原 著

漏斗胸に対する胸腔鏡下胸骨挙上術 (Nuss 法) の 手術時年齢による比較検討

大阪市立大学大学院臓器器官病態外科学 (第2外科), 大阪市立総合医療センター小児外科*,
淀川キリスト教病院小児外科**

諸 富 嘉 樹 大 野 耕 一 中 平 公 士*
塩 川 智 司** 辻 本 嘉 助** 木 下 博 明

胸腔鏡下胸骨挙上術 (Nuss 法) を行った漏斗胸患児を年少児群 (20例, 手術時年齢 6 歳 0 カ月 ± 1 歳 8 カ月, 男女比 18 : 2,) と年長児群 (6 例, 17 歳 1 カ月 ± 2 歳 3 カ月, 6 : 0) にわけて検討した。年少児群の手術時間は 128 ± 35 分, 手術から帰宅までの期間は 7 ± 3 日であったが, 年長児群では 174 ± 32 分, 11 ± 3 日でありいずれも有意差を認めた。年少児の 1 例に気胸がみられ, 年長児の 3 例に bar の shift, flipping, 断裂した wire による肺損傷と胸腔内異物が発生し, 年長児群で合併症が多かった。しかし年齢に関わらず wire で bar を固定した症例に合併症が多かったことから, stabilizer を使用することによって合併症を減少できると思われた。また年長児では肋軟骨の柔軟性が乏しいため bar を回転した際に肋軟骨骨折をきたし, その疼痛のために離床が遅れたものと推察した。術後の胸郭形態も年少児群で良好であったが, Nuss 法では年長児の広い陥凹を十分に挙上できなかった。

索引用語: 漏斗胸, 胸骨挙上術, 胸腔鏡下手術, Nuss 法, 思春期

緒 言

Nuss ら¹⁾が発表した漏斗胸に対する胸骨挙上術 (以下, Nuss 法) は手術痕跡が小さく, 低侵襲手術として急速に広まってきた²⁾⁻⁸⁾。しかし Nuss 法は従来の胸骨挙上術と異なり変形した肋軟骨を切除しないため, 胸骨を支える steel bar に強い圧力がかかると考えられる。従って肋軟骨が柔軟な年少児と肋軟骨が太くて硬い年長児では, 術後の成績に差があると予想される。そこで Nuss 法を行った学童期以前の患児と思春期以降の患児について手術成績を比較検討した。

対象と方法

Nuss 法を行った 26 例を対象とし, 学童期以前の 20 例を年少児群, 思春期以降の 6 例を年長児群とした。手術時年齢は年少児群 6 歳 0 カ月 ± 1 歳 8 カ月, 年長児群 17 歳 1 カ月 ± 2 歳 3 カ月であった。また男女比は年少児群 18 : 2, 年長児群 6 : 0 であった。胸郭変形の

程度は胸部 X 線写真側面像から Frontosagittal Index (以下, FSI) を算出して評価した (図 1)⁹⁾¹⁰⁾。

全例に以下の手順で Nuss 法を行った。両側の中腋窩線と最陥凹部の高さとの交点に約 3 cm の横切開をおいた。腹側に向けて皮下を剥離して両側鎖骨中線上第 4 または第 5 肋間で胸腔に入った。右側から剥離鉗子を胸腔に挿入し, 胸腔鏡下に右胸腔, 前縦隔, 左胸腔の順に進めた。血管テープを剥離鉗子の先に把持して引き抜き, 弧状に形成した steel bar を血管テープに結紮して, 再び右胸腔, 前縦隔, 左胸腔の順に誘導した。背側凸に挿入した bar を 180 度反転して胸骨を挙上した。初期の 5 例では直径 0.8 mm の steel 製 wire を用いて bar の両端を肋骨に固定した。Bar と肋骨を wire で一重に巻き, wire の両端を合わせて捻り, 断端は皮膚を突き上げないように内側に曲げた。残りの 21 例では wire で bar の片端に stabilizer を固定し, さらに bar および stabilizer を吸収糸を用いて周囲の筋肉に縫着した。また初期の症例では 10 mm の胸腔鏡を用いたが, 最近の 19 例では 3 mm の胸腔鏡を使用している。Nuss らの報告に準じて, 術 2 年後に bar を抜去し

2002年11月5日受付 2003年1月7日採用

〈所属施設住所〉

〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町 1-4-3

Frontosagittal Index = (D ÷ T) × 100 : Backer et al⁹⁾

正常児のFSI : 41.1 ± 4.0 : Ohno et al¹³⁾

図1 胸部単純X線写真による胸郭変形の評価法⁹⁾

図2 Nuss 法術後の胸部X線写真：25例では1本のbarを挿入した。Barの右端に直交する金属片がstabilizerである(4歳, 男児：左図)。1例に2本のbarを挿入した(19歳, 男児：右図)。

た。

2群間で術前後のFSI, 手術時間, 出血量, 術後から外泊または退院までの期間, 術後合併症および術後の胸郭形態を比較検討した。検定にはunpaired t-test, Fisher's exact probability testを用い, $p < 0.05$ を有意差ありとした。

成 績

術前のFSIは年少児群 22.2 ± 6.2 , 年長児群 21.0 ± 5.7 であり有意差はなかった。年長児群の1例で2本のbarを挿入したが, 他の25例は1本のbarを用いた(図2)。年少児群の2例はwireでbarを肋骨に固定し, 18例はstabilizerを用いて固定した。一方, 年長児群では3例にwire, 3例にstabilizerを用いており, 有意に年少児群でstabilizerを多く使用していた($p < 0.05$)。手術時間は年少児群 128 ± 35 分, 年長児群 174 ± 32 分であり有意に年長児群で長かった($p < 0.01$)。出血量は年少児 15 ± 10 g, 年長児 20 ± 10 gで有意差はな

かった。術後の疼痛管理のために年少児群の5例と年長児群の3例に持続硬膜外麻酔を術3～4日間併用した。硬膜外麻酔の使用頻度は両群間で有意差はなかったが, 術後から外泊または退院までの期間は年少児群では 7 ± 3 日, 年長児群では 11 ± 3 日であり有意に年長児群で長かった($p < 0.01$)。手術から帰宅までの期間と硬膜外麻酔の有無をみると, 硬膜外麻酔を行った年長児3例では 12.3 ± 4.4 日, その他の3例は 9.3 ± 0.6 日であった。また硬膜外麻酔を行った年少児5例では 10.4 ± 2.4 日, その他の15例は 6.2 ± 1.7 日であった。術後合併症をみると年少児群の1例に術中の肺損傷による気胸が発生し, 年長児の3例にbarのshift, barのflipping(図3), 断裂したwireによる肺損傷と胸腔内異物を認め, 術後合併症は有意に年長児群に多く発生していた($p < 0.05$)。またwireで固定した5例中2例, stabilizerを用いた21例中1例でbarの変位がみられ, 有意差はないがstabilizerで固定した方がbar

図3 年長児の術後合併症：13歳，男児。術7カ月後に wire が断裂し，bar が右に変位 (shift) した (左図)。19歳，男児。Bar を2本挿入して stabilizer で固定したが，頭側の bar が回転して (flipping) 皮膚を押し上げたため，術3カ月後に頭側の bar を抜去した (右図)。

図4 Nuss 法術後の胸郭形態：8歳，男児。胸骨後面に留置された bar によって陥凹全体が矯正され，満足な結果が得られた (左図)。13歳，男児。1本の bar を留置したが肋骨弓に陥凹が残り，十分に胸郭が矯正されなかった。腋窩線の上に bar を挿入するための創とその頭側に10mm の胸腔鏡を挿入した創がみられる (右図)。

の安定性が得られる傾向がみられた。術後の胸郭形態をみると年長児の5例で肋骨弓に陥凹が残存したのに対して，年少児群では1例を除いて陥凹は十分に挙上され，有意に年少児で満足な結果が得られた ($p < 0.01$) (図4)。Nuss 法術後2年を経過した年少児2例と年長児3例は bar を抜去した。Bar 抜去後の年少児のFSIは37.8 (bar 抜去後13カ月)，39.2 (12カ月)，年長児のFSIは33.5 (17カ月)，33.3 (16カ月)，26.3 (9カ月) であった。

考 察

漏斗胸は年齢とともに前胸部の陥凹が深くなり，非対称かつ扁平な胸郭となる。また思春期以降の患児では二次性徴による骨性胸郭の成長に伴い，肋軟骨が太く，硬くなるとともに陥凹の面積も広がる。これま

での胸骨挙上術や胸骨翻転術は変形した肋軟骨および胸骨を切離または切除することによって，胸骨に可動性を与えたのちに骨性胸郭を矯正した。しかし Nuss ら¹⁾は変形した肋軟骨を切除しない，まったく新しい発想による術式を報告した。Nuss 法は手術時間が短く手術瘢痕が小さいため，低侵襲手術として広く行われるようになってきた^{2)~6)}。しかし Nuss 法では肋軟骨の柔軟性が異なる学童期以前の患児と思春期以降の患児では手術成績が異なると考えられる。

自験例の検討では思春期以降の患児は手術時間が長く，術後の疼痛が強いため帰宅するまでに時間を要した。手術時間については，ほぼ成人と同様の体格の患児では胸郭の幅が広く，剝離鉗子を右側から対側の切開創まで誘導するのに時間を要したためであった。ま

た年長児で術後の疼痛が強いのは、bar を回転した際に柔軟性の乏しい肋軟骨に多発骨折をきたすためではないかと推察した。最近、術後鎮痛のために硬膜外麻酔を用いたが、入院期間の短縮に寄与する結果とはならなかった。これは硬膜外カテーテルの位置が一定でなく、有効な鎮痛が得られなかった症例が含まれていたためであった。硬膜外麻酔による術後鎮痛に関しては、今後さらに症例を重ねて検討する必要がある。

Hebra ら¹¹⁾の報告では Nuss 法を行った患児の約 9 % で bar の shift や flipping のために再手術が必要となり、さらに年長児で合併症が多く発生していた。自験例でも合併症の発生率は年長児群で高く、その多くは bar の偏位や断裂した wire によるものであった。自験例では 2 群間で stabilizer の使用頻度が異なるが、年齢に関わらず wire で bar を固定した症例に合併症が多い傾向がみられた。Molik ら¹²⁾の報告では、stabilizer を用いることによって術後合併症が減少している。また Croitoru ら⁴⁾は stabilizer を使うことによって再手術率が 15 % から 5 % に減少したと報告していることから、年長児にも積極的に stabilizer を用いることで合併症を減少することができると思われる。また bar の変位を防ぐために胸腔鏡を用いて bar を胸骨近傍の肋骨に固定する方法も一考に値すると思われる¹³⁾。

術後の胸郭形態を 2 群間で比較すると、年長児では肋軟骨の柔軟性が乏しいうえに陥凹が広いため骨性胸郭を十分に矯正することが難しく、特に肋骨弓に陥凹が残る傾向がみられた。われわれは正常児 150 例の FSI を測定し 41.1 ± 4.0 と報告したが¹⁴⁾、bar を抜去したあとの観察期間 (9 ~ 17 カ月) においては、年少児で FSI がより正常児に近い値を示した。このように年少児に比べて年長児では骨性胸郭の矯正が不十分になる症例が多いと考えられ、術式にさらなる工夫が必要であろう。また年少児では、bar が最陥凹部よりやや頭側に挿入されたために陥凹が残存した 1 例を除いて、満足できる結果が得られた。しかし年少児は bar を抜去したのちも胸郭が成長するため、最終的な成績を評価するには成人に至るまで長期にわたる経過観察が必要である。

結 語

学童期以前の漏斗胸では Nuss 法によって満足できる胸郭の矯正が得られた。しかし思春期以降の患児では手術時間が長く、術後の疼痛も強いために離床が遅れた。術後合併症も思春期以降の患児に多くみられた

ことから、年長児に対する本法の適応は慎重でなければならない。しかし積極的に stabilizer を用いることで合併症の軽減が期待できると思われた。また思春期以降の患児では術後も肋骨弓に陥凹が残る症例が多く、さらに術式の改良が必要と考える。

文 献

- 1) Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, et al: A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 33: 545—552, 1998
- 2) 植村貞繁, 中川賀清: 漏斗胸の治療. *小児外科* 34: 659—664, 2002
- 3) 植村貞繁, 吉田篤史, 丁田泰宏: 漏斗胸に対する Nuss procedure の手術経験. *日小児外会誌* 37: 264—269, 2001
- 4) Croitoru DP, Kelly RE Jr, Goretsky MJ, et al: Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 37: 437—445, 2002
- 5) 大野耕一, 塩川智司, 竹内 敏他: 漏斗胸に対する胸腔鏡下胸骨挙上術. *小児外科* 33: 261—266, 2001
- 6) 大野耕一, 塩川智司, 中平公士他: 漏斗胸に対する胸腔鏡補助下胸骨挙上術. *小児外科* 33: 847—852, 2001
- 7) Engum S, Rescorla F, West K, et al: Is the grass greener? Early results of the Nuss procedure. *J Pediatr Surg* 35: 246—251, 2000
- 8) Hebra A: Minimally Invasive pectus surgery. *Chest Surg Clin of North Am* 10: 329—339, 2000
- 9) Backer OG, Brunner S, Larsen V: Radiologic evaluation of funnel chest. *Acta Radiol* 55: 249—256, 1960
- 10) 大野耕一, 塩川智司, 中岡達雄他: 漏斗胸の計測による重症度判定法と手術適応の検討. *日小児放線会誌* 15: 79—84, 1999
- 11) Hebra A, Swoveland B, Egbert M, et al: Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: Review of 251 cases. *J Pediatr Surg* 35: 252—258, 2000
- 12) Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, et al: Pectus excavatum repair: Experience with standard and minimal invasive techniques. *J*

- Pediatr Surg 36 : 324—328, 2001
- 13) Habra A, Gauderer MWL, Tagge EP, et al : A simple technique for preventing bar displacement with the Nuss repair of pectus excavatum. J Pediatr Surg 36 : 1266—1268, 2001
- 14) Ohno K, Nakahira M, Takeuchi S, et al : Indications for surgical treatment of funnel chest by chest radiograph. Pediatr Surg Int 17 : 591—595, 2001

COMPARISON OF OUTCOMES OF THORACOSCOPIC STERNAL ELEVATION
(NUSS' PROCEDURE) FOR FUNNEL CHEST ACCORDING TO AGE AT SURGERY

Yoshiki MOROTOMI, Koichi OHNO, Masashi NAKAHIRA*,
Chizuka SHIOKAWA**, Kasuke TSUJIMOTO** and Hiroaki KINOSHITA

Second Department of Surgery, Osaka City University Medical School

*Department of Pediatric Surgery, Osaka City General Hospital

**Department of Pediatric Surgery, Yodogawa Christian Hospital

We have performed a minimally invasive repair as described by Nuss, using thoracoscopic assistance to 26 patients with funnel chest. The surgical outcomes and complications are compared between the two groups of age, a group of younger patients ($n=20$, 71.8 ± 20.4 months old, 18 boys and 2 girls) and another group of teenaged patients ($n=6$, 204.7 ± 26.7 months old, 6 boys). In the younger patients, operating time was 128 ± 35 min and hospital days was 7 ± 3 days. On the other hand, both were 174 ± 32 min and 11 ± 3 days in the teenaged patients respectively. These were significantly longer than those in younger patients. One younger patients developed pneumothrax. Three teenaged patients developed complications such as shift and flipping of a bar, and pneumothorax due to laceration by a fragment of a wire and a fragment fallen into the thoracic cavity. The frequency of complications was significantly higher in the teenaged patients than in the younger patients. However, because many complications developed in the patients whose bars were fixed with wires regardless of age, it might be possible to lessen complications by using a stabilizer. Inflexible costal cartilages in the teenaged patients might cause many fractures at the operation, and they complained of more severe postoperative pain with resultant longer hospital stay than younger patients. Surgical results were more satisfactory from the cosmetic standpoint in the younger patients. It is a problem that concavity was remained at the costal arch in these teenaged patients by the Nuss method. We have to improve the method for teenaged patients.