
小兒外科領域

CQ1

肥厚性幽門狭窄症に対する腹腔鏡下幽門筋切開術は推奨できるか？

腹腔鏡下幽門筋切開術を、開腹術と同等の標準術式として弱く推奨する。

推奨度 2 エビデンスレベル C

解説

肥厚性幽門狭窄症に対する幽門筋切開術は、Ramstedt らにより始められ、本疾患に対する標準術式となった。当初は右上腹部横切開法により手術が行われたが、創の整容性を求めて臍上部Ω切開法、臍内切開法など様々な術式が開発されてきた。1990年に低侵襲手術として腹腔鏡手術が報告され、本邦でも2004年4月より保険収載されたことにより、現在では多くの施設で行われている¹⁾。手術適応は、超音波検査で幽門筋の厚さ4mm以上、幽門管長16mm以上で確定診断とされ、アトロピンによる保存的治療もしくは手術治療が選択される。手術時期は、腹腔鏡手術と開腹手術のいずれも脱水や電解質異常の改善後に行われるが、概ね準緊急手術として行われることが多い^{2,3)}。

腹腔鏡下幽門筋切開術 (laparoscopic pyloromyotomy 以下 LP) と開腹幽門筋切開術 (open pyloromyotomy 以下 OP) での周術期死亡率に関して、LP、OP共に meta-analysis では死亡例はないと報告されている⁴⁾。

手術の低侵襲性は、手術創の数と大きさ、および手術時間に関する検討が必要である。手術侵襲に関する meta-analysis の報告はない。しかし、LPの創部はいずれも5mm、3mmの小さく短い3か所の創数であるため、OPに比べLPの侵襲性は低く、整容性に関しては非常に優れていると meta-analysis でも報告されている。一方、OPにおける創部は、右上腹部横切開法や臍上部Ω切開法で約2cm程度であるが、臍上部弧状切開法では創は臍周囲の皺と一体化し目立たなくなり、LPと同等の高い整容性があると言える⁵⁻⁹⁾。

手術時間に関し meta-analysis やランダム化比較試験の報告では、LPがOPと比較したとき手術時間は短い傾向にあったが、有意差は認められなかった⁸⁾。OPにおいて肥厚した幽門筋部を体外に引き出す際に時間を要することがある。一方、LPでは全ての操作が腹腔内で行われ、創部は小さく少ないために、内視鏡外科手術の熟練者が手術を行った場合には、OPに比して短時間の手術時間となる可能性がある。非熟練者が手術を行った場合には、術野空間の狭さから手技が容易ではないことから、OPとLPの手術時間には有意差はないと考えられる。しかし、症例数を重ねることで手術時間のラーニングカーブが得られるとの報告もあることから標準化された術式と言える^{3,10-12)}。

手術方法は、OP、LPともにRamstedtの幽門筋切開術 (pyloromyotomy) が基本術式であり、LPにおいてもOPに用いるBenson鉗子と同様の幽門筋拡張鉗子を用いて、肥厚幽門筋部の切開を行う。LPとOPの術中偶発症についての meta-analysis としての報告では、LPで術中偶発症は多い傾向にある。特に幽門筋を把持・固定する方法では、LPでは十二指腸を鉗子で把持する点が、幽門筋を直接把持するOPと異なるため、十二指腸の損傷が多い傾向にある。また、術中粘膜損傷の発生数に関しては、LPとOP間に有意差はないと meta-analysis で報告されている^{4,8,13-15)}。幽門筋の切開不全については、meta-analysisなどで報告されているが有意差はない^{2,3,10,16)}。

術後の経口摂取開始時期は、施設により差が認められる。OPでは幽門筋部を直接把持するために粘膜の浮腫をきたし、術後の通過障害の原因になりうる。これに対してLPでは、幽門筋部を鉗子で直接把持することが少なく、十二指腸を鉗子で把持するため粘膜の浮腫が少ないと考えられるが、術後の経口摂取開始時期に関する meta-analysis や、ランダム化比較試験では、LPとOPに有意差は認められなかった。また、経口全量摂取可能時期についての meta-analysis が報告されており、LPで経口全量摂取可能時期は有意的に早いと報告している^{4,8,17-20}。

LPにおける術後合併症に関しては、諸家の報告においても、LPに特異的な術後合併症は存在しないが、開腹術と同様に創部感染症を併発する可能性はある。しかしLPでのポート創部は3カ所で、いずれも5mmまたは3mmであり、手術自体も不潔操作ではないため、ポート創部に術後創部感染症を併発する可能性は極めて低いと報告されている。それに対してOPでは、開腹創部としては右上腹部横切開と臍上部弧状切開があり、幽門筋切開を体腔外で行うか、体腔内で行うかによっても創部感染症の頻度は異なる。つまりOPでは開腹部位と幽門筋の切開方法により創部感染の頻度は異なるが、LPでは創の数は多いものの、創感染の可能性は極めて低いと meta-analysis でも報告されている^{4,13,15,21}。

委員会投票結果

行うことを推奨する (強い推奨)	行うことを提案する (弱い推奨)	行わないことを 提案する(弱い推奨)	行わないことを 推奨する(強い推奨)	棄権
5.9%	70.6%	17.6%	0.0%	5.9%

CQ2

小児胃食道逆流症に対する腹腔鏡下噴門形成術は推奨できるか？

腹腔鏡下噴門形成術は開腹手術と比較して、周術期死亡率、術中・術後合併症の点からは推奨できるが、再発率・手術経費が高いため弱く推奨する。

推奨度 1 エビデンスレベル A

解説

胃食道逆流は生後0～3か月児で50%、4か月児で67%にみられ、10～12か月児では5%に減少するので、他症状のない逆流は治療を必要としない。しかし、喘鳴・喘息・吐血・下血などの症状や反復性中耳炎、反復性肺炎、逆流性食道炎、栄養摂取障害がある場合、先天性食道閉鎖症、先天性横隔膜ヘルニアや重症心身障害児に合併する胃食道逆流症では治療を必要とすることがある^{1,2)}。診断には上部消化管造影検査・食道内視鏡検査・食道シンチグラフィ・24時間食道pHモニタリングを行い、pH index (pH4未満の時間率)が4.0%以上を胃食道逆流症の手術適応としているが、まずは内服薬や増粘物質の添加³⁾による保存的治療が第1選択であり、これに抵抗性を示す場合に手術を検討する。最近では、酸逆流のみならず、インピーダンス⁴⁾による胃食道逆流の評価方法が検討されている。

胃食道逆流症の保存的治療および薬物療法は、日本小児消化管機能研究会から治療指針として示されている⁵⁾。それによると、1歳未満の胃食道逆流症のほとんどは、体位療法や少量頻回授乳・増粘ミルクなどの保存的治療で時間とともに改善するため外科療法に至ることはほとんどないとされている。また薬物療法に関しては、逆流性食道炎を伴っている場合は、H2受容体拮抗薬やプロトンポンプインヒビターのような制酸剤が有効であり、H2受容体拮抗薬は、シメチジン40mg/kg/日、ラニチジン5～10mg/kg/日、ファモチジン1mg/kg/日での投与が小児では推奨されている。プロトンポンプインヒビターは、H2受容体拮抗薬よりも酸分泌抑制効果が高く逆流性食道炎の治療効果が高いといわれている⁶⁾。しかし、現在(2019年1月)日本で小児に保険適応が通っているプロトンポンプインヒビターはエソメプラゾールのみであり、これも1歳以上が適応となっている。これら保存的療法、薬物療法を行っても症状の改善を得ない場合に外科療法が考慮される。

外科治療の目的は、食事摂取を障害することなく、逆流防止機能を再獲得させることである。腹腔鏡下噴門形成術は、技術と器具の発展に伴い、乳児を含む小児に対し安全で低侵襲な手術として普及している。手術法は、全周性に360度ラッピングするNissen法、部分的に腹側270度ラッピングするToupet法、腹側180度のThal法、の3つがある。一般的に全周性のNissen法は胃食道逆流の症状を最もよく改善するとされるが、嚥下障害やgas bloatを引き起こしやすいと言われている。術式の優劣はいまだ明確なエビデンスに乏しく、患者背景や症状、施設や外科医の好みにより選択される⁷⁾。

小児胃食道逆流症に対する腹腔鏡下噴門形成術は開腹手術と比較して推奨されるか否かについて、周術期死亡率、術中・術後合併症、再発率の観点からエビデンスレベルを検索した。

胃食道逆流症に対する手術期死亡率は、Mauritz FAら⁸⁾はsystematic reviewで0%であったと報告している。

術中合併症としては食道・胃穿孔，迷走神経損傷，術中出血である。これらの術中合併症に対するRCTはない。Siddiqui MRら⁹⁾は，meta-analysisで「手術時間は開腹と腹腔鏡とでは同じであった。」と報告している。また，Mauritzら⁸⁾は，systematic reviewで「短期成功率は平均86%，周術期合併症の発症率は0～54%で食道穿孔，肺炎，創感染があり，重症心身障害児では発症率が高くなる。」と報告している。Lei Xら¹⁰⁾は，systematic reviewで手術時間が長かったと報告している。

Papandria Dら¹¹⁾は，RCTで短期・長期経過は同等であると報告している。meta-analysisでRu Wら¹²⁾は，術後合併症は腹腔鏡手術で少ないと報告している。また，meta-analysisでSiddiqui MRら⁹⁾は「腹腔鏡手術では食事開始までの時間が早く，morbidityが低かった。」と報告している。Mauritz FAら⁸⁾はsystematic reviewで「術後の鎮痛薬投与量は腹腔鏡手術で少なかった。」と報告している。また，術後在院日数については，Siddiqui MRら⁹⁾がmeta-analysis，Mauritz FAら⁸⁾がsystematic reviewで「腹腔鏡手術では入院期間が短かった。」と報告している。

Pacilli MEら¹³⁾は，RCTで腹腔鏡手術は開腹手術と再発率は同等であると報告しているが，Lei Xら¹⁰⁾はmeta-analysisで，Fyhn TJら¹⁴⁾はRCTで，腹腔鏡手術の再発率が開腹術よりも高かったと報告している。

小児腹腔鏡下噴門形成術の術式には大きく分けて，Nissen法に代表される全周性，またはToupet法に代表される非全周性がある。どちらが推奨できるかの前向き比較研究はなく，分析的観察研究が2編見られるのみである。Nissen法とToupet法との分析的観察研究によると，神経学的な障害のない小児において，腹腔鏡下噴門形成術におけるNissen法とToupet法には，術中合併症，術後合併症，術後の嚥下障害（つかえ感）の頻度，再手術率に差はなかったとされている^{15,16)}。Hu JHら¹⁷⁾のNissen-Rossetti法とThal法との分析的観察研究によると，Nissen-Rossetti法の方が，Thal法より胃食道逆流の防止効果が高かったと示されている。しかし，術後の嚥下障害（つかえ感）はNissen-Rossetti法がThal法より高かった報告されている。Hambraeus, MAら¹⁸⁾がNissen法とロボット支援手術との分析的観察研究で，「手術時間，術後入院期間，短期合併症，開腹移行率，再発率に差はなかった。」と報告している。手術コストの面を考慮すると，今のところ小児胃食道逆流症に対してロボット支援手術のメリットは見いだせない。

委員会投票結果

行うことを推奨する (強い推奨)	行うことを提案する (弱い推奨)	行わないことを 提案する(弱い推奨)	行わないことを 推奨する(強い推奨)	棄権
64.7%	29.4%	0.0%	0.0%	5.9%

CQ3

ヒルシュスプルング病に対する腹腔鏡下根治術は推奨できるか？

腹腔鏡下ヒルシュスプルング病根治術は開腹手術と比較して、術中出血量は少なく、術後在院日数も短い。また、術後排便機能、術後合併症は同等である。また、経肛門の手術との比較においても、腹腔鏡使用の有無で長期排便機能や術後合併症の発症、術後在院日数は同等であり、標準術式として弱く推奨する。

推奨度 2 エビデンスレベル C

解説

腹腔鏡下ヒルシュスプルング病根治術では、開腹手術と同様に①腹腔鏡下 Duhamel 法、②腹腔鏡下 Swenson 法、③腹腔鏡下 Soave 法（laparoscopic endorectal pull-through 法）の3術式があり、1994年に Duhamel 法¹⁾ならびに Swenson 法²⁾が報告され、翌年の1995年には Soave 法³⁾が報告された。どの術式を用いても、人工肛門の有無に関わりなく、全結腸型を含むあらゆる病型で腹腔鏡手術の適応となる¹⁻¹⁰⁾。しかし、腹腔鏡手術では術式により手術時期が異なる。Soave 法では新生児期から施行可能^{11,13,16-18)}であり、Swenson 法においても手術時期は新生児期から幼児期まで多岐に亘る^{9,15)}。Duhamel 法では、生後3-5ヶ月時に手術が施行されることが多い^{4,6,7)}。また、腹腔鏡下 Duhamel 法、腹腔鏡下 Swenson 法、腹腔鏡下 Soave 法を比較した報告はなく、腹腔鏡手術ではどの術式が優れているかも不明である。しかし、これまでの報告から腹腔鏡手術の短期・長期合併症の発生率は開腹手術と同程度^{6,12,14,20,22,23)}とされる。また、腹腔鏡手術後の排便機能も開腹手術と比べて同程度かあるいは良好とされるが、これまでの報告^{6,10,12,14,19,20,22,23)}は全てエビデンスレベルIV以下である。

また最近では、腹腔鏡を用いない完全経肛門の手術（endorectal pull-through 法）症例が増加しており、ヒルシュスプルング病に対する標準的手術の一つとなってきたが、経肛門の手術の適応は病型により制限される。腹腔鏡手術と開腹手術、腹腔鏡手術と経肛門の手術を比較した前向き研究はなく、これまでの報告は全てエビデンスレベルIV以下である²⁴⁻³⁰⁾。今後は、腹腔鏡手術と開腹手術の前向き比較研究のみならず、完全経肛門の手術と腹腔鏡手術との前向き比較研究も必要である。また、systematic review や meta-analysis が行われているが、対象文献のエビデンスレベルはIV以下のため、これら systematic review や meta-analysis のエビデンスレベルは高くない。メタアナリシスの結果から、それぞれの術式で死亡例は報告されていない。

腹腔鏡下ヒルシュスプルング病根治術と開腹根治術の手術侵襲を比較したエビデンスレベルの高い前向き研究はなく、これまでの報告^{4,5,8-10,19-21)}はすべてエビデンスレベルIV以下である。Duhamel 法^{4,20)}、Swenson 法^{8,9)}、Soave 法²¹⁾、それぞれにおいて腹腔鏡手術と開腹手術との幾つかの比較研究がある。これらの報告では、手術時間や全体の出血量に関しては両群に有意差はない。出血量に関しては、meta-analysis の結果、腹腔鏡手術は開腹手術に比して術中出血量は少ないと報告²⁴⁾されている。また、腹腔鏡手術における術式別の比較では、腹腔鏡下 Swenson 法は腹腔鏡下 Soave 法に比し術中出血量が少ない²⁶⁾とされている。

手術時間に関しては、meta-analysis の結果、腹腔鏡手術は開腹手術と比較して手術時間は変わらず

ない²⁴⁾とされている。Duhamel 法では腹腔鏡手術で手術時間がやや長いという報告²⁵⁾もある。また、腹腔鏡手術同士の比較では、Swenson 法が Soave 法よりも手術時間が短いという比較研究²⁶⁾もある。経肛門の手術では、腹腔鏡操作を併用した方が手術時間は長くなるという meta-analysis^{29,30)}がある。

術後長期排便機能（失禁，便秘）に関しては，Duhamel 法に限定した meta-analysis で，腹腔鏡手術の方が便失禁は少ないが，術後腸炎や便秘の発症に有意差は無い²⁵⁾とされている。また，腹腔鏡下 Soave 法は腹腔鏡下 Swenson 法に比し短期成績をみると皮膚炎，便秘，失禁が多いが，長期成績は両者ともに変わらないと報告²⁶⁾されている。しかし，腹腔鏡下 3 術式（Swenson 法，Soave 法，Duhamel 法）の長期排便機能を調査した結果，約 3 分の 1 近くの症例で便秘や失禁を合併しており，追加手術が必要となった症例も多い²⁷⁾とされている。

経肛門の手術（Swenson 法，Soave 法：腹腔鏡操作の有無を問わず）と従来の開腹手術（Swenson 法，Soave 法，Duhamel 法）を比較した meta-analysis では，失禁，便秘は経肛門の手術で有意に少なかったが，腸炎の発症に有意差はなかったと報告²⁸⁾されている。また，経肛門の手術において腹腔鏡使用の有無を比較した meta-analysis では，両者間において失禁，便秘，腸炎の発症に有意差はなかった^{29,30)}とされている。

術後経口摂取開始までの期間や術後入院期間を，腹腔鏡手術と開腹手術で比較した前向き試験はない。後ろ向き比較研究では，腹腔鏡手術では開腹手術に比べて，術後経口摂取開始までの期間や術後入院期間は同等もしくは短縮される^{4-6,8,9,20-22)}。meta-analysis の結果，腹腔鏡手術は開腹手術に比して経口摂取再開までの時間は短く，術後在院日数も短いと報告^{24,25)}されている。腹腔鏡下 Soave 法と腹腔鏡下 Swenson 法の比較では，経口摂取再開までの時間は変わらないが，術後在院日数は Swenson 法で短い²⁶⁾とされる。経肛門の手術では meta-analysis の結果，腹腔鏡使用の有無で経口摂取再開までの時間や術後在院日数に有意差はない^{29,30)}とされている。

同様に腹腔鏡手術と開腹手術で術後合併症の発生率を比較した前向き研究はなく，エビデンスレベルはⅣ以下である。腹腔鏡下 3 術式（Swenson 法，Soave 法，Duhamel 法）では約 3 分の 1 近くの症例で腸炎を合併しており，追加手術が必要となった症例も多い²⁷⁾とされている。経肛門の手術（Swenson 法，Soave 法：腹腔鏡操作の有無を問わず）と従来の開腹手術（Swenson 法，Soave 法，Duhamel 法）を比較した meta-analysis では，腸炎の発症に有意差はなかったと報告²⁸⁾されている。そして，経肛門の手術において腹腔鏡使用の有無を比較した meta-analysis では，両者間において腸炎の発症に有意差はなかった^{29,30)}とされている。吻合部狭窄を比較した論文は少ないが，経肛門の手術と開腹手術の比較，ならびに経肛門の手術における腹腔鏡使用の有無における比較において，発症頻度に有意差はなかったと報告^{28,29)}されている。

委員会投票結果

行うことを推奨する （強い推奨）	行うことを提案する （弱い推奨）	行わないことを 提案する（弱い推奨）	行わないことを 推奨する（強い推奨）	棄権
11.7%	76.5%	5.9%	0.0%	5.9%

CQ4

鎖肛に対する腹腔鏡手術は推奨できるか？

高位型と中間位型により差があるため、腹腔鏡下鎖肛手術を弱く推奨する。

推奨度 2 エビデンスレベル C

解説

中間位型以上の鎖肛に対して、かつては腹仙骨会陰式鎖肛手術（ASPRP）や腹会陰式鎖肛手術（APRP）、仙骨会陰式鎖肛手術（SPRP）が行われ、その後 Pena¹⁾ が推奨した後方矢状切開による手術（PSARP）が広く行われてきた。しかし、とくに高位型症例は、手術の難度が高く、手術合併症や術後排便機能などの点でも必ずしも十分に満足がゆく成績が得られていなかった。

このような状況の中で、2000年に Georgeson ら²⁾ により腹腔鏡補助下鎖肛根治手術（LAARP）が報告され、骨盤腔内の手術視野がよく解剖の視認がしやすいこと、メタアナリシスなどの報告はないが低侵襲であること、整容性の面でも優れている等の理由から、また PSARP で muscle complex を切開することにより生じる筋肉の癒着を防止することでそのデメリットを減じることができるのではないかと期待のもとに、その後わが国でも次第に腹腔鏡手術が広く行われるようになって現在に至っている。2012年には保険収載が認められたが、これまでの術式と比較して腹腔鏡手術の適応、タイミング、安全性などについてのコンセンサスはいまだ十分でない。

適応病型に関しては、高位型は腹腔鏡手術の良い適応と思われるが³⁻¹⁶⁾、中間位については腹腔鏡手術の優位性は明らかとは言えない^{3,10)}。

手術時期については、基本的には従来の術式同様に乳児期に行い、合併奇形を有する一部の例で幼児期まで待って行われている^{4,6,17-19)}。新生児期に腹腔鏡手術を行った報告^{2,6,19)}もあるが、現時点で新生児期に腹腔鏡手術を行うことの十分な妥当性が得られるにはいたっていない。

周術期死亡率については腹腔鏡手術、posterior sagittal anorectoplasty（PSARP）のどちらでも報告はなく、周術期死亡率は非常に低いと考えられる。

手術時間や合併症に関してランダム化比較試験などは行われていないが、術式によって尿道損傷の発生頻度に違いはない^{8,20,21)}。術中出血量に関して、PSARP との比較では、腹腔鏡手術のほうが少ないという報告もあるが¹³⁾、変わらないという報告もあり¹¹⁾、腹腔鏡手術は他の術式と比較して術中出血量は同等もしくは少ないとされる¹⁸⁾。

術後長期排便機能に関しては、腹腔鏡手術と PSARP とのランダム化比較試験が行われている報告¹¹⁾では排便機能に差がないとしているが、対象が1歳であるため、あまり意義はない。排便機能は変わらないという報告がほとんどであるが^{8,9,13,15,16,20,22-25)}、腹腔鏡手術のほうが優れているという報告も見られている^{16,20,21,26)}。特に便秘に関しては、systematic review では腹腔鏡手術のほうが優れているとされている^{15,16)}が、排便スコア上は差がないという報告が多い。また長期成績に関しては、長期観察を行った報告がないので現時点で従来法との差は明らかとは言えず、その評価が今後の課題である^{8,9,13,15,16,20-26)}。

術後合併症として腹腔鏡手術では瘻孔遺残による尿道後部嚢胞が多いという報告¹¹⁾もあるが、多くの報告では有意な差はないとしている^{6,8,20,21,27)}。術後合併症の詳細については、腹腔鏡手術のほ

うが尿道後部嚢胞¹³⁾、粘膜脱^{24,25)}が多く、PSARPでは創感染^{16,24,26)}、術後創合併症が多くみられるという報告がある^{16,26)}。一方で、腹腔鏡手術はPSARPと比較して尿道後部嚢胞^{6,8,20,21)}、排尿障害^{8,20,21)}、直腸狭窄^{8,13,15,16,20,21,26)}、創感染^{8,20,21)}、粘膜脱^{13,15,16)}で変わらないと示されている報告もみられ、systematic reviewを参考にすると、粘膜脱などの発生頻度は同等で、創感染がPSARPで多いことが示されている¹⁶⁾。これらから、腹腔鏡手術では尿道後部嚢胞、PSARPでは創感染により気をつける必要があると考えられる。

入院期間は同等または短いことが報告されている^{11,16,22,26,27)}。術後在院日数については術式により変わらないという報告もあるが^{4,6,8,11)}、腹腔鏡手術のほうが有意に短いという報告もあり^{16,23)}、systematic reviewでは腹腔鏡手術のほうが有意に短いことが示されている¹⁶⁾。

手術時間に関しては、長いという報告も短いという報告もある。腹腔鏡手術で有意に長いという報告があるが^{13,24,25)}、変わらないという報告¹⁵⁾、腹腔鏡手術のほうが短いという報告もある²⁶⁾。手術時間を検討すると施設によってかなりの差がみられている。

委員会投票結果

行うことを推奨する (強い推奨)	行うことを提案する (弱い推奨)	行わないことを 提案する(弱い推奨)	行わないことを 推奨する(強い推奨)	棄権
5.9%	82.3%	5.9%	0.0%	5.9%

CQ5

漏斗胸に対する胸腔鏡下 Nuss 手術は推奨できるか？

漏斗胸に対する胸腔鏡下 Nuss 手術は低侵襲性であり，術後の呼吸循環機能と QOL 改善に寄与する。手術の安全性は Ravitch 法と比べ遜色はないが，重大な合併症が発生する危険性が指摘されている。漏斗胸に対して胸腔鏡下 Nuss 手術を弱く推奨する。

推奨度 2 エビデンスレベル B

解説

漏斗胸に対する低侵襲手術である Nuss 手術が論文として発表されたのは 1998 年で¹⁾，約 20 年の歴史がある。この間，minimally invasive surgery として，Nuss 手術は世界各国で広く行われ，漏斗胸の標準的手術法として採用している施設が多い。この間，多くの手術成績が発表されてきた²⁻⁵⁾。初期には様々な合併症が報告されてきた^{6,7)}が，最近の報告では手術の習熟度に応じて少なくなっている⁸⁾。漏斗胸の外科治療としては，胸骨挙上術という術式名で行われてきたが，Nuss 法が新しく導入されてからは，胸腔鏡を用いた胸骨挙上術として保険収載されている。

Nuss 法は小児外科領域から始められたため，初期の頃は小児例が多く報告された。しかし，最近では成人にも手術適応が拡大され，成人でも漏斗胸の標準術式となってきた。逆に，初期には低年齢の小児に多く手術が行われたが，最近では減少している。その理由は，成長期前にバーを抜去すると術後再発が危惧されるようになったためである。Nuss 法の手術適応年齢を 12 歳以上とする施設も多い。このような低年齢の小児に対して，Vacuum bell を用いた胸郭の陰圧吸引療法が行われるようになった。この治療法は外科的治療とは異なり，患者自身が長期間自宅で装具を用いて治療を行う方法である。この治療の効果については最近徐々に evidence が出てくるようになった。

Nuss 法と Ravitch 法を比較した evidence のある論文として，systematic review と 3 件の RCT 研究がみられる⁹⁻¹³⁾。そのなかで，最も新しい systematic review によると Nuss 法は手術時間が有意に短く，出血量も有意に少ないが，入院期間に差はないとされている¹³⁾。一方，合併症の発症率は小児では Nuss 法と Ravitch 法で差はないが，成人では Ravitch 法で合併症の頻度は低く，Nuss 法に合併症が多いということも指摘されている¹²⁾。このことから，Nuss 法は Ravitch 法と同程度あるいはそれより侵襲の少ない手術法といえることができる。しかし，Nuss 法では金属バーを縦隔に挿入するため，これに関連した合併症もある。

漏斗胸に対する Nuss 法の周術期合併症で最も重大なものは，術中の心損傷による大量出血である。2018 年に発表された周術期合併症を検討した systematic review を含めた研究論文では¹⁴⁾，術後に死亡したとされるものは 11 件であり，術中の合併症による死亡例は 4 例の論文報告と，個別調査による 7 例がある。Nuss 手術の際に発生した心臓穿刺の事故が原因と考えられる。この間，全世界で行われた Nuss 手術は 5 万件くらいと推測されるため，このような重大事象の発症率や術中死亡率は 0.1% 以下と推定される。縦隔剥離に際しては，胸腔鏡により術野をしっかりと確認しながら，安全な手術を心がけるような注意が必要であろう。

また，バーによる感染やそれを抜去する際の出血という問題も報告されている^{15,16)}。Nuss 法ではバーを用いた胸郭修復が行われ，感染の合併症発症¹⁵⁾と長期合併症として，バーに関連するズレな

どの合併症や抜去の際の出血などが指摘されている¹⁶⁾。これは Ravitch 法ではみられない合併症である。

漏斗胸の心肺機能の評価は運動負荷を行うと正常例より低下していることが知られている¹⁸⁾。術後呼吸機能検査の評価を行った meta-analysis 研究では両者に有意な差は見られなかった¹¹⁾。また、Nuss 法術後の呼吸機能をみた systematic review があり、FEV1 に呼吸機能の改善効果を認めるとしている¹⁷⁾。

Ravitch 法術後の meta-analysis では、心血管機能は術後に有意に改善がみられた^{19,22)}。また、心肺機能の評価は運動負荷を行うことで明らかになるとされ、Nuss 法の術後長期観察の研究で、心肺機能に正常例と同等の改善がみられるという報告がある^{18,23)}。このように、漏斗胸に対する Nuss 手術は心肺機能の改善がみられるというのが結論であり、この意味でも推奨される。

術後の QOL 改善に関して、Nuss 法と Ravitch 法を比較した研究はないが、Nuss 法術後に physical and psychosocial function の改善、患者の QOL が改善するという多数の報告がみられる^{20,21)}。

Nuss 法は低侵襲手術であり、術後の胸郭形態の改善も良好であることから、現在では世界的に広く行われ、初期の頃より治療成績も良くなってきている。今後も手術の安全性という意味から、胸腔鏡を用いて術野を確認することにより、漏斗胸の標準術式として定着していくことと考える。

委員会投票結果

行うことを推奨する (強い推奨)	行うことを提案する (弱い推奨)	行わないことを 提案する(弱い推奨)	行わないことを 推奨する(強い推奨)	棄権
23.5%	64.7%	5.9%	0.0%	5.9%

コラム

今回の小児外科領域のガイドラインでは、2014 年度版と同様の 5 疾患（肥厚性幽門狭窄症、胃食道逆流症、鎖肛、ヒルシュスプルング病、漏斗胸）に対する内視鏡外科手術を対象とした。いずれも保険収載されてから長期間が経過しており、ほとんどの施設で標準手術のひとつとして施行されている術式であり、最近 5 年間の文献からは新たな知見を得ることができた。すでに、先天性食道閉鎖症、先天性胆道拡張症、胆道閉鎖症に対する高難度内視鏡外科手術も保険収載されているが、これら疾患に対する胸腔鏡・腹腔鏡手術は保険収載されてからの期間が短いのみでなく、それぞれの絶対的症例数が少なく、evidence を述べるまでの十分な症例数が蓄積されていないと判断されたため、次回のガイドライン改訂時に対象とすることとなった。尚、先天性胆道拡張症に関しては、今回のガイドラインでは成人の胆嚢・総胆管領域で作成して頂いているため、参照されたい。

引用文献 CQ1

1. Alain JL, Grousseau D, Terrier G.: Extra-mucosa pylorotomy by laparoscopy. *Chir Pediatr*, 31:223-224, 1990
2. Jia WQ, Tian JH, Yang KH, et al: Open versus laparoscopic pyloromyotomy for pyloric stenosis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Ped Surg* 21:77-81, 2011
3. St Peter SD, Holcomb GW, 3rd, Calkins CM, et al: Open versus laparoscopic pyloromyotomy for pyloric stenosis: a prospective, randomized trial. *Ann Surg* 244:363-370, 2006
4. 1. Jobson M, Hall. Contemporary management of pyloric stenosis. *Semin Pediatr Surg*: 25(4):219-24,2016
5. Lazar D, Naik B, Fitch ME, et al: Transumbilical pyloromyotomy with umbilicoplasty provides ease of access and excellent cosmetic results. *J Pedia Surg* 43:1408-1410, 2008
6. Gauderer MW: Experience with a nonlaparoscopic, transumbilical, intracavitary pyloromyotomy. *J Pedia Surg* 43:884-888, 2008
7. Tan KC, Bianchi A: Circumbilical incision for pyloromyotomy. *Br J Surg* 73:399, 1986
8. 5. Sathya C, Wayne C, Gotsch A, Vincent J, Sullivan KJ, Nasr. Laparoscopic versus open pyloromyotomy in infants: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int*: 33(3): 325-333,2017
9. 7. St Peter SD, Acher CW, Shah SR, Sharp SW, Ostlie. Parental and Volunteer Perception of Pyloromyotomy Scars: Comparing Laparoscopic, Open, and Nonsurgical Volunteers. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*: 26(4):305-8,2016
10. Scorpio RJ, Tan HL, Hutson JM: Pyloromyotomy: comparison between laparoscopic and open surgical techniques. *J Laparoendosc Surg* 5:81-84, 1995
11. Oomen MW, Hoekstra LT, Bakx R, et al: Open versus laparoscopic pyloromyotomy for hypertrophic pyloric stenosis: a systematic review and meta-analysis focusing on major complications. *Surg Endosc* 26:2104-2110, 2012
12. Bufo AJ, Merry C, Shah R, et al: Laparoscopic pyloromyotomy: a safer technique. *Pediatr Surg*

Int 13:240-242, 1998

13. Taylor ND, Cass DT, Holland. Infantile hypertrophic pyloric stenosis: has anything changed? *J Paediatr Child Health*: 49(1):33-7,2013
14. Al-Ansari Amani, Altokhais Tariq I. Recurrent pyloric stenosis *Pediatrics International*: 58(7):619-621,2016
15. Linnaus ME, Ostlie. Complications in common general pediatric surgery procedures. *Semin Pediatr Surg*: 25(6):404-411,2016
16. Hall Nj, Eaton S, Seims A, et al: Risk of incomplete pyloromyotomy and mucosal perforation in open and laparoscopic pyloromyotomy. *J Pedia Surg* 40:1083-6, 2014
17. Sullivan KJ, Chan E, Vincent J, Iqbal M, Wayne C, Nasr. Feeding Post-Pyloromyotomy: A Meta-analysis. *Pediatrics*: 137(1),1-12,2016
18. Iranmanesh AM, Pawley BK, Rice MM, Richer: Imaging findings in infants with recurrent vomiting after pyloromyotomy: a pictorial review. *Emerg Radiol* 22:691-695, 2015
19. Castellani C, Peschaut T, Schipping M, Saxena: Postoperative emesis after laparoscopic pyloromyotomy in infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Acta Paediatr* 103:84-87, 2014
20. Markel TA, Scott MR, Stokes SM, Ladd: A randomized trial to assess advancement of enteral feedings following surgery for hypertrophic pyloric stenosis. *J Pediatr Surg* 52:534-539, 2017
21. Kim SS, Lau ST, Lee SL, et al: Pyloromyotomy: a comparison of laparoscopic, circumumbilical, and right upper quadrant operative techniques. *J Am Coll Surg*. 201:66-70, 2005

引用文献 CQ2

1. Rudolph CD, Mazur LJ, Liptak GS, et al : Guidelines for evaluation and treatment of gastroesophageal reflux in infants and children : recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 32 suppl 2 : S1-31, 2001
2. 日本小児消化管機能ワーキンググループ, 日本小児栄養消化管肝臓学会ワーキンググループ : 小児胃食道逆流症診断治療指針の報告. *日小会誌* 110 : 86-94, 2006
3. 清水俊明, 田中恭子, 田所里枝子, 他 : 高年度ミルクの GER に対する有用性. *小児科* 47(9) : 1365-1366, 2000
4. Loots Cm, Benninga MA, Daavidson GP, et al : Addition of pH-impedance monitoring to standard pH monitoring increases the yield of symptom association analysis in infants children with gastroesophageal reflux. *J Pediatr.* 154(2) : 248-252, 2009
5. 大浜用克, 鈴木則夫, 生野猛, 他. 日本小児消化管機能研究会 小児胃食道逆流症診断治療指針. *日小外会誌* 42(2) : 299-306, 2006
6. Gunasekaran TS, Hassall EG. Efficacy and safety of omeprazole for severe gastroesophageal reflux in children. *J Pediatr.* 123(1) : 148-54. 1993
7. IPEG guidelines for the surgical treatment of pediatric gastroesophageal reflux disease (GERD). *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 19 Suppl 1: x-xiii. 2009
8. Mauritz FA, van Herwaarden-Lindeboom MY, Stomp W, et al: The effects and efficacy of antireflux surgery in children with gastroesophageal reflux disease: a systematic review. *J Gastrointest Surg*;15:1872-1878, 2011
9. Siddiqui MR, Abdulaal Y, Nisar A, et al: A meta-analysis of outcomes after open and laparoscopic Nissen's fundoplication for gastro-oesophageal reflux disease in children. *Pediatr Surg Int*;27:359-366, 2011
10. Lei X, Ren Q, Yang Y, Bai T: Outcome Evaluation of Laparoscopic and Open Nissen Fundoplication in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am Surg.*;83:90-97, 2017
11. Papandria D, Goldstein SD, Salazar JH, et al: A randomized trial of laparoscopic versus open

- Nissen fundoplication in children under two years of age. *J Pediatr Surg.*;50(2):267-71, 2015
12. Ru W, Wu Z, Feng S, et al: Laparoscopic versus open Nissen fundoplication in children: A systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Surg.*;51:1731-6, 2016
 13. Pacilli M, Eaton S, McHoney M, et al: Four year follow-up of a randomised controlled trial comparing open and laparoscopic Nissen fundoplication in children. *Arch Dis Child.*;99:516-21, 2014
 14. Fyhn TJ, Knatten CK, Edwin B, et al. Randomized Controlled Trial of Laparoscopic and Open Nissen Fundoplication in Children. *Ann Surg.*;261:1061-7, 2015
 15. Esposito C, Montupet P, van Der Zee D, et al: Long-term outcome of laparoscopic Nissen, Toupet, and Thal antireflux procedures for neurologically normal children with gastroesophageal reflux disease. *Surg Endosc.* 2006 Jun;20(6):855-858, 2006
 16. Philippe M: Laparoscopic Toupet's Fundoplication in Children. *Seminars in Laparoscopic Surgery.*Sep; 9 (3):163-167, 2002
 17. Hu JM, Hu M, Wu YM, et al. Long-term outcome of laparoscopic Nissen-Rossetti fundoplication versus Thal fundoplication in children with esophageal hiatal hernia: a retrospective report from two children's medical centers in Shanghai. *World J Pediatr.*;12:231-5, 2016
 18. Hambraeus M, Arnbjörnsson E, Anderberg M. A literature review of the outcomes after robot-assisted laparoscopic and conventional laparoscopic Nissen fundoplication for gastro-esophageal reflux disease in children: *Int J Med Robot.*;9:428-32, 2013

引用文献 CQ3

1. Smith BM, Steiner RB, Lobe TE: Laparoscopic Duhamel pullthrough procedure for Hirschsprung's disease in childhood. *J Laparoendosc Surg*;4(2):273-276, 1994
2. Curran TJ, Raffensperger JG: The feasibility of laparoscopic Swenson pull-through. *J Pediatr Surg*; 29(9):1273-1275, 1994
3. Georgeson KE, Fuenfer MM, Hardin WD: Primary laparoscopic pull-through for Hirschsprung's disease in infants and children. *J Pediatr Surg*;30(7):1017-1021, 1995
4. Travassos DV, Bax NM, Van der Zee DC: Duhamel procedure: a comparative retrospective study between an open and a laparoscopic technique. *Surg Endosc*;21(12):2163-2165, 2007
5. Giuliani S, Betalli P, Narciso A, et al: Outcome comparison among laparoscopic Duhamel, and transanal endorectal pull-through: a single-center, 18-year experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;21(9):859-863, 2011
6. Nah SA, de Coppi P, Kiely EM, et al: Duhamel pull-through for Hirschsprung disease: a comparison of open and laparoscopic techniques. *J Pediatr Surg*;47(2):308-312, 2012
7. Bonnard A, de Lagausie P, Leclair MD, et al: Definitive treatment of extended Hirschsprung's disease or total colonic form. *Surg Endosc*;15(11):1301-1304, 2001
8. Curran TJ, Raffensperger JG: Laparoscopic Swenson pull-through: a comparison with the open procedure. *J Pediatr Surg*;31(8):1155-1156, 1996
9. Yokoi A, Satoh S, Takamizawa S, et al: The preliminary study of modified Swenson procedure in Hirschsprung disease. *J Pediatr Surg*;44(8):1560-1563, 2009
10. Morikawa Y: Evaluation of laparoscopic surgery for Hirschsprung's disease from the standpoint of invasiveness and colonic motility: Prolapsing technique with extra-anal mucosectomy. *Asian J Endosc Surg*;2:73-76, 2009
11. Jona JZ, Cohen RD, Georgeson KE, et al: Laparoscopic pull-through procedure for Hirschsprung's disease. *Semin Pediatr Surg*;7(4):228-231, 1998
12. Nguyen TL, Bui DH, Tran AQ, et al: Early and late outcomes of primary laparoscopic

- endorectal colon pull-through leaving a short rectal seromuscular sleeve for Hirschsprung disease. *J Pediatr Surg*;44(11):2153-2155, 2009
13. Cheung ST, Tam YH, Chong HM, et al: An 18-year experience in total colonic aganglionosis: from staged operations to primary laparoscopic endorectal pull-through. *J Pediatr Surg*;44(12):2352-2354, 2009
 14. Tang ST, Wang GB, Cao GQ, et al: 10 years of experience with laparoscopic-assisted endorectal Soave pull-through procedure for Hirschsprung's disease in China. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;22(3):280-284, 2012
 15. Kumar R, Mackay A, Borzi P: Laparoscopic Swenson procedure--an optimal approach for both primary and secondary pull-through for Hirschsprung's disease. *J Pediatr Surg*;38(10):1440-1443, 2003
 16. Liem NT, Hau BD: Primary laparoscopic endorectal colon pull-through for Hirschsprung's disease: early results of 61 cases. *Asian J Surg*;29(3):173-175, 2006
 17. Kim AC, Langer JC, Pastor AC, et al: Endorectal pull-through for Hirschsprung's disease--a multicenter, long-term comparison of results: transanal vs transabdominal approach. *J Pediatr Surg*;45(6):1213-1220, 2010
 18. Hau BD, Quynh TA, Anh VH, et al: Early and late outcomes of primary laparoscopic endorectal colon pull-through leaving a short rectal seromuscular sleeve for Hirschsprung disease. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;21(1):81-83, 2011
 19. Kubota A, Kawahara H, Okuyama H, et al: Clinical outcome of laparoscopically assisted endorectal pull-through in Hirschsprung's disease: comparison of abdominal and perineal approaches. *J Pediatr Surg*;39(12):1835-1837, 2004
 20. Fujiwara N, Kaneyama K, Okazaki T, et al: A comparative study of laparoscopy-assisted pull-through and open pull-through for Hirschsprung's disease with special reference to postoperative fecal continence. *J Pediatr Surg*;42(12):2071-2074, 2007
 21. Mattioli G, Pini Prato A, Giunta C, et al: Outcome of primary endorectal pull-through for the treatment of classic Hirschsprung disease. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;18(6):869-874, 2008

22. Craigie RJ, Conway SJ, Cooper L, et al: Primary pull-through for Hirschsprung's disease: comparison of open and laparoscopic-assisted procedures. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;17(6):809-812, 2007
23. Mattioli G, Pini Prato A, Giunta C, et al: Outcome of primary endorectal pull-through for the treatment of classic Hirschsprung disease. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*;18(6):869-874, 2008
24. Zhang S, Li J, Wu Yurui, et al.: Comparison of laparoscopic-assisted operations and laparotomy operations for the treatment of Hirschsprung disease; evidence from a meta-analysis. *Medicine* 94: e1632, 2015.
25. Scholfield DW, Ram AD.: Laparoscopic Duhamel procedure for Hirschsprung's disease: systematic review and meta-analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 26: 53-61, 2015.
26. Deng X, Wu Y, Zeng L, et al.: Comparative analysis of modified laparoscopic Swenson and laparoscopic Soave procedure for short-segment Hirschsprung disease in children. *Eur J Pediatr Surg* 25: 430-434, 2015.
27. Thmuschat C, Zimmer J, Puri P.: Laparoscopic-assisted pull-through operation for Hirschsprung's disease: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int* 32: 751-757, 2016.
28. Gosemann JH, Friedmacher F, Ure B, et al.: Open versus transanal pull-through for Hirschsprung disease: a systematic review of long-term outcome. *Eur J Pediatr Surg* 23: 94-102, 2013.
29. Guerra J, Wayne C, Musambe T, et al.: Laparoscopic-assisted Transanal pull-through (LATP) versus complete transanal pull-through (CTP) in the surgical management of Hirschsprung's disease. *J Pediatr Surg* 51: 770-774, 2016.
30. Thomson D, Allin B, Long AM, et al.: Laparoscopic assistance for primary transanal pull-through in Hirschsprung's disease: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 5: e0060603, 2015.

引用文献 CQ4

1. deVries PA, Pena A. Posterior sagittal anorectoplasty. *J Pediatr Surg.* 17:638-43, 1982.
2. Georgeson KE, Inge TH, Albanese CT: Laparoscopically assisted anorectal pull-through for high imperforate anus--a new technique. *J Pediatr Surg.* 35:927-30; discussion 930-1, 2000.
3. Al-Hozaim O, Al-Maary J, AlQahtani A, Zamakhshary M: Laparoscopic-assisted anorectal pull-through for anorectal malformations: a systematic review and the need for standardization of outcome reporting. *J Pediatr Surg.* 45:1500-4, 2010.
4. Liem NT, Quynh TA: Laparoscopic rectal pull-through for persistent cloaca: an easier approach for a complex anomaly. *J Pediatr Surg.* 47:815-8, 2012.
5. Bischoff A, Levitt MA, Pena A: Laparoscopy and its use in the repair of anorectal malformations. *J Pediatr Surg.* 46:1609-17, 2011.
6. Vick LR, Gosche JR, Boulanger SC, Islam S: Primary laparoscopic repair of high imperforate anus in neonatal males. *J Pediatr Surg.* 42:1877-81, 2007.
7. De Vos C, Arnold M, Sidler D, Moore SW: A comparison of laparoscopic-assisted (LAARP) and posterior sagittal (PSARP) anorectoplasty in the outcome of intermediate and high anorectal malformations. *S Afr J Surg.* 49:39-43, 2011.
8. Tong QS, Tang ST, Pu JR, Mao YZ, Wang Y, Li SW, Cao QQ, Ruan QL: Laparoscopically assisted anorectal pull-through for high imperforate anus in infants: intermediate results. *J Pediatr Surg.* 46:1578-86, 2011.
9. Bailez MM, Cuenca ES, Mauri V, Solana J, Di Benedetto V: Outcome of males with high anorectal malformations treated with laparoscopic-assisted anorectal pull-through: preliminary results of a comparative study with the open approach in a single institution. *J Pediatr Surg.* 46:473-7, 2011.
10. Koga H, Kato Y, Shimotakahara A, Miyano G, Lane GJ, Okazaki T, Yamataka A: Intraoperative measurement of rectourethral fistula: prevention of incomplete excision in male patients with high-/intermediate-type imperforate anus. *J Pediatr Surg.* 45: 397-400, 2010.
11. Yang J, Zhang W, Feng J, Guo X, Wang G, Weng Y, Sun X, Yu D: Comparison of clinical

outcomes and anorectal manometry in patients with congenital anorectal malformations treated with posterior sagittal anorectoplasty and laparoscopically assisted anorectal pull through. *J Pediatr Surg.* 44:2380-3, 2009

12. Koga H, Okazaki T, Yamataka A, Kobayashi H, Yanai T, Lane GJ, Miyano T Posterior urethral diverticulum after laparoscopic-assisted repair of high-type anorectal malformation in a male patient: surgical treatment and prevention. *Pediatr Surg Int.* 21: 58-60, 2005.
13. Japanese multicenter study group on male high imperforate anus: Multicenter retrospective comparative study of laparoscopically assisted and conventional anorectoplasty for male infants with rectoprostatic urethral fistula. *J Pediatr Surg*:48:2383-8, 2013
14. Bischoff A, Martinez-Leo B, Pena A : Laparoscopic approach in the management of anorectal malformations. *Pediatr Surg Int.* 31:431-437, 2015
15. Sawyer AC, Livingston MH, Cook DJ, Braga LH: Laparoscopic versus open repair of recto-bladderneck and recto-prostatic anorectal malformations: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int.* 31:17-30, 2015
16. Han Y, Xia Z, Guo S, Yu X, Li Z: Laparoscopically Assisted Anorectal Pull-Through versus Posterior Sagittal Anorectoplasty for High and Intermediate Anorectal Malformations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Plos One.* 12 e0170421, 2017
17. Lima M, Tursini S, Ruggeri G, Aquino A, Gargano T, De Biagi L, Ahmed A, Gentili A: Laparoscopically assisted anorectal pull-through for high imperforate anus: three years' experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 16:63-6, 2006.
18. Hakguder G, Ates O, Caglar M, Olguner M, Akgur FM: A unique opportunity for the operative treatment of high anorectal malformations: laparoscopy. *Eur J Pediatr Surg.* 16:449-55, 2006.
19. Arnold M, Sidler D, Moore SW: Oesophageal atresia without tracheo-oesophageal fistula and an anorectal malformation: advantages of a primary laparoscopically assisted anorectal pull-through. *S Afr J Surg.* 49:30-2, 2011.
20. Ichijo C, Kaneyama K, Hayashi Y, Koga H, Okazaki T, Lane GJ, Kurosaki Y, Yamataka A: Midterm postoperative clinicoradiologic analysis of surgery for high/intermediate-type imperforate anus: prospective comparative study between laparoscopy-assisted and posterior sagittal anorectoplasty. *J Pediatr Surg.* 43:158-62; discussion 162-3, 2008.

21. Koga H, Miyano G, Takahashi T, Shimotakahara A, Kato Y, Lane GJ, Okazaki T, Yamataka A: Comparison of anorectal angle and continence after Georgeson and Pena procedures for high/intermediate imperforate anus. *J Pediatr Surg.* 45:2394-7, 2010.
22. Kudou S, Iwanaka T, Kawashima H, Uchida H, Nishi A, Yotsumoto K, Kaneko M: Midterm follow-up study of high-type imperforate anus after laparoscopically assisted anorectoplasty. *J Pediatr Surg.* 40:1923-6, 2005.
23. Wong KK, Wu X, Chan IH, Tam PK: Evaluation of defecative function 5 years or longer after laparoscopic-assisted pull-through for imperforate anus. *J Pediatr Surg.* 46:2313-5, 2011.
24. Koga H, Ochi T, Okawada M, Doi T, Lane GJ, Yamataka A: Outcome of males with high anorectal malformations treated with laparoscopic-assisted anorectal pull-through: preliminary results of a comparative study with the open approach in a single institution. *J Pediatr Surg.* 49:1815-7, 2014
25. Yazaki Y, Koga H, Ochi T, Okawada M, Doi T, Lane GJ, Yamataka A: Surgical management of recto-prostatic and recto-bulbar anorectal malformations. *Pediatr Surg Int.* 32:939-44, 2016
26. Ming AX, Li L, Diao M, Wang HB, Liu Y, Ye M, Cheng W: Long term outcomes of laparoscopic-assisted anorectoplasty: a comparison study with posterior sagittal anorectoplasty. *J Pediatr Surg.* 49:560-563, 2014
27. Kimura O, Iwai N, Sasaki Y, Tsuda T, Deguchi E, Ono S, Furukawa T: Laparoscopic versus open abdominoperineal rectoplasty for infants with high-type anorectal malformation. *J Pediatr Surg.* 45:2390-3, 2010.

引用文献 CQ5

1. Nuss D, Kelly RE, Jr., Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *Journal of pediatric surgery*;33(4):545-52, 1998.
2. Papandria D AJ, Casamassima MGS, Ortega G, Salazar JH, Zhang Y, Lukish J, Colombani P, Abdullah F. Increasing age at time of pectus excavatum repair in children: Emerging consensus? *Journal of pediatric surgery*;48:191-6, 2013.
3. Pawlak K, Gasiorowski L, Gabryel P, Galecki B, Zielinski P, Dyszkiewicz W. Early and Late Results of the Nuss Procedure in Surgical Treatment of Pectus Excavatum in Different Age Groups. *The Annals of thoracic surgery*;102(5):1711-6, 2016.
4. Jaroszewski DE, Ewais MM, Chao CJ, Gotway MB, Lackey JJ, Myers KM, et al. Success of Minimally Invasive Pectus Excavatum Procedures (Modified Nuss) in Adult Patients (>/=30 Years). *The Annals of thoracic surgery*;102(3):993-1003, 2016.
5. Velazco CS, Arsanjani R, Jaroszewski DE. Nuss procedure in the adult population for correction of pectus excavatum. *Seminars in pediatric surgery*;27(3):161-9, 2018.
6. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Othersen HB, Jr., et al. Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. *Journal of pediatric surgery*;35(2):252-7; discussion 7-8, 2000.
7. Nuss D, Croitoru DP, Kelly RE, Jr., Goretsky MJ, Nuss KJ, Gustin TS. Review and discussion of the complications of minimally invasive pectus excavatum repair. *European journal of pediatric surgery: official journal of Austrian Association of Pediatric Surgery [et al] = Zeitschrift fur Kinderchirurgie*;12(4):230-4, 2002.
8. Tetteh O, Rhee DS, Boss E, Alaish SM, Garcia AV. Minimally invasive repair of pectus excavatum: Analysis of the NSQIP database and the use of thoracoscopy. *Journal of pediatric surgery*;53(6):1230-3, 2018.
9. Johnson JN, Hartman TK, Pianosi PT, Driscoll DJ. Cardiorespiratory function after operation for pectus excavatum. *The Journal of pediatrics*;153(3):359-64, 2008.
10. Nasr A, Fecteau A, Wales PW. Comparison of the Nuss and the Ravitch procedure for pectus

excavatum repair: a meta-analysis. *Journal of pediatric surgery*;45(5):880-6, 2010.

11. Chen Z, Amos EB, Luo H, Su C, Zhong B, Zou J, et al. Comparative pulmonary functional recovery after Nuss and Ravitch procedures for pectus excavatum repair: a meta-analysis. *Journal of cardiothoracic surgery*;7:101, 2012.
12. Kanagaratnam A, Phan S, Tchantchaleishvili V, Phan K. Ravitch versus Nuss procedure for pectus excavatum: systematic review and meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg*;5(5):409-21, 2016.
13. Mao YZ, Tang S, Li S. Comparison of the Nuss versus Ravitch procedure for pectus excavatum repair: an updated meta-analysis. *Journal of pediatric surgery*;52(10):1545-1552, 2017.
14. Hebra A, Kelly RE, Ferro MM, Yuksel M, Campos JRM, Nuss D. Life-threatening complications and mortality of minimally invasive pectus surgery. *Journal of pediatric surgery*;53(4):728-32, 2018.
15. Obermeyer RJ, Cohen NS, Gaffar S, Kelly RE, Jr., Kuhn MA, Frantz FW, et al. Multivariate analysis of risk factors for Nuss bar infections: A single center study. *Journal of pediatric surgery*;53(6):1226-9, 2018.
16. Bilgi Z, Ermerak NO, Cetinkaya C, Lacin T, Yuksel M. Risk of serious perioperative complications with removal of double bars following the Nuss procedure. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*;24(2):257-9, 2017.
17. Wang Q, Fan S, Wu C, Jin X, Pan Z, Hong D. Changes in resting pulmonary function testing over time after the Nuss procedure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of pediatric surgery*;53(11):2299-2306, 2018.
18. Maagaard M, Tang M, Ringgaard S, Nielsen HH, Frokiaer J, Haubuf M, et al. Normalized cardiopulmonary exercise function in patients with pectus excavatum three years after operation. *The Annals of thoracic surgery*;96(1):272-8, 2013.
19. Malek MH, Berger DE, Marelich WD, Coburn JW, Beck TW, Housh TJ. Pulmonary function following surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*;30(4):637-43, 2006.

20. Sacco Casamassima MG, Gause C, Goldstein SD, Karim O, Swarup A, McIltrout K, et al. Patient Satisfaction After Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum in Adults: Long-Term Results of Nuss Procedure in Adults. *The Annals of thoracic surgery*;101(4):1338-45, 2016.
21. Kelly RE, Jr., Daniel A. Outcomes, quality of life, and long-term results after pectus repair from around the globe. *Seminars in pediatric surgery*;27(3):170-4, 2018.
22. Malek MH, Berger DE, Housh TJ, Marelich WD, Coburn JW, Beck TW. Cardiovascular function following surgical repair of pectus excavatum: a metaanalysis. *Chest*;130(2):506-16, 2006.
23. Maagaard M, Heiberg J. Improved cardiac function and exercise capacity following correction of pectus excavatum: a review of current literature. *Ann Cardiothorac Surg*;5(5):485-92, 2016.