustic agents. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112:29-36.
48. Monnier P. A new stent for the management of adult and pediatric laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 2003;113:1418-22.
49. Alshammari J, Monnier P. Airway stenting with the LT-Mold™ for severe glotto-subglottic stenosis or intractable aspiration: experience in 65 cases. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269:2531-8.