岡山医誌（1990）102, 7～22

小児における下部食道内pH動態の研究

—24時間食道内pH monitoringによる解析—

香川医科大学小児外科学教室（主任：戸谷拓二助教授）
岡山大学第一外科学教室（指導：折田薫三教授）
香川医科大学小児外科学教室
渡　辺　泰　宏

（平成元年11月13日受稿）

Key words：gastroesophageal reflux, pH monitoring, acid clearance, lower esophageal sphincter

緒　　言

胃・食道逆流現象（gastroesophageal reflux：以下GER）は成人のみならず小児においても重要な病態であり，発育障害，慢性呼吸器感染，慢性貧血，食道狭窄，乳児突然死症候群の原因として注目されている[1,2]．

GERの診断は食道透視[3]，食道内視鏡検査[4]，食道内圧検査[5]，長時間食道内pH monitoring[6~11]などで行なわれるが[12]，このうちpH monitoringは下部食道内への酸逆流，すなわちGERを直接証明できるため，もっとも信頼性の高い検査法とされている[13,14]．

長時間食道内pH測定のアイディアは古いが[15,16]，pH score[6]が開発されてGERの量的診断が可能となった．しかし，pH scoreはmonitoringで得られる逆流のparameterから計算するもので，膨大なデータの一部しか反映していない．長時間monitoringで得られる食道内pH変動のすべての情報をGERの病態解明に供するため，pH histogramの導入[17]と酸clearance値を考案して，下部食道内pH動態を検討した．

対象と方法

1．対　　象

嘔吐，体重増加不良，繰り返す呼吸器感染などでGERを疑われた小児29例を対象とし，47回の24時間下部食道内pH monitoringを行なった（図1）．測定時間が95%未満，すなわち22時間48分未満のものは除外した．

年齢は生後21日から9歳にわたるが，生後3ヵ月以内の新生児・幼若乳児例が半数以上，25回を占めた．

疾患別では裂孔ヘルニア4，Bochdalekヘルニア術後1，GER疑いまたはfollow up中19，中枢神経疾患11，食道閉鎖症術後2，肥厚性幽門狭窄症8，胆道閉鎖症術後（肝門部十二指腸吻合術後）2回であった．

2．方　　法

1）monitoring system

pH monitoring systemはイオン選択性電界効果トランジスタセンサ[18]（クラレ），pH計（クラレ）と8-bitマイクロコンピュータ（富士通）により構築した．

pHデータは1秒間隔でsamplingし，その時点での患児の体位（立位・臥位・腹臥位），行動（覚醒・就寝・食事）を付加して，マイクロフロッピィディスクに逐次記録する．

monitoringは24時間とし，臨床用の簡単な解析は計測終了後に8-bit機で行ない，より詳細な研究用の解析は全データを16-bitマイクロコンピュータ（NEC）に転送，pHデータベースに保存してから行なった．

2）計測方法

(1) 校正

校正は計測開始前にpH 4とpH 7の標準液で行

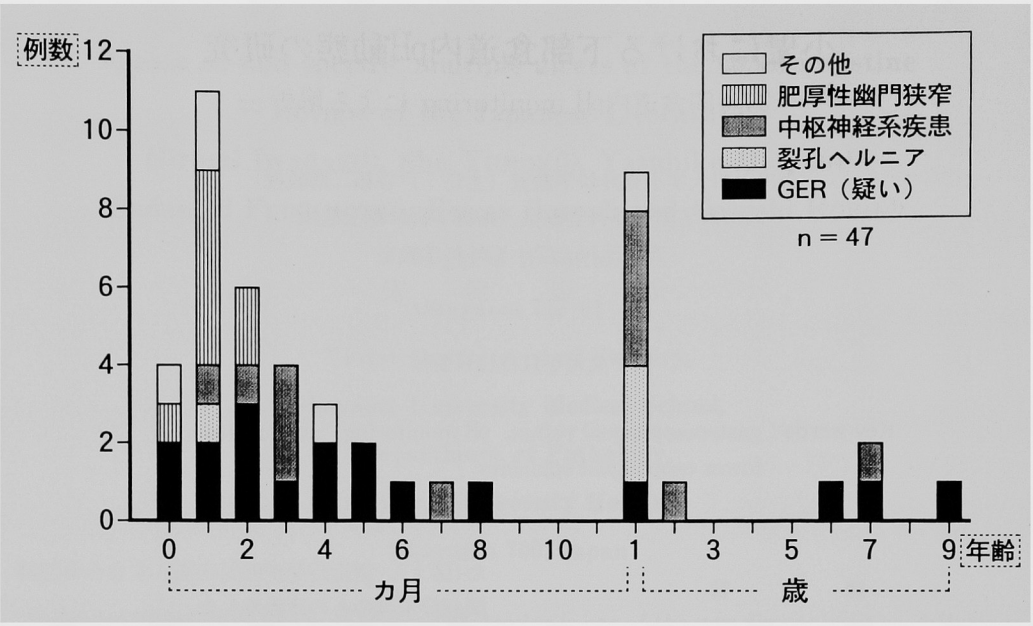


図1　対象症例

表1　本システムの解析項目

基本項目	
	全有効測定時間
	体位別有効測定時間
＊	全逆流回数
＊	30秒以上持続する逆流回数
＊	5分以上持続する逆流回数
＋＊	全逆流時間
＊	全逆流時間率
＊	体位別逆流時間率
＊	最長逆流時間
＋＊	個別逆流持続時間の平均値・標準偏差値
＋＊	個別逆流中最低pH値の平均値・標準偏差値
＊	個別酸 clearance 値の平均値・標準偏差値
個別の逆流について	
＊	逆流開始時刻
＊	逆流持続時間
＊	最低pH値
＊	酸 clearance 値
＊	逆流開始時体位（立位・臥位・腹臥位）
＊	逆流開始時行動（覚醒・就寝・食事）
pH曲線	
	pH score
	Johnson[6]
	Boix-Ochoa[7]
	大浜[8]
	富田[9]
	pH spectrum[10]
	pH histogram
	pH histogram
！	分布上端pH値
！	中央pH値
！	分布下端pH値
！	分布範囲（pH）
！	peak 位置pH値
！	peak 度数
！	平均
！	分散
！	標準偏差
！	歪度
！	尖度
！	比率pH histogram
！	体位別pH histogram
！	行動別pH histogram

＊：cut-off pH 4.0, 3.6のそれぞれについて
＋：全および5分以上の逆流について
！：16-bit機で転送データを処理

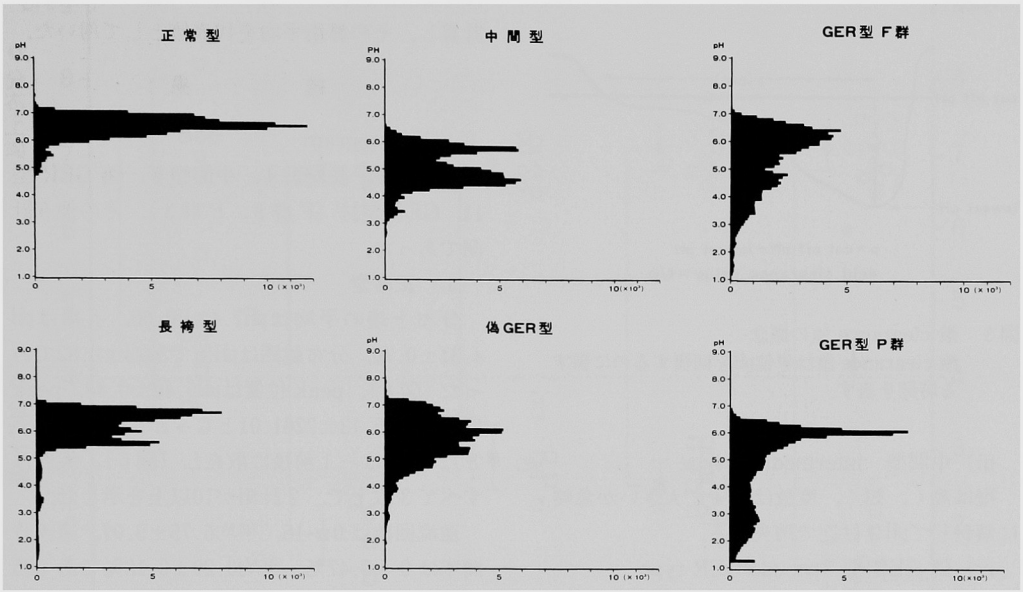


図2　pH histogram の型分類
GER 型は peak 形状により F 群と P 群に細分類した.

ない，測定終了後にドリフト補正のため同じ標準液での電位変化を測定した．測定前後の電位データはフロッピィに記録し，解析時の計算に使用した.

(2)　pH sensor の留置

sensor を胃内に挿入しpHの下降を確認した後，徐々に引き抜き，pHが上昇を開始する位置から2～3㎝口側で固定した．この方法により食道胃接合部の口側2～3㎝に留置されることになる.

(3)　体位

日常生活での逆流を知るため，計測中の体位は指定しなかった．体位，行動の情報はファンクションキーで入力され，主として母親と看護婦が行なった.

(4)　食事

酸性の強いもののみ制限した．肥厚性幽門狭窄症術前例は絶食中に計測した.

3）雑音除去

1秒間隔で sampling するデータには機器や生体からの雑音が含まれる．とくに，5秒以下の波長に強い雑音成分を認めるため，三角形重み関数による移動平均法（15秒平均幅）によって雑音を除去した.

4）解析項目

pH histogram，酸 clearance 値のほかpH score[6~9]，pH spectrum[10]，その他いろいろな項目の解析を行なった（表1）.

(1)　pH histogram[17]

全有効データを上限pH9.0，下限pH1.0，級間隔pH0.1の度数分布図とした．プリンターへの出力は40回の度数を1ドットで表現したため，それに満たない部分は histogram 上に表現されていない.

a）型分類

pH低値側の裾形状により，以下の6種類に分類[17]して解析を行なった（図2）.

i）正常型　normal type

pH低値側へ短い裾をもつが，pH 4 以下にはほとんど分布しない.

ii）長袴型　long-tail type

pH低値側への裾が低く，長くpH 1 付近にまで伸びる.

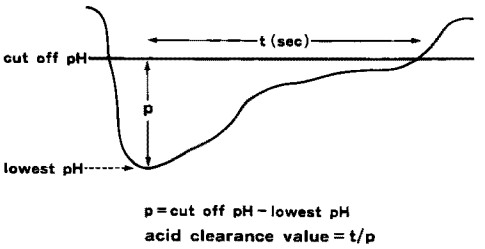


図3　酸 clearance 値の概念
酸 clearance 値は単位pHを回復するのに要する時間を表す.

iii) 中間型　intermediate type

裾は高く，短く，度数はpH 4 で大きいが急峻に傾斜してpH 3 付近で消失する.

iv) 偽 GER 型　pseudo-GER type

裾は GER 型ほど大きくなく，長袴型や中間型のように特徴的な形状を示さない.

v) GER 型　GER type

pH 1 まで伸びる大きな裾をもち，その peak 形状により，①低く，鈍な平坦群(F 群) F subtype と，②高く，尖鋭な尖鋭群 (P 群) P subtype の2群に細分類した.

vi) その他　miscellaneous

上記のいずれにも分類できないもの.

b) histogram の分析

histogram の特徴を検討するため，分布上・下端のpH値，分布幅，peak 度数，peak 位置のpH値，歪度，尖度を計算した．歪度は分布の偏りの指標で，0 を中心に±0.5以内は左右対称，0.5以上は高値側への裾が，−0.5以下は低値側への裾が大きいことをあらわす．尖度は分布の集中度の指標で，3 前後は正規分布，3 以下は平坦な，3 以上は尖鋭な分布をあらわす.

c) 逆流の分析

各型を比較するため cut-off 値をpH4.0として，逆流回数，逆流時間率，pH score[6~9]を計算した.

(2) 酸 clearance 値

食道の酸 clearance 能を表現するもので，逆流波が最低pHから cut-off pH値に回復するまでの時間(t, 秒)を，cut-off pH値と最低pH値の差(p)で除した数値(単位pHを回復するに要する時間)である(図3)．この値は個々の逆流波について計算し，その算術平均を代表値として用いた.

結　　果

1．pH histogram

正常型 8，長袴型 4，中間型 8，偽 GER 型 11，GER 型11 (F 群 8，P 群 3)，その他 5 計測であった.

1) 正常型

分布上端の平均はpH7.44±0.60，下端はpH 4.31±0.70，分布範囲はpH値で3.23±0.82であった (図4)，peak 位置はpH6.40±0.48，peak 度数は9095.13±2261.01ともっとも高かった(図5)．歪度は−1 前後に散在し (図6)，尖度はすべて 3 以上で，2 計測が10以上を示した.

逆流回数は 0 ～16，平均6.75±5.07，逆流時間率は 0 ～0.47%，平均0.20±0.18%であった (図7).

3種のpH score はすべて正常値を示した(図8).

2) 長袴型

分布上端はpH6.83±0.18，下端はpH1.90±0.39，分布範囲は5.03±0.40であった (図4)．peak 位置は pH5.98±0.48，peak 度数は 7184.50±1176.34(図5)．歪度は−2 付近に散在し (図6)，尖度は 6 以上を示した.

逆流回数は25～45，平均34.00±7.97，逆流時間率は1.77～3.94%，平均3.16±0.86%であった (図7).

pH score は大浜，富田で正常値を示したが，Johnson では異常値を示した (図8).

3) 中間型

分布上端はpH6.91±0.27，下端はpH2.93±0.43，分布範囲は4.09±0.43であった (図4)．peak 位置は pH5.18±0.74，peak 度数は 6002.25±767.24と低い (図5)．歪度は 0，尖度は 3 付近に散在し，左右対称で正規分布に近かった (図6).

逆流回数は cut-off 値pH4.0で30～80，平均 76.75±64.80 (図7)，pH3.6で27.25±19.12を示した．1 計測のみ243回と異常高値を示したが，pH3.6では43回といちじるしく減少した.

逆流時間率はpH4.0で 2 ～13%，平均7.42±3.23%であり，pH3.6では 0 ～5.86%，平均2.23±

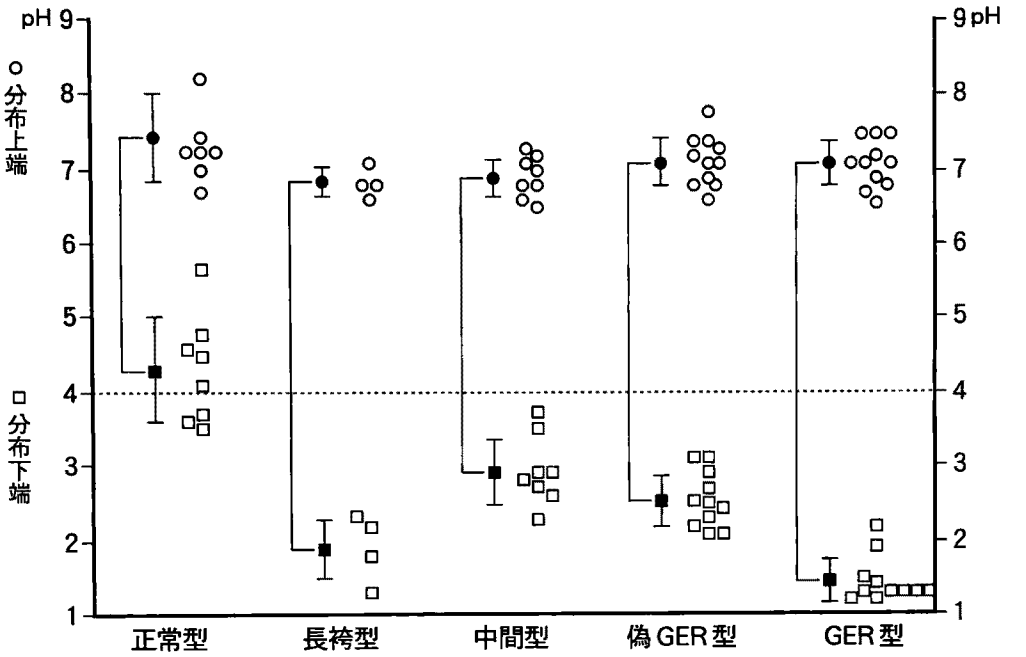


図4　pH histogram の分布範囲
pH histogram の型別に分布の上端と下端を示す．正常型がもっとも狭く，GER 型がもっとも広い．

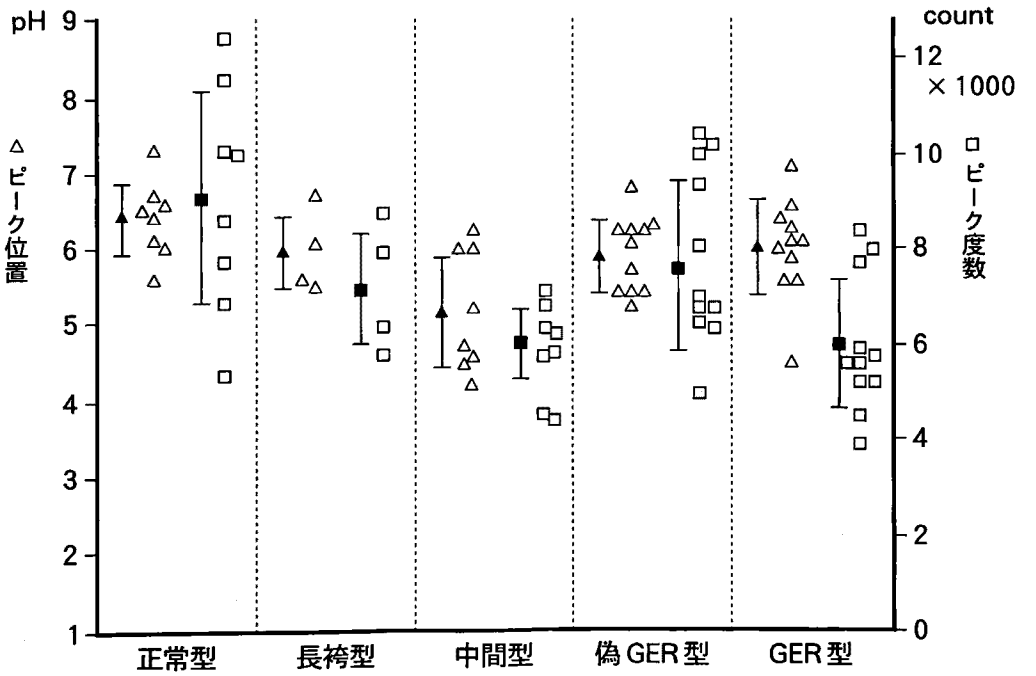


図5　peak の位置と度数
pH histogram 型別に peak 位置と高さを示す．peak 位置は中間型がもっとも低pHにある．
peakの高さは正常型がもっとも高く，GER型と中間型が低い．

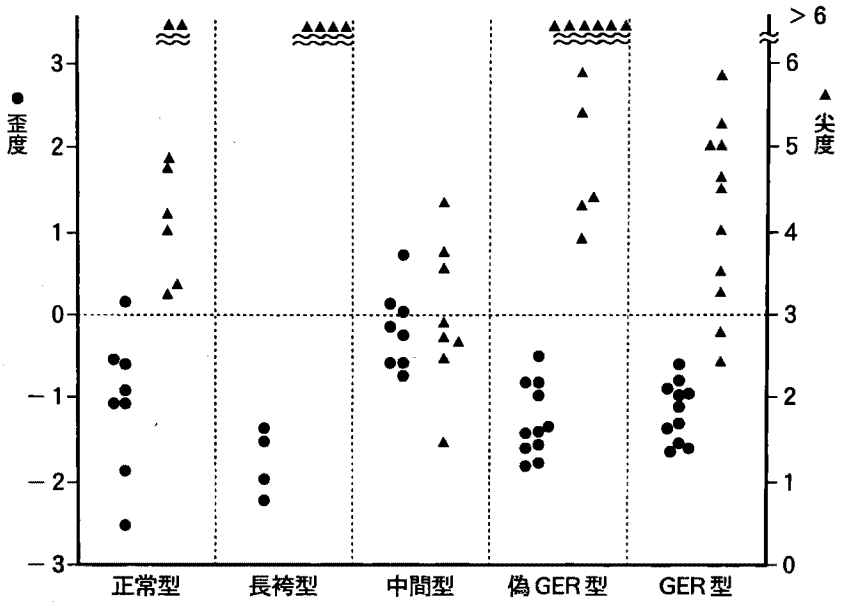


図6 歪度と尖度
pH histogram 型別に歪度と尖度を示す．中間型は正規分布に近い．

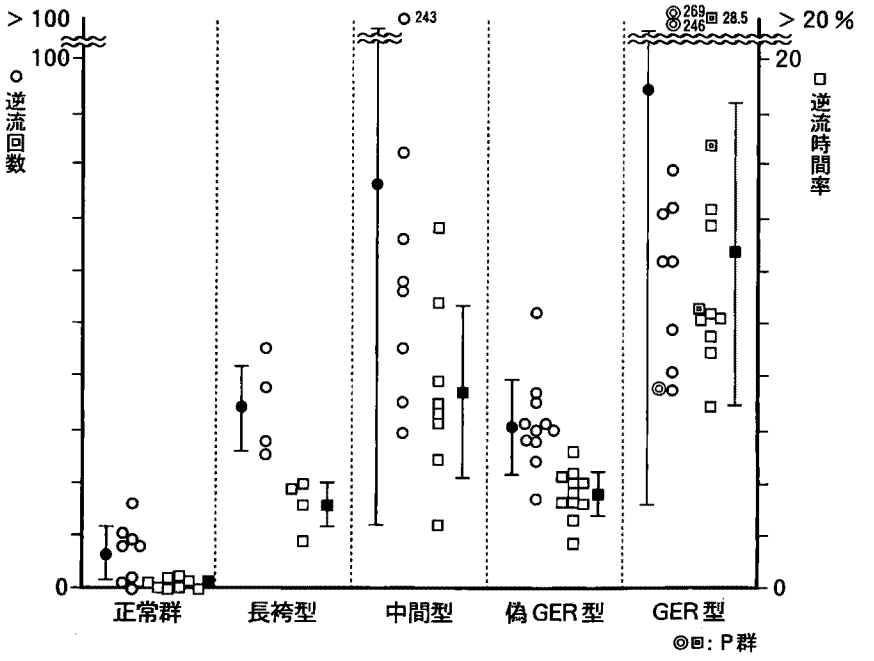


図7 逆流回数と時間率
pH histogram 型別に逆流回数と逆流時間率を示す（cut-off 値：pH4.0）．

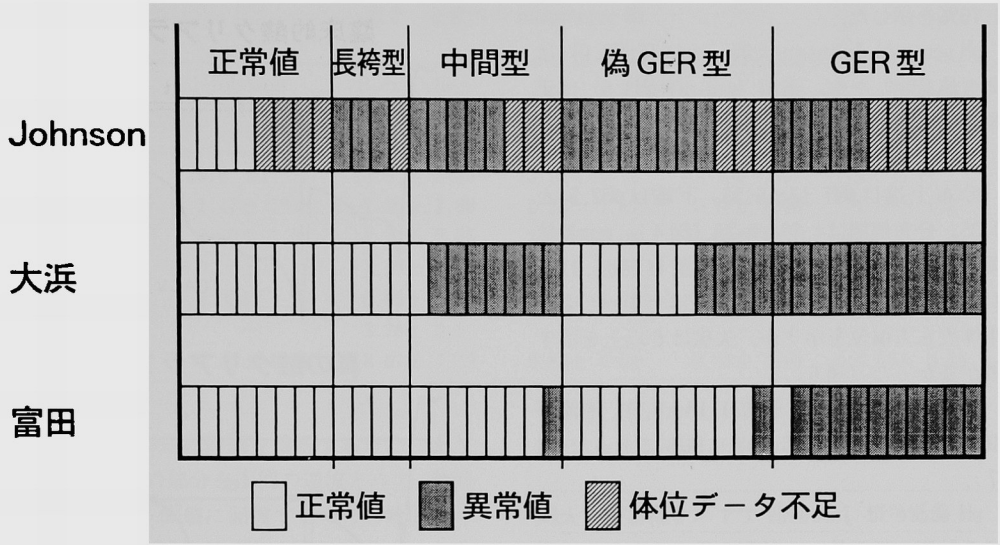


図8 pH score の比較
Johnson, 大浜の score は cut-off 値pH4.0, 富田はpH3.6である. それぞれの示す評価は一致しないことが多い. Johnson の score は体位別時間率を計算に用いるが, 体位別測定時間が2時間未満のものは除外した.

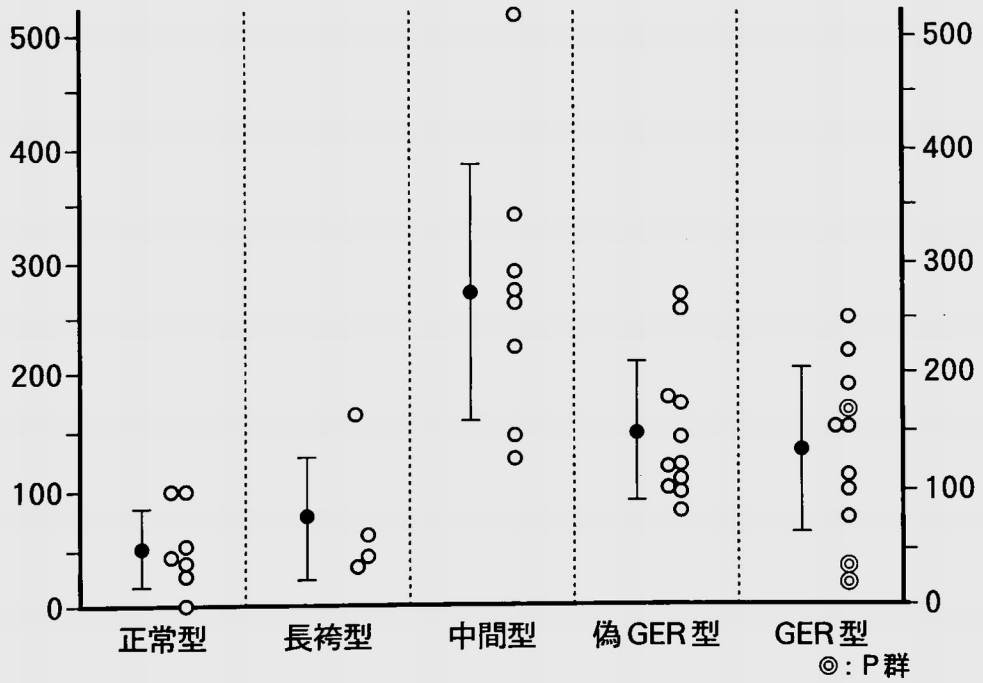


図9 型別酸 clearance 値
正常値は100以下である. 長袴型は正常値を示し, 中間型はきわめて高値を示す.

1.76%を示した.

pH score は Johnson,大浜 (cut-off pH4.0) は異常値を示したが, 富田 (cut-off pH3.6) は正常値であった (図8).

4) 偽 GER 型

分布上端はpH7.13±0.33, 下端はpH2.54±0.35, 分布範囲は4.69±0.28 (図4), peak 位置は pH5.90±0.48, peak 度数は7863.91±1762.74であった (図5). 歪度は−1〜−2の中等度左方偏位を示すが, 尖度は6以上を示す例が多かった (図6).

逆流回数は20〜50, 平均31.18±8.30, 逆流時間率は2〜5%, 平均3.59±0.90%であった(図7).

pH score は Johnson ですべて異常値, 大浜で7計測が正常値, 4計測が異常値を示し, 富田は1計測を除いて正常値を示した (図8).

5) GER 型

分布上端はpH7.09±0.31, 下端はpH1.45±0.30, 分布範囲は5.75±0.36 (図4), peak 位置は pH6.02±0.63, peak 度数は5999.73±1385.31であった (図5). 歪度は−1〜−2と中等度の左方偏位を示し, 尖度は6以下であった (図6).

逆流回数は40〜80, 平均94.27±78.10であった(図7). F 群の平均は59.25±14.12であったが, P 群は2計測で異常に多い逆流回数をみとめ, 平均187.67±99.20回であった.

逆流時間率は平均12.73±5.64%であるが, P 群は18.60±7.44%, F 群は10.54±2.29%と前者が大であった.

pH score はいずれも異常値を示したが, 富田の1例が正常値を示した (図8).

2. 酸 clearance 値

酸 clearance 値は2.36から513.47までを示し (図9), pH histogram 型別の平均値を表3に示す.

考　　察

GER が引き起こす病態の原因は食道粘膜の酸への暴露であり, その機序は①酸の食道内侵入, ②酸の粘膜への直接作用(食道炎), ③酸の食道内からの排除 (酸 clearance 能) の3つに要約

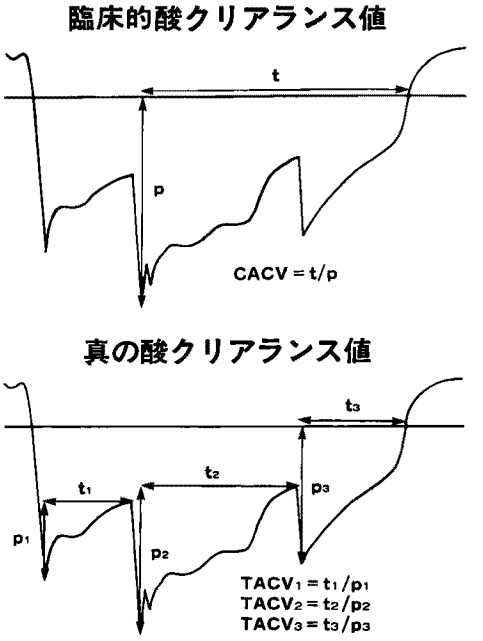


図10　臨床的および真の酸 clearance 値
臨床的酸 clearance 値 (CACV) (上) は酸暴露時間に重点があり, 真の酸 clearance 値 (TACV) (下) は食道壁の運動機能の指標としての意義が大きい.

される[19,20]. 酸の食道内侵入については下部食道括約機構 (lower esophageal sphincter : 以下 LES) の機能不全面から解明が進められている[19〜24].

一方, 酸 clearance の機序は食道壁の運動機能, compliance[25〜28], 唾液の分泌, 嚥下[29,30]などから研究されており, その主体は嚥下運動に続く食道の蠕動運動である[27]. 一般に, 酸 clearance 能の障害は食道壁の運動機能不全が主因となり, 逆流性食道炎による壁の compliance 低下を意味する[19,20,26].

多点同時測定の内圧検査[26,27]は蠕動運動の研究に用いられるが, 酸 clearance 能の一面を観察しているに過ぎない. 酸 clearance 試験[25]は食道内に酸性液を注入して, 正常pHに回復するのに要する嚥下回数をみる大まかな検査法であり, 詳細な検討は不可能である.

酸 clearance 値は下部食道のpH変動から算出するため, clearance 能を詳細に表現できる. 食

表2 正常例の parameter 値

	Johnson 成人 n=15	Boix-Ochoa 2m～3y n=20	富田 1～28 d n=31	富田 1m～6y n=16	大浜 小児 n=20
逆流回数	20.6 ±14.77	10.6 ± 8.20	13.19±10.72	15.31± 7.70	13.2 ±11.1
時間率	1.47± 1.38	1.86± 1.60	2.24± 1.87	1.51± 0.58	1.50± 1.37
5分以上回数	0.60± 1.24	1.73± 2.05	2.03± 2.05	0.62± 0.78	0.9 ± 1.3
臥位時間率	0.28± 0.46	1.59± 2.90	2.51± 2.19	—	—
立位時間率	2.33± 1.97	0.80± 1.30	1.98± 2.16	—	—
腹臥位時間率	—	3.28± 3.5	—	—	—
最長時間	3.86± 2.68	8.07± 7.19	9.83± 8.54	6.30± 3.98	5.64± 5.13

道粘膜の酸への暴露時間を重視するため，pHがcut-off値以下の部分を1回の逆流とみて，最低pHから cut-off pH値に回復するまでの時間から計算する(図10上)．臨床的意義が大きいことから，臨床的酸 clearance 値 (clinical acid clearance value, CACV) とよんでいる．pH histogramの解析からは GER 例のCACVは100～300であり，正常値は100以下と考えている．

CACV は逆流の重積すなわち，pHが cut-off値に回復する前に次の逆流が生ずる状態を考慮していない．重積した個々の逆流の酸 clearance値を計算すれば，真の酸 clearance 値(true acid clearance value, TACV) が得られるが (図10下)，より複雑なコンピュータ解析技法が必要であり，将来の課題としたい．

これまでに開発されているpH score は逆流にのみ注目し，かつ諸家によりいろいろな parameterが用いられ，標準化されておらず，その成績の比較検討が困難である．pH histogram は逆流の発見と定量を目的としたpH score と異なり，24時間で得られる86,400のデータのすべてを表現するが，pattern 認識であるため曖昧さが残る．しかし，人間の pattern 認識能力は優れており，細かい変化に惑わされず大きな傾向を把握できる．

pH histogram における cut-off 値以下の裾面積は全逆流時間に，面積比率は逆流時間率に相当するので，histogram の分類はこの裾部分によって行なわれる．

正常型はpH 4 以下にほとんど分布せず，分布範囲と peak はもっとも狭く，高い．全体にpH高値側に偏在し，歪度はマイナスで，pH低値側に短い裾をもつ．まったく逆流を認めないこともあるが，多少の逆流を伴うものが多く，逆流の平均回数は6.8回，逆流時間率は0.2%と，報告されている正常値[6~9] (表2) より小さく，ばらつきも少ない．この型は厳密に選ばれた正常例と考えられる．

長袴型はpH 1 付近まで低く，長い裾をもつが，分布の本体は正常型に類似する．この型の裾形状が意味するpH動態は，大部分の逆流波がpH 1 付近まで下降することである．しかし，CACVは100以下ときわめて良好な酸 clearance 能を示

表3 酸 clearance 値

型	平均	標準偏差
正 常 型	51.90	± 34.53
長 袴 型	77.88	± 53.49
中 間 型	274.91	± 112.40
偽 GER 型	152.11	± 61.05
GER 型	136.53	± 71.28
(F 群)	159.81	± 57.42
(P 群)	74.48	± 67.41

表4 中間型8例の酸 clearance 値

	running 例	混在例	逆流多発例
C	226.7	265.7	131.1
A	296.2	274.8	148.5
C	342.9		
V	513.5		

CACV：臨床的酸 clearance 値

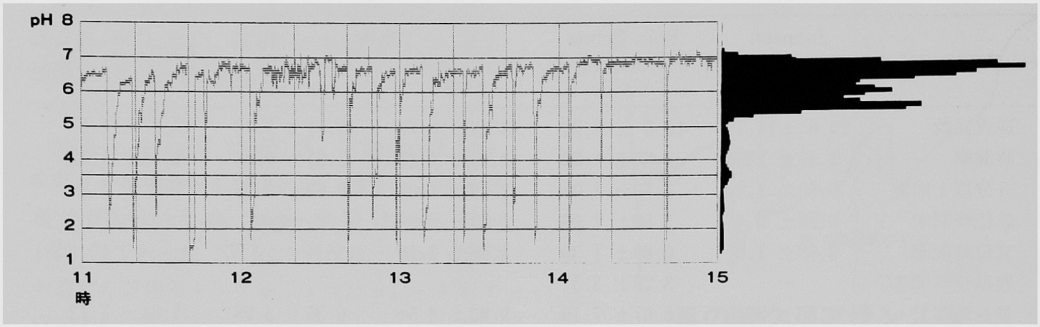
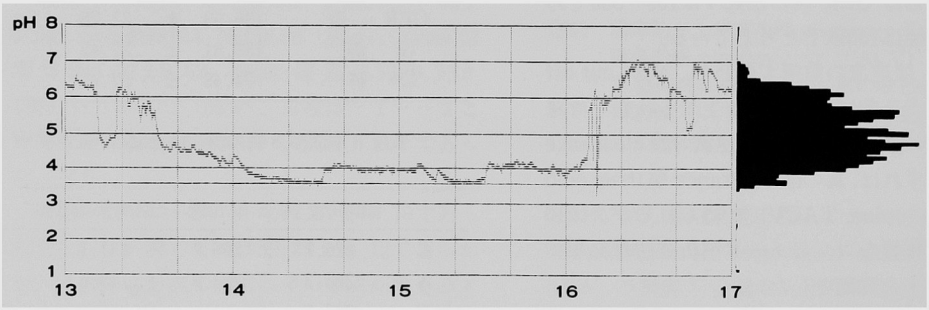


図11　長袴型のpH動態
長袴型の裾が意味するpH動態は，pH 1 付近まで下降するが酸 clearance は良好な逆流の多発である．

Running 例



軽度逆流多発例

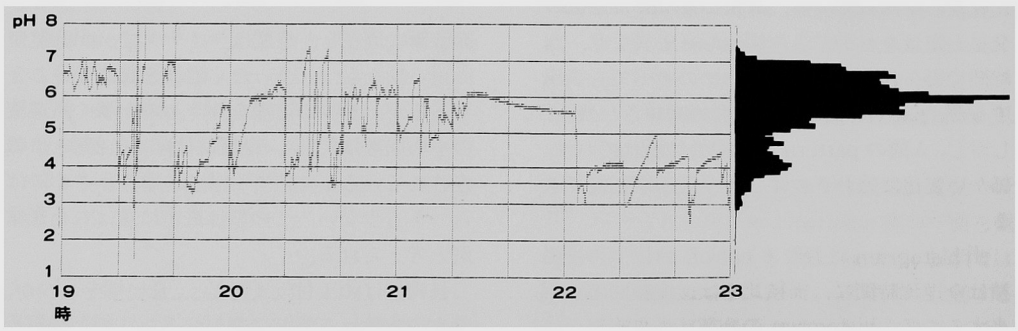


図12　中間型のpH動態
pH 3 ～ 4 の間の running(上)か，軽度逆流の多発(下)が考えられるが，CACV による検討からは running が主体であった．

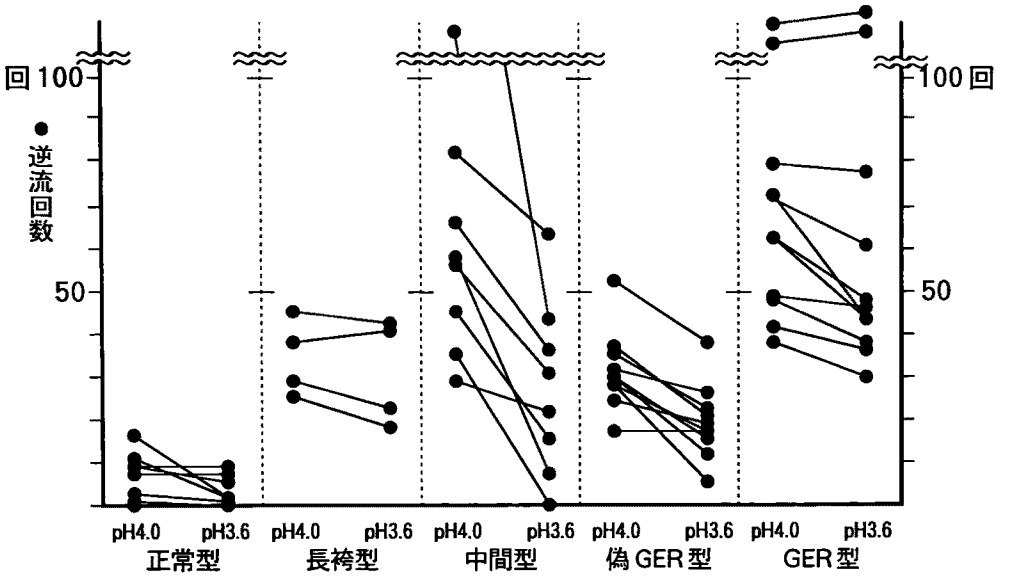


図13 cut-off 値による逆流回数の変化
cut-off 値の相違による逆流回数の変化を型別に見ると，中間型の差が著明である．

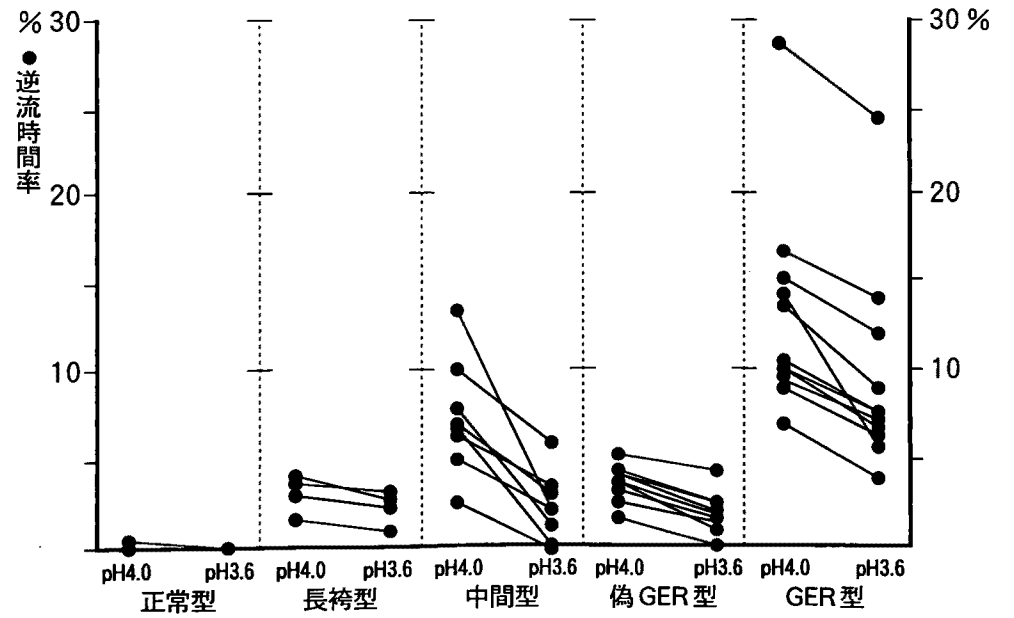
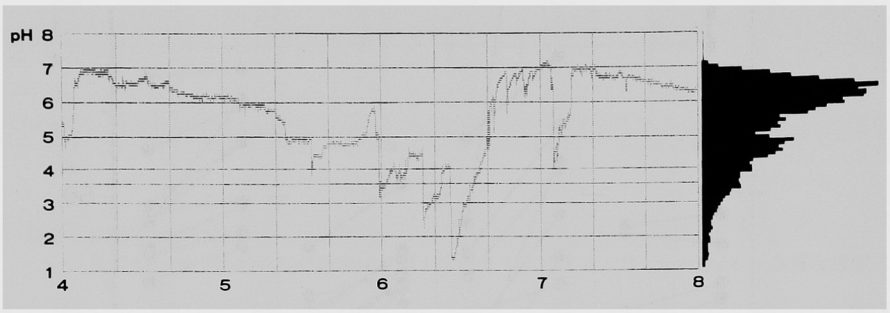


図14 cut-off 値による逆流時間率の変化
逆流回数と同様，中間型での変化がもっとも大きい．

F群



P群

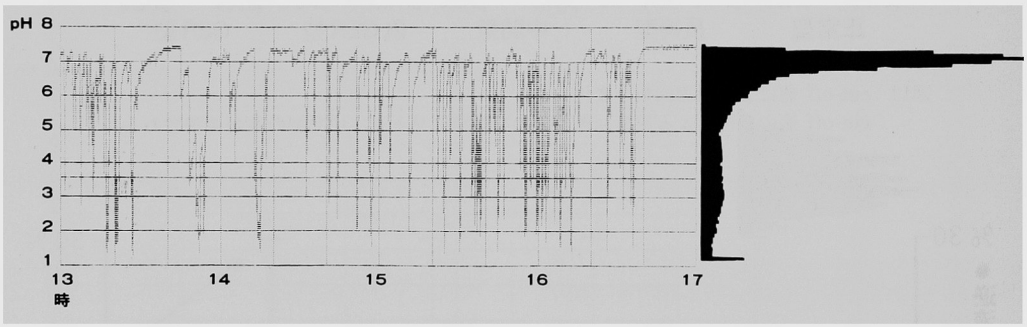


図15　GER 型のpH動態
F 群（上）は基線が不安定であり，P 群（下）は一定値に保たれ，安定している．

しており，逆流回数の多さがpH低値側の裾にあらわれたと考えられる（図11）．食道炎は100以下の酸 clearance 値例にはみられず，この型は GER の初期，GER の治癒過程，きわめて軽症の GER, gastric outlet obstruction などが該当すると思われる．

中間型は左右対称で正規分布に近く，裾をほとんど引かない．この型の裾形状が意味するpH動態（図12）は①pH 3 ～ 4 の間を長時間 running するものと，②pH 3 までの逆流が多発するものの 2 つであるが，前者が多かった（表 4 ）．CACV は① running 主体のもので大きく，②軽度な逆流が多発するもので小さく，③両者が混在する

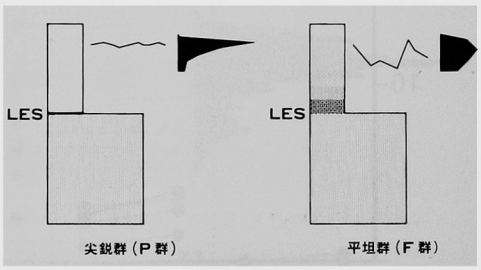


図16　P 群と F 群の基線安定に関する機序
P 群は LES 機能が良好で食道と胃が分離されているが，F 群は LES の機能不全により食道内に胃液酸度の影響がおよびやすい．

もので中間値をとることからpH動態を容易に鑑別できる（表4）.

pH 3～4の間をrunningする状態は逆流といえないが，cut-off値pH4.0では逆流と評価され，pH score[6~8]も異常値となる（図8）.このrunning状態を除外するためcut-off値をpH3.6にするpH score[9]は正常値である．cut-off値の相違は逆流回数（図13）と逆流時間率（図14）に影響を与え，中間型でもっとも強い．pH3.6では逆流回数と逆流時間率が，pH4.0のそれよりそれぞれ65%，70%減少する．これはrunning状態を逆流とみなした結果であり，逆流のcut-off値はpH3.6とするのが妥当であろう.

偽GER型は裾がGER型ほど大きくなく，分布下端もpH高値側にあり，分布範囲が狭い．CACVを含むそのほかのparameterはGER型と近似し，GER型の軽症型と考えられる．逆流回数，逆流時間率はGER型より軽度で，それぞれ40回および6%以下である（図7）．この数値は正常値[6~9]（表2）の上限に近く，pH score[8,9]からも正常あるいは軽度異常として取り扱われる（図8）．しかし，CACVはGER型と同程度の高値を示し，明らかに病的なGERであり，食道炎の存在をうかがわせる.

GER型は分布下端がpH 1付近にあり，分布範囲が広い．peakの形状から尖鋭で高いP群と，鈍で平坦なF群の2つに分類される.

CACVはF群で100以上の異常値をとり，P群で20～30の正常値を示す（図4）．P群は肥厚性幽門狭窄例で観察され，胃内圧上昇による頻回の逆流をGER型としてとらえたのであろう[31]．また，peakの尖鋭はLES機能が良好で，食道内pHの基線が安定していることを示唆し（図15），LES機能の不全は食道と胃の分離を不完全にして，食道内pHの変動を大きくさせる（図16）.

結　　論

小児GER例を対象に24時間食道内pH monitoring法を行なった．食道内pH動態の全体像を表現するpH histogramと下部食道の酸clearance能を表現する酸clearance値の開発により食道内pH動態を検討して以下の結果を得た.

1．酸clearance値の正常値は100以下を示した.

2．pH histogramのpH低値側裾形状が意味するpH動態を酸clearance値とその他のparameterから検討し，これまで正常ないし軽症とされていたものの中に，

1）逆流はあるが酸clearance能の良好なもの（長袴型），

2）pH 3～4をrunningするもの（中間型），

3）軽度な病的GERを示すもの（偽GER型）

などの病態が含まれていることが判明した.

3．GER型の中には食道胃接合部に異常のないGER型P群が含まれ，histogramのpeak形状から鑑別できた.

稿を終えるにあたり，御指導，御校閲を賜った恩師戸谷拓二助教授ならびに折田薫三教授に深謝致します.

文　　献

1）Ramenofsky ML and Leape LL：Continuous upper esophageal pH monitoring in infants and children with gastroesophageal reflux, pneumonia, and apneic spells. J Pediatr Surg (1981) **16**, 374—378.

2）St Cyr JA, Ferrara TB, Thompson T, Johnson D and Foker JE：Treatment of pulmonary manifestations of gastroesophageal reflux in children two years of age or less. Am J Surg (1989) **157**, 400—404.

3）Willich E：Gastroesophageal reflux：radiological aspects. Pediatr Surg Int (1986) **1**, 144—160.

4）Tovar JA, Blarduni E, Torrado J, Arana J, Garay J and Tapia I：Acid exposure and reflux esophagitis. Pediatr Surg Int (1988) **3**, 326—330.

5）Hoellwarth ME, Uray E, Pesendorfer P, Rosanelli K and Rosegger H：Esophageal manometry.

Pediatr Surg Int (1986) **1**, 177—183.

6) Johnson LF and DeMeester TR : Twenty-four-hour pH monitoring of the distal esophagus : A quantitative measure of gastroesophageal reflux. Am J Gastroenterol (1974) **62**, 325—332.

7) Boix-Ochoa J, Lafuente JM and Gil-Vernet JM : Twenty-four hour esophageal pH monitoring in gastroesophageal reflux. J Pediatr Surg (1980) **15**, 74—78.

8) 大浜用克，角田昭夫，西 寿治，山田亮二，山本 弘：小児の24時間食道pHモニタリング(I)—GER の評価法—．小児外科 (1982) **14**, 647—656.

9) 富田哲生：下部食道胃接合部括約機構の発達ならびに小児の胃食道逆流現象に関する臨床的研究—下部食道pH monitoring 面からの検討—．日小児外会誌 (1986) **22**, 7—21.

10) 坂庭 操，澤口重徳，大川治夫，監物久夫，高橋正彦，山崎洋次：Microcomputor システムによる24時間下部食道pH測定．日小児外会誌 (1982) **18**, 1129—1134.

11) Koch AW : Extended pH-monitoring in the evaluation of gastroesophageal reflux in infancy and childhood. Pediatr Surg Int (1986) **1**, 161—167.

12) Meyers WF, Roberts CC, Johnson DG and Herbst JJ : Value of tests for evaluation of gastroesophageal reflux in children. J Pediatr Surg (1985) **20**, 515—520.

13) Sondheimer JM : Continuous monitoring of distal esophageal pH : A diagnostic test for gastroesophageal reflux in infants. J Pediatr (1980) **96**, 804—807.

14) Arasu TS, Fitzgerald JF, Siddiqui AR and Grosfeld JL : Gastroesophageal reflux in infants and children : comparative accuracy of diagnostic methods. J Pediatr (1980) **96**, 798—803.

15) Miller FA, DoVale J and Gunther T : Utilization of inlying pH probe for evaluation of acid-peptic diathesis. Arch Surg (1964) **89**, 199—203.

16) Spencer J : Prolonged pH recording in the study of gastro-esophageal reflux. Brit J Surg (1969) **56**, 912—914.

17) 渡辺泰宏，戸谷拓二，土岐 彰，漆原直人，佐藤恭久，諸冨嘉樹：pH histogram (第1報) —食道内24時間pH monitoring—．日小児外会誌 (1988) **24**, 1082—1090.

18) 中村通宏，矢野 誠：ISFET を用いた血液ガスおよびイオンセンサ．医科器械学(1985) **55**, 603—606.

19) Boix-Ochoa J : Address of honored guest : The physiologic approach to the management of gastric esophageal reflux. J Pediatr Surg (1986) **21**, 1032—1039.

20) Skinner DB : Pathophysiology of gastroesophageal reflux. Ann Surg (1985) **202**, 546—556.

21) Boyle JT, Altschuler SM, Nixon TE, Tuchman DN, Pack AI and Cohen S : Role of the diaphragm in the genesis of lower esophageal sphincter pressure in the cat. Gastroenterology (1985) **88**, 723—730.

22) Patrikios J, Martin CJ and Dent J : Relationship of transient lower esophageal sphincter relaxation to postprandial gastroesophageal reflux and belching in dogs. Gastroenterology (1986) **90**, 545—551.

23) Bardaji C and Boix-Ochoa J : Contribution of the His angle to the gastroesophageal antireflux mechanism : An experimental study in dogs. Pediatr Surg Int (1986) **1**, 172—176.

24) Mittal RK and McCallum RW : Characteristics and frequency of transient relaxations of the lower esophageal sphincter in patients with reflux esophagitis. Gastroenterology (1988) **95**, 593—599.

25) Booth DJ, Kemmerer WT and Skinner DB : Acid clearing from the distal esophagus. Arch Surg (1968) **96**, 731—734.

26) Kahrilas PJ, Dodds WJ, Hogan WJ, Kern M, Arndorfer RC and Reece A : Esophageal peristaltic dysfunction in peptic esophagitis. Gastroenterology (1986) **91**, 897—904.

27) Kahrilas PJ, Dodds WJ and Hogan WJ : Effect of peristaltic dysfunction on esophageal volume clearance. Gastroenterology (1988) **94**, 73—80.

28) Mahony MJ, Migliavacca M, Spitz L and Milla PJ : Motor disorders of the oesophagus in gastro-oesophageal reflux. Arch Dis Childh (1988) **63**, 1333—1338.

29) Helm JF, Dodds WJ, Pelc LR, Palmer DW, Hogan WJ andTeeter BC : Effect of esophageal emptying and saliva on clearance of acid from the esophagus. N Engl J Med (1984) **310**, 284—288.

30) Helm JF, Dodds WJ and Hogan WJ : Salivary response to esophageal acid in normal subjects and patients with reflux esophagitis. Gastroenterology (1987) **93**, 1393—1397.

31) Holloway RH, Hongo M, Berger K and McCallum RW : Gastric distention : A mechanism for postprandial gastroesophageal reflux. Gastroenterology (1985) **89**, 779—784.

A study of pH dynamics in the distal esophagus by 24-hour esophageal pH monitoring in infants and children

Yasuhiro WATANABE

Department of Pediatric Surgery,

Kagawa Medical School,

Kagawa 761-07, Japan

(Director : Prof. K. Orita)

Twenty-four-hour esohageal pH monitoring in infants and children has been performed to clarify pH dynamics of the lower esophagus using a pH histogram and acid clearance value in addition to pH score. A pH histogram showing the total state of pH dynamics in the lower esophagus is constructed with whole pH data obtained by 24-hour pH monitoring. An acid clearance value indicating the clearance ability of the esophagus is calculated by pH curves.

1) The normal acid clearance value is under 100.

2) Lower-side-tail of the pH histograms has been analyzed with an acid clearance value and other parameters of gastric acid reflux into the esophagus. Several characteristic pH dynamics are observed in cases of apparently normal patterns and mild gastroesophageal reflux (GER) which were diagnosed by a conventional manner : (a) moderate reflux with good clearance ability, (b) prolonged running status between pH 3 and 4, and (c) mild and pathological reflux with impaired clearance ability.

3) pH histograms of the GER type are divided into 2 subtypes : The flattened subtype, which indicates true GER with incompetence of the lower esophageal sphincter (LES), and the peaked subtype, which is often observed in cases of hypertrophic pyloric stenosis and has a well-functioning LES without pathologic GER.