

原著論文

超音波検査から見た肥厚性幽門狭窄症の幽門筋の治療による変化（手術療法と硫酸アトロピン療法との比較）

長寄 彰, 財前善雄, 川波 喬¹⁾
福岡市立こども病院 外科, 同 放射線科¹⁾

Change of Pyloric Muscle in Hypertrophic Pyloric Stenosis Following Treatment, Using Ultrasonography : Comparison Between Pyloromyotomy and Atropine Sulfate Therapy

Akira Nagasaki, Yoshio Zaizen, Takashi Kawanami¹⁾

Department of Surgery and Radiology¹⁾, Fukuoka Children's Hospital

Abstract Ultrasonographic examination before and after treatment was made on 27 patients with hypertrophic pyloric stenosis who underwent pyloromyotomy and 10 treated with atropine sulfate. The clinical conditions before and after the respective treatments were compared regarding the diameter, length and thickness of the pyloric muscle, the region of the pyloric inner cavity and the volume of the pyloric part. The time-course changes in diameter as well as those in thickness and length of pyloric muscle of both groups were similar. These factors were smaller than the preoperative volume one month after but they became normal 3 months after the treatment. The cross-section of the inner cavity of the pylorus was not changed, except that the cavity was transiently enlarged nearly one week after the surgical treatment. The postoperative volume of the pyloric part became smaller than the preoperative volume 1 week after treatment. The results indicated that food intake was possible even before morphological normalization of the pyloric part. It was therefore thought that some functional improvement might lead to the disappearance of vomiting in both groups.

Keywords Hypertrophic Pyloric Stenosis, Ultra Sound, Pyloromyotomy, Atropine Therapy, Pyloric Muscle

はじめに

肥厚性幽門狭窄症の幽門筋の肥厚は超音波検査で明瞭に描出できるので、超音波検査法が診断として広く利用されている。幽門の肥厚が手術後どのような経過で正常化していくかは組織学的¹⁾

あるいは超音波学的^{2,3)}にある程度知られていたが、硫酸アトロピン療法（以下硫アト療法と略）後にどのように変化するか、また手術療法との違いについてはあまり知られていない。そこで我々は本症の手術療法と硫アト療法前後の幽門筋の変化を超音波検査で追跡したので、その結果を報告

原稿受付日：2004年5月10日，最終受付日：2005年4月27日

別刷請求先：〒810-0063 福岡市中央区唐人町2-5-1 福岡市立こども病院外科 長寄 彰

し、臨床症状の改善のメカニズムについて考察を加える。

対象と方法

対象は1997年11月から2003年8月までの期間に肥厚性幽門狭窄症で手術を受けた27例と硫酸アト療法を受けた10例である。手術療法と硫酸アト療法の特徴を説明し、親に治療法を選択してもらい、手術は通常のRamsted法⁴⁾による粘膜外幽門筋切開術を、硫酸アト療法は名木田の方法⁵⁾を改変した我々独自の方法⁶⁾で行った。同期間中に硫酸アト療法を試みたが効果がなく手術に移行した4例は今回の検討からは除外した。

入院時日令は硫酸アト例のほうが大きかったが、体重や幽門部の超音波上の計測値では差がなかった (Table 1)。これらの症例で術前 (硫酸アト療法では投与前)、術後約1週間目 (硫酸アト療法では静注投与期)、術後約1ヵ月目 (硫酸アト療法では経口投与期)、術後3ヵ月 (硫酸アト療法では経口投与終了約1ヵ月)、および硫酸アト療法の投与終了後約3ヵ月に幽門部の超音波検査を施行し、幽門部の直径 (以下直径と略)、幽門筋層の厚さ (以下筋層と略)、幽門部の長さ (以下長さと略) を計測し、その経過を検討した。また新しい試みとして直径と筋層から幽門部内腔の断面積 ($\pi \times \text{直径}^2 / 4 - \text{筋層}^2$) (以下面積と略) を、直径と長さから幽門部の大まかな体積 ($\pi \times \text{直径}^2 / 4 \times \text{長さ}$) (以下体積と略) を計算してそれらの推移を後方視的に検討した。超音波の機種はアロカSSD5500で探触手は7.5または10Mhzのものを使用した。測定値の比較

はパソコン用ソフトStat View4.5を用いてt-検定を行い、 $p < 0.05$ を有意差とした。なお我々はコントロールを持たないので、正常値は文献⁷⁾から借用し、正常値と我々の測定値の比較はDA Stat (長田理作成)を用いてt-検定を行った。ただし面積と体積は正常児の標準偏差が得られないので統計的比較はできなかった。

結果

手術例 (Table 2) :

手術を受けた27例の術前の計測は直径 13.8 ± 1.4 mm、筋層 4.7 ± 0.6 mm、長さ 18.3 ± 2.6 mm、面積 16.9 ± 8.9 mm²、体積 $2,784 \pm 696$ mm³であったが、術後1週目 (平均 7.7 ± 2.1 日) では、直径 13.4 ± 1.6 mm、筋層 4.2 ± 0.5 mm、長さ 16.0 ± 2.9 mm、面積 20.3 ± 9.4 mm²、体積 $2,343 \pm 781$ mm³と直径以外は術前より有意に小さくなり、面積は有意に増大していた。術後1ヵ月目 (31.8 \pm 6.5日) では直径 11.4 ± 1.3 mm、筋層 3.2 ± 0.4 mm、長さ 13.3 ± 2.1 mm、面積 22.2 ± 8.7 mm²、体積 $1,588 \pm 369$ mm³で、長さはこの時期で正常児と差がなくなっていた。術後3ヵ月 (75.8 \pm 21.9日) になると、直径 8.9 ± 1.0 mm、筋層 2.2 ± 0.3 mm、長さ 11.1 ± 2.0 mm、面積 18.5 ± 9.5 mm²、体積 804 ± 262 mm³で、筋層も正常児と差がなくなっていたが、直径は術前よりも小さいものの正常児と同レベルにはなっていなかった。また面積はふたたび術前と差がなくなっていた。

硫酸アト治療例 (Table 3) :

硫酸アト治療を受けた10例の硫酸アト投与前の所見は直径 14.2 ± 2.0 mm、筋層 4.7 ± 0.7 mm、長さ $19.1 \pm$

Table 1 Comparison of preoperative conditions between surgically treated and atropine-treated group

	Pyloromyotomy	Atropine therapy	Control ⁷⁾
Numbers of case	27	10	24
Male : female	20 : 7	6 : 4	
Days of admission	45.5 \pm 21.6d	62.6 \pm 39.1d	
Body weight	4059 \pm 993g	4064 \pm 565g	
Diameter of pylorus	13.8 \pm 1.4mm	14.2 \pm 2.0mm	7.5 \pm 2.2mm
Muscle thickness	4.7 \pm 0.6mm	4.7 \pm 0.7mm	2.3 \pm 0.7mm
Length of pylorus	18.3 \pm 2.6mm	19.1 \pm 2.3mm	12.0 \pm 3.7mm
Area of pyloric canal	16.9 \pm 8.9mm ²	19.4 \pm 12.9mm ²	34.2mm ²
Muscle volume	2784 \pm 696mm ³	3207 \pm 1081mm ³	1181mm ³

2.3mm, 面積 $19.4 \pm 12.9 \text{mm}^2$, 体積 $3,207 \pm 1,081 \text{mm}^3$ であったが, 静注投与期(治療開始後 6.7 ± 2.5 日)では直径 $14.2 \pm 1.9 \text{mm}$, 筋層 $4.8 \pm 0.7 \text{mm}$, 長さ $17.3 \pm 2.3 \text{mm}$, 面積 $17.5 \pm 13.0 \text{mm}^2$, 体積 $2,840 \pm 988 \text{mm}^3$ で長さのみが治療前より有意に小さくなっていた。経口投与期(治療開始後 37.0 ± 11.9 日)になると, 直径 $13.4 \pm 2.0 \text{mm}$, 筋層 $3.9 \pm 0.9 \text{mm}$, 長さ $16.0 \pm 2.8 \text{mm}$, 面積 $25.7 \pm 9.1 \text{mm}^2$, 体積 $2,366 \pm 891 \text{mm}^3$ と筋層, 長さ, 体積が治療前より有意に小さくなっていた。硫酸投与終了後約1ヵ月(治療開始後 74.9 ± 14.3 日)になると, 直径 $11.2 \pm 1.0 \text{mm}$, 筋層 $2.7 \pm 0.4 \text{mm}$, 長さ $14.5 \pm 3.4 \text{mm}$, 面積 $26.6 \pm 9.7 \text{mm}^2$, 体積 $1,471 \pm 574 \text{mm}^3$ と筋層と長さが正常児と差がなくなり, 直径がこの時点で治療前より有意に小さくなった。投与終了後約3ヵ月(治療開始後 133 ± 24.3 日)では直径 $9.7 \pm 1.6 \text{mm}$, 筋層 $2.2 \pm 0.3 \text{mm}$, 長さ $12.8 \pm 1.7 \text{mm}$, 面積 $22.5 \pm 11.3 \text{mm}^2$, 体積 $937 \pm 219 \text{mm}^3$ と面積以外は投与終了後1ヵ月の所見よりさらに改善傾向を示した。

考 察

肥厚性幽門狭窄症では超音波検査で幽門部の形態がよくわかり, 肥厚した幽門筋を証明でき, 直接的な診断法と言える。その厚さが4mm(あるいは3.5mm)以上あれば肥厚性幽門狭窄症という考えが大多数である⁸⁾。外科的治療である幽門筋切開術によって幽門内腔が広がるだけでなく, 幽門筋の肥厚も次第に消失していくことは以前より知られていた¹⁾が, その詳しい経緯はあまり知られていない。幽門部の正常化を考える場合, Table 4からわかるように, 正常児の幽門筋の各要素の値が測定者^{2, 3, 7, 9~11)}によって差があるので, 十分な比較ができないことである。Table 4の変動係数(標準偏差/平均値)からわかるように, 長さはばらつきが大きい。我々が正常値を持たないのも正常児では幽門の肥厚がないため幽門の範囲の同定が困難で, 正確な直径や筋層を測定できないからである。我々の症例の治療後3ヵ月目の値に

Table 2 Time course changes of pylorus in pyloromyotomy group

	Cases	Diameter (mm)	Muscle thickness (mm)	Length (mm)	Area of pyloric canal (mm ²)	Volume (mm ³)
Before operation	27	13.8±1.4	4.7±0.6	18.3±2.6	16.9±8.9	2784±696
1 week after op. (7.7±2.1 days)	22	13.4±1.6	4.2±0.5*	16.0±2.9*	20.3±9.4*	2343±781*
1 month after op. (31.8±6.5 days)	24	11.4±1.3*	3.2±0.4*	13.3±2.1 [○]	22.2±8.7*	1588±369*
3 months after op. (75.8±21.5 days)	17	8.9±1.0*	2.2±0.3 [○]	11.1±2.0 [○]	18.5±9.5	804±262*

* : less than before operation ($p < 0.05$)

○ : same as controls ($p > 0.05$)

Table 3 Time course changes of pylorus in atropine-treated group

	Cases	Diameter (mm)	Muscle thickness (mm)	Length (mm)	Area of pyloric canal (mm ²)	Volume (mm ³)
Before administration	10	14.2±2.0	4.7±0.7	19.1±2.3	19.4±12.9	3207±1081
Intravenous administration (6.7±2.5 days)	7	14.2±1.9	4.8±0.7	17.3±2.3*	17.5±13.0	2840±988
Per os administration (37.0±11.9 days)	9	13.4±2.0	3.9±0.9*	16.0±2.8*	25.7±9.1	2366±891*
After administration (74.9±14.3 days)	7	11.2±1.0*	2.7±0.4 [○]	14.5±3.4 [○]	26.6±9.7	1471±574*
After administration (133.0±24.3 days)	8	9.7±1.6*	2.2±0.3 [○]	12.8±1.7 [○]	22.5±11.3	937±219*

* : less than before administration ($p < 0.05$)

○ : same as controls ($p > 0.05$)

近いという理由で、今回はGraif⁷⁾の値を正常値として利用した。今回の検討では、筋層、長さは術後1週目で術前より減少していたが、正常児と同じになるのは術後1~3ヵ月後であった。直径は術後1ヵ月目で術前より小さくなったものの、3ヵ月目でも正常値よりは大きかった。どの因子がいつ頃から改善するかは報告者によって違いがあり、Bourchire¹²⁾は直径と筋層に関して術後4週目で急速に減少し、6ヵ月で正常児と差がなくなると述べているが、Tander¹³⁾は筋層は術後1週目で減少し3ヵ月で正常化するが、直径、長さは6ヵ月でも正常化しなかったと述べている。ま

たYoshizawa¹⁴⁾は縦断面の観察では前壁の筋層、直径、長さ、後壁の筋層の順で正常化するが、筋層は術後一過性に厚みを増すと述べている。

一方、硫アト療法を受けた例では、長さは経静脈投与期にすでに投与前より短くなっていたが、筋層は経口投与期になって薄くなり、直径は投与終了後になって投与前より小さくなった。筋層と長さは投与終了後1ヵ月には正常児と変わらなくなっていたが、直径は投与終了後3ヵ月でも正常児よりは大きかった。文献的にYamamoto¹⁵⁾は筋層は硫アト投与後8週までは変わらないが、長さは短縮したと述べており、Kawahara¹⁶⁾は筋層は投与終了後3週で治療前より減少していたが、長さは変化なかったと述べている。

手術例と硫アト治療例において超音波で見た幽門部の形態をTable 2とTable 3から比較してみると、まず治療開始後1週目では手術例と硫アト治療例の直径の差は0.8mmで差はなく、1ヵ月目では差が2.0mmと手術例のほうが小さかった。3ヵ月目も同様に手術例のほうが2.3mm小さく、手術例のほうが早く改善していた(Fig.1)。幽門筋の厚さは治療後1週から3ヵ月は手術例のほうが0.5~0.7mm薄く、早い改善のように見えるが有意の差はなかった(Fig.2)。幽門部の長さも手術例と硫アト治療例の差は1ヵ月目と3ヵ月目で2.7mm、3.4mmと手術例のほうが低値で、手術例のほうが早く正常化していた(Fig.3)。硫アト治療例の投

Table 4 Comparison of normal values

	Diameter (mm)	Muscle thickness (mm)	Length (mm)
Graif ⁷⁾	7.5	2.3	12
Shen ²⁾	11.2	2	7.6
Stunden ⁹⁾	9.1	1.6	8.3
Sugimura ¹⁰⁾	8	2.2	14.5
Ito ¹¹⁾	11.2	1.7	13.9
Sauerbrei ³⁾	8.4	2.1	10.6
Mean	9.2	2	11.2
Standard deviation	1.6	0.3	2.8
Coefficient of variation	0.17	0.14	0.26

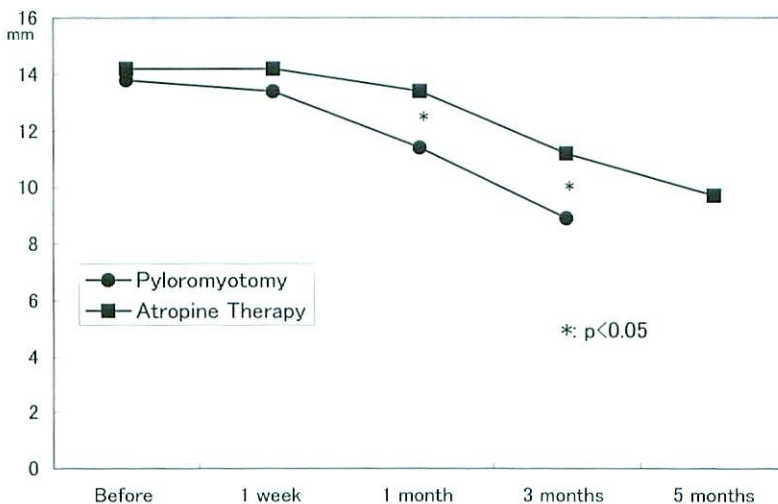


Fig.1 Comparison of pyloric diameter between surgically treated and atropine-treated groups

与終了後3ヵ月(すなわち治療開始後5ヵ月)目の測定で直径と筋層は手術例の術後3ヵ月目の値と差がなくなっていたが、長さはまだ長かった。このように手術と硫酸療法では治療開始から幽門筋の各要素は縮小し始めるが、手術例のほうが正常化が早く、硫酸療法の5ヵ月目の所見が手術例の3ヵ月目の所見に追いつく感じであった。Yamataka¹⁷⁾は両治療法において超音波検査上幽門部の計測値が正常になるには同じ時間がかかると述べている。

今回新しい試みとして幽門部内腔の断面積と幽門部の体積を算出してみた、面積が広がるか、体積が減少すれば幽門の通過が容易になるのではないかと考えたからである。面積を論じた論文は見つけ出せなかったが、我々の経験では手術例では一時面積は広がったが術後3ヵ月ではまた狭くなっており、硫酸療法例では治療経過でほとんど変わらなかった、これに対し体積は時間の経過とともに縮小していったが、体積は直径と長さの積で表されるので、単に長さの縮小を反映して

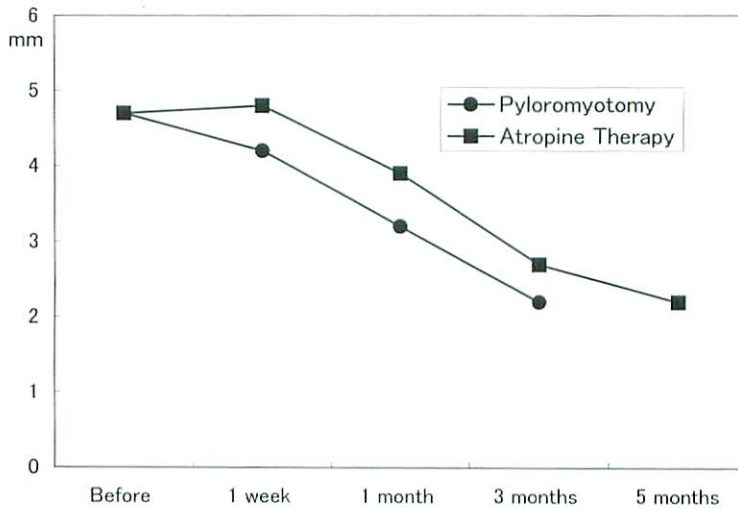


Fig.2 Comparison of pyloric muscle thickness between surgically treated and atropine-treated groups

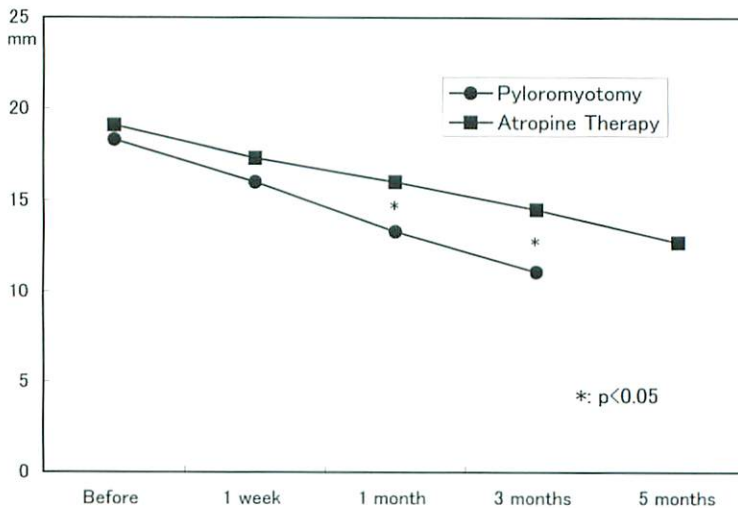


Fig.3 Comparison of pyloric length between surgically treated and atropine-treated groups

いるだけかもしれない。Okorie¹⁸⁾も術後の体積を調べているが、成長とともに体積も増加するので体積を体重で割ったMuscle Indexで比較する必要があると述べている。

術後あるいは硫アト投与開始後1週目では幽門筋の各要素の多くは治療前と変化しないか、統計的にわずかに改善しているのみであるが、この時期患児はミルクが飲めて嘔吐は消失している。ミルクが幽門を通過しているにもかかわらず、幽門部の内腔の広さが治療前と変わらないのは奇異な感じを受けるが、この計算では粘膜の厚さを考慮に入れておらず、真の内腔を表していないのかもしれない。また幽門の通過は時々幽門が開けば十分なので、測定タイミングの問題があるのかもしれない。しかし肥厚や狭窄という形態面からだけでは幽門通過の改善は説明できない。この点の解明には幽門の運動機能が評価できる検査を加味して考察する必要がある。我々の内圧検査による胃蠕動の研究¹⁹⁾からは手術例にしる、硫アト治療例にしる治療前に見られる胃の大蠕動波の消失が嘔吐改善に大きく関与していると推察される。川原²⁰⁾は幽門内圧を直接測定し、硫アト投与後幽門内圧は著明に低下しており、幽門の攣縮の低下が幽門通過の改善につながっていると述べている。また幽門部の内腔の断面積に関しては初めての試みであり、この意義に関してはさらに検討する必要がある。

まとめ

- 1) 肥厚性幽門狭窄症の幽門筋の直径、厚さ、長さは多少の時間差はあるものの手術療法、硫アト療法いずれも徐々に改善しており、治療開始後約3ヵ月で正常児の値と同じになったが、手術療法のほうが若干改善が速かった。
- 2) 幽門部の体積は治療後徐々に減少し、これは主として幽門の長さの減少に由来していると思われる。幽門部内腔の断面積は治療前後であまり変化なく、幽門通過との関連はさらなる検討が必要である。
- 3) 幽門部の形態が治療前と変わらない時期でも哺乳可能で嘔吐がないのは、何らかの機能的改善が先行しているものと推測された。

●文献

- 1) Wallstein M : Healing of hypertrophic pyloric stenosis after the Freded-Rammstedt operation. *Am J Dis Child* 1922 ; 23 : 511-517.
- 2) Shen Z, She Y, Ding W, et al : Change in pyloric tumor of infantile hypertrophic pyloric stenosis before and after pyloromyotomy. *Pediatr Surg Int* 1989 ; 4 : 322-325.
- 3) Sauerbrei EE, Paloschi GGB : The Ultrasonic features of hypertrophic pyloric stenosis, with emphasis on the postoperative appearance. *Radiology* 1983 ; 147 : 503-506.
- 4) Ramstedt C : Zur Operation der angeborenen Pylorusstenose. *Med Klin* 1912 ; 8 : 1702-1703.
- 5) 名木田章, 森本高広, 西野淳司, 他 : 乳児肥厚性幽門狭窄症に対する硫酸アトロピン静注投与療法. *日児誌*1994 ; 98 : 878-882.
- 6) 長壽 彰, 財前善雄, 浅部浩史, 他 : 肥厚性幽門狭窄症の治療法の違いによる臨床的事項の比較. *日本小児栄養消化器病学会雑誌* 2001 ; 15 : 21-25.
- 7) Graif M, Itzchak Y, Avigad I, et al : The pylorus in infancy : overall sonographic assessment. *Pediatr Radiol* 1984 ; 14 : 14-17.
- 8) 川波 喬 : 肥厚性幽門狭窄症の診断とpitfalls. *小児外科* 1998 ; 30 : 807-813.
- 9) Stunden RJ, LeQuesne GW, Little KE : The improved ultrasound diagnosis of hypertrophic pyloric stenosis. *Pediatr Radiol* 1986 ; 16 : 200-205.
- 10) 杉村千恵, 金川公夫, 橋本今日子, 他 : 筋肥厚性幽門狭窄 (HPS) の超音波像. *臨小放誌* 1985 ; 1 : 156-157.
- 11) Ito S, Tamura K, Nagae I, et al : Ultrasonographic diagnosis criteria using scoring for hypertrophic pyloric stenosis. *J Pediatr Surg* 2000 ; 35 : 1714-1718.
- 12) Bouchier D, Dawson KP, Kennedy JC : Pyloric stenosis : A postoperative ultrasonic study. *Aust Paediatr J* 1985 ; 21 : 189-190.
- 13) Tander B, Akalin A, Abbasoulu L, et al : Ultrasonographic follow-up of infantile hypertrophic pyloric stenosis after pyloromyotomy : A controlled prospective study. *Eur J Pediatr Surg* 2002 ; 12 : 379-382.
- 14) Yoshizawa J, Eto T, Higashimoto Y, et al : Ultra-

- sonographic features of normalization of the pylorus after pyloromyotomy for hypertrophic pyloric stenosis. *J Pediatr Surg* 2001 ; 36 : 582-586.
- 15) Yamamoto A, Kino M, Sasaki T, et al : Ultrasonographic follow-up of the healing process of medically treated hypertrophic pyloric stenosis. *Pediatr Radiol* 1998 ; 28 : 177-178.
- 16) Kawahara H, Imura K, Nishikawa M, et al : Intravenous atropine treatment in infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Arch Dis Child* 2002 ; 87 : 71-74.
- 17) Yamataka A, Tsukada K, Yamataka-Laws Y, et al : Pyloromyotomy versus atropine sulfate for infantile hypertrophic pyloric stenosis. *J Pediatr Surg* 2000 ; 35 : 338-342.
- 18) Okorie NM, Dickson JAS, Carver RA, et al : What happens to the pylorus after pyloromyotomy? *Arc Dis Child* 1988 ; 63 : 1339-1340.
- 19) 長寄 彰, 浅部浩史, 野口伸一, 他 : 肥厚性幽門狭窄症の幽門筋層と胃内圧の変化. *小児外科* 1998 ; 30 : 851-854.
- 20) 川原央好, 井村賢治, 八木 誠, 他 : 肥厚性幽門狭窄症における胃幽門十二指腸内圧検査法の意義 : pylorospasmは存在するか? *小児外科* 1997 ; 29 : 1317-1323.
-