E-Mem Acad Natle Chir. 2017;16(3):016.

Complications cardio-vasculaires sévères de la chirurgie du pectus excavatum

Life-Threatening Cardiovascular Complications Related to Pectus Excavatum Surgery

J de Wolf [1], E Brian [2], A Wurtz [1]

1. CHU Lille - Service de chirurgie thoracique - Lille, France.
2. Institut du thorax Curie-Montsouris - Paris, France.

Résumé

Objectifs : apprécier le risque de complications cardiovasculaires sévères de la chirurgie du *pectus excavatum*.
Méthodes : revue de la littérature identifiant ces complications, en chirurgie ouverte (Ravitch, ou autre) et mini invasive (Nuss).
Résultats :
Chirurgie ouverte : nous avons identifié un décès par arrêt cardiaque per opératoire, sur 1262 interventions de Willital-Hegemann. Après Ravitch, nous relevons 11 complications, sans décès : deux perforations cardiaques, per ou post opératoire et six migrations intracardiaques d'attelles de support (au total, huit ré interventions sous CEC) ; trois tamponnades par migration de fil d'acier cassé, guéries par drainage et ablation du fil. Enfin, 28 ans après sternal turnover, la migration aortique d'un fil d'acier a nécessité un remplacement prothétique de l'aorte ascendante.
Après Nuss : nous avons identifié : 24 blessures cardiaques per opératoires et trois à l'ablation de la barre ; une migration trans myocardique de barre (au total, 11 interventions sous CEC/28 patients) ; deux blessures per opératoires de la VCS ou de la VCI ; six obstructions de la VCI ou de la voie pulmonaire ; trois hémorragies aortiques, dont une létale (cas médico-légal) ; deux péricardectomies pour péricardite purulente ou constrictive ; deux tamponnades tardives. Enfin huit patients ont présenté un arrêt cardiaque (trois per opératoires et cinq létales à domicile, la barre interdisant le massage cardiaque). Au total, nous avons identifié 51 complications entraînant 10 décès et deux séquelles d'ischémie cérébrale.
Conclusions : après Nuss, les complications cardiovasculaires semblent plus nombreuses et plus sévères qu'après chirurgie ouverte.

Mots clés

- Complications cardiovasculaires
- Événements indésirables graves
- Pectus excavatum
- Chirurgie

Abstract

Objectives: To assess the life-threatening cardiovascular complications (LCC) related to pectus excavatum surgery.
Methods: In-depth literature review of LCCs related to open repair (Ravitch-type or other procedures) versus minimally invasive repair (Nuss).
Results: Of 1262 patients undergoing an open Willital-Hegemann repair, we identified 1 death caused by intraoperative cardiac arrest in a patient with unspecified "cardiac anomaly". In patients undergoing a Ravitch-type repair, we identified 11 non-lethal LCCs: 2 per/postoperative cardiac injuries; 6 delayed intracardiac bar migration (overall, 8 successful cardiac procedures under CPB were performed); 3 intrapericardial migration of broken sternal wire and consecutive tamponade treated by wire removal and pericardial drainage. Finally, we identified 1 case of ascending aortic injury caused by delayed migration of a fractured sternal wire requiring prosthetic aortic replacement 28 years after sternal turnover.
In patients undergoing a Nuss procedure we identified: 24 procedural cardiac injuries and 3 during bar removal; 1 case of intracardiac migration of the Nuss-bar (overall, 11 patients underwent a cardiac procedure under CPB); 2 procedural vena cava injuries; 6 obstructions of the inferior vena cava (3) or right ventricular outflow tract (3); 3 episodes of major bleeding from the ascending aorta leading to death in 1 patient; 2 pericardectomies and 2 delayed cardiac tamponades. Eight patients sustained procedural (3) or delayed (5) cardiac arrest and consecutive mortality in the latter group, the Nuss-bar impeding cardiopulmonary resuscitation manoeuvres. Overall, we identified 51 cardiovascular LCCs leading to 10 deaths and 2 cases of hypoxic brain injury.
Conclusions: Our review demonstrates a significant cardiovascular morbidity/mortality related to the Nuss procedure in comparison with open repair.

Keywords

- Cardiovascular severe adverse events
- Cardiovascular complications
- Pectus excavatum
- Surgery

Correspondance

Alain Wurtz
CHU Lille - Service de chirurgie thoracique - 59000 Lille France.
Tél : +33 3 20 44 45 59 - Fax : +33 3 20 44 48 90 - E-mail : alain.wurtz@chru-lille.fr

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Introduction

Le *pectus excavatum* (PEx) est la plus fréquente des malformations de la paroi thoracique antérieure. Sa pathogénie reste discutée mais il semble que l'hypertrophie en longueur et/ou la distorsion des cartilages costaux joue un rôle essentiel (1). La déformation s'accentue généralement au moment de la deuxième poussée de croissance (2). Les indications à une prise en charge chirurgicale sont, à titre principal, de nature esthétique. L'intervention vise également à améliorer la qualité de vie des patients (3) ainsi que leurs performances à l'exercice (4). La chirurgie du PEx a évolué au cours de ces dernières décennies avec notamment le développement de la technique mini invasive. Toutefois cette évolution s'est accompagnée d'une plus grande fréquence de complications sévères rapportées dans la littérature, celles de nature cardiovasculaire pouvant engager le pronostic vital. Et cela est difficilement acceptable pour une chirurgie visant essentiellement à corriger une disgrâce physique.
Il existe deux types de correction chirurgicale : la chirurgie ouverte, la plus ancienne, et la chirurgie mini invasive. Les techniques de réparation à ciel ouvert sont de nature variée, la plus utilisée étant la sternochondroplastie (dérivée de la technique initialement décrite par Ravitch), basée sur la résection sous périchondrale des cartilages anormaux, associée à une ostéotomie sternale transversale haute et l'utilisation d'une attelle de soutien du sternum dans sa position anatomique, laquelle est généralement enlevée au bout de six mois (5-8). Une variante est la technique de Willital-Hegemann, où trois barres métalliques stabilisent le plastron chondrosternal (9). Enfin, le « sternal turnover », un retournement à 180° sur son axe du plastron chondrosternal, après section sternale haute, est une intervention aujourd'hui abandonnée (10).
La chirurgie mini invasive est couramment intitulée MIRPE (Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum), ou Nuss du nom de son promoteur (11). Elle consiste à mettre en place en intra thoracique une ou plusieurs barres préformées en fonction de la déformation, sous contrôle thoracoscopique. Puis une manœuvre de retournement à 180° du matériel corrige la concavité de la paroi thoracique antérieure.
Le but de cette étude est d'analyser le risque de survenue de complication cardiovasculaire sévère (CCS) lors de la chirurgie du PEx, en fonction de l'approche ouverte ou mini invasive, à la lumière des données de la littérature.

Matériel et méthode

Notre étude a été faite en suivant les recommandations préconisées pour les revues générales et les méta analyses (12). Les recherches bibliographiques ont été faites à partir des bases de données bibliographiques et bibliométriques Pubmed, Medline, CINAHL, Cochrane et Embase avec notamment les mots clefs suivants : *pectus excavatum*, close repair, Nuss, MIRPE, open repair, Ravitch, complications, cardiovascular complications ; études de séries prospectives et rétrospectives, de case reports et case series, avec croisement des références bibliographiques.
Nous avons sélectionné les articles rapportant, ou faisant mention, de complications sévères intéressant le cœur et/ou les gros vaisseaux, lors d'une intervention isolée de cure de PEx. Nous n'avons pas retenu comme CCS les problèmes péricardiques per opératoires (contusions ou lacérations) ou postopératoires précoces (épanchements). À l'opposé, nous avons retenu les évènements péricardiques retardés, telle la constriction ou la tamponnade.
Les troubles du rythme cardiaque ainsi que les lésions des vaisseaux périphériques (principalement l'artère thoracique interne), n'ont pas été pris en compte.
Un total de 528 articles médicaux a été examiné et 64 ont été retenus, qui rapportaient des complications suffisamment sévères pour engager le pronostic vital, ou à l'origine d'un décès. Nous avons enfin retenu deux articles issus de la littérature non médicale.

Résultats

Chirurgie ouverte

Après chirurgie ouverte, nous avons identifié un total de 13 CCSs, incluant un décès. Ce dernier a été rapporté par Saxena et al. dans leur série de 1 262 patients traités par intervention de Willital-Hegemann. Il était consécutif à un arrêt cardiaque per opératoire chez un patient ayant des antécédents non précisés « d'anomalie cardiaque » (9).

Lésions per et postopératoires précoces (n=2)

L'unique plaie cardiaque per opératoire (non létale) en chirurgie ouverte a été rapportée par Hernandez et al. chez un enfant aux antécédents de chirurgie cardiaque néonatale. Elle survenait au cours d'une tentative de sternochondroplastie dans la petite enfance. La cure définitive du PEx était effectuée à l'âge de 16 ans, sous CEC de principe, pour des raisons évidentes de sécurité (13).
En postopératoire précoce, nous avons identifié une lésion cardiaque iatrogène chez un enfant de sept ans ayant fait l'objet d'une cure à ciel ouvert de PEx, avec mise en place de broches de Kirchner visant à stabiliser le plastron chondrosternal. Un déplacement précoce (à J5) d'une des broches a conduit l'opérateur à la repositionner à l'aveugle, provoquant des lésions cardiaques sévères qui furent réparées sous CEC avec succès (14).

Migration intracardiaque d'attelle métallique de soutien (n=6)

Nous avons identifié deux cas de déplacement précoce (délai inférieur à six mois) d'attelle métallique de soutien chez deux jeunes adultes. L'une avait traversé les ventricules en perforant la cloison interventriculaire (15) et l'autre avait provoqué une fistule aorto ventriculaire droite (16). Dans les deux cas, c'est l'utilisation d'une attelle trop courte, favorisant sa migration intra thoracique, qui a été à l'origine de cette complication. Dans les quatre cas additionnels, c'est du matériel oublié et/ou cassé qui avait migré en intracardiaque, de deux à 37 ans après cure du PEx (17-20).
L'ensemble de ces six patients a fait l'objet d'une chirurgie cardiaque sous CEC (et hypothermie profonde dans deux cas), avec des résultats satisfaisants.

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Migration de fil d'acier cassé (n=4)

Chez trois patients, la migration intra péricardique d'un fil d'acier cassé d'ostéosynthèse sternale (n=2), ou utilisé pour la fixation d'une barre de Nuss sur la ligne médiane dans un cas de technique hybride (Ravitch + Nuss), provoquait un hémopéricarde avec tamponnade. La guérison était obtenue par évacuation de l'épanchement et ablation du corps étranger (21-23).
Signalons enfin la migration aortique d'un fil d'acier cassé, 28 ans après sternal turnover, générant des lésions suffisamment graves pour imposer le remplacement prothétique de l'aorte ascendante (24).

Chirurgie mini invasive

Après Nuss, nous avons nous avons identifié un total de 51 CCSs à l'origine de dix décès et de deux cas de séquelles d'ischémie cérébrale consécutives à un arrêt cardiaque per opératoire.

Lésions cardiaques per opératoires (n=24)

Elles constituent une des complications spécifiques de la méthode. Elles se produisent lors de l'introduction intra thoracique du guide ou de la barre de Nuss, ou lors du repositionnement d'une barre déplacée. En faisant abstraction des publications redondantes rapportant plusieurs fois le même cas, nous avons identifié 24 perforations ou lacérations cardiaques per opératoires (11, 25-44). Sept patients avaient des antécédents de chirurgie cardiaque. Trois avaient été pris en charge pour reprise de PEx, deux après Nuss (28, 41) et un après Ravitch (33).
La plaie cardiaque entraînait le décès de trois jeunes patients (29, 36, 40), et de lourdes séquelles d'ischémie cérébrale chez un autre (33). Le détail des observations a été colligé dans le tableau. On observe que l'on manque d'information complète sur sept cas et que dans les 17 observations restantes, le traitement du PEx a été abandonné six fois. Cependant, dans un de ces cas, une réparation ultérieure a été effectuée sous CEC, pour des raisons évidentes de sécurité (13).

Migration trans myocardique de la barre de Nuss

Un an après Nuss, un patient présentait une migration trans myocardique de la barre, révélée par un souffle intense audible par le patient lui-même. L'ablation de la barre et la réparation des dégâts cardiaques considérables occasionnés a nécessité une intervention de 16 heures sous CEC, avec un bon résultat à deux ans, à l'exception de l'absence de correction du PEx. Cette observation a été rapportée dans un journal non médical (45).

Déchirures cardiaques au retrait de la barre (n=3)

Nous avons identifié une hémorragie létale par déchirure du ventricule gauche en rapport avec le développement d'un système adhérentiel entre la barre et le péricarde, lui-même symphysé, conséquence d'un épanchement péricardique postopératoire (33). Le même mécanisme, potentiellement aggravé par des antécédents de chirurgie cardiaque pour transposition des gros vaisseaux, a également été à l'origine d'une double plaie ventriculaire avec hémorragie particulièrement sévère (46). Enfin une déchirure du ventricule droit avec hémorragie massive au retrait programmé de la barre de Nuss a été rapportée. La lésion ventriculaire a pu être réparée sous CEC. L'analyse des coupes sagittales de l'examen tomodensitométrique effectué avant le deuxième temps démontrait, rétrospectivement, la migration intra ventriculaire de la barre (47).

Lésions ou occlusions cave (n=5)

Deux patients ont été les victimes d'une plaie per opératoire, respectivement de la veine cave supérieure et de la veine cave inférieure. On n'a aucune information sur le premier cas, les auteurs s'étant contentés d'une simple mention dans un tableau relatant les complications (48). Quant à la plaie de la veine cave inférieure, elle se produisait à l'occasion d'une ré intervention pour récidive de PEx après Nuss. Elle était réparée par sternotomie (49).
Trois cas d'obstruction aiguë de la veine cave inférieure ont été rapportés. Au décours de l'intervention, les patients présentaient une instabilité hémodynamique, une oligurie et une distension abdominale ayant conduit dans deux cas à une laparotomie (50, 51). Le diagnostic d'obstruction aiguë de la veine cave inférieure (probablement liée à une plicature secondaire à une modification brutale de la géométrie de la cage thoracique avec excès de tension du diaphragme), a été fait par cavographie, échographie ou tomodensitométrie. Bien qu'un patient ait fait un arrêt cardiaque per opératoire (52), l'ablation de la barre a été salvatrice dans les trois cas. Cependant aucun patient n'a eu de correction ultérieure de son PEx.

Lésions de l'aorte ascendante (n=3)

Le basculement intra thoracique de la barre en direction crâniale a provoqué une lacération de la crosse aortique compliquée d'hémopéricarde qui a nécessité une sternotomie d'urgence d'hémostase deux mois après l'intervention initiale (53). Ce mécanisme a été également à l'origine d'un faux anévrysme de l'aorte ascendante qui s'est rompu à l'ablation de la barre. Une reconstruction artérielle par prothèse, sous arrêt circulatoire et hypothermie profonde, a été mise en œuvre avec succès (54).
Enfin, une observation médico-légale d'hémorragie létale d'origine aortique lors de l'ablation de la barre de Nuss a été rapportée dans une publication juridique (55).

Sténose de l'artère pulmonaire ou de la voie d'éjection du ventricule droit (n=3)

À la suite d'un déplacement latéral droit de la barre de Nuss, se sont produit deux cas de sténose, du tronc de l'artère pulmonaire (56), ou de la voie d'éjection du ventricule droit (57), comprimés par la partie gauche incurvée de la barre. La symptomatologie à type de dyspnée et/ou de souffle d'éjection systolique rétrocédait à l'ablation de la barre. Cependant le premier patient présentait une insuffisance valvulaire tricuspidienne séquellaire (56).
Enfin, onze ans après Nuss, un patient de 23 ans, victime d'un épisode syncopal, s'est vu découvrir un cal fibreux rétro sternal séquellaire comprimant sévèrement la voie d'éjection du ventricule droit, qui fut réséqué sous vidéo thoracoscopie (58).

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Événements péricardiques retardés (n=4)

Moss et al. ont rapporté une observation de sepsis majeur : empyème pleural bilatéral et péricardite purulente ayant nécessité, outre l'ablation de la barre de Nuss, une péricardectomie (26). Park et al. ont observé un cas de péricardite constrictive, complication lointaine d'un épanchement pericardique post opératoire, ayant imposé une péricardectomie effectuée lors de l'ablation de la barre (28). Nous avons enfin identifié deux cas de tamponnade péricardique tardive. Un patient fut traité par pericardocentèse sous contrôle échocardiographique (59). Chez l'autre, la rétrocession de l'épanchement n'a été obtenue qu'à la suite de l'ablation de la barre de Nuss (60).

Nuss et arrêt cardiaque

Des complications chirurgicales graves, lors de la primo intervention, ou lors de l'ablation de la barre de Nuss, ont été à l'origine d'un arrêt cardiaque chez sept patients (29, 33, 36, 40, 52, 55). Cinq de ces patients sont décédés dans l'immédiat, ou de manière retardée après une phase de coma et un conservait de sévères séquelles d'ischémie cérébrale (33).
De plus, Redlinger et al., sur une série de 100 cas de ré intervention par Nuss pour récidive de PEx, ont également observé deux incidents de ce type, en relation avec une mauvaise tolérance hémodynamique de l'ouverture thoracique : l'arrêt cardiaque survenait en début de ré intervention ou se produisait lors de l'ablation de la barre (61). Très récemment un cas identique a été rapporté par Zou et al. : deux tentatives de placement de la barre de Nuss se sont soldées à chaque fois par un arrêt cardiaque, qui rétrocédait à son ablation. La cure du PEx a donc été abandonnée (62).
Les arrêts cardiaques survenus à domicile, probablement en relation avec un trouble du rythme cardiaque, sont dramatiques car la présence de la/ou des barres de Nuss interdit tout massage cardiaque externe efficace, comme démontré par trois observations bien documentées (63-65). Signalons enfin deux décès à domicile, barre en place, rapportés dans deux séries de la littérature ; cependant on ignore tout des manœuvres de réanimation éventuellement effectuées (2, 66).
Au total, parmi les huit patients ayant fait un arrêt cardiaque en dehors de toute complication chirurgicale, cinq sont décédés et un gardait des séquelles d'ischémie cérébrale (61).

Discussion

Après chirurgie ouverte isolée du PEx, nous avons identifié 13 complications sévères intéressant le cœur et/ou les gros vaisseaux médiastinaux, entraînant un décès. Après Nuss, les chiffres s'élèvent à 51 CCSs, à l'origine de dix décès et de deux cas de séquelles d'ischémie cérébrale consécutifs à un arrêt cardiaque per opératoire.
En chirurgie ouverte, la majorité des CCSs étaient la conséquence d'erreurs techniques et, le cas échéant, d'un défaut de suivi à moyen/long terme de certains patients. Pour l'ostéosynthèse du plastron chondrosternal remodelé, l'utilisation de broches de Kirchner est abandonnée et l'accident rapporté (14) ne devrait plus s'observer. Les migrations intra cardiaques d'attelles de support du sternum pourraient également être évitées grâce à l'utilisation d'un matériel de longueur suffisante (les extrémités doivent être palpable sous la peau) évitant ainsi un déplacement intempestif dans le médiastin et suffisamment rigide pour éviter la torsion ou la rupture (8). Une autre précaution élémentaire est de procéder à l'ablation de l'attelle à six mois. Il convient enfin d'éviter l'utilisation de fils d'acier d'ostéosynthèse sternale, ou autre (23), en raison du risque de rupture, puis de migration intra péricardique, voire aortique (24), de ce matériel.
Lors du Nuss, les CCSs que nous avons identifiées, sont beaucoup plus inquiétantes de par leur nature et leur nombre. À cet égard, il est éloquent d'observer que dans la revue générale de Kenzler et Stolar consacré à la prise en charge du PEx, le chapitre relatif aux complications chirurgicales concerne exclusivement le Nuss (32). Un article récent de Hebra et al. (67) est une revue générale consacrée aux complications sévères et à la mortalité en relation avec le Nuss. Les auteurs ont additionné les observations, qu'ils ont identifiées dans la littérature, à des cas non publiés issus d'une enquête auprès des membres du Chest Wall International Group (une société savante qui s'intéresse tout particulièrement à la correction des déformations de la paroi thoracique). De manière surprenante, les auteurs n'ont identifié que 27 cas publiés de CCS, dont 12 perforations cardiaques et quatre décès. Et dans cet article, le problème crucial de l'arrêt cardiaque au cours ou au décours du Nuss n'est pas évoqué. De ce fait, la morbi-mortalité de cette intervention a été sérieusement sous-estimée par les auteurs, ce que nous avons souligné dans une lettre au Rédacteur de la revue (68). Nous reconnaissons que les artifices techniques développés au fil des années pour éviter les plaies cardiaques per opératoires, particulièrement bien décrits dans cet article, ont sans doute contribué à faire chuter le nombre de CCS (68). Cependant certaines d'entre elles sont imparables comme l'obstruction aiguë de la veine cave inférieure ou les hémorragies cataclysmiques retardées, notamment à l'ablation de la barre de Nuss. Enfin l'impossibilité de la mise en œuvre d'un massage cardiaque efficace en cas d'arrêt cardiaque, du fait de la présence de la barre de Nuss, mérite d'être souligné (64).

Conclusion

Nous avons bien conscience du caractère imparfait de notre étude, puisque le nombre de patients, respectivement opérés, à ciel ouvert ou par Nuss, est mal connu et il est hasardeux d'extrapoler d'un taux de complications sévères ou létales comme l'ont fait Hebra et al. dans le cadre du Nuss (67). Pour autant, compte tenu de leur nombre réel, de leur gravité toute particulière et du caractère inattendu des complications en relation avec cette intervention, nous n'avons pas retenu ce procédé thérapeutique dans le traitement du PEx. Nous restons fidèles à l'utilisation d'une technique simplifiée de réparation ouverte, lorsque l'indication opératoire est raisonnable (7).

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Discussion en séance

Commentaires de P Philippe
Je vous remercie de cette sonnette d'alarme. L'apparition de la cure mini invasive du *pectus excavatum* a ouvert les barrières de l'écluse et fait arriver un très grand nombre de patients dans les consultations de chirurgie. Et de multiples équipes se sont précipitées dans la correction de ces déformations du thorax, au point qu'on a pu se demander si, dans certaines régions, l'entièreté de la population était atteinte d'un *pectus*, vu le nombre de cas que certaines équipes ont pu rapporter. Ce que vous faites, c'est de nous rappeler qu'il s'agit d'une vraie opération dans le médiastin avec des risques non négligeables. Cela fait poser la question de l'indication : est-ce que c'est purement esthétique, ou physiologique comme la littérature récente semble nous le montrer. C'est grâce à l'afflux de patients cherchant cette correction mini invasive qu'on a pu faire des études physiologiques qui, dans presque la moitié des études réalisées, montre qu'il y a un petit retentissement cardiaque ou respiratoire, dans les formes les plus graves. Clairement, pour une chirurgie purement esthétique, il faut connaître ces risques. Chez l'adulte, il peut y avoir des symptômes plus graves au-delà de 40/50 ans et, dans une chirurgie fonctionnelle, ces risques sont à mettre en perspective. Il y a eu au mois de juillet une revue un peu similaire de Hebra (collaborateur de Nuss), publiée dans la version électronique du Journal of Pediatric Surgery (67). Il a fait une enquête auprès du Chest Wall International Group et, ce qui est notable, c'est qu'il a trouvé dans la littérature 12 cas publiés, et surtout 15 cas non publiés, de lésions myocardiques. Dans les deux cas on est à peu près à un tiers de décès : cela veut dire que beaucoup ne sont pas publiés. Les auteurs ont aussi énuméré toute une série de petites manœuvres (comme l'avait fait au préalable François Becmeur, il y a quelques années (35)), destinées à diminuer (mais pas supprimer) ces incidents.
Par contre, l'intervention de Ravitch n'est pas non plus sans complication cardiovasculaire. Je pense aux cas de chondrodystrophies acquises asphyxiantes où la résection des cartilages costaux a stérilisé la croissance du thorax, ce qui entraîne des invalidités respiratoires graves.
Voilà, il y a beaucoup de discussion à avoir : quelle est l'importance du risque que l'on peut accepter ? Est-ce que toutes les indications sont bonnes ? On n'a pas abordé le bénéfice de la chirurgie ouverte dans les thorax asymétriques, ou en « aile de papillon ». Mais faut-il jeter le bébé avec l'eau du bain en renonçant définitivement à l'intervention de Nuss, ou adopter les stratégies qui permettent, peut-être, d'en diminuer les risques ?
Réponses d'A Wurtz
Pour ce qui concerne les complications de la chirurgie ouverte, il y a deux leçons à retenir :
1) Il faut utiliser des barres de support suffisamment longues pour éviter qu'une des extrémités ne glisse dans le médiastin. En pratique, la barre doit affleurer le tissu sous cutané à ses deux extrémités.
2) Il faut éviter à tout prix l'utilisation de fils d'acier que certains utilisent pour stabiliser la sternotomie transversale cunéiforme haute. Ce geste est inutile, mais si on veut le faire, il faut utiliser du fil lentement résorbable.
Pour le Nuss, je voudrais intervenir à propos de l'article de Hebra et al. en cours de publication (67), car cette étude est gravement lacunaire : 72 % des cas d'évènements indésirables graves publiés sont manquants. Ainsi, Hebra estime à 1/1000 leur nombre, alors que l'on arrive vraisemblablement à 4 ou 5/1000 catastrophes après Nuss. Par exemple, nous avons dénombré 27 cas de lésion cardiaque tandis que Hebra n'en a identifié que 12. Pour les lésions viscérales c'est 13 *versus* 2 et pour les hémothorax massifs retardés, c'est 17 *versus* 0. On aboutit ainsi à un total général de 128 cas d'évènements indésirables graves et 20 décès après Nuss. Enfin, dans cet article, le risque d'arrêt cardiaque (8 cas identifiés, dont 5 décès) n'est même pas évoqué.

Question d'O Reinberg
Je vous félicite pour cette présentation excellente, très bien documentée et très exhaustive. Je ne dirais pas qu'elle me fait plaisir, mais elle est plus qu'utile. J'ai toujours été très réticent à l'engouement systématique pour la technique de Nuss et je n'ai jamais vu que l'on pouvait faire des Nuss à tous les enfants, en particulier dans les formes asymétriques. Je pense que les indications du Nuss sont très limitées. Par contre, une autre chose qui m'a toujours préoccupé (et ce sera ma question) c'est quand j'ai vu Donald Nuss faire sa présentation et quand j'ai vu ceux qui l'ont suivi vivre cet engouement pour le Nuss, avec des séries comportant des enfants à partir de cinq ans opérés pour des corrections de déformations thoraciques, j'ai trouvé cela choquant. J'ai appris de mon patron et de Pierre Paul Collin à Montréal que les corrections devaient être envisagées au mieux lorsque le thorax était conformé et la déformation stabilisée, c'est à dire en période péri pubertaire. Ma question est la suivante : est ce que dans l'analyse que vous avez faite de tous ces papiers, vous arrivez à dire que le risque augmenté dans le Nuss ne concerne que les adolescents, mais aussi les petits enfants (à mon avis, opérés à tort). Y a-t-il une distribution particulière ?
Réponse
Je peux répondre précisément à cette question parce qu'il existe un article récent d'une équipe sud-coréenne, consacré à ce sujet (69). Il montre que le risque de complication avant l'âge de 10 ans est trois fois moindre qu'après 10 ans. Mais lorsqu'on fait un Nuss trop tôt, le risque de récidive n'est pas négligeable.
Je profite de cette prise de parole pour répondre au problème du Ravitch chez l'enfant. En fait, c'est une intervention qui a été abandonnée depuis longtemps et, de ce fait, la dystrophie thoracique acquise préalablement évoquée par Paul Philippe est une complication que je qualifierai d'historique.

Question de l'Assemblée
Nous voudrions féliciter l'orateur pour le travail important qu'il a dû faire et lui poser une question simple. Est-ce que dans votre série vous avez inclus des communications faites à l'Académie de Chirurgie il y a trois ou quatre ans ?
Réponse
Nous avons utilisé le matériel qui a fait l'objet d'une communication en 2013 (Rapport bénéfice/risque de la réparation du *pectus excavatum* par la technique de Nuss) ; et nous y avons adjoints les cas colligés de 2014 à 2017. À l'époque on avait identifié 58 cas d'évènements indésirable graves de tous types, inclus dans notre publication dans les e-Mémoires (70). En 2017, on aboutit à 128 cas (dont 20 décès) en additionnant les observations non publiées et colligées par Hebra (67).

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Conflit d'intérêt

Alain Wurtz. Interventions ponctuelles : activité de conseil (non rémunérée) pour Medicalex.

Références

1. Benhamed L, Hysi I, Wurtz AJ. eComment. Is overgrowth of costal cartilages the unique cause of pectus deformities? Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2013;17:763.
2. Kelly RE, Goretsky MJ, Obermeyer R, Kuhn MA, Redlinger R, Haney TS et al. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients. Ann Surg 2010;252:1072-1081.
3. Lam MW, Klassen AF, Montgomery CJ, LeBlanc JG, Skarsgard ED. Quality-of-life outcomes after surgical correction of pectus excavatum: a comparison of the Ravitch and Nuss procedures. Journal of Pediatric Surgery. 2008;43:819-25.
4. Neviere R, Montaigne D, Benhamed L, Catto M, Edme JL, Matran R et al. Cardiopulmonary response following surgical repair of pectus excavatum in adult patients. Eur J Cardiothorac Surg. 2011;40:e77-82.
5. Shamberger RC, Welch KJ. Surgical repair of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 1988;23:615-22.
6. Fonkalsrud EW, Dunn JC, Atkinson JB. Repair of pectus excavatum deformities: 30 years experience with 375 patients. Ann Surg. 2000;231:443-8.
7. Wurtz A, Rousse N, Benhamed L, Conti M, Hysi I, Pinçon C et al. Simplified open repair for anterior chest wall deformities. Analysis of results in 205 patients. Orthop Traumatol Surg Res. 2012;98:319-26.
8. Brian E, Benhamed L, Wurtz A. Substernal Titanium Support After Pectus Open Repair. Ann Thorac Surg. 2016;101:832-3.
9. Saxena AK, Willital GH. Valuable lessons from two decades of pectus repair with the Willital-Hegemann procedure. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;134:871-6.
10. Tóth T, Szöts I, Forgon J, Záborsky A. Surgical treatment of pectus excavatum by "turn over" of the sternum. Zentralbl Chir. 1986;111:1515-8.
11. Nuss D, Kelly RE, Croituru DP, Swoveland B. Repair of pectus excavatum. Pediatric Endosurgery and Innovative Techniques. 1998;2:205-21.
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group P. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med. 2009;6:e1000097.
13. Hernández S, Fernández A, Ramírez M et al. Correction of the complicated pectus excavatum with extracorporeal circulation (ECC) support. Cir Pediatr. 2011;24:44-7.
14. Pircova A, Sekarski-Hunkeler N, Jeanrenaud X, Ruchat P, Sadeghi H, Frey P et al. Cardiac perforation after surgical repair of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 1995;30:1506-8.
15. Dalrymple-Hay MJ, Calver A, Lea RE, Monro JL. Migration of pectus excavatum correction bar into the left ventricle. Eur J Cardiothorac Surg. 1997;12:507-9.
16. Aydemir B, Sokullu O, Hastaoglu O, Bilgen F, Celik M, Dogusoy I. Aorta-to-right ventricular fistula due to pectus bar migration. Thorac Cardiovasc Surg. 2011;59:51-2.
17. Elami A, Lieberman Y. Hemopericardium: a late complication after repair of pectus excavatum. J Cardiovasc Surg (Torino). 1991;32:539-40.
18. Onursal E, Toker A, Bostanci K, Alpagut U, Tireli E. A complication of pectus excavatum operation: endomyocardial steel strut. Ann Thorac Surg. 1999;68:1082-3.
19. Zhang R, Hagl C, Bobylev D, Breymann T, Schmitto JD, Haverich A et al. Intrapericardial migration of dislodged sternal struts as late complication of open pectus excavatum repairs. J Cardiothorac Surg. 2011;6:40.
20. Biliboni Lage I, Khan K, Kaabneh A, Kendall S. Late coronary artery and tricuspid valve injury post pectus excavatum surgery. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2013;17:748-50.
21. Barakat MJ, Morgan JA. Haemopericardium causing cardiac tamponade: a late complication of pectus excavatum repair. Heart. 2004;90:e22.
22. Cope SA, Rodda J. Cardiac tamponade presenting to the emergency department after sternal wire disruption. Emerg Med J. 2004;21:389-90.
23. Lee SH, Cho BS, Kim SJ, Lee SY, Kang MH, Han GS et al. Cardiac Tamponade caused by broken sternal wire after pectus excavatum repair: a case report. Ann Thorac Cardiovasc Surg. 2013;19:52-4.
24. Mieno S, Ozawa H, Katsumata T. Ascending aortic injury caused by a fractured sternal wire 28 years after surgical intervention of pectus excavatum. J Thorac Cardiovasc Surg. 2010;140:e18-20.
25. Hebra A, Swoveland B, Egbert M et al. Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. J Pediatr Surg. 2000;35:252-7.
26. Moss RL, Albanese CT, Reynolds M. Major complications after minimally invasive repair of pectus excavatum: case reports. J Pediatr Surg. 2001;36:155-8.
27. Willekes CL, Backer CL, Mavroudis C. A 26-year review of pectus deformity repairs, including simultaneous intracardiac repair. Ann Thorac Surg. 1999;67:511-8.
28. Park HJ, Lee SY, Lee CS. Complications associated with the Nuss procedure: analysis of risk factors and suggested measures for prevention of complications. J Pediatr Surg. 2004;39:391-5.
29. Gips H, Zaitsev K, Hiss J. Cardiac perforation by a pectus bar after surgical correction of pectus excavatum: case report and review of the literature. Pediatr Surg Int. 2008;24:617-20.
30. Belcher E, Arora S, Samancilar O, Goldstraw P. Reducing cardiac injury during minimally invasive repair of pectus excavatum. Eur J Cardiothorac Surg. 2008;33:931-3.
31. Castellani C, Schalamon J, Saxena AK, Höellwarth ME. Early complications of the Nuss procedure for pectus excavatum: a prospective study. Pediatr Surg Int. 2008;24:659-66.
32. Kuenzler KA, Stolar CJ. Surgical correction of pectus excavatum. Paediatr Respir Rev 2009;10:7-11.
33. Bouchard S, Hong AR, Gilchrist BF, Kuenzler KA. Catastrophic cardiac injuries encountered during the minimally invasive repair of pectus excavatum. Sem Pediatr Surg. 2009;18:66-72.
34. Tedde ML, Campos JR, Das-Neves-Pereira JC, Abrâo FC, Jatene FB. The search for stability: bar displacement in three series of pectus excavatum patients treated with the Nuss technique. Clinics. 2011;66:1743-6.
35. Becmeur F, Ferreira CG, Haecker FM, Schneider A, Lacreuse I. Pectus excavatum repair according to Nuss: is it safe to place a retrosternal bar by a transpleural approach, under thoracoscopic vision? J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2011;21:757-61.
36. Schaarschmidt K, Lempe M, Schlesinger F, Uwe Jaeschke U, Park W, Polleichtner S. Lessons learned from lethal cardiac injury by Nuss repair of pectus excavatum in a 16-year-old. Ann Thorac Surg. 2013;95:1793-5.
37. Umuroglu T, Bostanci K, Thomas DT, Yuksel M, Gogus FY. Perioperative anesthetic and surgical complications of the Nuss procedure. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2013;27:436-40.
38. Craner R, Weis R, Ramakrishna H. Emergent cardiopulmonary bypass during pectus excavatum repair. Ann Card Anaesth. 2013;16:205-8.

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

39. Jeong JY, Suh JH, Yoon JS, Park CB. Delayed-onset hypovolemic shock after the Nuss procedure for pectus excavatum. J Cardiothorac Surg. 2014;9:15.
40. Zhang DK, Tang JM, Ben XS, Xie L, Zhou HY, Ye X et al. Surgical correction of 639 pectus excavatum cases via the Nuss procedure. J Thorac Dis. 2015;7(9):1595-1605.
41. Pilegaard HK. Single center experience on short bar technique for pectus excavatum. Ann Cardiothorac Surg. 2016;5:450-5.
42. Ersen E, Demirkaya A, Kilic B et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE) in adults: is it a proper choice ? Videosurgery Mini inv. 2016;11(2):98-104.
43. Li S, Yang D, Ma Y et al. Hybrid Nuss Procedure for Pectus Excavatum with Severe Retrosternal Adhesions after Sternotomy. Ann Thorac Surg. 2017;103:1573-7.
44. Jaroszewski DE, Gustin PJ, Haecker FM et al. Pectus excavatum repair after sternotomy: the Chest Wall International Group experience with substernal Nuss bars. Eur J Cardiothorac Surg. 2017;52:710-7.
45. http://www.dailymail.co.uk/health/article-2739727/Bullied-teenager-nearly-died-steel-bar-inserted-disguise-sunken-chest-came-1cm-heart.html.
46. Haecker FM, Berberich T, Mayr J, Gambazzi F. Near-fatal bleeding after transmyocardial ventricle lesion during removal of the pectus bar after the Nuss procedure. J Thorac Cardiovasc Surg. 2009;138:1240-1.
47. Sakakibara K, Kinoshita H, Ando K, Yasuda Y, Mori Y, Fujiwara Y. Right ventricular perforation due to a stabilizing bar installed for the Nuss procedure. Minerva Anestesiol. 2013;79:820-1.
48. Tikka T, Kalkat MS, Bishaya E, Steyn RS, Rajesh PB, Naidu B. A 20-year review of pectus surgery: an analysis of factors predictive of recurrence and outcomes. Interact Cardio Vasc Thorac Surg. 2016;23:908-13.
49. Pilegaard HK. Single center experience on short bar technique for pectus excavatum. Ann Cardiothorac Surg. 2016;5:450-5.
50. Nath DS, Wells WJ, Reemtsen BL. Mechanical occlusion of the inferior vena cava: an unusual complication after repair of pectus excavatum using the Nuss procedure. Ann Thorac Surg 2008;85:1796-8.
51. Harris B, Bushman GA, Hastings LA. Inferior vena cava obstruction after pectus excavatum repair. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2009;23:515-7.
52. Ballouhey Q, Léobon B, Trinchéro JF, Baunin C, Galinier P, Sales de Gauzy J. Mechanical occlusion of the inferior vena cava: an early complication after repair of pectus excavatum using the Nuss procedure. J Pediatr Surg. 2012;47:e1-3.
53. Hoel TN, Arne Rein K, Svennevig JL. A life-threatening complication of the Nuss-procedure for pectus excavatum. Ann Thorac Surg. 2006;81:370-2.
54. Jemielity M, Pawlak K, Piwkowski C, Dyszkiewicz W. Life-threatening aortic hemorrhage during pectus bar removal. Ann Thorac Surg. 2011;91:593-5.
55. Massachusetts Lawyers Weekly, May 14, 2015. Item: L54901042MSLW.
56. Mazur L, de Ybarrondo L, Pickard L, Rao PS. Development of supravalvular pulmonary artery stenosis following a Nuss procedure. J Pediatr Surg. 2012;47:e61-4.
57. Maagaard M, Udholm S, Hjortdal VE, Pilegaard HK. Right ventricular outflow tract obstruction caused by a displaced pectus bar 30 months following the Nuss procedure. Eur J Cardiothorac Surg. 2015;47:e42-3.
58. Obert L, Munyon R, Choe A, Rubenstein J, Azizkhan R. Rare late complication of the Nuss procedure: a case report. J Pediatr Surg 2012;47:593-7.
59. Yan MH, Cheng YL, Tsai CS, Li CY. Delayed cardiac tamponade after the Nuss procedure for pectus excavatum: a case report and simple management. Heart Surg Forum. 2008;11:e129-31.
60. Yano M, Fukuda Y, Miura S, Saku K. Epicarditis with late posoperative period pectus excavatum. Intern Med. 2013;52:637-8.
61. Redlinger RE Jr, Kelly RE Jr, Nuss D, Kuhn MA, Obermeyer RJ, Goretsky MJ. One hundred patients with recurrent pectus excavatum repaired via the minimally invasive Nuss technique-effective in most regardless of initial operative approach. J Pediatr Surg. 2011;46:1177-81.
62. Zou J, Luo C, Liu Z, Cheng C. Cardiac arrest without physical cardiac injury during Nuss repair of pectus excavatum. J Cardiothorac Surg. 2017;12:61.
63. Zallen GS, Glick PL. Miniature Access Pectus Excavatum Repair: Lessons We Have Learned. J Pediatr Surg. 2004;39:685-9.
64. Zoeller GK, Zallen GS, Glick PL. Cardiopulmonary resuscitation in patients with a Nuss bar-a case report and review of the literature. J Pediatr Surg. 2005;40:1788-91.
65. Nakahara O, Ohshima S, Baba H. Cardiopulmonary arrest during the Nuss procedure: case report and review. Acute Medicine and Surgery. 2015;2:250-2.
66. Sacco Casamassima MG, Wong LL, Papandria D et al. Modified Nuss procedure in concurrent repair of pectus excavatum and open-heart surgery. Ann Thorac Surg. 2013;95:1043-9.
67. Hebra A, Kelly RE, Ferro MM, Yüksel M, Campos JRM, Nuss D. Life-threatening complications and mortality of minimally invasive pectus surgery. J Pediatr Surg. 2018;53:728-32.
68. De Wolf J, Brian E, Wurtz A. Letter to the Editor. J Pediatr Surg. 2018;53:857-8.
69. Choi S, Park HJ. Complications after pectus excavatum repair using pectus bars in adolescents and adults: risk comparisons between age and technique groups. Interact CardioVasc Thorac Surg. 2017;25:606-12.
70. Wurtz A, Benhamed L, Hysi I, Rousse N, Conti M. The Nuss procedure: balance the risks against benefits. E-Mem Acad Natle Chir. 2014;13(3):66-72.

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016

Tableau : Caractéristiques et devenir de 24 patients avec lésion cardiaque per opératoire

Auteurs	Patient âge (année) Antécédent	Lésion Arrêt cardiaque per opératoire (AC)	Voie d'abord CEC	Correction du PEx	Devenir
Nuss (1999), Hebra (2000), Moss (2001) [11, 25, 26]	8	Atrium et ventricule droits	Sternotomie CEC	Ravitch	Guérison
Willekes [27] (1999)	« Enfant »	Atrium et ventricule droits, valve tricuspide	Sternotomie CEC	Ravitch	Guérison
Park [28] (2004)	26	Atrium et ventricule droits	Thoracotomie	?	?
Gips [29] (2008)	17	Atrium et ventricule droits. Atrium gauche. (AC)	Thoracotomie CEC	Ravitch	Décès à J1
Belcher [30] (2008)	16	Atrium droit	Sternotomie	Nuss	Guérison
Castellani [31] (2008)	« Enfant »	Atrium et ventricule droits	Thoracotomie	?	Guérison
Kuenzler, Bouchard [32, 33] (2009) (Case 3)	11. Fermeture de CIA	Ventricule droit	Sternotomie CEC	non	Guérison
Bouchard [33] (2009) (Case 1)	14	Atrium droit, septum interventriculaire	Sternotomie	non	CIV séquellaire
Bouchard [33] (2009) (Case 2)	18. Opération de type Ravitch	Atrium et ventricule droits (AC)	Thoracotomie CEC	non	Séquelles cérébrales
Hernandez [34] (2011) (Case 2)	5. Cure de hernie diaphragmatique	« perforation cardiaque »	?	non	Guérison. Re Nuss à 11 ans
Tedde [35] (2011)	?	« perforation cardiaque »	?	?	Guérison
Becmeur [36] (2011)	18	Atrium et ventricule droits	Sternotomie CEC	non	Guérison
Schaarschmidt [37] (2011)	16	Atrium et ventricule droits (AC)	Sternotomie	non	Décès à J11
Umuroglu [38] (2013)	?	« lacération myocardique»	?	Nuss	?
Craner, Jaroszewski [39, 45] (2013, 2017)	29. Plastie mitrale	Atrium droit	Sternotomie CEC	Nuss	Guérison
Jeong [40] (2014)	17.	Lacération du ventricule gauche	Sternotomie	Nuss	Guérison
Zhang [41] (2014)	11. Cure de CIV	Atrium droit	?	?	Décès à J17
Pilegaard [42] (2016)	? Nuss	Lacération du ventricule droit	Sternotomie	Reprise de Nuss	Guérison
Ersen [43] (2016)	« Adult »	« petite lésion ventriculaire »	Thoracotomie	Nuss	Guérison
Li [44] (2017)	« Enfant ». Chirurgie cardiaque congénitale	« perforation cardiaque »	?	?	?
Jaroszewski [45] (2017) (cas de Park)	36. Remplacement valvulaire mitral	Atrium droit	Sternotomie CEC	Nuss	Guérison
Jaroszewski [45] (2017) (cas d'Obemeyer)	20. Transposition des gros vaisseaux	Atrium droit	Sternotomie CEC	Nuss	Guérison
Jaroszewski [45] (2017) (cas d'Obemeyer)	?. Cure de CIA et de CIV	Auricule droit	Sternotomie.	Nuss	Guérison
Jaroszewski [45] (2017) (cas de Yüksel)	22. Cure de CIA	Atrium droit	Thoracotomie	Nuss	Guérison

CIA : communication interauriculaire. CIV : communication interventriculaire. CEC : circulation extracorporelle

1634-0647 © 2017 Académie Nationale de Chirurgie.
Tous droits réservés. DOI : 10.2699/j0pt-gt30/emem.2017.3.016