3. 食道蠕動, 食道疾患の筋電図学的観察

*時 田 喬

Symposium I : Pathophysiology of the Esophagus

3. Electromyographic Studies of the Esophagus in Normal Subjects and Patients with Difficulty in Swallowing

Takashi Tokita, M.D.

Department of Otolaryngology, Gifu University School of Medicine, Gifu

Esophageal motility was observed using intraluminal electromyography in human subjects. Esophageal peristalsis was examined. Following water swallowing, two kinds of propagative spike-burst appeared. The first spike-burst of striated muscular origin appeared in the upper esophagus immediately after the swallowing and propagated to the mid-esophagus. Before the first spike-burst propagates to the mid-esophagus, the second spike-burst of smooth muscular origin appeared in the mid-esophagus and propagated to the lower esophagus. Esophageal peristalsis was not continuous in the mid-esophagus.

Electromyographic and intraluminal pressure correlation was investigated. A plateau-like pressure elevation was observed together with the spike-burst of smooth muscular origin. A hill-like pressure elevation was seen with the spike-burst of striated muscular origin in the upper and mid-esophagus. However, it was noted in the lower esophagus after the disappearance of the spike-burst of the smooth muscular origin.

In a patient with glossopharyngeal and vagus paresis by jugular foramen syndrome, the second phase of swallowing was not provoked smoothly. When the second phase was provoked, however, the propagative spike-burst appeared in the normal pattern. In a patient with Wallenberg's syndrome, the second phase was not provoked and the propagative spike-burst did not appear. These findings suggested that the difference of difficulty in swallowing between central and peripheral nervous origins may exist.

Key words : 食道筋電図, 食道蠕動, 食道内圧曲線, 嚥下障害

I はじめに

食道筋電図検査は食道機能を筋活動のレベルで観察しうる点でX線, 内視鏡, 内圧検査と異なった利点がある。私どもは管内誘導法によるヒトの食道筋電図検査法を開発し, ヒトの食道

の生理, 病態について観察を行ってきたが(時田 1968, 時田・他 1968a, 1968b, Tokita et al. 1978, 加藤 1970), 本報告では, (1)食道蠕動の観察, (2)内圧曲線との関係, (3)嚥下障害例の観察について述べる。

II 検査方法

1. 電極管

*岐阜大学医学部耳鼻咽喉科学教室

(1)食道蠕動の観察には、5号胃ゾンデに7対の環状双極電極を装着した電極管を用いた。環状電極には 300μ の銀線を用い、1対の電極の間隔は1cmとした。7対の電極管の位置は管の先端より45cmの部を基準点とし、それより先端方向、19・20、23・24、26・27、29・30、32・33、35・36、39・40cmである。基準点が切歯列に一致するまで電極管を食道内に挿入して検査する。

(2)内圧曲線との関係を検討するためには次の2種の電極管を使用した。(i)中部食道を中心とする観察には、基準点より17・18、27・28、39・40cmの部位に筋電図用環状双極電極を装置し、26cmの部に内圧測定用テフロン管を開口せしめた電極管を用いた。(ii)下部食道より上部食道にわたる間を順次検査するためには、胃ゾンデ先端より10cmの位置より先端方向に1cm間隔に3対の環状双極電極を装着し、中間電極の中央に内圧測定用テフロン管を開口せしめた電極管を用いた。先端電極管が切歯列より40cmの深さになるまで電極管を挿入し、電極管の位置を2cmずつ浅くして、各部位の筋電図と内圧を同時記録した。

2. 検査方法

被験者に経口的に電極管を所定の長さ飲ませ、背位にて検査した。食道筋電図とともに常に嚥下運動を前頸部に貼った表面誘導筋電図で記録した。筋電図記録は時定数0.003秒で行った。内圧測定には日本光電製MP-4T型トランスジューサを、筋電図・内圧の記録には日本光電製ポリグラフを用いた。

食道蠕動の観察、食道筋電図と内圧の観察は健康成人5名を対象として行ったが、代表例の成績を中心に述べる。

図1 食道筋電図、水5ml嚥下時の記録

図2 食道筋電図、空嚥下時の記録

III 検査成績

A 食道蠕動の筋電図的観察

1. 5ml嚥下時の観察

図1において、最上段の喉頭運動の記録には、嚥下による喉頭の挙上運動が群化した放電として現われている。上部食道(19~20cm)の記録には食道入口部の開大により生じたと思われる artifact に続き高頻度の放電が現われて

いる。この放電は0.5～1秒の時間遅れを示しつつ23・24, 26・27, 29・30cmの部位まで下行している。この放電は上・中部食道を構成する横紋筋の活動によるものと思われる。中部食道(26・27, 29・30cm)の記録には横紋筋性の放電が下行してくるより時間的に早く、頻度が少なく、個々の放電持続が長い放電群が現われ、0.2～0.3秒の時間遅れを示しながら32・33, 35・36, 39・40cmと順次下行している。この放電は中・下部食道を構成する平滑筋の活動によるものと思われる。上部に始まる伝播放電が中部に達する前に中部に始まり下部食道に下行する放電が出現していることが特徴的である。

2. 空嚥下時の観察

図2において、喉頭の嚥下運動に続き上部から中部に伝播する放電をみとめるが、その放電の中部食道における出現は水嚥下に較べて弱い。また、中部に始まり下部に伝播される放電も現われていない。上・中部の横紋筋性の伝播放電が嚥下中枢よりの支配により、嚥下反射の一部として出現するのに対し、中・下部の平滑筋性放電が食道内容物の通過による局所反射性のものであることを示唆している。私どもは食道粘膜への刺激、食道拡張刺激が局所反射性の放電を誘発することを観察しているが(Tokita et al. 1970)、水嚥下時、中・下部食道に現われる放電が局所反射性のものであることを裏付けるものである。なお、図2において、上部から中部に伝播する放電が中部(26・27, 29・30cm)で消失しているが、横紋筋性伝播性放電の延長上、喉頭の嚥下運動より約4秒遅れて下部食道(35・36, 39・40cm)に振幅の低い、低頻度の放電群をみとめる。このような放電は空嚥下

図3 食道筋電図と内圧曲線(中部食道を中心とした観察)

時、常に出現するものではないが、上部食道より伝播する放電か、電極管の刺激による局所反射性のものか疑問が残るところである。

3. 食道蠕動観察のまとめ

(i) 嚥下により食道には2種の伝播放電が出現する。1つは嚥下に続き上部食道から中部食道に伝播する横紋筋性放電である。他は、横紋

筋性放電が中部食道に伝播される前に中部に始まり下部食道に下行する平滑筋性放電である。

(ii) 上部食道に始まる伝播性放電は中枢支配による嚥下反射の一部であり、空嚥下でも出現する。中部に始まり下部食道に順次現われる放電は内容物通過による局所反射によるものと思われる。

(iii) 食道蠕動は中部食道において非連続である。

B 食道筋電図と内圧曲線との関係

1. 中部食道を中心とした観察

図3上段は上部、中部(23~24cm)、下部食道筋電図と22cmの内圧の記録である。中部食道に横紋筋性放電が出現し、この放電と一致して山型の内圧上昇がある。山型内圧上昇は蠕動によるとされているが (Sanchez et al. 1953) この部では横紋筋性放電、内圧上昇、蠕動が一致していることを示す。図3中段は上の図より2cm下方の記録である。横紋筋性放電は喉頭運動よりの遅れが大となり、振幅も小さくなっているが、これに一致した山型の内圧上昇がある。横紋筋性放電の前に平滑筋性放電が出現し始めており、これに対応して平坦な内圧上昇がある。平坦な内圧上昇は内容物の圧によると記載されている (Sanchez et al. 1953)。したがって、平滑筋性放電と平坦な内圧上昇が一致して現われることは、両者がいずれも内容物通過により発現するためと解釈できる。図3下段は中段よりさらに下方2cmの記録である。中部食道の筋電図は平滑筋性放電のみとなっている。内圧は平滑筋放電と一致した平坦な上昇とそれに続く山型の上昇を示している。山型の圧上昇は筋放電が消えたあとと出現している。この部の観察は、山型内圧上昇が筋活動に一致したものではないことを示している。

2. 上・中・下部食道における観察

下部食道より上部食道まで2cm間隔で観察を行っているが、図4には上部、下部食道の記録の一部のみ示した。図4上段は上部食道の観察

図4 食道筋電図と内圧曲線(上部・下部食道における観察)

図5 食道筋電図と内圧との関係

である。横紋筋性放電と一致して山型の内圧上昇をみとめる。図4下段は下部食道の記録である。平滑筋性放電にほぼ一致してわずかな平坦な内圧上昇があり、筋放電が終わったあと山型の内圧上昇が現われている。

図5は上部から下部食道までを2cm間隔で検査した所見を1枚の図に写したものである。

3. 食道筋電図と内圧との関係—まとめ—

(i) 上部食道では、横紋筋性放電と山型内圧上昇がほぼ一致して出現する。

(ii) 中部食道では、平滑筋性放電とほぼ一致して平坦な内圧上昇が出現し、横紋筋性放電にほぼ一致して山型内圧上昇が現われる。

(iii) 下部食道では平滑筋性放電と内圧の平坦な上昇がほぼ一致して現われるが、山型内圧上昇は筋放電が終わったあとと出現している。

(iv) 平滑筋性放電と平坦な内圧上昇がほぼ一致して現われるのは両者が内容物の通過、その圧によって出現するためと考えられる。

(v) 山型の内圧上昇は蠕動によるものとされているが、筋放電とは直接関係づけえなかった。空嚥下時、横紋筋性放電の延長上の下部食道に平滑筋性放電が出現する場合があるが、この放電と内圧変化と関係があるかもしれない。

C 嚥下障害例の観察

1. 頸静脈孔症候群症例

52歳の男。中耳癌進展により右頸静脈孔症候をきたし、舌咽・迷走神経幹麻痺による嚥下障害をきたした例である。

図6上段は水嚥下時の記録である。喉頭の上下運動を繰返すが食道に伝播放電が出現せず嚥下反射が成立していない。高度な嚥下障害である。しかし、同一検査時において図6下段のごとく、空嚥下、水嚥下において上・中・下部食道に伝播放電が出現し、嚥下反射が遂行された

図6 頸静脈孔症候群例の食道筋電図
(上・下段とも同一時期の記録)

と判定しうる場合もある。この場合、伝播放電の出現には正常者と差をみとめない。

すなわち、本例は、舌咽・迷走神経幹麻痺による嚥下障害であるが、嚥下反射がなかなか発火しないが、発火すれば反射はほぼ正常に遂行されることがみとめられた。

2. Wallenberg 症候群症例

昭和49年、42歳の時左 Wallenberg 症候発症。その後嚥下不能となり鼻腔栄養を続ける。発症後6カ月の食道筋電図検査では図7上段のごとく、水嚥下を命じても喉頭に群化した放電が出現せず、食道に伝播放電出現せず、嚥下反射が開発されないと解釈される成績である。発症3年を経過しても嚥下を行いえず鼻腔栄養を

続ける状態なので昭和52年両側輪状咽頭筋切断術を施行した。その後、次第に嚥下が可能となり、術後1年には普通食が食べれるようになっている。昭和55年発症後6年、術後3年において舌咽・迷走神経麻痺は固定しているが、X線検査にてバリウム嚥下時、食道入口部の開大は良好である。同時期の食道筋電図検査にて、図7下段のごとく嚥下に際し喉頭の挙上運動を繰返すが、食道の伝播放電の出現をみとめる。嚥下反射の開発は円滑ではないが、嚥下反射が回復した所見である。

すなわち、本例は Wallenberg 症候群による中枢性嚥下障害で、発症時嚥下反射が失われていたが、輪状咽頭筋切断により食道入口部が開大しやすくなったことと、嚥下反射の回復により嚥下が可能となっている。嚥下反射の開発が円滑でないことは、舌咽・迷走神経麻痺が固定、存続しているためと考えた。

3. 嚥下障害例の観察—まとめ—

(i)頸静脈孔症候群による舌咽・迷走神経幹麻痺例では嚥下反射の誘発に高度の障害がみられたが、正常者と差のない食道伝播放電が出現する場合があることより、反射は誘発されれば正常に遂行されると考えた。

(ii)延髄障害による嚥下障害例では、発症時全く嚥下反射が出現しなかった。経過とともに嚥下反射がみとめられるようになったが、嚥下反射誘発の障害は存続した。これは、舌咽・迷走神経麻痺が固定、存続しているためと考えた。

(iii)以上は、中枢性嚥下障害と舌咽・迷走神経幹麻痺による嚥下障害の差を示唆するものである。

IV 考 察

1. 食道筋電図よりみた蠕動伝播について。

図7 Wallenberg 症候群例の食道筋電図

(上段: 発症6カ月の記録, 下段: 発症6年の記録)

著者(1968)は3対の管状双極電極を用いたヒトの管内誘導食道筋電図の観察において、放電の性質、放電群出現の時間的關係より嚥下により現われる伝播放電には上部から中部食道に下行する横紋筋性放電と、中部に始まり下部食道に下行する平滑筋性放電のあることを報告した。佐藤・平嶋(1972)は管内誘導法食道筋電図で「活動電位は咽頭食道移行部より接合部まで一定の潜時において発現し、持続時間は同じでも末梢に到る程振幅が増大する」と報告している。著者は本報告で述べた7対の環状双極電極を使用した食道筋電図の観察により、前報告の見解をより確実にしえたと考えている。

2. 食道筋電図と内圧の関係について。佐

藤・平嶋(1972)は「両者の関係をみると上部食道では同時に発現しているが下部につれて活動電位が陽性波に先行して発現している傾向である」と報告している。本研究では横紋筋放電, 平滑筋性放電と内圧の平坦な上昇, 山型上昇の関係を明らかにしえたものと考えている。ただ, 下部食道において山型内圧上昇は平滑筋性放電が終わってから発現しているが, この内圧上昇を平滑筋性放電と結びつけて考えてよいか疑問が残った。

3. 嚥下障害例の観察について。嚥下障害を喉頭の挙上運動と食道筋電図で観察していると, 喉頭の挙上運動と嚥下反射の開発との関係が観察しやすい。舌咽・迷走神経幹麻痺例では, 嚥下反射の誘発がなかなか行われないことがあっても, 一旦嚥下反射が発火すれば一連の反射運動が嚥下中枢からの指令で正常な経過をもって遂行されることが観察できた。これに対し, 嚥下中枢の障害も疑われる Wallenberg 症例では発症時嚥下反射が成立しなかった。経過とともに嚥下反射は出現するようになったが舌咽・迷走神経麻痺によると思われる嚥下反射の誘発には障害がみとめられた。なお, 舌咽・迷走神経麻痺で嚥下反射が誘発され難いことについては, 嚥下中枢に対する求心性情報の障害, 運動障害の両者が考えられるが, 前者の役割が大きいと考えている。

V 結 語

管内誘導筋電図法を用いて, ヒトの食道蠕動の基本型, 筋活動と内圧の関係を明らかにするとともに, 中枢性嚥下障害と舌咽・迷走神経幹麻痺による嚥下障害に検討を加えた。

文 献

- 1) 加藤邦二: ヒト食道運動の筋電図学的研究, 日耳鼻, 73: 73-112, 1970.
- 2) Sanchez, G. C., Kramer, P. and Ingelfinger, F.J.: Motor mechanisms of the esophagus, particularly of its distal portion. Gastroenterology, 25: 321-332, 1953.
- 3) 佐藤博, 平嶋毅: 食道の筋電図, 日平滑筋誌, 8: 1-15, 1972.
- 4) 時田喬: 筋電図による食道自律神経支配の研究, 日気食会報, 19: 42-53, 1968.
- 5) 時田喬, 田代和彦, 加藤邦二, 服部智美, 加藤道雄, 日比孝也: ヒトおよび兔の食道筋電図, 耳鼻臨床, 61: 393-404, 1968.
- 6) 時田喬, 田代和彦, 松岡康彦, 加藤邦二, 服部智美: 食道筋電図法とその臨床的応用, 耳鼻臨床, 61: 563-575, 1968.
- 7) Tckita, T., Tashiro, K. and Kato, K.: Electromyography of the esophagus and its clinical applications. Acta Otolaryngol., 70: 269-278, 1970.

別刷請求: 〒500 岐阜市司町40

岐阜大学医学部耳鼻咽喉科学教室

時田 喬