

[原著]

# 側彎症の肺機能に関する研究

——Harrington 手術症例を中心として——

高 良 宏 明\*

(昭和53年11月17日受付)

## 要 旨

側彎症に対する Harrington 手術後3年以上9年(平均5年)経過した108例を対象に、術前および術後肺機能の経時的推移と臨床成績について検討した。術前値の検討では% VC の低下、また動脈血ガス分析における  $\text{PaO}_2$  低下と  $\text{SaO}_2$  低下を認め、これらは側彎度の増大とともに著明になる傾向にあった。術後の経時的推移について% VC より検討すると術後1年では平均8%の減少をきたしたが術後2年で回復を示し、術後3年では4%の増加を認めた。このような経時的傾向は VC,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{SaO}_2$  でもみられた。すなわち術後肺機能の経年的推移は術後1年で一時的低下現象が存在するが、2年目では回復を示し、3年以降は全般的に改善傾向にあった。従って術後肺機能を評価する際には少なくとも術後2年、原則的には術後3年以上の成績により判断するのが妥当と考えられた。

そこで術後3年以上経過した35例について% VC より術後成績を検討すると改善群40%、不変群54%に対して悪化群はわずか6%に過ぎなかった。肺機能障害の強い高度側彎症では特に改善の傾向が明かであり、また手術時年齢別検討では低年齢層における肺機能面での手術の有効性を示唆する所見が認められた。原因別検討では idiopathic, congenital, neurofibromatosis で改善がややよく、paralytic, Marfan's syndrome では改善がやや少ない傾向にあった。

**Key words :** 側彎症, Harrington 手術, 側彎症の肺機能

## はじめに

Hippocrates の指摘に始まる脊柱変形に合併する肺機能障害について、近代医学のスポットがあてられたのは19世紀になってからである。1854年、Schneevogt が脊柱変形を有する患者の肺機能障害の特徴として肺活量の減少を証明して以来、この問題に対する諸家の関心が高まっていった。20世紀に入って、その臨床像として息切れ、動悸、咳嗽、心不全等についての報告<sup>1)2)3)</sup>が相つぎ、病理解剖学的知見としては右心肥大<sup>4)5)</sup>、心肺機能不全の存在<sup>6)</sup>等が明らかにされた。さらに心肺機能検査に関する技術的向上とともにその知見も増え、血液ガス分析による  $\text{PaO}_2$  の低下と  $\text{PaCO}_2$  の増加<sup>5)6)</sup>、右心カ

テーター法による検査成績として肺動脈圧上昇<sup>7)</sup>、 $^{133}\text{Xe}$  を利用した isotope 検査による換気血流アンバランスの存在<sup>8)</sup>等が報告されてきた。1959年、Bergofsky ら<sup>9)</sup> は27症例の分析結果より肺コンプライアンスの低下、肺胞低換気に基づく動脈血酸素分圧の低下、肺動脈圧上昇から肺性心へ移行するという臨床病態像の pattern を明らかにした。1971年、Davies & Reid<sup>10)</sup> は4例の剖検例より肺組織における肺胞数の著明な減少を確認し、変形に基づく発育抑制の存在を提言し注目されている。一方本邦においても奥村<sup>10)</sup>、長谷川ら<sup>11)</sup>により多数症例を対象とした肺機能障害の臨床的知見が報告され高く評価されている。以上のように側彎症における肺機能障害の臨床像、生理学的検索知見、病理学的所見は大きく解明

\* 千葉大学医学部整形外科教室、琉球大学保健学部附属病院整形外科

HIROAKI TAKARA: Pulmonary Function Study on Patients with Scoliosis—Evaluation before and after correctin by the Harrington Instrumentation method—

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Chiba University, Chiba, 280.

Received for publication, Nobember 17, 1978.

されてきている。

一方側彎症の観血的治療については1949年以来独自の臨床的研究を遂行していた Harrington<sup>12)</sup> による手術法が画期的術式として1962年に発表された。同法は金属使用による compression force と distraction force の組み合わせにより成っており、強力な矯正力と安定した成績によりその優秀性は今日広く認められ、代表的術式として世界を風靡するに至っている。これら外科的矯正手術による術後肺機能への影響に関する検討はすでにこれまでも諸外国でなされているが、改善の有無については諸家の間に見解の相違がある。これらの報告ではその経時的推移についての検索が十分とはいえず、また本邦での術後肺機能についての成績は殆んど見あたらず、術後長期かつ多数症例による肺機能の経時的検討の必要性を痛感させられた。今回著者は千葉大学整形外科教室における側彎症研究の一環として、手術治療の一助とするため手術患者の肺機能検査データの分析検討を行った。

## 方 法

千葉大学整形外科教室における1967年3月以降1976年3月までの Harrington 手術症例は202例を数えるが、著者はこのうち術後3年以上9年迄の平均5年を経過した132例中肺機能検査データの明らかな108例を検討対象とした。

原因分類別内訳は idiopathic scoliosis (以下 IS と略す) が大多数を占めて74例69%で、その他 paralytic scoliosis (以下 PS と略す) 16例, congenital scoliosis (以下 CS と略す) 11例, neurofibromatosis に伴う scoliosis (以下 NS と略す) 4例, Marfan's syndrome に伴う scoliosis (以下 MS と略す) 3例である。手術時年齢は8歳より29歳平均15歳で、男23例女85例であるが、これらのうちには側彎症における肺機能検討の上で注意を要する7歳以前発症例男1例女9例を含んでいる。側彎型は thoracic curve が圧倒的多数を占め84例78%であり、その他 thoracolumbar curve 9例, lumbar curve 2例, double major curve 13例である。術前側彎度別では49°以下の軽度側彎症が12例11%, 50°~89°の中等度側彎症が59例55%, 90°以上の高度側彎症は37例34%を占めている。これらに対する術式は Harrington instrumentation (以下 H. I と略す) 単独の症例が81例75%と多く、その他高度側彎症など症例によっては合併手術も採用され、spinal wedge osteotomy→H. I 群3例, halo-femoral traction→H. I 群4例, halo-femoral traction→spinal wedge osteotomy→H.

I 群9例, halo-pelvic traction→H. I 群5例, halo-pelvic traction→spinal wedge osteotomy→H. I 群6例である。

術後の後療法は約1カ月間の安静臥床後6カ月ないし10カ月間ギブス固定とし、その後硬性コルセットを6カ月ないし1年装着することを原則としている。

側彎症患者に対する一連の検査項目のひとつとして肺機能検査を本学呼吸器科教室の協力のもとに、術前・術後に経時的に実施し肺活量、一秒率など肺気量等の測定は1973年11月以前には91型—Benedict-Roth Respirometer を、それ以降は Autspirometer A S-700 (Minato Medical Science Co. Ltd. 社製) が使用された。また動脈血ガス分析には I-L メーター (I-L メーター社製) を使用し、肺活量の予測式としては D. E. Cassels & M. Morse の式を用いたが、その際実測身長が真の値を示さない側彎症患者においては身長補正が必要であり、長谷川ら<sup>11)</sup>による補正式を使用した。また側彎度の計測には立位前後方向レントゲン写真による Cobb 法を採用した。

## 成 績

### 1. 術前肺機能の検査

#### a) 肺活量, %肺活量

術前肺気量等の分析可能な108例の内訳は IS 74例, PS 16例, CS 11例, NS 4例, MS 3例である (Table 1)。IS 74例における術前側彎度は最小値32°より最大値150°平均値75°である。これら症例の肺活量は最小値440 ml より最大値3850ml の範囲内に広く散在し平均値2108ml である。その% VC は最小値30%より最大値116%までであるが平均値は74%とやや低値の傾向にある。

% VC と側彎度の関係をみると側彎度の増大とともに明らかに減少する直線的相関関係を認め、回帰直線  $Y = -0.63X + 121$  ( $r=0.76$ ) が得られた (Fig. 1)。臨床上肺機能障害の目安と考えられる70%以下の症例は74例中30例41%を占める。これら% VC 低下例は側彎度50°以下の軽度群には存在せず、50°~89°の中等度群に74例中13例 (18%), 90°以上の高度群では74例中17例 (23%) に認められ、かつ障害の程度も側彎度の増大とともに強くなっている。特に90°以上の高度側彎症例に限ってみると21例中17例実にその81%が% VC 低下例であり、高度側彎症における肺機能障害の重大性が裏付けられている。

他方その他の側彎症群について検討すると PS 群では IS 群と同様傾向にあるが、CS, NS, MS 群において術前側彎度の平均値が大きく% VC 平均値は逆に低い

Table 1. Preoperative Pulmonary Function

| Type of Scoliosis    | Patient No. | Degree of Curve | Vital Capacity       | % Vital Capacity | FEV <sub>1.0</sub> (l/Sec) | FEV <sub>1.0</sub> % (%) |
|----------------------|-------------|-----------------|----------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|
| Idiopathic Scoliosis | 74          | 75<br>(32-150)* | 2.11<br>(0.44-3.85)* | 74<br>(30-116)*  | 1.72<br>(0.52-2.97)*       | 81<br>(41-100)*          |
| Paralytic Scoliosis  | 16          | 73<br>(40-135)  | 2.14<br>(0.92-2.99)  | 75<br>(44-112)   | 1.54<br>(1.25-2.62)        | 86<br>(69- 97)           |
| Congenital Scoliosis | 11          | 81<br>(60-147)  | 1.71<br>(0.51-3.25)  | 68<br>(25-118)   | 1.38<br>(0.48-2.52)        | 82<br>(72- 94)           |
| Neurofibromatosis    | 4           | 121<br>(92-180) | 1.57<br>(0.66-3.38)  | 49<br>(30- 76)   | 1.32<br>(0.55-2.80)        | 86<br>(82- 97)           |
| Marfan's Syndrome    | 3           | 88<br>(80-105)  | 1.92<br>(1.80-2.02)  | 56<br>(53- 59)   | 1.36<br>(1.15-1.58)        | 71<br>(59- 88)           |

Values are expressed as means. \* Range in Parentheses.

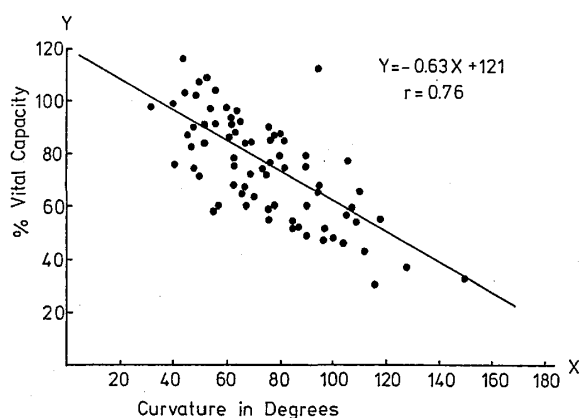


Fig. 1 A significant correlation is shown when % vital capacity is compared with the degree of curvature in idiopathic scoliosis.

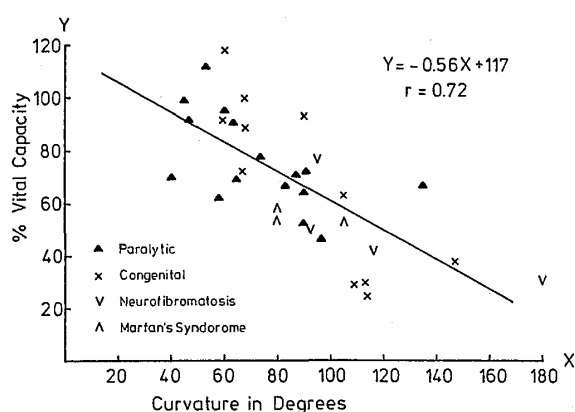


Fig. 2 A significant correlation is shown when % vital capacity is compared with the degree of curvature in four types of scoliosis.

傾向にある。% VC と側彎度の間にはそれぞれ負の相関傾向が明らかであり、全体としては回帰直線  $Y = -0.56X + 117$  ( $r = 0.72$ ) が得られた (Fig. 2)。特に CS

例では11例中4例に、NS 4例中2例において% VC 40%以下の高度障害例が存在し注目される。

#### b) 1秒量, 1秒率

IS 群における FEV 1.0は最小値 520 ml から最大値 2970ml 平均値1721ml でありそのうち1000ml 以下の症例は4例のみで VC そのものが低い症例である。FEV 1.0%は最小値41%より最大100%平均値81%で全体として側彎度と無関係にほぼ正常範囲内にある。70%以下の低下症例は74例13例18%に見られるがその原因は必ずしも明らかではない。

その他の PS, CS, NS, MS 群における FEV 1.0, FEV 1.0%については IS 群と大差ない結果である。

#### c) 動脈血ガス分析値

術前の動脈血ガス分析が可能な 62 症例の内訳は IS 37例, PS 12例, CS 7例, NS 3例, MS 3例である (Table 2)。

IS 群37例における PaO<sub>2</sub> 値は最小値 65.0 mmHg より最大値97.0mmHg 平均値 82.5 mmHg である。PS, CS, MS 群でもほぼ同程度の値であるが、NS 群においては側彎度平均値が大きく PaO<sub>2</sub> 平均値も76.2mmHg と低値の傾向を示している。全62例中 PaO<sub>2</sub> 値が 80.0 mmHg 以下の症例は21例34%存在し、内訳は IS 12例, PS 2例, CS 4例, NS 1例, MS 1例である。これらの症例は側彎度 60° 以上の症例であり、側彎度の増大とともに低下症例は増え、側彎度90°以上で PaO<sub>2</sub> 80.0 mmHg 以下を示したものは21例中13例 62%を占めている。これを% VC との関連でみると% VC 減少とともに PaO<sub>2</sub> は明らかに低下傾向を示し、% VC 70%以下の21症例において PaO<sub>2</sub> 80.0mmHg 以下のものは17例81%を占めている。

PaCO<sub>2</sub> 値について40.0mmHg 以上を示した症例は全62例中 IS 6例, PS 3例, CS 2例計11例存在した

Table 2. Preoperative arterial blood gas analysis

| Type of Scoliosis    | Patient No. | Degree of Curve | PaO <sub>2</sub> (mmHg) | PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | SaO <sub>2</sub> (%) | pHa                     |
|----------------------|-------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Idiopathic Scoliosis | 37          | 84<br>(52-150)* | 82.5<br>(65.0-97.0)*    | 35.9<br>(28.0-44.7)*     | 95.4<br>(91.8-97.1)* | 7.427<br>(7.370-7.475)* |
| Paralytic Scoliosis  | 12          | 78<br>(45-135)  | 84.0<br>(72.5-96.5)     | 38.3<br>(34.5-41.0)      | 96.0<br>(93.5-99.0)  | 7.423<br>(7.390-7.445)  |
| Congenital Scoliosis | 7           | 95<br>(68-114)  | 81.1<br>(70.0-93.0)     | 37.9<br>(34.2-44.0)      | 95.4<br>(93.7-96.8)  | 7.434<br>(7.404-7.450)  |
| Neurofibromatosis    | 3           | 122<br>(92-180) | 76.2<br>(65.5-83.0)     | 35.8<br>(32.5-38.0)      | 95.5<br>(95.4-95.6)  | 7.422<br>(7.420-7.424)  |
| Marfan's Syndrome    | 3           | 88<br>(80-105)  | 81.8<br>(57.5-85.0)     | 35.7<br>(34.5-36.5)      | 95.5<br>(94.8-96.0)  | 7.415<br>(7.401-7.435)  |

Values are expressed as means. \* Range in Parentheses.

が45.0mmHg以上の症例は1例もなく、かつ平均値はいずれの群においても正常範囲内にあり、この点より全体としての肺胞低換気の可能性は少ないと考えられる。

SaO<sub>2</sub> 値について検討するといずれの群においてもその平均値は正常範囲内にあるがこれらのうち94.0%以下の低下症例と考えられる例が全62例中6例存在した。これら低下症例の内訳は IS 4例, PS, CS 各1例であるが、共通点としては年齢が高く、高度側彎症に属し低肺活量症例であるという事実が指摘される。

pHa については特別な異常所見を認めなかった。

## 2. 術後肺機能における経時的特徴とその成績の検討

### a) 肺活量, %肺活量

術後肺機能検査値の成績判定に際しては VC 300ml, % VC 10%以上の増加を「改善」, VC 300ml, % VC 10%以上の減少を「悪化」, VC 300ml, % VC 10%以内の増減を「不変」とした。

まず術後の経時変化を明らかにする目的で、術後2回以上検査を受け経時的推移の明らかな20症例について経年ごとにそれぞれの症例群の術前値と比較検討した (Fig. 3)。

VC における検討では術後1年14例についてみると改善1例, 悪化5例, 不変8例であり平均値では152mlの減少をきたしている。術後2年では明らかに回復傾向を示し、8例中改善3例, 悪化1例, 不変5例で平均値で166mlの増加を認める。術後3年では13例中改善3例, 悪化例はなく, 不変9例で平均値では193mlの増加である。術後4年以降も緩徐ながらこの傾向は続き、それぞれの術前値と比較して4年: 327ml, 5年: 223ml, 6年: 470ml, 7年: 610mlと平均値の増加傾向を示している。

次に% VC について検討すると術後1年14例において改善1例, 悪化5例, 不変8例であり平均値では8

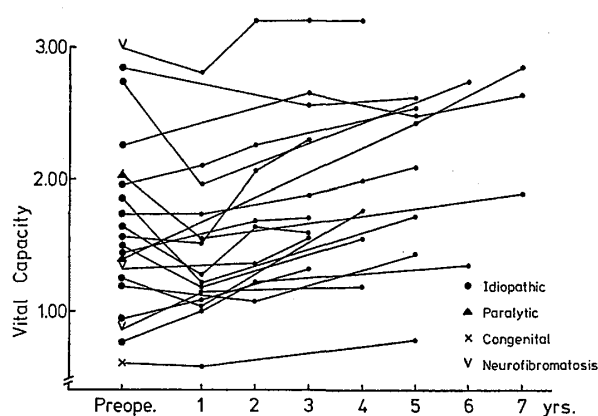


Fig. 3 Postoperative changes in vital capacity in 20 subjects are shown. A transient decrease in the averaged vital capacity is observed in one year after operation. Thereafter, improvement becomes evident.

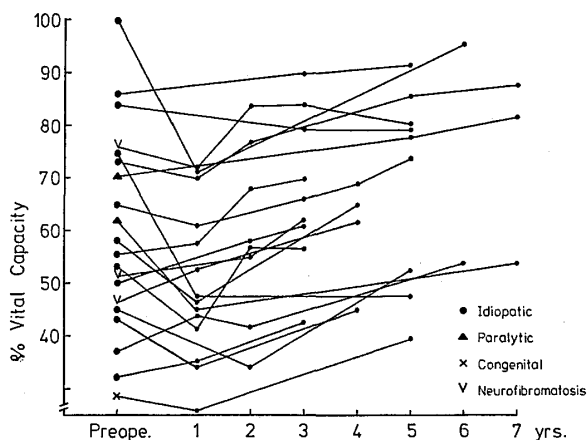


Fig. 4 Postoperative changes in % vital capacity in 20 subjects are shown. One year after operation there is transient decrease of the value but, thereafter, improvement is obvious.

%の減少をきたしている。術後2年では明らかに回復傾向を示し、8例中改善1例、悪化1例、不変6例で平均値では3%の増加を認める。術後3年では13例中改善4例、悪化1例、不変7例で平均値では4%の増加である。4年以降ではそれぞれの術前値と比較して4年：5%、5年：2%、6年4%、7年：8%と平均値の増加傾向を示し、全体として改善傾向を維持しながら症例によっては尚改善を示すものがある (Fig. 4)。

以上要約すると側彎症における術後肺機能の経年的推移は術後1年では一時的低下現象が存在するが、2年目では回復を示し、3年以降全体としてその改善状態を維持しつつ症例によっては尚改善傾向にあるといえる。従って術後肺機能を評価するには少なくとも術後2年、原則的には術後3年以上の成績をもって判断するのが妥当と考えられる。

さて術後3年以上経過した35例についての術前肺活量の平均値は1780mlであり、これは術後2020mlに増加している。VC改善群は35例中13例37%を占め、最小325mlより最大1420ml 平均値637mlの改善を示している。また不変群が35例中21例60%に対し、悪化群はわずかに1例3%のみである。この悪化例はrod 抜去術後側彎増悪をきたした亀背の強いPS例である (Fig. 5)。

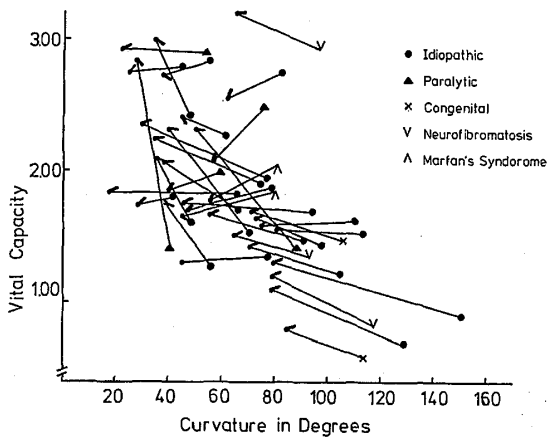


Fig. 5 The degree of curvature is compared with vital capacity in 35 subject, before and more than three years after operation. Postoperative improvements are seen in many cases.

次に% VC の面より検討すると全35例の術前平均値は66%であり術後70%に増加している。これらのうち明らかな改善群は35例中14例40%を占め、最小10%より最大22%平均値14%の改善を示している。その内訳はIS 9例、PS 2例、CS 1例、NS 2例であるが、その共通点として比較的側彎度が強く% VC の低い症例が多いことが注目される。また不変群が19例54%を占めるの

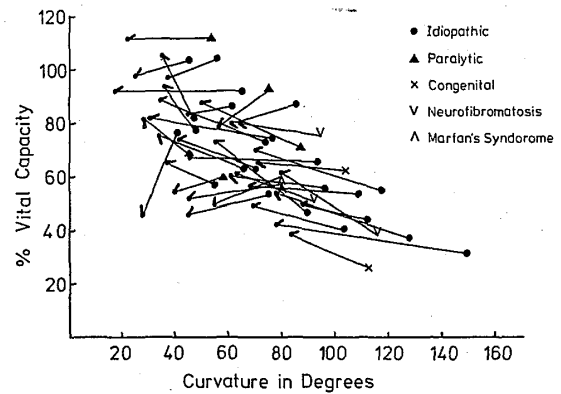


Fig. 6 The degree of curvature is compared with % vital capacity in 35 subjects in preoperative and operative (more than 3 years) stages. Improvements are observed in a number of cases.

に対し、悪化群は2例6%に過ぎない (Fig. 6)。特に術前側彎度が90°以上の高度側彎症14例に着目すると、% VC 70%以下の肺機能障害例は13例を占めているが術後8例においては明らかな改善を認めた。

また残り5例についても不変群に属するものの多少とも増加傾向にあり、かかる高度側彎症における矯正手術が肺機能面で好影響をおよぼしているといえる。また% VC 70%以下の障害例22例中術後に正常化したものは5例23%である (Fig. 7)。手術時年齢別検討では12歳以

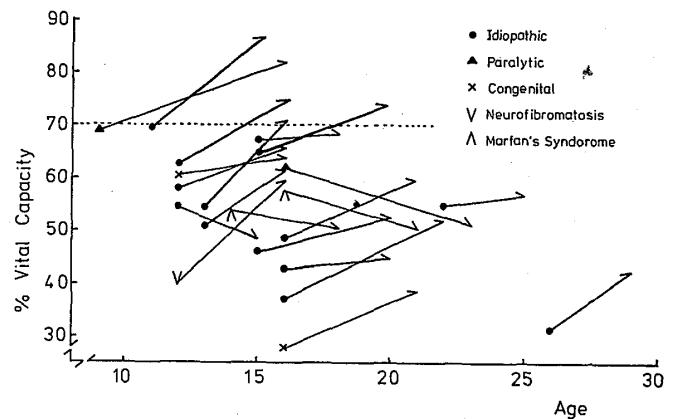


Fig. 7 Improvement of % vital capacity toward normal is observed in 5 of 22 subjects.

上の症例では有意の傾向はないが、11歳以下の3症例において全例とも明らかな改善を認め、低年齢層における肺機能上の手術の有効性を示唆している。原因別検討ではIS、CS、NS群ではやや改善が良いが、PS、MS群での改善は少ない傾向にある。発症年齢、矯正率、術式別検討では有意の差を認めていない。

#### b) 1秒量, 1秒率

FEV 1.0の経時的推移はVCの経時的推移をほぼ反

映し、術後1年一時的低下現象を認めるが2年以降改善傾向を示している。

FEV 1.0%の経時的推移は大多数の症例において正常範囲内での変動である。術前値70%以下を示した5例のうち4例は70%以上に改善し、1例のみは術前値とほぼ同値を示している。また術前値87%と正常範囲にあった15歳、IS例では術後2年一時的に66%と低値を認めているが、術後5年では術前値に戻っている。

#### c) 動脈血ガス分析

術後3年以上にわたり経時的推移の明らかな18例について検討した。

まず  $\text{PaO}_2$  についてみると18例の術前平均値は82.3 mmHg であるが、術後は85.9mmHg とわずかながら改善を認める。術前値90.0mmHg 以上の3例のうち2例は術後も同値を示しているが、1例のみは術後3年77.6 mmHg に低下している。この症例は12歳、IS例で%VCが術前55%より術後3年48%とやや低下をみている例である。80.0mmHg より90.0mmHg 以内にある12症例中11例は術後おおむね同程度かあるいはむしろ90.0 mmHg 以上の改善傾向にある。術前値82.0 mmHg の16歳、IS症例のみが術後5年69.0mmHg に低下しているがその原因ははっきりしない。術前値80.0mmHg 以下の低下症例は18例中3例で平均値70.0mmHg である。術後1年一時的に平均4.0mmHg の低下をみているがその後回復し、術後平均値81.0mmHg である。術後1年目に検査し得た5例に注目すると1例のみ不変、残り4例は一時的に低下しており  $\text{PaO}_2$  に関しても一時的低下現象の存在が示唆されている (Fig. 8)。

次に  $\text{PaCO}_2$  について検討すると術前値40.0mmHg 以下を示した16例中14例は術後も正常範囲内の変動を示

したが残り2例は術後40.0mmHg 以上に上昇している。この2例の内訳は14歳 Marfan's syndrome と22歳高度 IS 例で術後  $\text{PaCO}_2$  値はそれぞれ42.0mmHg, 41.5 mmHg と軽度上昇である。術前値40.0 mmHg 以上を示した2例のうち26歳高度 IS 例は術後1年で一時的に49.0mmHg に上昇したが術後3年で39.4mmHg と正常化し、他の中等度 IS 例は殆んど不変である。全体として大きな変動はなく術後の一時的悪化現象は例外的といえる (Fig. 9)。

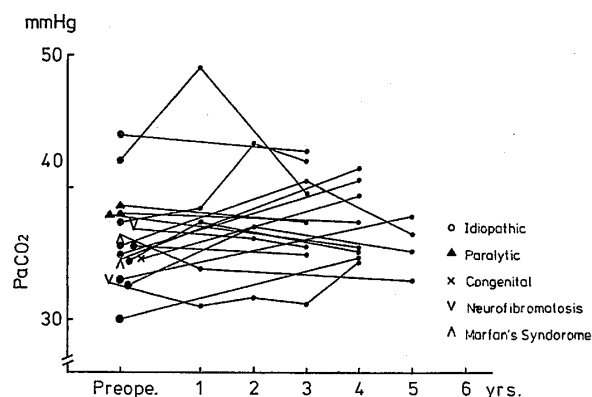


Fig. 9 Postoperative changes in arterial  $\text{CO}_2$  tension in 18 subjects.

$\text{SaO}_2$  に関する検討では全例の術前平均値が95.5%で、術後の平均値も95.8%と殆んど不変である。経時的にみると術前94.0%以上の正常範囲の症例では術後1年の検査例中2例に術後一時的低下現象を認めている。94.0%以下の異常例は26歳、高度 I. S 例で術後1年88.0%に低下したにもかかわらず術後3年では95.2%まで改善している。全体として  $\text{SaO}_2$  についても術後の一時的低下現象の可能性が多分に存在するといえる

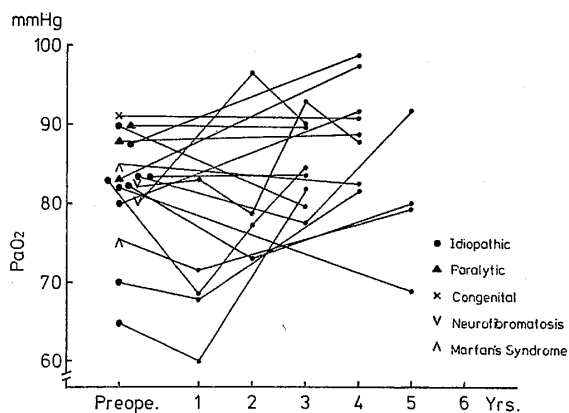


Fig. 8 Postoperative changes in arterial  $\text{O}_2$  tension in 18 subjects: There is transient decrease in one year after operation in some cases but, thereafter, improvements are observed in most cases.

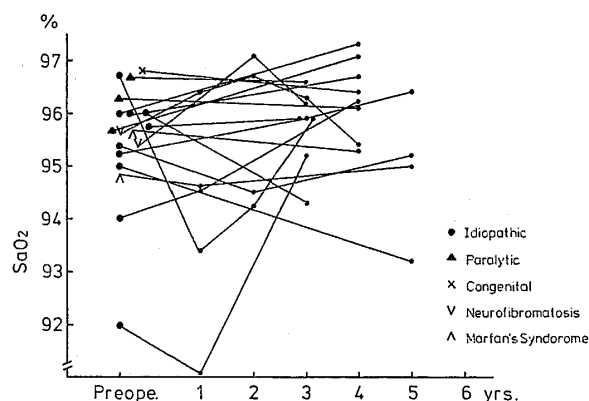


Fig. 10 Postoperative changes of  $\text{SaO}_2$  in 18 subjects: One year after operation, there is transient decrease in some cases but, thereafter,  $\text{SaO}_2$  is improved in most cases.

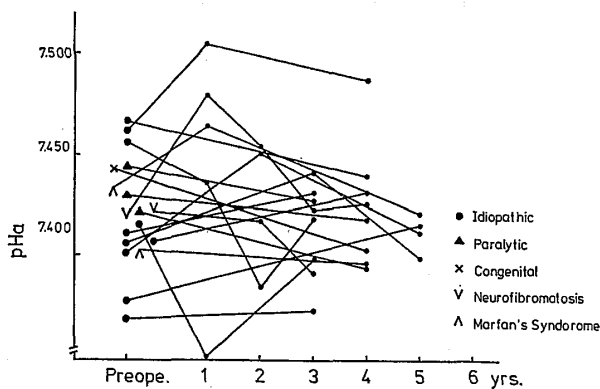


Fig. 11 Postoperative changes in arterial pHa in 18 subjects.

(Fig. 10)。

pHa についてみると術前術後ともに平均値は7.420を示し完全に同値である。経時的にみると全般的にはほぼ正常範囲内の変動を示している。わずかに16歳, I. S 例と22歳, I. S 例の2例に術後1年例外的変動をみるがその後正常化している (Fig. 11)。

## 考 察

側彎症における肺機能障害を論ずる際の問題点のひとつは彎曲変形に由来する見かけ上の身長矮小化と矯正による身長の変動性という側面の存在である。肺機能の各種予測値算定にあたって身長を parameter として用いる場合、この点を考慮するか否かによって術前の肺機能障害の有無およびその程度の評価のみならず、術後の肺機能の改善、悪化等の評価において微妙な差異を生じてくる可能性がある。従って諸家の肺機能成績の吟味およびそれらの比較検討に際しては常にこの点に配慮する必要がある。文献上身長補正に対する立場を大別すると以下の如くである。①身長補正をしていないもの；Gucker<sup>13)</sup>, Makley ら<sup>14)</sup>, Westgate & Moe<sup>15)</sup>, Shannon ら<sup>16)</sup>, Sevastikoglou ら<sup>17)</sup>。②tibial length より補正する方法；Zorab ら<sup>18)</sup>。③arm span より補正する方法；Hepper ら<sup>19)</sup>, Johnson & Westgate<sup>20)</sup>, Gazioglu ら<sup>21)</sup>。④側彎度より補正する方法；長谷川ら<sup>11)</sup>。⑤レントゲン写真の脊柱長計測値より補正する方法；Lindh & Bjure<sup>22)</sup>。

それぞれにおいて理論的根拠がありまたそれに対する批判もあり、諸家の間に見解の相違があるが大勢として身長補正の必要性では一致している。著者は今回の検討に際して長谷川らの方法に準拠した。この方法は curve meter (Kent 社製)を開いて、体表面より第7頸椎一仙骨管裂孔間の棘突起列上を走査することにより、脊柱の実長を求め身長を補正すると、通常的身長と補正身長と

の差  $\Delta L$  は側彎度  $X$  との間にきわめて良好な直線回帰を示し、回帰式  $\Delta L = 0.14X - 4.2(\text{cm})$  が得られことを利用し、側彎度より身長を補正するものである。日常診療上からもきわめて便利でかつ信頼度の高い方法といえる。

著者の術前肺機能検査の結果は従来の報告とほぼ同様の傾向を有しており、全般的に VC および % VC の低下が認められ、また高度側彎症において % VC 低下とともに  $\text{PaO}_2$  低下,  $\text{SaO}_2$  低下例が存在した。側彎度と % VC の相関については相関関係を肯定する報告が多い。Gucker<sup>13)</sup>は PS 群 non-PS 群に分けて検討した結果 PS 群では相関するが non-PS 群では相関がないと述べている。Westgate & Moe<sup>15)</sup>は PS 群や CS 群では相関関係がなく、IS 群では相関するとやや異なる結果を報告している。しかし著者の IS 74例, PS その他34例の成績ではいずれの場合も側彎度と % VC の間に負の相関関係を認め、また側彎度と  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{SaO}_2$  の間でもある程度の同様傾向をみている。これらの事実は側彎変形が高度になればなるほど肺機能障害も強くなることを意味し、従ってこの観点より肺機能障害が発症する以前に治療を開始し、障害発現の予防あるいは障害を最小限に食い止めるという早期治療の基本理念はきわめて妥当なものであるといえる。

観血的治療による肺機能に関しての予後追及の問題は従来よりその必要性が強調され諸家の関心を集めた。すなわち Gucker<sup>13)</sup>, Makley ら<sup>14)</sup>, Westgate & Moe<sup>15)</sup>, Gazioglu ら<sup>21)</sup>漸次その臨床報告も増えている。しかし術後肺機能の経時的推移に関する検討はなお十分でなく、とくに本邦においては術後の肺機能検査成績の報告が皆無に近い。

著者は肺機能の経時的推移の検討より、術後1年で一時的低下現象が存在するが術後2年では術前まで回復し3年以上以降はさらに改善する傾向にあることを明らかにした。この一時的低下現象の原因は必ずしも明らかではないが手術侵襲、側彎矯正による胸部・胸腔、肺実質、脈管に対する mechanical ならびに dynamic な因子の関与、さらにボディキャスト、コルセット等による外固定による影響が考えられる。Lin らは<sup>23)</sup> Harrington 手術16例を含む IS 20例について手術直後の肺機能を検討した結果、VC は平均値58ml/kg から術直後33ml/kg へ低し、 $\text{PaO}_2$  も90mmHg より73mmHg へ悪化したと述べ、上腹部手術および胸腔内手術同様側彎症における術直後の肺機能低下を報告し、その原因を矯正手術そのものに求めている。Lindh & Bjure<sup>22)</sup>は術後 breathing exercise を施行した群とそうでない群とに分けて比較し肺機能上有意の差を認めており、術直後の機能低下の

一部は IPPB, breathing exercise 等により防止されうることを示唆している。他方 Flagstad & Kollman<sup>24)</sup> は保存的治療としての leather または plaster support により VC が14%減少したと報告し, Gucker<sup>13)</sup>, Makley ら<sup>14)</sup>も plaster cast による VC 低下を証明し, 術後の外固定においても同様の影響がおりうることを暗示している。しかし術後のボディキャストにおけるこのような肺機能面での悪影響に対し最近の Cotrel cast のように胸廓部を広く開窓するなど対策が一段と進歩しており外固定による実際的影響は少なくなっているものと考えているが, より精細な解明は今後に残された課題といえよう。

さて術後肺機能の成績について Makley ら<sup>14)</sup> は1年より7年平均2年経過した non-PS および PS 例の検討より術後肺機能の改善は得られなかったと報告している。Meister & Heine<sup>25)</sup>, Vallbona ら<sup>26)</sup> も術後1年の肺機能検索より術前に比較して不変であると述べている。しかしながら著者の検討結果より考えて側彎症の観血的治療における術後肺機能の検討に際しては3年以上経過した症例についてのみ行わないと正当な評価を逸する可能性のあることを強調したい。Gucker<sup>13)</sup> は spine fusion 後17カ月より5年平均33カ月経過した PS 16例, non-PS 5例について検討した結果% VC 10%以上の改善を示したものは3例のみで, 10例は10%以内の変動, 8例は10%以上の減少を認めている。これに対して Gazioglu ら<sup>21)</sup> は Harrington 術後1年より4年経過した IS 33例について検索し, 術前肺機能に異常を認めた17例中12例に改善をみ, また術前正常であった16例については術後も正常値を維持し, 全体としては% VC が73%より93%に改善したと良好な結果を報告している。Westgate & Moe<sup>15)</sup> は術後1年, 2年, 5年, と経時的に検討した結果, 1年後の31例において% VC 平均値で57%から48%に低下し, 2年後, 5年後の結果でも同様であったと手術による肺機能改善に否定的見解を述べている。著者による手術後3年以上9年迄平均4年9カ月経過した35例の検討成績では% VC 改善群は14例40%, 不変群19例54%に対し悪化群はわずかに2例6%のみである。全体としてみると術前平均値は% VC 66%であり術後70%に改善している。特に肺機能障害の強い高度側彎症においては手術による改善傾向が明らかであり, また11歳以下の低年齢層における手術の有効性が示唆された。また分類別検討では IS, CS, NS では改善が比較的良好な傾向にあるのに反し, PS, MS では改善がやや低い傾向にあった。その他発症年齢別, 矯正率別, 術式別検討では特に有意の傾向をみていないが全体

としてみる時側彎症に対する Harrington 手術の肺機能面での有効性をここに実証し得たものと考えている。

稿を終えるにあたりご指導, ご校閲を賜りました恩師井上駿一教授およびご校閲下さいました筑波大学内科長谷川鎮雄助教授に心から感謝致します。また本研究にご協力と助言を頂きました呼吸器科渡辺昌平教授と教室員諸氏に深謝致します。本論文の要旨は昭和51年第49回日本整形外科学会総会において発表した。本論文は審査学位論文である。

## SUMMARY

Pulmonary function before and after correction by the Harrington instrumentation method was evaluated on 108 patients with scoliosis. The patients were followed up for 3 to 9 years, with an average of 5 years after surgery. Preoperative % VC showed a significant negative correlation with the degree of curvature both in idiopathic and other four types of scoliosis. In severe scoliosis, preoperative arterial blood gas analysis showed a tendency of decrease in PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub>. One year after the operation, %VC decreased in 8% (average). After 3 years, it was improved to 4% as compared to preoperative value, suggesting that a period of at least 3 years would be necessary to evaluate the real effect of surgery on respiratory function. The results of 35 patients who were followed up for more than 3 years are as follows: 40% (14 of 35 patients) mostly showed 10% improvement of %VC; 54% (19) showed no change; and 6% (2) showed about 10% decrease as compared to preoperative %VC. The functional improvement was more significantly observed in the patients with a larger curvature of a younger age. The results also suggested more definite improvement of VC in the patients with idiopathic, congenital scoliosis and with neurofibromatosis than those with paralytic scoliosis and Marfan's syndrome.

## 文 献

- 1) Finley, F. G.: Spinal deformity as a cause of cardiac hypertrophy and dilatation. Can-

- ad. Med. Ass. J. 11 : 719-723, 1971.
- 2) Reid, W. D.: Spinal deformity as a cause of cardiac hypertrophy J. A. M. A. 94 : 483, 1930.
  - 3) Coombs, C. F.: Fatal cardiac failure occurring in persons with angular deformity of the spine. Brit. J. Surg. 18 : 326-328, 1930.
  - 4) Boas, E. P.: The cardiovascular complications of kyphoscoliosis with a report of a case of paroxysmal auricular fibrillation in a patient with severe scoliosis. Am. J. Med. Sci. 166 : 89-95, 1923.
  - 5) Chapman, E. M., Dill, D. B., and Grabiell, A.: The decrease in functional capacity of the lungs and heart resulting from deformities of the chest: Pulmonocardiac failure. Medicine 18 : 167-202, 1939.
  - 6) Bergofsky, E. H., Turino, G. M. and Fishman, A. P.: Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. Medicine, 38 : 263-317, 1959.
  - 7) Fishman, A. P., Bergofsky, E. H., Turino, G. M., Jameson, A. G. and Richards, D. W.: Circulation and respiration in kyphoscoliosis. Circulation. 14 : 935-940, 1956.
  - 8) Loken, M. K. and Westgate, H. D.: Evaluation of pulmonary function using Xenon 133 and the scintillation camera. Am. J. Roent., 100 : 835-843, 1967.
  - 9) Davies, G. and Reid, L.: Effect of scoliosis on growth of alveoli and Pulmonary arteries and on right ventricle. Arch. dis child, 46 : 623-632, 1971.
  - 10) 奥村正文: 脊柱側彎症に関する研究, 一胸廓の変形と心肺機能について一. 日整会誌 41 : 255-273, 1967.
  - 11) 長谷川鎮雄, 木村敬二郎, 長谷川堯, 齊藤康栄, 明星志貴夫, 滝沢弘隆, 井上駿一, 大木 勲: 脊柱後側彎症における肺機能障害について一 169例の検討一. 日胸 33 : 628-634, 1974.
  - 12) Harrington, P. R.: Correction and internal fixation by spine instrumentation. J. Bone Jt. Surg., 44-A : 591, 1962.
  - 13) Gucker, T.: Changes in vital capacity in scoliosis. J. Bone Jt. Surg., 44-A : 469-481, 1962.
  - 14) Makley, J. T., Herndon, C. H., Inkley, S., Doershuk, C., Matthews, L. W., Post, R. H. and Littell, A. S.: Pulmonary function in paralytic and non-paralytic scoliosis before and after treatment. J. Bone Jt. Surg. 50-A : 1379-1390, 1968.
  - 15) Westgate, H. D. and Moe, J. H.: Pulmonary function in kyphoscoliosis before and after correction by the Harrington instrumentation method. J. Bone Jt. Surg. 51-A : 935-946, 1969.
  - 16) Shannon, D. C., Riseborough, E. J., Valencia, L. M. and Kazemi, H.: The distribution of abnormal lung function in kyphoscoliosis. J. Bone Jt. Surg. 52-A : 131-144, 1970.
  - 17) Sevastikoglou, J. A., Linderholm, H. and Lindgren, U.: Effect of the Milwaukee brace on vital and ventilatory capacity of scoliotic patients. Acta Orthop. Scand. 47 : 540-545, 1976.
  - 18) Zorab, P. A., Prime, F. J. and Harrison, A.: Estimation of height from tibial length. Lancet 1 : 195-196, 1963.
  - 19) Hepper, N. G. G., Black, L. F. and Fowler, W. S.: Relationships of lung volume to height and arm span in normal subjects and in patients with spinal deformity. Am. Rev. Resp. Dis. 91 : 356-362, 1965.
  - 20) Johnson, B. E. and Westgate, H. D.: Methods of predicting vital capacity in patients with thoracic scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 52-A : 1433-1439, 1970.
  - 21) Gazioglu, K., Goldstein, L. A., Femi-Pearse, D. and Yu, P. N.: Pulmonary function in idiopathic scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 50-A : 1391-1399, 1968.
  - 22) Lindh, M. and Bjure, J.: Lung volumes in scoliosis before and after correction by the Harrington instrumentation method. Acta Orthop. Scand., 46 : 934-947, 1975.
  - 23) Lin, H. Y., Mach, C. L., Herndon, C. H. and Andersen, N. B.: The effect of corrective surgery on pulmonary function in scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 56-A : 1173-1179, 1974.
  - 24) Flagstad, A. E. and Kollman, S.: Vital capacity and muscle study in one hundred cases of scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 10 : 724-734, 1928.
  - 25) Meister, R. and Heine, J.: Vergleichende Untersuchungen der Lungenfunktion bei jugendlichen Skoliosepatienten vor und nach der Operation nach Harrington. Z. Orthop., 111 : 749-755, 1973.
  - 26) Vallbona, C., Harrington, P. R., Harrison, G. M., Freire, R. M. and Reese, W. O.: Pitfalls in the interpretation of pulmonary function studies in scoliotic patients. Arch. Phys. Med. Rehabil. 50 : 68, 1969.