

原 著 論 文

漏斗胸の計測による重症度判定法と手術適応の検討

大野耕一, 塩川智司¹⁾, 中岡達雄, 木下博明
 大阪市立大学医学部 第2外科, 淀川キリスト教病院 小児外科²⁾

Clinical Evaluation of Indices and Indications for Surgical Treatment of Funnel Chest

Koichi Ohno, Chizuka Shiokawa¹⁾, Tatsuo Nakaoka,
Hiroaki Kinoshita

Second Department of Surgery, Osaka City University Medical School
 Department of Pediatric Surgery, Yodogawa Christian Hospital²⁾

Abstract Fifty-two children with funnel chest were examined to determine representative indices of funnel chest. Patients were evaluated using seven indices including FII, F2I, vertebral index (VI), frontosagittal index, CT-scan funnel index, depression rate, and deformation rate. Since the deformation rate correlated with five other indices, and VI, which can be used to evaluate normal children, correlated with four other indices, the deformation rate and VI were regarded as representative indices. The VI of 210 normal children gradually increased with age. The VI of normal children less than 3 years of age was 16.5 ± 1.7 ($n=60$), while that of normal children more than 3 years of age was 20.0 ± 2.4 ($n=150$) ($p < 0.0001$). The VI of patients, which was 32.5 ± 7.8 ($n=24$), was significantly larger than that of normal children ($p < 0.0001$). We conclude that VI less than 22 is normal while VI more than 25 is an indication for surgical treatment.

Key words *Funnel chest, Pectus excavatum, Sternal elevation, Vertebral index*

緒 言

これまでに漏斗胸の胸郭形態を客観的に表現する判定法とそれに基づく手術適応が多数報告されている¹⁾。そこで当科で経験した漏斗胸患児(以下患児)を複数の判定法で評価し、代表する胸郭形態の判定法を検討した。さらにその判定法を用いて正常対照児と患児を比較し、重症度と手術適応について考察した。

対象と方法

1967年から1997年までに当科で胸骨挙上術を行った漏斗胸患児58例と手術待機中1例の計59例のうち、術前に複数の判定法で評価し得た52例を対象とした。患児と家族に当科で行っている胸骨挙上術と全身麻酔の効果および合併症について説明したうえで、変形の程度によらず肉体的、美容的、精神的理由で手術を希望した患

原稿受付日: 1998年9月11日, 最終受付日: 1998年11月21日

別刷請求先: 〒545-8585 大阪市阿部野区旭町1-4-3 大阪市立大学医学部第2外科

児に手術を行った。対象の性別は男児45例，女児7例，手術時年齢は1歳8ヵ月から17歳5ヵ月，平均5歳8ヵ月であった。胸郭形態の判定法は体表計測法としてF1IとF2I²⁾ (Fig.1)，胸部単純X線写真を用いた判定法としてVertebral Index (以下VI)とFrontosagittal Index (以下FSI)³⁾ (Fig.2)，胸部CT検査を用いた判定法としてCTによるFunnel Index (以下CT-FI)⁴⁾，陥凹率 (Depression rate) と変形率 (Deformation rate)⁵⁾ (Fig.3) の7種の判定法を用いた。また1歳未満，1歳から3歳未満，3歳から6歳未満，6歳から9歳未満，9歳から12歳未満，12歳から15歳未満，15歳以上の年齢層で胸郭に変形のない各30例 (計210例) を正常対照とした。判定法の検討では患児の術前の胸郭形態を複数の判定法を用いて評価し，各判定法間の相関関係を求め， $p < 0.01$ かつ $r > 0.7$ を「強い相関」， $p < 0.01$ かつ $0.7 > r > 0.5$ を「相関」とし，より多くの判定法と相関を認めた判定法を「代表的判定法」とした。つぎに「代表的判定法」のうち正常対照児でも計測可能な判定法を用いて患児と比較し，重症度と手術適応を検討した。群間の検定にはunpaired student t-test, FisherのPLSDを用い $p < 0.01$ を「有意差あり」とした。

結 果

1. 判定法の検討

検討した7種の判定法のうち変形率は他の判定法と最も多く相関し，F2I，CT-FI，陥凹率と「強い相関」，VI，FSIと「相関」を認めた。つぎにVIはFSIと「強い相関」，

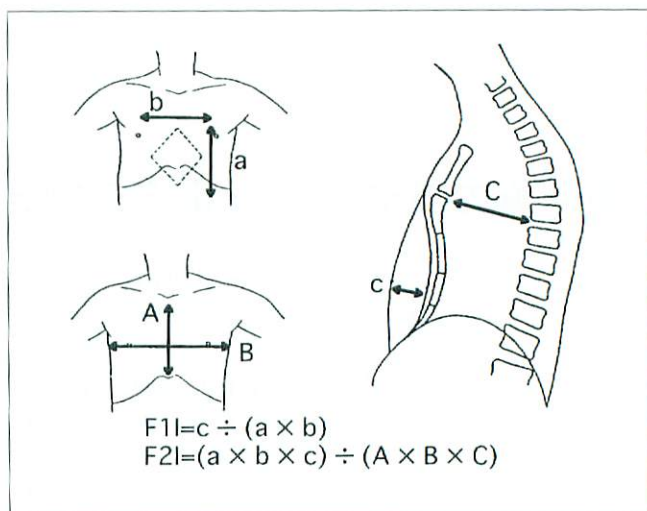


Fig.1 Indices by body measurement²⁾

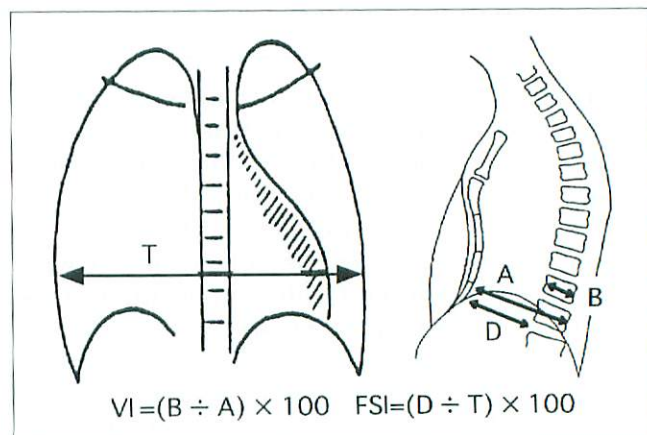


Fig.2 Indices by X-ray³⁾

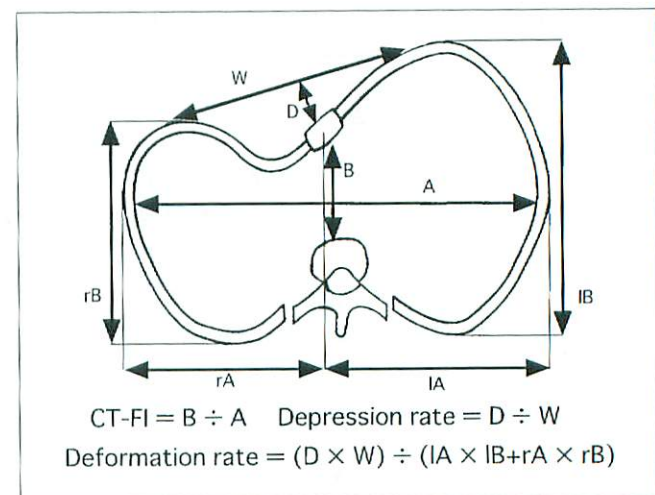


Fig.3 Indices by CT scan^{4, 5)}

CT-FI, 陥凹率, 変形率と「相関」を認めた。その他のFSI, CT-FI, 陥凹率は各々3種の判定法と、F2Iは2種の判定法と「強い相関」または「相関」がみられたが、F1Iは他のどの判定法とも相関はみられなかった (Table)。以上の結果より、変形率とVIを「代表的判定法」とした。

2. 重症度判定

正常対照児でも計測が可能なVIを用いて重症度判定を行った。まず正常対照児の各年齢層におけるVIは1歳未満 15.9 ± 1.9 , 3歳未満 17.2 ± 1.3 , 6歳未満 18.9 ± 2.0 , 9歳未満 20.1 ± 1.7 , 12歳未満 19.6 ± 2.6 , 15歳未満 20.7 ± 2.9 , 15歳以上 20.9 ± 2.1 と年齢とともに増加する傾向があった (Fig.4)。特に3歳前後で差

Table Correlation between funnel Indices

	F1I	F2I	VI	FSI	CT-FI	Depression rate	Deformation rate
F1I		n=48 p=0.455 r=-0.11	n=23 p=0.831 r=-0.048	n=23 p=0.986 r=0.004	n=27 p=0.624 r=0.100	n=25 p=0.685 r=0.086	n=25 p=0.575 r=0.119
F2I	n=48 p=0.455 r=-0.11		n=21 p=0.029 r=0.475	n=21 p=0.018 r=-0.505	n=24 p=0.015 r=0.486	n=22 p=0.007 r=0.548	n=22 p=0.0001 r=0.703
VI	n=23 p=0.831 r=-0.048	n=21 p=0.029 r=0.475		n=24 p<0.0001 r=-0.935	n=23 p=0.0003 r=-0.668	n=23 p=0.005 r=0.559	n=23 p=0.002 r=0.592
FSI	n=23 p=0.986 r=0.004	n=21 p=0.018 r=-0.505	n=24 p<0.0001 r=-0.935		n=23 p=0.0004 r=0.657	n=23 p=0.044 r=-0.423	n=23 p=0.005 r=-0.557
CT-FI	n=27 p=0.624 r=0.100	n=24 p=0.015 r=0.486	n=23 p=0.0003 r=-0.668	n=23 p=0.0004 r=0.657		n=24 p=0.025 r=-0.454	n=24 p<0.0001 r=-0.739
Depression rate	n=25 p=0.685 r=0.086	n=22 p=0.007 r=0.548	n=23 p=0.005 r=0.559	n=23 p=0.044 r=-0.423	n=24 p=0.025 r=-0.454		n=25 p<0.0001 r=0.793
Deformation rate	n=25 p=0.575 r=0.119	n=22 p=0.0001 r=0.703	n=23 p=0.002 r=0.592	n=23 p=0.005 r=-0.557	n=24 p<0.0001 r=-0.739	n=25 p<0.0001 r=0.793	

◎ high correlation
(p<0.01 and r>0.7)

○ correlation
(p<0.01 and 0.7>r>0.5)

が大きく、3歳未満の60例と3歳以上の150例を比較すると 16.5 ± 1.7 と 20.0 ± 2.4 であり有意差を認めた ($p < 0.0001$)。また患児の術前のVIは 32.5 ± 7.8 ($n=24$) で正常対照児と有意差を認めた ($p < 0.0001$) (Fig.5)。

また最も多くの判定法と相関がみられた変形率を用いると、患児の術前の値は 0.103 ± 0.039 ($n=25$) であった。しかし変形率では正常対照児との比較は不可能であった。

考 察

漏斗胸は小児の約0.06~0.3%にみられる比較的多い胸郭異常であり⁶⁾、これまでに心肺機能、胸郭形態の観点から数多くの重症度判定法が報告されてきた²⁾。患児の心肺機能に関する報告では術後に改善したとの報告がみられるが^{7,8)}、多くの患児では正常範囲内にあるため日常生活に支障はない^{9,10)}。しかし心肺機能が正常であっても胸郭の変形は「いじめ」や内向

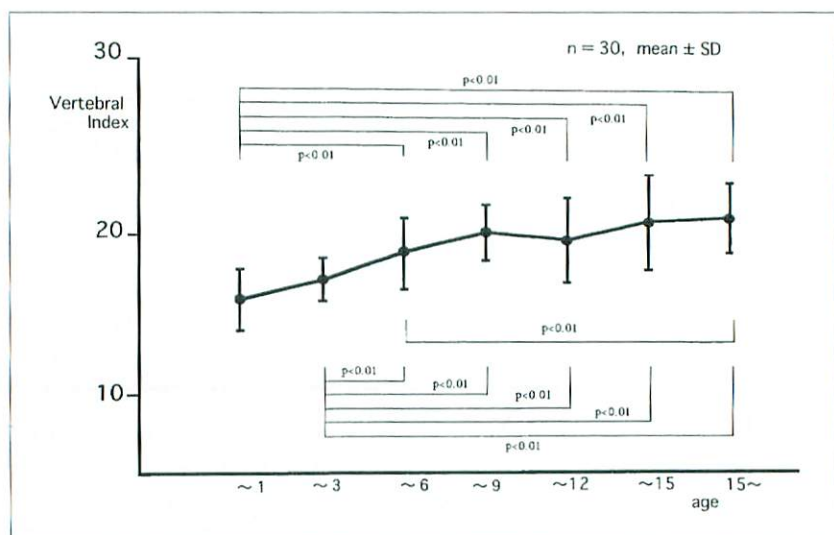


Fig.4 Changes of the VI of normal children with age

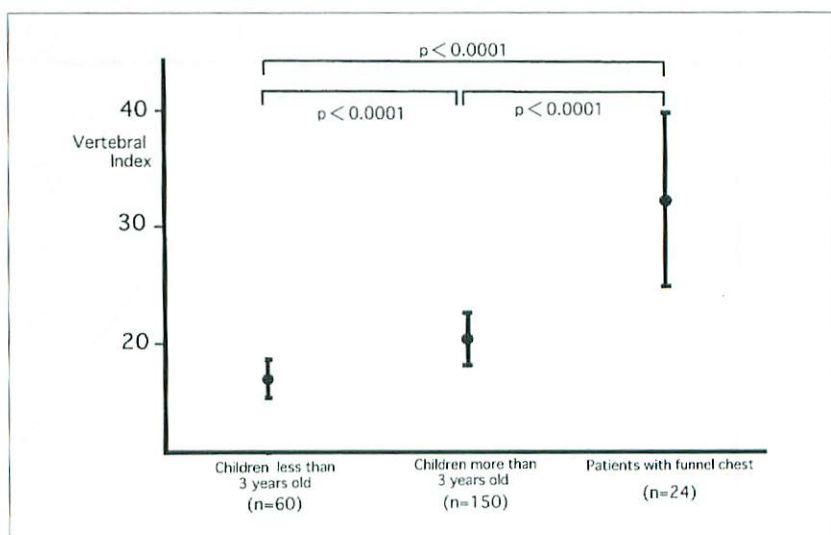


Fig.5 The VI of normal children and patients

の性格など社会生活や精神発達に悪影響をおよぼす可能性があり⁹⁾、性格異常にまで発展する患児もある¹¹⁾。そこで胸部変形の重症度を客観的に評価し、さらに手術適応について患児と家族に情報を提供することは重要なことと考える。

これまでに漏斗胸の胸部形態の判定法が数多く報告され、報告者によって評価方法が異なるため、患児の術前の重症度や術後成績を比較検討することが困難であった。また同一の患児を複数の判定法で評価すると、しばしば判定法によって重症度が異なることもある。そこで当科で胸骨挙上術を行った患児と手術待機中の患児を対象に複数の判定法で評価し、各判定法の間の相関を検討した。そしてより多くの判定法と相関する判定法は他の判定法の重症度をも反映し得ると考え、これを「代表的判定法」とした。

今回の検討に用いた判定法の特徴をみると、FIIと陥凹率は陥凹部の面積または横径と深さとの比率を求める判定法であり、外観上からうける「深さ」を表現しているが、胸部全体と陥凹部の比率は考慮されていない。これに対してF2I、VI、FSI、CT-FI、変形率は容積、距離、面積を計測することによって胸部全体と陥凹部の比率を表現した判定法である。これらのうち体表計測法であるFII、F2Iはあまり他の判定法と相関がみられなかったが、これは計測者や呼吸運動によって誤差を生じやすいためと思われた¹²⁾。また外観上の「深さ」を表現しているFIIと陥凹率との間にも相関がみられなかったことから、体表計測法は再現性と客観性に問題があると考えられた。これに対して胸部単純X線写真と胸部CT検査を用いた判定法は互いに相関がみられた。特に変形率はFIIを除く5種の判定法と相関が認められ、VIは体表計測法を除く4種の判定法と相関がみられた。以上の検討から変形率とVIを「代表的判定法」とした。

正常対照児と患児を比較し重症度と手術適応を考える場合、陥凹部の「深さ」を計測する判定法では正常対照児の計測が不可能である。そ

こでVIを用いて重症度判定を試みた。VIは胸部CT検査を用いる判定法に比べて被曝量が少ないうえ乳幼児でも鎮静の必要がなく、外来で簡便に行える利点もある。まず正常対照児のVIをみると3歳前後で大きく変化し、3歳以上ではほぼ一定であった。これは3歳頃を境に胸部の前後径が相対的に小さくなり、成人の胸部形態に近づくためと推察される。そこで3歳以上の正常対照児の $\text{mean} + \text{SD} (= 22.4)$ よりVIが22以下を正常とし、3歳以上の正常対照児の $\text{mean} + 2\text{SD} (= 24.8)$ および当科で手術を行った患児の術前の $\text{mean} - \text{SD} (= 24.7)$ よりVIが25以上を手術適応とした。そしてその間の22から25を要観察群と考えた。Bacherら³⁾は正常児のVIは5～6歳まで年齢とともに漸増し、以後は一定の幅にあることを報告した。そして6歳以上の正常児の95%以上が含まれる値として $\text{VI} < 27$ を示している。その他VIを用いた重症度判定としてGoertzenら¹²⁾はVIが30以下をnormal、30～36をintermediate deformity、36以上をserious deformityに分類し、intermediate deformityが手術の相対適応、serious deformityが絶対適応としている¹⁾。しかしGoertzenら¹²⁾の基準は正常対照との比較や重症度判定の根拠は解説されておらず、対象患児の手術時年齢は9歳から19歳であり幼児は含まれていない。よって本邦の患児にこの重症度判定を適応するには問題があると考ええる。また著者らの重症度判定ではVIが22から25を要観察群とした。漏斗胸は一般に進行性の疾患と考えられているが¹³⁾、軽症の患児では陥凹が浅くなる可能性もあり¹⁴⁾、要観察群の症例では陥凹の程度とVIを厳重に追跡する必要がある。

漏斗胸では心肺機能が正常な患児が多いため、手術適応は美容上の問題と患児の精神発達に対する悪影響を考慮して決められることが多い。よって陥凹の程度や判定法の重症度がたとえ加齢とともに変化しなくても、社会環境や心理状態に変化がみられ、幼児期には気にならなかった胸部の変形が加齢とともに大きな精神的

苦痛となることもある。その結果、手術に否定的であった患児や家族が年長児になって手術を希望するようになることもしばしば経験される。よって胸郭形態を客観的に評価しその情報を患児と家族に提供すると同時に、患児の年齢、社会環境、精神的影響などを十分に考慮して手術の適応を決定すべきである。

結 語

漏斗胸に対する胸郭形態の判定法のなかで変形率、つぎにVIが「代表的判定法」と考えられた。VIを用いた重症度判定ではVIが22以下を正常、22から25を要観察群、25以上を手術適応とした。漏斗胸の手術適応を決定するにあたって、胸郭形態を客観的に評価するとともに患児の年齢、社会環境、精神的影響を十分に考慮することが重要である。

●文献

- 1) 水田祥代, 田口智章, 中尾 真, 他: 漏斗胸の診断方法と手術適応について, 小児外科 1996; 28: 1419-1427.
- 2) 和田寿郎, 金子正光: 第1章 胸壁, 第1節 胸壁の奇形, 臨床小児外科全書 第2巻, 139-157, 葛西森夫編, 金原出版, 1970.
- 3) Bacher OG, Brunner S, Larsen V: Radiologic evaluation of funnel chest. Acta Radiol 1960; 55: 249-256.
- 4) 伊藤健二: II肺, 縦隔, 横隔膜, 胸壁疾患3, 漏斗胸, 基本小児外科学, 81-88, 日本小児外科学会教育委員会編, 金原出版, 1989.
- 5) 小林 徹: 漏斗胸患者における変形の評価と術前および術後換気機能, 名市大医誌 1989; 40: 801-814.
- 6) 平山 峻, 若松信吾: 私の漏斗胸手術法, 日外会誌 1991; 92: 901-906.
- 7) 中村孝文, 池田天史, 千田治道, 他: U字型ロッドを用いた漏斗胸の観血的治療, 臨整外 1995; 30: 801-805.
- 8) Quigley PM, Haller Jr JA, Jellus KL, et al: Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. J Pediatr 1996; 128: 638-643.
- 9) 青木 稔, 人見滋樹, 水野 浩, 他: 漏斗胸手術後10年以上経過例のアンケート調査による遠隔成績, 臨床胸部外科 1992; 12: 456-459.
- 10) 田中文啓, 北野司久, 神頭 徹, 他: 漏斗胸矯正術後の肺機能の推移, 日胸外会誌 1993; 41: 2161-2165.
- 11) 横山正義: 軽度の漏斗胸, 小児科 1992; 33: 1316-1318.
- 12) Goertzen M, Baltzer A, Schulitz KP: Long-term result after operation for funnel chest. Arch Orthop Trauma 1993; 112: 289-291.
- 13) 吉川哲哉, 星 栄一, 宮嶋 哲, 他: 放置された漏斗胸変形の経時的変化, 形成外科1996; 39: 561-569.
- 14) 江口武史, 佐々木信義, 原普二夫, 他: 漏斗胸における胸郭変形の自然経過, 小児科1993; 34: 61-65.