《短 報》

嚥下造影正面像における健常者上部食道の造影パターン分類
—食道入口部通過の左右差—

瀬田 拓^{*1} 稲田 晴生^{*2} 安保 雅博^{*1}
杉本 淳^{*3} 宮野 佐年^{*1}

Classification of Healthy Subjects' Upper Esophageal Imaging Patterns by Videofluoroscopic Examination in the Anterior-posterior Planes: Laterality of Pharyngoesophageal Segment Flow

Hiroshi SETA,^{*1} Haruo INADA,^{*2} Masahiro ABO,^{*1}
Atsushi SUGIMOTO,^{*3} Satoshi MIYANO^{*1}

Abstract: The purpose of this report is to classify healthy subjects' upper esophageal imaging patterns using videofluoroscopic examination in the anterior-posterior planes. There were 109 subjects who swallowed 5 ml of 40% barium solution 3 times each, for a total of 327 swallows evaluated. By laterality of the right under pyriform sinus flow, the large classification of the imaging patterns was performed as follows: only left (right) side pyriform sinus flow, dominant left (right) side pyriform sinus flow, and both sides pyriform sinus flow. The pattern was segmented from the existence of the confluence in the upper esophagus, and 13 kinds of imaging patterns were defined. Sixty-percent of the subjects were classified with bilateral pyriform sinus passages, while 40% of the subjects were classified into a group showing laterality. When there was laterality, the left side was often the side of dominant flow. Some reasons for why laterality may occur are considered. Differences of the inflow to the hypopharynx can cause laterality of the sensory input, which may produce laterality of the hypopharynx contraction pressure and pharyngoesophageal segment opening. Another reason may be that the anatomical position of the upper esophagus runs a little to the left of the median line. However, it is necessary to carry out further research into the anatomical and functional reasons. (*Jpn J Rehabil Med* 2004; 41: 307-312)

要 旨: 健常成人 109 人の嚥下造影 (40%バリウム 5 ml 嚥下を 1 対象者につき 3 回、合計 327 回) を施行した。正面像を検討し上部食道の造影パターン分類を試みた。造影パターンは梨状窩通過直下での左右差より左 (右) 梨状窩のみ通過、左 (右) 梨状窩優位通過、両側梨状窩通過に大分類した。さらに上部食道内で左右に分かれて流れる造影剤の合流の有無から細分化し、合計 13 種類の造影パターンを定義した。両側梨状窩通過のパターンに分類された対象者が 60% で、40% は左右差のあるパターンに分類された。左右差がある場合には、左優位の造影パターンに分類されることが多かった。左右差の生じる理由は、下咽頭への流入量差による感覚入力 of 左右差が、下咽頭収縮圧や食道入口部開口状態の左右差に影響を与えている可能性や、正中線よりやや左よりを走行する上部食道の解剖学的位置などが考えられたが、さらなる解剖学的・機能的な理由を踏まえた検討が必要である。(リハ医学 2004; 41: 307-312)

2003 年 11 月 5 日受付, 2004 年 3 月 4 日受理

^{*1} 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学教室/〒201-8601 東京都狛江市和泉本町 4-11-1

Department of Rehabilitation Medicine, Jikei University School of Medicine

^{*2} 中伊豆リハビリテーションセンターリハビリテーション科/〒410-2507 静岡県田方郡中伊豆町冷川字大幡野 1523-108

Department of Rehabilitation Medicine, Naka-izu Rehabilitation Center

^{*3} 城山病院リハビリテーション科/〒193-0826 東京都八王子市元八王子町 3-2872-1

Department of Rehabilitation Medicine, Shiroyama Hospital

Key words: 嚥下造影 (videofluoroscopy), 健康者 (healthy subjects), 食道入口部 (pharyngoesophageal segment), 分類 (classification), 左右差 (laterality)

はじめに

嚥下造影検査 (videofluoroscopic examinations: VF) は嚥下機能評価に用いられている方法の1つである。健康成人に水様バリウムを嚥下させて正面像を撮影すると、バリウムは両側の梨状窩を経由して食道へ流出するとされている¹⁾。左右の梨状窩から均等に造影剤が流出せず左右差がある場合には、何らかの異常を示唆する所見と考えられがちだが、Logemann^{2,3)}らや紺谷⁴⁾ら、竹中⁵⁾は健康者でも、必ずしも全例が両側均等通過でなかったことを報告している。しかし十分な対象者数を、客観的な定義に基づいて分類した報告はない。よって今回我々は、健康者のVF正面像を検討し、客観的な上部食道の造影パターン分類を試みた。分類は、食道入口部通過の左右差が反映できるように13種類とした。各パターンの出現頻度から食道入口部通過の左右差を検討し、若干の知見を得たので報告する。

方 法

1. 対象者

明らかな嚥下障害を有さない健康成人109人(男性56人, 女性53人), 平均年齢38歳(20~64歳)で, 本研究の目的・手順・危険性などの十分な説明を受け, 同意した者を対象とした。なお, 妊娠中の女性は除外し, 閉経前女性は, 原則月経10日以内に検査することにした。

2. 撮影装置

東京慈恵会医科大学附属第三病院, 中伊豆リハビリテーションセンター, 城山病院の3施設で, 各施設のX線透視装置を使用した。慈恵医大附属第三病院のX線透視装置はTOSHIBA製KXO-50Nで, 透視映像はBNCケーブルを用いてモニターから直接ビデオデッキ(SONY製SVO-9500MD)に接続して録画した。他の2施設においてもほぼ同様な方法で透視映像を録画した。

3. 撮影手順

対象者の右胸鎖関節部に寸法の対照として直径20mmのコインを貼った。透視台を90°とし, 対象者の

骨盤部にプロテクターを着用させ, 椅子座位をとらせた。40%硫酸バリウム溶液5ml入りの紙コップを手渡し, 「正面を向いて一口で飲むように」とのみ指示をし, 頭頸部の固定はしない自由嚥下でVF正面像を撮影した。5ml嚥下を合計3回連続して撮影し, 最後に30ml嚥下のVF正面像を撮影した。

4. ビデオ分析方法

アナログ録画されたビデオ映像は, デジタル化(29.97フレーム/秒)し, パーソナルコンピュータに取り込み後, デジタルビデオ編集ソフト(Ulead Video Studio 6)を使って, コマ送りおよび静止画にしながら判断した。まず, 30ml嚥下正面像にて左右の食道側壁の位置を確認, 同時に下咽頭および上部食道粘膜に異常所見がないことも確認した。次に各対象者の5ml嚥下正面像を検討し, 上部食道造影パターンの分類を試みた。

結 果

1. 造影パターン

対象者109人の5ml嚥下各3回(合計327回)のVF正面像を検討した。明らかに頸部を回旋している対象者は認められず, 全対象者が正面視して嚥下しているものと判断した。食道入口部通過開始後から通過終了までの, 上部食道における造影様式を検討すると, 中間の4~7フレーム(0.13~0.23秒)間は, ほとんど変化せず一定に造影されていた(図1)。そのため, 一定に造影されていた時間帯において, 上部食道の造影パターン分類が可能であった。右梨状窩の通過が確認できないのが7回認められたが, 他の321回は両側梨状窩を経由していた。しかし, 造影剤の通過量が概ね両側均等のものから, 著しい左右差を認めるものまでであった。また, バリウムが上部食道の左右側壁に沿って流れる場合が多かったが, 右梨状窩を通過したバリウムが上部食道内で左梨状窩を通過したバリウムに吸収され, 合流後は全バリウムが, 左食道側壁に沿って流れるようになる場合が94回認められた(食道入口部より40mm以内に合流した場合にカウント)。しかし, 左梨状窩を通過したバリウムが, 右梨状窩を通過したバリウムに吸収されることはなかつ

図1 VF 正面像の経時的变化 (典型例)

a: 0 フレーム (0.00 秒) 喉頭挙上開始, b: 5 f (0.17 s) 造影剤が下咽頭に流入, c: 8 f (0.27 s) 食道入口部通過開始直後, d: 10 f (0.33 s) 通過前半部分, e: 14 f (0.47 s) 通過後半部分, f: 16 f (0.53 s) 通過終了。

喉頭挙上開始を0秒として典型例VF正面像の経時的变化を示した。10フレーム目(d)から14フレーム目(e)までの5フレーム(0.17秒)間は、ほぼ同様に造影された。健常者では、食道入口部通過開始から通過終了までの中間部分において上部食道が一定に造影されたため、中間部分における静止画像から、造影パターン分類をした。

図2 上部食道通過パターン分類

対象者109人の上部食道造影パターンを、L1, L2, LDW, LDW+RS, RDW, B1, BRSの7種類に分類することができた。また、確認できたパターンのミラーパターンとなるR1, R2, LDW+LS, RDW+LS, RDW+RS, BLSを加え、13種類の造影パターンを定義した。

た。

以上の結果より以下の造影パターン分類を定めた(図2)。

① 左梨状窩のみ通過

- a. L1 (Left side flow 1): 右梨状窩が全く造影されないもの。
- b. L2 (Left side flow 2): 右梨状窩下端より食道右側が5 mm 未満しか造影されないもの。

② 右梨状窩のみ通過

- a. R1 (Right side flow 1): 左梨状窩が全く造影されないもの。

- b. R2 (Right side flow 2): 左梨状窩下端より食道左側が5 mm 未満しか造影されないもの。

③ 左梨状窩優位通過

- a. LDW (Left side Dominant flow with Width criteria): 右梨状窩より流出する造影剤の幅が左側の1/2 未満なもので、LDW+RS (以下bに記載) および LDW+LS (以下cに記載) の基準は満たさないもの。
- b. LDW+RS (LDW+Right Shortness): 右梨状窩より流出する造影剤の幅が左側の1/2 未満で、かつ右食道側壁が上部より5 mm 以上40 mm 未

満しか造影されないもの。

- c. LDW+LS (LDW+Left Shortness)：右梨状窩より流出する造影剤の幅が左側の 1/2 未満で、かつ左食道側壁が上部より 5 mm 以上 40 mm 未満しか造影されないもの。

④ 右梨状窩優位通過

- a. RDW (Right side Dominant flow with Width criteria)：左梨状窩より流出する造影剤の幅が右側の 1/2 未満なもので、RDW+LS (以下 b に記載) および RDW+RS (以下 c に記載) の基準は満たさないもの。
- b. RDW+LS (RDW+Left Shortness)：左梨状窩より流出する造影剤の幅が右側の 1/2 未満で、かつ左食道側壁が上部より 5 mm 以上 40 mm 未満しか造影されないもの。
- c. RDW+RS (RDW+Right Shortness)：左梨状窩より流出する造影剤の幅が右側の 1/2 未満で、かつ右食道側壁が上部より 5 mm 以上 40 mm 未満しか造影されないもの。

⑤ 両側梨状窩通過

- a. B1 (Bilateral flow 1)：左右梨状窩を流出する造影剤の幅の比が 2 を超えないもので、BRS (以下 b に記載) および BLS (以下 c に記載) の基準も満たさないもの。
- b. BRS (Bilateral flow with Right Shortness)：左右梨状窩を流出する造影剤の幅の比が 2 を超えないもので、右食道側壁が上部より 5 mm 以上 40 mm 未満しか造影されないもの。
- c. BLS (Bilateral flow with Left Shortness)：左右梨状窩を流出する造影剤の幅の比が 2 を超えないもので、左食道側壁が上部より 5 mm 以上 40 mm 未満しか造影されないもの。

なお、5 ml 嚥下造影後に行った、30 ml 嚥下正面像では上部食道全体が造影されたため、左右の側壁位置が確認できた。

2. 分類結果

109 人の 327 嚥下において、各 13 パターンの出現頻度は、L1 3 回 (0.9%)、L2 4 回 (1.2%)、LDW 42 回 (13%)、LDW+RS 55 回 (17%)、RDW 30 回 (9.2%)、B1 154 回 (47%)、BRS 39 回 (12%) で、R1、R2、LDW+LS、RDW+LS、RDW+RS、BLS は認められなかった (表 1)。

各対象者において、3 回とも同一のパターンであっ

表 1 造影パターンの出現頻度

通過側	造影パターン	回*	%	人**	%
左のみ	L1	3	0.9	1	0.9
	L2	4	1.2	1	0.9
左優位	LDW	55	17	20	18
	LDW+RS	42	13	13	12
	LDW+LS	0	0	0	0
右のみ	R1	0	0	0	0
	R2	0	0	0	0
右優位	RDW	30	9.2	10	9.2
	RDW+LS	0	0	0	0
	RDW+RS	0	0	0	0
両側	B1	154	47	52	48
	BRS	39	12	12	11
	BLS	0	0	0	0
合計		327	100	109	100

* 回：1 対象者の 3 嚥下それぞれのパターンをカウントした場合、** 人：3 嚥下のうち 2 回以上出現したパターンをその対象者の造影パターンとした場合

図 3 各対象者における同パターン出現回数
各対象者 3 回嚥下中、3 回とも同パターンが出現したのが 78% (85/109 人)、2 回出現したのが 22% (24/109 人)、3 回とも異なるパターンを示した対象者は認めなかった。

たのが 85 人 (78%)、同じパターンが 2 回で 1 回は異なるパターンとなったのが 24 人 (22%)、3 回とも異なるパターンとなった対象者は認められなかった (図 3)。2 回以上出現したパターンを各対象者の造影パターンとした場合、L1 1 人 (0.9%)、L2 1 人 (0.9%)、LDW 13 人 (12%)、LDW+RS 20 人 (18%)、RDW 10 人 (9.2%)、B1 52 人 (48%)、BRS 12 人 (11%) であった (表 1)。

考 察

今回の研究において、各対象者に 5 ml バリウムの VF 正面像を 3 回連続撮影した場合、約 8 割が 3 回とも同一パターンを示し、3 回とも異なるパターンが出

現した対象者はいなかった。造影パターンの再現性を検討する必要があるが、個人における造影パターンは、完全に固定されたものではないものの、最も出現しやすいパターンが決まっていることが示唆され、3回VF正面像を撮影し、2回以上出現したパターンを採用すれば、各対象者の造影パターン決定が可能と考えられた。また、VF正面像において食道入口部通過中、上部食道が0.13~0.23秒間一定に造影されたため、造影パターン分類が容易であった。

今回、109人の対象者を検討する限りでは、R1, R2, LDW+LS, RDW+LS, RDW+RS, BLSの6パターンは認められなかった。しかし、L1, L2, LDW+RS, BRSが確認されたので、それらのミラーパターンである、R1, R2, LDW+LS, RDW+LS, RDW+RS, BLSも存在する可能性があるため、今回これらも造影パターン分類に含め、13種類を造影パターン分類として定義した。

5ml嚥下では食道入口部通過後、左右食道側壁に沿って流れるところが観察された。一般的に、水分を命令嚥下した場合、嚥下反射中に水分は下咽頭腔に拡がる^{6,7)}。そして開口した食道入口部を除いて閉鎖された状態で、舌根部・咽頭の運動によって、食塊が食道へ押し出される¹⁾。健常者の咽頭嚥下圧は110mmHg程度^{8~10)}と考えられているが、開口する食道入口部面積は1cm²程度^{11,12)}と小さいため、全量が食道入口部を通過するのに一定時間を要し、その間、上部食道に一定の軌跡を形成するものと考えられた。また、中咽頭に送り込まれたバリウムは、舌根部から喉頭蓋に達する間に左右に分けられて梨状窩を通り、食道入口部で合流して食道へ流出するとされる¹⁾が、5ml嚥下では、バリウム濃度や少ない嚥下量による食道入口部開口状態の差異^{12,13)}により、30ml嚥下でみられなかった食道入口部通過後に左右食道側壁に沿って流れる現象が生じたと考えられた。したがって嚥下量が5mlより増えた場合には、造影パターンが変化したり、30ml嚥下で食道全体が造影されたように、食道入口部通過後に左右食道側壁に沿って流れる現象がなくなり、分類が困難になる可能性がある。このような変化が何ml嚥下より生じるか今後検討する必要がある。

上部食道造影パターンは、直接的には嚥下時の咽頭収縮圧と食道入口部開口状態の左右差を反映しているものと考えられる。また、咽頭収縮圧と食道入口部開

口状態には、左右梨状窩への流入量、下咽頭・食道入口部・上部食道の内圧と形態が影響していると考えられ、各要素にはそれぞれ外的因子も影響すると推測される。流入量の決定には、舌根部の機能や、紺谷⁴⁾が指摘するように、嚥下反射中に反転した喉頭蓋の位置や形態が関与している可能性がある。また、流入量差による感覚入力の左右差が、下咽頭収縮圧や食道入口部開口状態の左右差にも影響を与えている可能性も考えられる。外的因子としては、食道の解剖学的位置が重要と考える。食道は気管と頸椎という硬い構造物に挟まれているが、通常正中線よりやや左側を走行するといわれている¹⁴⁾。またこれらの構造物には、男女差および年齢による変化が生じうる。よって、このことが下咽頭・食道入口部・上部食道の内圧や形態に影響を与えている可能性も考えられる。BRSやLDW+RSのようなRSパターンが確認されたものの、LSパターンが確認されなかったのは、食道の走行が上部食道内圧に左右差を生じさせた結果であることも考えられる。今後、さらなる解剖学的・機能的な理由を踏まえた検討が必要である。

ま と め

健常者の40%バリウム5ml嚥下をVF正面像にて検討し、食道入口部通過の左右差を反映していると考えられる、上部食道の造影パターン分類を試みた。7種類にパターン分類され、ミラーパターンの6種類を加え合計13種類の造影パターンを定義した。

両側通過のパターンに分類された対象者が60%で、40%は左右差のあるパターンに分類され、左優位の造影パターンに分類されることが多かった。左右差が生じる理由は今後の検討課題である。

本論文要旨は第9回摂食嚥下リハビリテーション学会に発表した。

文 献

- 1) 田中英一：食道嚥下運動様式について。耳鼻と臨床1987; **34**: 558-562
- 2) Logemann JA: The benefit of head rotation on pharyngoesophageal dysphagia. Arch Phys Med Rehabil 1989; **70**: 767-771
- 3) Logemann JA, Rademaker AW, Pauloski BR, Kahrilas PJ.: Effect of postural change on aspiration in head and neck surgical patients. Otolaryngol Head Neck Surg 1994; **110**: 222-227
- 4) 紺谷桂子, 苅安 誠, 堀江慶一郎：頭部の位置によるバ

- リウム嚥下時の咽頭期通過時間と通過方向の変化. 総合リハ 1991; **19**: 537-542
- 5) 竹中栄一: 蛍光増倍管式 X 線映画による嚥下運動の研究(1)―正常例について―. 日医放誌 1951; **21**: 809-872
 - 6) Dodds WJ, Stewart ET, Logemann JA: Physiology and radiology of the normal oral and pharyngeal phases of swallowing. Am J Roentgenol 1990; **154**: 953-963
 - 7) Hiimeae KM, Palmer JB: Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. Dysphagia 1999; **14**: 31-42
 - 8) 柴本 勇, 藤島一郎, 大熊るり, 武原 格, 水口 久, 小島千枝子, 北條京子, 新居素子, 前田広士: 嚥下障害者の嚥下圧測定. 総合リハ 1998; **26**: 965-971
 - 9) 前田正毅, 草野元康: 食道内圧測定. 臨床消化器内科 2002; **17**: 1747-1754
 - 10) 唐帆健浩, 大前由紀雄, 田部哲也, 羽生耀子, 村瀬優子, 北原 哲, 井上鐵三: 頸部回旋による咽頭の形態的变化および嚥下機能の変化. 日気食会報 1997; **48**: 242-248
 - 11) 武原 格, 猪飼哲夫, 杉本 淳: ヘリカル CT による嚥下時の咽頭・食道評価. リハ医学 2003; **40**: 121-126
 - 12) 武原 格, 杉本 淳, 上久保毅, 藤谷順子, 宮野佐年, 猪飼哲夫, 西 将則: ヘリカル CT を用いた嚥下動態評価の試み. 日摂食嚥下リハ会誌 2002; **6**: 128-132
 - 13) Dantas RO, Dodds WJ, Massey BT, Kern MK: The effect of high- vs. low-density barium preparations in the quantitative features of swallowing. Am J Roentgenol 1989; **153**: 1191-1195
 - 14) 中原 圓, 田島廣之, 隈崎達夫: CT・MRI アトラス 正常解剖と読影のポイント. 胸部 食道・気管. Medicina 2001; **38**: 192-197