

Title	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
Author(s)	竹中, 栄一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1961, 21(9), p. 809-872
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20179
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

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 —

東京大学医学部放射線医学教室(主任 宮川正教授)

大学院学生 竹 中 栄 一

(昭和36年11月25日受付)

Cinefluorographic Studies On Normal Swallowing
by Eichi TakenakaDepartment of Radiology (Prof. Dr. T. Miyakawa)
Faculty of Medicine, University of Tokyo, Tokyo, Japan

On this paper are reported cinefluorographic studies on the mechanism of swallowing. Since a cinefluorographic apparatus by a Shimazu's image amplifier was set up, 250 cases such as normal persons, malignant diseases in the upper digestive tract, and neuromuscular diseases were examined comparatively, of whom 40 normal cases were especially scrutinized with respect to the pharyngeal and esophageal stage.

A) **Cinefluorography by image amplifier is resolved** 0.4mm copper wires at the front of the fixation-frame of the image amplifier tube and the image tube has the decay of the fluorescent screen, which qualities are inferior to the routine roentgenography. Clearly it can be observed the tongue, the soft palate, the epiglottis, the pharyngeal wall, the hypopharynx, the piriforme sinus and the mouth of the esophagus in the way of the swallowed barium, but it cannot be always persued the intralaryngeal organs and their movements out of the swallowed barium.

B) **Comparison of details at high voltage with those at low voltage.** The posterior pharyngeal wall, the soft palate and the larynx at high voltage can be judged more clearly than at low voltage. Therefore 110 kv is used (Table-1, Fig-1).

C) **Frame speed.** The faster movements in swallowing are the turning up of the epiglottis, (about 5r.p.s.) the flowing into the esophagus (about 170cm/sec), often to be seen, and the transient vestibular invasions of barium, which have their blurring. The other movements can be accurately stopped at 24 frames per second.

D) **Barium** need not be used in a more viscous state. It is recommended to pour small barium into the nasal cavity, in order to set off a contrast by it to the soft palate, Passavant's ridge and the posterior pharyngeal wall. In barium paste, there are taken bilateral food channels through the piriforme sinus into the esophagus, and stronger pharyngeal peristalsis than in fluid barium (Table-2, Fig.2).

E) **Position.** A cinefluorograph need to be taken of the epipharynx and hypopharynx

separately. Frequently it must be taken with one's head turning to the right or left and in supine position. Speaking, and continuous repetitive swallowing must be prohibited after the first swallowing.

F) **Points to be observed cinefluorographically** could be classified by organs and phenomena involved in swallowing. I did measure and analyse all movements in swallowing and calculate sexual and age changes.

(1) **The barium touch-time to the vallecula** from sign of swallowing (Table 6-1,6-2, Fig. 5, Fig. 6). In many repetitive swallowings, the first and the second swallowing take more time than the third, the fourth and so on. Its time converges on about one second. Many repetitive swallowings bring out a training effect and make swallowing reflex-like.

For example, the average fourth time is 24.5 ± 4.0 frames (or $24.5/24 \pm 4/24$ sec). Only the first swallowing time in female have changes by age, but I otherwise can find out no significant sexual change and positional change. We can accurately observe this point, may it be in erect positions or in supine, in frontal views or in lateral, and in much or less exposure. And it is convenient to measure and analyse movements involving in swallowing. Thus Fig. 24 and Fig. 25 were made up.

(2) **Movements of the tongue** (Fig. 7, Fig. 8, Table-7). Imbibition, suction and opening of palatoglossal closure can be done voluntarily.

The backward thrust of the tongue to express the bolus over the back of the tongue into the mesopharynx is the most important movement in oral stage.

Nasopharyngeal closure and palatoglossal opening are done almost at the same time. The so-called tentative backward thrust of the tongue could be observed in a few cases. The barium touch-time to the vallecula from the beginning of the movement of the tongue is 23.5 ± 6.8 frames in frontal views and 18.3 ± 3.9 frames in lateral views or 4-5 frames after sign of swallowing. The difference between times in frontal and lateral views is seemingly due to have been taken laterally after frontally. The beginning of the movement of the tongue is about 6 frames earlier than that of the soft palate and much earlier than the hyoid bone and the larynx. The author thinks the palatoglossal and the palatopharyngeal velum act as a kind of sphincter.

(3) **Movements of the soft palate** (Fig. 9, Tables 8).

a) It begins to raise and contract about 6 frames later than the tongue, then it comes into contact with the posterior epipharyngeal wall which moves forwards, particularly Passavant's ridge, the protuberant part of this wall, above it, and then below it, 11 frames after the beginning of the soft palate. And nasopharyngeal closure is completed.

At the same time or just after it (about 0.8 ± 1.0 frames), the swallowed barium touches to the vallecula. It is abnormal for barium to flow into the vallecula more than 4 frames before nasopharyngeal closure. The soft palate begins to descend 6 frames after the closure and reaches to the maximal descent 9 frames later, that is, when the pharyngeal stripping wave passes over the inverted epiglottis. Total time of movements of the soft palate is 39 frames.

- b) No significant sexual change can be found.
- c) In the old it begins to raise later and returns later to the resting position, but total time of movements is about 40 frames in old and young.
- d) Two cases have the two-stages movements of the soft palate.
- e) The soft palate begins to raise about at the same time as the hyoid bone and the larynx do, but returns to the resting phase earlier than they do.
- f) The functions of the soft palate are the nasopharyngeal closure, the palatoglossal closure and, to my addition, the widening of the food channel in front of the bolus and its obliteration behind it.

(4) **The pharyngeal stripping wave** is thought as a combined action of the descent of the soft palate, the backward thrust of the tongue and the peristalsis of the pharyngeal wall in order to strip down the tail of the bolus. It is symmetric at both sides and both lateral pharyngeal walls, and strips down in a close contact with each other to the vallecula, and then in not so close a contact, below the vallecula. There is no disease without weak pharyngeal peristalsis, may it be in a serious neuromuscular disease. Particularly, the findings with respect to the pharyngeal peristalsis are as follows:

- a) Originating and stripping down are symmetric at both sides.
- b) It need not be filled with barium, in order to put forth just below Passavant's ridge.
- c) In the upper meso-pharynx just below the ridge, it is no effective to transport the bolus in erect position, and below it, it is involved in transporting the bolus, coming in contact with barium.
- d) In supine position it is stronger than in erect position and in barium paste stronger than in fluid barium.
- e) Not like the esopharyngeal peristalsis, the pharyngeal peristalsis cannot be inhibited to propagate; there is no inhibitory reflex in the pharynx.
- f) The opposite lateral pharyngeal peristalsis is stronger in one's head turning to the left or right in supine position.

(5) **Symmetry of pharyngeal channels** (Table 9-1, 9-2).

The bolus expressed from the oral cavity is checked by the epiglottis and flows through the piriforme sinus into the esophagus. To base upon it, I divided the pharyngeal food channel into the following three;

- 1) Food channel from the oral cavity (over the back of the tongue) into the vallecula,
- 2) Food channel from the epiglottis (over the lateral hyoepiglottic fold along between the aryepiglottic fold and the lateral pharyngeal wall) into the piriforme sinus.
- 3) Food channel from the piriforme sinus into the esophagus.

The symmetric food channel is supposed to be median or bilateral or median and bilateral, and the left food channel to be left or left and median or left prior to right or predominantly left. The findings of the author are as follows:

- a) The pharyngeal food channel is a symmetric channel on flowing-into of barium,

where it is often seen to be inclined to flow down in the left channel more than in the right. Its difference is showed only a few frames after the bolus began to flow into the food channel. Then the bolus is spread in the pharynx flowing over the food channel, and shows a symmetrically filled pharyngeal shadow.

b) In the food channel from the oral cavity into the epiglottis, the ratio of median, left and right is 16:5:4; in the food channel from the epiglottis into the piriforme sinus 4:4:2; in the food channel from the latter into the esophagus 5:3:2.

c) The left food channel is taken from the piriforme sinus into the esophagus with one's head turning to the right (45°) and the right food channel with one's head doing left (45°). With one's head turning to the left (nearly 180°), it is used only the opposite food channel.

d) Sexual changes are not found significant, but 50% of men take left food channel, from the epiglottis into the piriforme sinus.

e) One is always likely to take a definite food channel when swallowing repetitively. The left food channel in this paper is not found to be a left food channel during all the swallowing time such as is showed in hemiplegia.

(6) **Pharyngeal shadow to be filled**

a) It is symmetric except for the dislocation of the upper esophagus and the asymmetry just after the bolus flowed in.

b) The upper esophagus is dislocated left, especially in the old.

c) Lateral outpouchings are bilateral and semi-spherical, and they must not be taken as diverticula. 90% of men and 50% of women have them.

d) The postcricoid part remains not sufficiently filled with barium, when flowing into and out, especially with one's head turning left and right.

e) Deformations of cervical spines in the old cause the uneven posterior pharyngeal and the upper posterior esophageal wall, without dysphagia.

(7) **Movements of the pharyngeal wall and**

(8) **Obliteration and expansion of the pharyngeal lumen.**

a) The whole posterior epipharyngeal wall moves forwards to close the nasopharyngeal isthmus, the part of which is protuberant to make what is called Passavant's ridge. This ridge is always seen to be formed in swallowing.

b) As soon as the hyoid-larynx-column elevates, the meso- and hypopharynx elevate. Just below the nasopharyngeal closure, the pharyngeal peristalsis as a part of the stripping wave originates and strips down the tail of the bolus postero-anteriorly and laterally.

c) The soft palate is greatly contributory to widen the mesopharyngeal lumen, and make room for the food channel in front of the bolus.

d) Swelling of the mesopharynx after swallowing is made by flowing-into of air from above, and swelling of the hypopharynx by air from the mesopharynx and the trachea.

e) The hypopharynx contracts vertically and laterally, as if it concentrate to one point. Obliteration continues until the stripping wave runs into the esophagus.

f) There is always aerophagia in all cases. The whole air below the nasopharyngeal closure is swallowed, but the air in the hypopharynx is exhausted in the trachea, and swallowed in the esophagus, partly respectively.

(9) **Movements of the epiglottis** (Table 13, 14, Fig. 10).

a) The swallowed barium is checked by the epiglottis, and flows from the vallecula along both hyoepiglottic folds or over the tip of the epiglottis into the mesopharynx.

b) The epiglottis turns over as the bolus flows into the hypopharynx, and covers the larynx which rushed into the base of the tongue. It does not turn over before the bolus flows into. The turning over of the epiglottis necessitates the inflow of barium, the elevation of the hyoid bone and the larynx, and the arrival of the stripping wave.

c) To check the path, to separate the bilateral food channels, to cover the larynx, by turning over and to squeezing up the residual barium in the hypopharynx, to prevent the bolus, much or less, from invading into the laryngeal vestibule. Thus the epiglottis is not always taken to be unnecessary. It is indirectly useful in swallowing.

d) It begins to inclined backwards a frame after the barium touched to the vallecula; it turns over maximally 10 frames later; it returns to the resting position 10 frames later.

e) It moves most regularly, whatever barium may be large or not.

f) No significant positional, sexual and age change can be found.

g) As abnormal movements, there are some cases with turning over foldedly, defectively and twistedly (Table 14).

(10) **Movements of the hyoid bone** (Table 15,16, Fig. 16).

a) The upward, forward and backward, downward movement of the hyoid bone and the larynx is the greatest movement in the pharyngeal stage.

b) It elevates one cervical spine's height and is about to hide itself in the mandibular shadow, the antero-posterior distance of which varies by the mass of barium. The large barium makes the hyoid bone move forward one cervical supine's height curve concavely to the front, and result to loop, as the backward movement is slight.

c) It begins to raise almost at the same time as the soft palate and the larynx do, but later than the tongue does.

d) It begins to move 11.6 frames before barium touches to the vallecula, it reaches to the maximal height one frame after the opening of the mouth of the esophagus; then it continues to elevate during 7.5 frames; it begins to descend 3 frames before the closure of the mouth of the esophagus; in 21 frames later it returns to the resting position. Total time of movements is 45 frames.

e) A few cases reach to the maximal height before the opening of the esophageal mouth, and begin to descend before the closure of the esophageal mouth.

f) The preliminary movement is recognized in 25% of all cases. The total time is prolonged the more.

g) No significant sexual and age change can be found. It moves most regularly.

(11) **Movements of the larynx** (Table-17, Fig. 17, 18).

The sphincteric action and the upward, forward and downward, backward movement of the larynx are of importance in laryngeal movements in swallowing.

(A) **Significance of the upward, forward and downward, backward movement.**

a)-1) To close the laryngeal vestibule and the ventricle, and 2) to dislocate the axis of the upper airway, are contributory to decrease the vestibular invasion.

b) The middle and the lower pharyngeal constrictors raise and contract in accompanying with the larynx, nearly to the horizontal level, with widening the pharyngeal lumen in front of the bolus.

c) Opening of the esophageal mouth is always accompanied with the elevation of the larynx.

d) Contraction of the laryngeal vestibule widens both lateral food channels.

e) It helps the epiglottis to turn over.

f) It helps the stripping wave to propagate and the tail of the bolus to obliterate.

(B) **The sphincter of the larynx.** It consists of the aryepiglottic folds, the false cords and the true cords. The laryngeal mouth is girdled by the aryepiglottic folds, and contracts vertically and laterally. But vertical contraction is larger. The gap among the folds, the epiglottis and the pharyngeal lateral walls is invaded by barium, which shows the aryepiglottic fold furrows. Not only the vestibule, all the inner surface of the larynx has the upward peristaltic action during the pharyngeal phase's end, while the pharyngeal peristalsis strips downwards.

(C) The backward and downward movement is necessary to maintain the airway and close certainly the mouth of the esophagus.

(D) It begins to move $2/3$ sec after sign of swallowing; 10-13 frames later barium touches to the vallecula; the esophagus opens its mouth 4-5 frames after then; moreover, one frame later it reaches to the highest position; 9-11.5 frames after then it begins to descend; moreover 11-18 frames after then it reaches to the resting position. Total time of movements is 42-49 frames. The standard deviation is wide in the beginning and the terminating of the movement.

(E) No significant positional, sexual and age change can not be found

(F) Incisura interarytenoidea can be showed, only when closed, indirectly by flowing-into of the barium, and the movement of the arytenoids are so, also. The very moment of closing and opening of the cords is not so clear to measure.

(G) Vestibular invasion is always found much or less.

1) When barium flows into the mesopharynx, and

2) When barium flows over the lateral food channels, it invades into the laryngeal vestibule through the slightly open gap between the aryepiglottic folds and the epiglottis.

3) A bit of large residual barium in the hypopharynx invades into the relaxed vestibule after the stripping wave passed by.

4) When barium expressed from the mouth darts to the hypopharynx downwards

in a moment, it invades into the vestibule, as the elevation of the larynx and the contraction of the vestibule are not in time. I could not take such a case on a cinefilm.

(H) Moreover the protecting factors from invading into the vestibule follow :

1) Existence of the epiglottis, checking the path, and separating both lateral food channels.

2) The upward and forward movement of the larynx.

3) Bilateral food channels along between the aryepiglottic folds and the pharyngeal lateral walls.

(I) Air flows into the vestibule from downwards.

(12) **Movements of the upper esophagus.**

a) It begins to elevate as soon as the hyoid bone and the larynx do; it's mouth opens 1-2 frames before barium flows into, that is, 4 frames after barium touches to the vallecula; it's mouth closes itself 10 frames after then. No significant sexual change, change by age and difference by the mass of barium can be found.

b) The mouth of the esophagus is always closed, and the cervical esophageal lumen is not showed.

c) The cervical esophagus is dislocated left to the trachea.

d) The pharyngeal peristalsis turns into the first esophageal peristalsis smoothly and it transmitted later than the tail of the bolus.

e) In the cervical esophagus can not be found inhibitory reflex

f) There is always aerophagia.

As to the roentgen shadow of the cricopharyngeus (Table-18).

It is observed phenomenally ;

1) When it does not relax sufficiently, though barium flows into the esophagus,

2) When it began already to contract, though the pharyngeal peristalsis does not run into the esophagus, and

3) When large barium remains in the hypopharynx. But in the normal it is observed in 1)'s and 3)'s case. The characteristics in the normal follow :

(a) It can be observed only in lateral views, but some pathologic cases in frontal.

(b) Not less than 50% of all women show it, especially in old female.

(c) It can be observed only 1-2 frames before barium flows into the esophagus.

It relaxes before barium reaches to the bottom of the hypopharynx and contracts as soon as the peristalsis passes by the postcricoid.

4) It can be closed and opened voluntarily, and it can be observed stronger in a Valsalva's test.

(13) **Residue of barium (Table 19).** There is no one, to whose pharynx barium does not adhere. Some of the normal cases pool with a niveau in the vallecula, who are not always pathologic. No significant age change can be found. There are more men with 3 and 4 type than women (Fig. 19).

(14) **Continuous repetitive swallowing (Table-20. Fig. 20).**

In the rapid repetitive swallowing, which I name :

- a) The second barium touch to the vallecula takes place within 2/3 sec after the first one,
- b) The epiglottis does not turn over.
- c) The hypopharynx is not swollen with air.
- d) The hyoid bone and the larynx hold nearly the highest position.
- e) The nasopharyngeal isthmus remains closed.

In the slow repetitive swallowing, the nasopharyngeal closure is open; the pharynx is swollen; the epiglottis returns to the resting phase; but the hyoidbone, the larynx and the pharyngeal lumen are in their way to the rest, and the second swallowing takes place within 2 seconds. It is difficult to judge it from the second swallowing which only took place at the heels of the first one.

目 次

§ 1. 緒 言

§ 2. 嚥下運動に関する研究の歴史的回顧

§ 3. 螢光増倍管式X線映画による嚥下運動の観察の限界

§ 4. 撮影装置及び撮影条件

- 1) 撮影装置
- 2) 使用カメラ
- 3) 使用フィルム
- 4) 管電流と管電圧
- 5) 撮影速度
- 6) バリウム—軟口蓋造影法と飲ませ方—餅状バリウムと液状バリウムの比較

§ 5. 撮影体位

§ 6. 嚥下運動の観察項目

- ④ 現象別 ⑤ 臓器別 ⑥ X線映画的に観察すべき諸点

§ 7. 撮影例数

§ 8. 観察結果

- ① 嚥下合図より喉頭蓋谷にバリウムの到達する時間
- ② 舌の運動
 - 2) — 1) バリウムの吸入保持
 - 2) — 2) 舌口蓋閉鎖 (Palatoglossal closure) の開放
 - 2) — 3) 舌の後方突進運動 (Backward thrust)
 - 2) — 4) バリウム尾の推送
 - 2) — 5) 舌運動の開始
 - 2) — 6) 喉頭蓋谷迄の流路の対称性
- ③ 軟口蓋の運動
 - 3) — 1) 鼻咽腔の閉鎖

- 3) — 2) 運動の計測—収縮挙上開始, 閉鎖, 閉鎖持続, 送出波に関する降下開始, 最大降下位および降下持続, 安定位への復原などの時間
- 3) — 3) 体位別, 年齢別, 性別などの変化

④ 咽頭送出波

- 4) — 1) 上, 中, 下咽頭に於ける咽頭送出波の対称性
- 4) — 2) 咽頭蠕動波の発生, 伝達及びその時間
- 4) — 3) 喉頭蓋との関係
- 4) — 4) 頭部を1側方に廻した時
- 4) — 5) その再現性と規則性
- 4) — 6) バリウム尾の推送

⑤ 流路の対称性

- 5) — 1) 舌背を伝わり口腔より喉頭蓋谷に達する迄の流路
- 5) — 2) 喉頭蓋谷から下咽頭の梨状凹に達する迄の流路
- 5) — 3) 梨状凹から食道に流入する迄の流路
- 5) — 4) 頭部を1側方に廻した時の流路

⑥ 咽頭充盈像

- 6) — 1) 咽頭充盈像の対称性
- 6) — 2) 食道の偏位
- 6) — 3) 側方突出 (Lateral out-pouching)
- 6) — 4) 輪状軟骨後部の充盈度
- 6) — 5) 頸椎の側面像に及ぼす影響

⑦ 咽頭壁の運動

- 7) — 1) 上咽頭後壁の前方運動
- 7) — 2) Passavant 隆起 (鼻咽腔閉鎖に関係す

- る)
- 7)-3) 中, 下咽頭後壁の上方下方運動
 - 7)-4) 送出波に關係する蠕動運動の強さと対称性
- ⑧ 咽頭腔の収縮と弛緩
- 8)-1) 側方突出
 - 8)-2) 中咽頭腔の収縮と弛緩
 - 8)-3) 下咽頭腔の収縮と弛緩
 - 8)-4) 空気の入出
- ⑨ 喉頭蓋の運動
- 9)-1) 喉頭蓋の反転と復位
 - 9)-2) 反転復位, 最大反転の開始時間, 復原時間, 他の器官の運動との時間關係
 - 9)-3) 喉頭蓋とバリウム残留との關係
 - 9)-4) 反転異常
 - 9)-5) 繰返し連続嚥下における喉頭蓋の態度
- ⑩ 舌骨の運動
- 10)-1) 前方上方並びに後方下方運動
 - 10)-2) 運動開始, 最高位上昇, その継続, 降下開始などの時間, 及び他器官の運動との時間關係
 - 10)-3) 舌骨の予備運動
 - 10)-4) 繰返し連続嚥下における舌骨の態度
- ⑪ 喉頭の運動
- 11)-1) 前方上方並びに後方下方運動
 - 11)-2) 前方上方運動開始, 最高位到達およびその持続, 降下開始および安定位復原などの時間, 他器官の運動との時間關係
 - 11)-3) 披裂喉頭蓋皺襞の収縮弛緩
 - 11)-4) 所謂披裂喉頭蓋皺襞溝について
 - 11)-5) 披裂間切痕の閉鎖並びに披裂軟骨部の廻転
 - 11)-6) 声帯, 假声帯の開閉
 - 11)-7) 喉頭の括約筋作用 (喉頭前庭へのバリウムの侵入と誤飲)
- ⑫ 上部食道の運動
- 12)-1) 食道口の閉閉 (食道入口部括約筋の収縮弛緩)
 - 12)-2) 食道の充盈像および安定位像
 - 12)-3) 気管との位置關係
 - 12)-4) 輪状咽頭筋のX線像について
 - 12)-5) Valsalva 試験をしたときの輪状咽頭筋

- について
- 12)-6) 食道の第1蠕動波と咽頭送出波との關係
 - 12)-7) 空気嚥下と逆流
- ⑬ バリウムの残留
- ⑭ 繰返し連続嚥下
一急速繰返し連続嚥下と緩速繰返し連続嚥下
- § 9. 考察—計測の意義
- 1) 嚥下合図より喉頭蓋谷にバリウムの到達する時間
 - 2) 舌の運動
 - 3) 軟口蓋の運動
 - 4) 咽頭送出波
 - 5) 流路の対称性
 - 6) 咽頭充盈像
 - 7) 咽頭壁の運動
 - 8) 咽頭腔の収縮と弛緩
 - 9) 喉頭蓋の運動
 - 10) 舌骨の運動
 - 11) 喉頭の運動
 - 12) 上部食道の運動
 - 13) バリウムの残留
 - 14) 繰返し連続嚥下

§10. 総括

§11. 結語

- 参考文献表
- 英文抄録
- 表並びに図 (Table 1~20, Fig. 1~25)

§I. 緒言

嚥下運動は Magendie, Kronecker 以来幾多の人々により研究されて来たが, X線で透視できるようになり, さらに最近X線映画をルーチーンに撮影できるようになつてから幾多の知見が加えられた。嚥下運動に関しては従来より, 多数の問題点がある。例えば食塊を口腔から中咽頭へ送出する時には咽頭内の陰圧が關係するか, 或いは陽圧が關係するか, また喉頭蓋の反転の有無, 咽頭蠕動波の有無, 食道入口部に括約筋が存在するかどうか, 又, 輪状咽頭筋は正常でそのX線像が見られるかどうか等である。何故なら嚥下運動に關係する器官は頬壁, 口唇, 口腔底, 舌, 軟口蓋, 硬

口蓋、咽頭壁(殊に上、中、下咽頭収縮筋)、喉頭蓋、舌骨、喉頭、輪状咽頭筋などで、そのうち、喉頭において関係するものは喉頭の括約筋(披裂喉頭蓋筋、仮声帯、声帯)、喉頭前庭、喉頭諸軟骨らであり、嚥下に関係する神経は、咽頭神経叢、舌咽、迷走、舌下神経および三叉、顔面神経などがあり、また嚥下関係筋は、舌筋、口蓋筋、咽頭筋、舌骨筋、前頸筋、喉頭筋など数十の筋がある。かくの如く極めて複雑な運動であり、しかも極めて短時間で終るので、近年に至る迄比較解剖学的研究や動物実験が主で人体における嚥下の解析は不十分なものであつた。しかるに間接X線映画撮影法の進歩に伴い、殊に螢光増倍管の発達により現在ではルーチンに被曝量の増加なしに撮影できるようになつた。螢光増倍管なしでFrenecker⁴¹⁾は7例、Saunders¹⁰⁶⁾も7例報告しており、螢光増倍管を用いてRushmer⁹⁸⁾は15例、Roberts⁹⁹⁾は100例を報告しているが、Ramsey⁹⁴⁾は200例(うち正常例100例)を撮影して食道入口部に関する以外はいずれも現象的によく観察しており、更にArdran⁸⁾も数百例撮影し⁸⁾病的嚥下についても報告している。しかし彼らは、いずれも男女性別、年齢的变化、諸器官の運動の時間的並びにその相互関係及び運動の正常範囲については殆んど報告していない。我々が嚥下運動を撮影した場合、病的か、或いは正常範囲かについての診断の基準が極めて不十分である。一般に嚥下困難は臨床的に“dysphagia”という言葉で総括されているが、舌、軟口蓋、咽頭、舌骨、喉頭のいずれが障害を受けても起り、かつ各種疾患でいろいろと差がある。我々は主として腫瘍、筋神経疾患などを撮影し比較検討して一応成果を得たので、本論文では正常と思われる嚥下食道運動の第一相(任意相)、第二相(咽頭相)に関して、どのような体位で、どのように撮影すれば、どの点が観察されるか、またその時、どのような現象に注目すればよいのか、またその現象の運動範囲などについて検討し、その結果を報告した。続いて発表する病的例の嚥下運動に関する論文とともに、本論文は咽頭

ならびに上部食道のX線映画診断の基礎的資料として重要であると考えて報告したわけである。

(注)咽頭(Pharynx)という言葉は混乱して用いられている場合があるので注意して用うべきである。故に著者はArdran, Kempf⁹⁾に従い、上咽頭(Epipharynx)とは軟口蓋に対応する咽頭部分より上部を指し、軟口蓋水平部下面と喉頭蓋谷との間を中咽頭(Mesopharynx)、喉頭蓋谷から食道入口部迄を下咽頭(Hypopharynx)と言う事にする。

§2. 嚥下運動に関する研究の歴史的回顧

18世紀迄はHypocratesの説、即ち「液体を嚥むと一部は肺へ行き、更にそこから心嚢へ行き、心嚢を潤滑にして冷し、残りが蒸気として肺へ吐き出される」という説が信ぜられていたが、F.B. Albinus(1749)は嚥下された液体は決して気道に入らないことを証明した⁴⁰⁾。

かくの如く嚥下運動の解析が不十分であつたのは、嚥下開始から終了迄2秒以内で、心搏にも比べられ得る非常に早い運動現象であり、嚥下に関係する器官も沢山あるからである。初期の研究はBoerhaave(1751)、Heurman(1753) Haller(1762)⁵⁵⁾²⁵⁾らであり、次いでMagendieの研究が有名で⁷⁴⁾、彼の嚥下の分類は今日も使されている¹²⁵⁾¹²⁷⁾。即ち

1) 任意相(口腔相または頬咽頭相)(第1相)
(Oral stage⁷⁷⁾, buccopharyngeal stage^{103a)})

顎舌骨筋と縦筋の収縮により、欲する時に食塊が舌背を越えて中咽頭へ送出される段階、

2) 咽頭相(第二相)(Pharyngeal stage¹⁰¹⁾²⁵⁾)

喉頭挙上筋と共に咽頭収縮筋が、不随意的に、殆んど痙攣的に収縮して、食塊を咽頭から食道へと強制的に送る段階

3) 食道相(第三相)(Esophageal stage¹⁰⁰⁾)

不随意的な段階で食道蠕動波と重力(臥位するとき)により、食塊が食道から胃へと輸送される段階

更にKronecker and Falk(1880)⁶⁹⁾、Kronecker and Meltzer(1880)⁷⁰⁾、1883⁷¹⁾はMagendieの説を補足し、咽頭及び食道にバルーンを挿入し内圧を測定し、消化管各部の運動の時間的關係を追究し、Magendie, Heurman, Haller^ら²⁵⁾の初

期の考え方、即ち咽頭及び食道の終始一貫した活動により食塊が運ばれるというのではなく、液体の時は舌筋及び顎舌骨筋により注射器で送り出す様に送出され、もつと固い食塊の時は咽頭筋の収縮や食道筋の収縮がその輸送に必要なと言ったが、Meltzer (1883) はその後食道から胃迄は一種の蠕動波により送られると修正している⁷⁹⁾。

Cannon(1898³¹⁾, 1911³²⁾)はBowditch(1896)の暗示に基いて亜硝酸着鉛(Bismuth subnitrate)造影剤としてX線透視を行ない、顎舌骨筋と舌骨舌筋(Hyoglossusと言つたのはSaunderら(1951)¹⁰¹⁾によるとStyloglossusの間違いだといふ)が食塊を送出すると言ひ、口蓋帆挙筋で軟口蓋を挙上する事、咽頭口蓋筋で咽頭が挙上する事、鼻咽腔閉鎖による鼻腔への食物流出の防止の事、喉頭蓋が喉頭口を閉鎖する事などを述べ、Kroneckerの意見を支持した。

Schreiber (1912)¹⁰⁵⁾はKronecker and Meltzer⁶⁹⁾の実験を検討し、Magendie⁷⁴⁾、Küpfertle (1910)、Bechterew (1908)の考えの様に²⁵⁾、口腔、咽頭、食道、胃へと食物は終始一貫した活動により送出されると。またこれはX線観察¹⁰¹⁾、比較解剖学⁸³⁾⁸⁴⁾、畸型、神経的障害²²⁾²³⁾²⁴⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾により真実なる事が証明されて来た。ついでMoshier (1927)⁷⁸⁾は放射線医Macmillanの撮影した静止X線写真で喉頭蓋、舌、舌骨の運動を写真的に、また透視的に研究していたが、Barclay (1930)¹⁶⁾は之を知らずに⁹³⁾論文を出した。彼は咽頭内の嚥下機構についてX線透視観察したとき、バリウムが咽頭口に到達する前に、下咽頭にX線の透過大なる部分を認め、之は陰圧によるものであらうと考え、此の陰圧によりバリウムが吸入され、食道の鎖骨部くらい迄送られると言ひ、また咽頭後壁の前方運動、咽頭蠕動波、喉頭蓋の反転なども否定した。更に咽頭腔内の陰圧については生理学者Anrepの協力でこれを確めた¹⁶⁾。咽頭内の陰圧についてはKronecker and Meltzer (1883)⁷¹⁾、Schreiber(1915)¹⁰⁵⁾らによつても得られている。併しFyke and Code (1955)⁴³⁾、Atkinson(1957)

12)13)、Miyakawa (1960)^{128a,b)}らは陽圧を得ている。

この様なBarclayのX線透視所見はNegus (1942)⁸³⁾ (1948)⁸⁵⁾、Welin(1939)¹¹⁹⁾、Johnstone (1942)⁶²⁾、更にX線映画によりRushmer(1951)ら⁹⁸⁾、Saunderら(1951)¹⁰¹⁾、Ramseyら(1955)⁹⁴⁾などにより否定された。併しBarclayの説が間違つていた点もあるが、詳細な透視の観察記録が嚥下の研究に1つの刺激を与えた事は否定できない。Barclayの誤りは嚥下という様な急速な現象を人間の眼による透視により、しかも不十分な装置で、行つた点から起つた。しかるに1930年頃から間接X線映画撮影法(Indirect cinefluorography)がReynolds(1928)⁹⁵⁾ (1935)⁹⁶⁾ (1938)⁹⁷⁾、Stewart (1937)¹⁰⁶⁾、Holm (1944)⁵²⁾、Willbod (1939)¹²¹⁾、Holmgren(1945)⁵³⁾、Ramseyら(1949)⁹³⁾、Watsonら (1952)¹¹⁶⁾、Yanker (1950)⁶⁰⁾ (1953)⁶¹⁾などにより発達して来た。これは明るいレンズ($f, 1:1$ 以下)を使用し、大線量を流し、明るい蛍光板を直接に映画カメラで、高感度フィルムに撮影し、さらに被曝量を減少させるため、X線とカメラと同調させた。それでも10秒間で数十レントゲンの被曝線量なのでルーチンには使用できず、正常例や病的症例を少数撮影したに過ぎない、併しこれらの中でSaunderらの論文は嚥下に関して優れた論文である。

1950年頃からColtman (1948)³⁴⁾、Teves and Tol (1952)¹¹⁰⁾らによる蛍光増倍管(Image intensifier, image amplifier)の発表以来、蛍光像を電子工学的に従来と比べて飛躍的に明るくすることにより、今迄の数十分の1の線量でX線映画を撮影できる様になり、Rushmer and Hendron⁹⁸⁾、Ramseyら⁹⁴⁾、Ardranら^{1)~10)}、Roberts⁹⁰⁾らにより多数撮影されている。

最近では嚥下に関係ある諸器官に外科的処置を加えて撮影したり (Shedd^{103b)})咽頭内圧測定と同時にX線連続撮影したり (Atkinson)¹³⁾¹⁴⁾、筋神経疾患の嚥下の研究 (Ardran⁵⁾⁷⁾⁸⁾、Bosmaら²⁴⁾³⁹⁾、田坂及び竹中ら¹³⁵⁾¹³⁶⁾¹³⁷⁾へと広がっている。

我が国では嚥下反射(常岡)¹³²⁾, 嚥下呼吸(小田中)¹³⁰⁾, 嚥下筋の筋電図(岡野)¹²⁹⁾, 内圧および実験的研究(杉)¹³¹⁾, 甲田¹²⁰⁾などがある。著者の教室では昭和33年夏, 島津製作所製蛍光増倍管式X線映画撮影装置が設置されてから, 嚥下運動などを撮影研究し始めた。そして小脳疾患, 鞏皮症, 重症筋無力症, 筋萎縮性側索硬化症, 喉頭癌, 片麻痺, 球麻痺などにつき, 一部報告しているが¹³³⁾, ¹³⁷⁾, 病的嚥下の研究として極めて貴重なものとする。

§3. 蛍光増倍管式X線映画による嚥下運動の観察の限界

現在の国産の蛍光増倍管式X線映画装置では増倍管の前面におかれたテストピースで調べると, 視野内の中央部と周辺部とで解像力はやゝ異なるが, 静電レンズ系を最良状態に調整して, 視野内の最良の点で0.4mm銅線を0.4mm間隔に並べたもの, 即ち1.25本/cm解像する。これをX線映画に撮影すると, 観察光学系, シネレンズ, シネカメラ, シネフィルムなどが影響して, 受像蛍光面の中央で0.5mm線即ち1本/mmを解像するくらいに低下する。更に蛍光面の残像も関係するので, 普通X線写真と画質は大部落ちていたが, 造影剤が通過したり, 附着したりする所, 即ち舌, 軟口蓋, 喉頭蓋, 咽頭壁, 下咽頭, 梨状凹, 食道入口部などは十分良く観察できる。更に鼻底より少量の造影剤を注入する事により, 軟口蓋上縁, 上咽頭後壁なども良く分る。併し声帯, 仮声帯, 喉頭前庭, 披裂喉頭蓋皺襞, 舌喉頭蓋皺襞, 楔状結節, 小角結節などは必ずしも適確に判断できるとは限らぬ。

§4. 撮影装置及び撮影条件

1) 撮影装置 島津製作所製蛍光増倍管式X線映画撮影装置Ⅱ型(1959年7月中旬まで), Ⅲ型(1961年1月中旬まで), Ⅲ型テレビ用チューブ付(1961年1月中旬以降)。

X線装置 桂 150 I型サークレックス 1/2 B, 0.3/1B, BS-55B 透視台付

グリッド シングルグリッド24本/cm
格子比 (6:1)

フィルター 固定(管球) アルミ 1.4mm

2) 使用カメラ 16mm撮影機 Cine Kodak K-100

レンズ Zunow f=25mm F/1.2 (1959年7月迄)

Nominar f=25 mm F/0.95 (1960年3月迄)

Cine Nikkor f=25mm F/1.2(1960年3月より)

3) 使用フィルム

さくらX線映画用ネガフィルム (50呎)

富士X線映画用ネガフィルム (50呎)

時に Kodak Cine flure, Eastman Tri-X など使用

4) 管電圧と管電流 ①高電圧では透過線量が大きいため, 患者の被曝線量が少なくてすむこと, 及び②軟部組織のコントラストが良いので, 更に③蛍光増倍管輝度の管電圧特性(60KV~120KV)から高電圧では低電圧の半分の線量で同一輝度が得られる点¹²⁴⁾, ④ Table-1に示す如く高電圧では頭部陰影中の軟口蓋, Passavant隆起, 咽頭後壁や喉頭の観察に秀れているので110KVで使用した。

散乱線量¹²⁴⁾¹²⁶⁾一般に術者の左側方散乱が大事である。高電圧になるにつれ散乱線量/入線線量は増加するが, 同一線量を得る必要線量比の減少により散乱線量は減少するのでその点で有利となる。併し減弱係数 μ が減少するため, それを補うのに透過線量の全X線に対する割合を変える為にグリッドを使用する必要がある。

ポジフィルム及び焼付けする時多少の露出の過不足は補正されて観察可能となる (Fig. 1)。

5) 駒速度 Saunderら¹⁰¹⁾, Ramseyら⁹⁴⁾は60駒/秒, 30駒/秒, Rushmerら⁹³⁾は30駒/秒, Roberts⁹⁹⁾は25駒/秒, Crichlow³⁵⁾, Frenecker⁴¹⁾は16駒/秒, Ardranら^{は40⁶⁾, 25³⁾⁴⁾⁷⁾⁹⁾, 20⁸⁾駒/秒など使用, Ramseyらは120駒/秒になれば得る所が又異なるだろうと言うが⁹⁴⁾, 整理し計測したりするのに煩雑となる。嚥下運動中最も動きの早いのは, 喉頭蓋の反転からの復位で, 24駒/秒で撮影したとき, 1~2駒の間に最大反転位から約150°位上方へ}

転ずる。即ち角速度 20π 秒であり、このときは一般に“ボケ”を生ずる。次にバリウムの口中から中咽頭への送付、前庭への一過的侵入及び食道への流入などが早い現象であるが、食道への流入の最大は、1駒で中咽頭から流入する、即ち $170\text{cm}/\text{sec}$ の速度であり、この様な例は数百例中1~2例しかなかったから、24駒秒の速度で十分である。

又現在の蛍光増倍管の残像の点からも、余り高速度は好ましくなく、又下記の様に5吋蛍光増倍管を用いたとき、立位で上、下咽頭、臥位でも上、下咽頭、かつ食道も上、中、下部を立位、臥位で撮影するとき、咽頭を24駒/秒、食道を16駒/秒で撮影すれば特に嚥下困難がないとき旨く丁度50呎中に収るので経済的である。併し、60駒/秒で撮影し、24駒/秒で映写すれば、現象のデモンストレーション用に好都合である。

6) バリウム 著者はミカコック (BaSO_4 120 gr/100cc) を使用している。一般に食道撮影用に濃いバリウムを使用する人が多いが、X線映画撮影のときは、運動現象を遅くする必要がないので、特に濃いものを使用する必要はない。また高圧なのでコントラストを保つため、稀釈しないでそのまま使用している。

軟口蓋造影法 嚥下用バリウムを注射器などで、少量鼻孔より咽頭へ注入すると、軟口蓋の上縁が造影されて、嚥下の時にバリウムの附着した下縁と相まち、軟口蓋が良く造影されるので、鼻咽腔閉鎖、上咽頭後壁の前方運動、Passavantの隆起、咽頭蠕動波の発生などが良く観察され得る。

Baの嚥ませ方 各人に同一量を、と云うことは

Table 1. Comparison of Details in High Voltage with those in Low Voltage

	In high voltage	In low voltage
Tongue, soft palate epipharyngeal wall	Good	Not good
Larynx {Vocal cords False cords Vestibule Hypopharyngeal wall	Better	Good
Hyoid bone	Good	Better

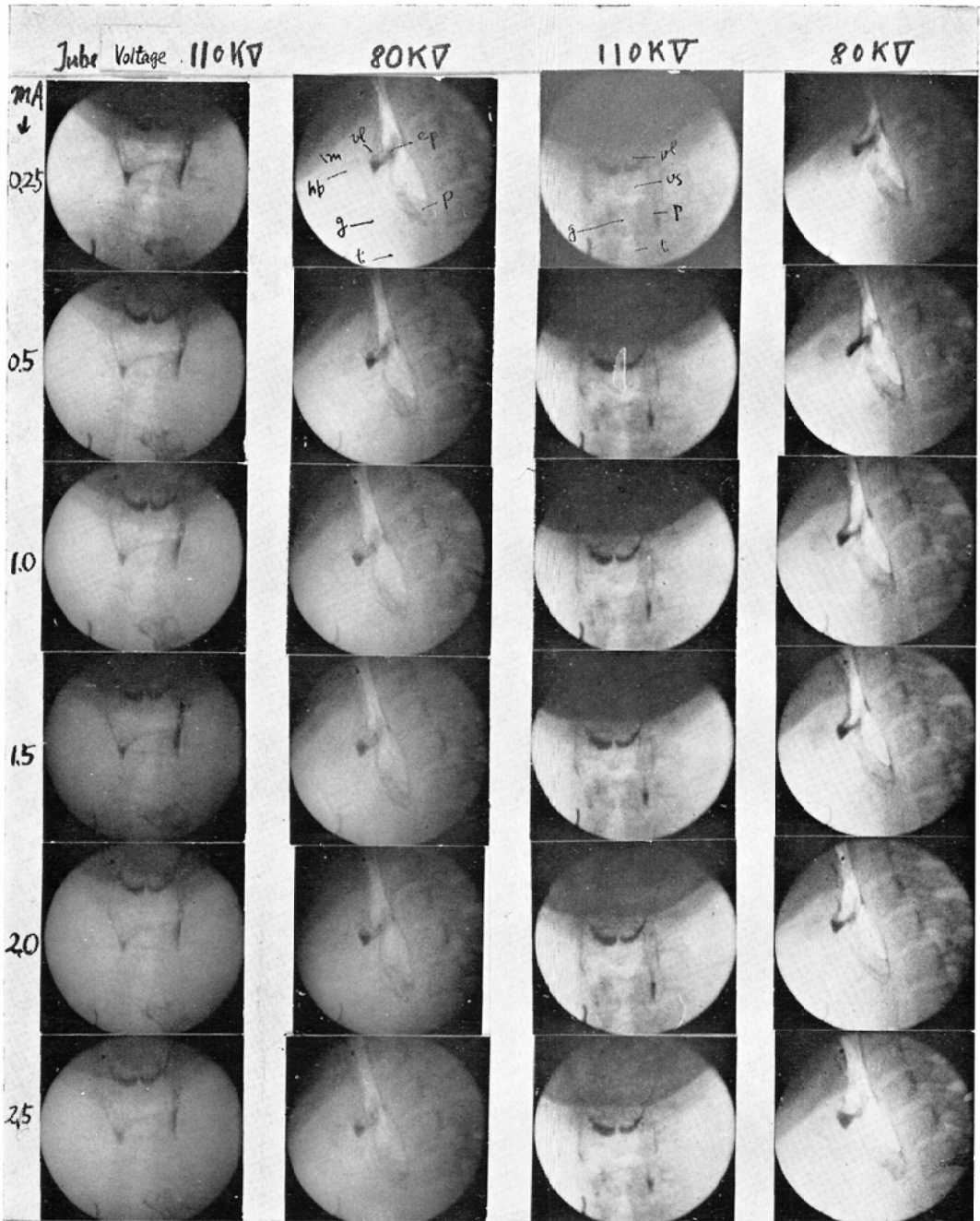
Table 2. Comparison of Swallowing of Ba Paste with Fluid Ba

	In Ba paste	In fluid Ba
Oral stage	Delayed	1 sec or so
The Ba touchtime to the vallecula	Delayed	1 sec or so
Pharyngeal peristalsis	Strong	Not strong
It's transmission-time	Slight delayed	$\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ sec
Pharyngeal food channel	Both	Both, if small Ba.

Table 3. Simplified Characters in Figure.

Soft palate	sp
Uvula	u
Hyoid bone	hb
Tongue	gl
Nasopharyngeal closure	npc
Passavant's ridge	pas
Nasal floor	nf
Palatoglossal closure	pgc
Mandible	m
Epiglottis	ep
Aryepiglottic fold	f
Median glossoepiglottic fold	mf
Lateral glossoepiglottic fold	lf
Vallecula	v
Aryepiglottic fold furrow	ff
Laryngeal vestibule	vs
Laryngeal ventricle (glottis)	g
Subglottis	sg
Trachea	t
Arytenoid commissura (Commissura interarytenoidea)	ac
Tuberculum cuneiforme	}tc
Tuberculum corniculatum	
Cricoid cartilage	crk
piriforme sinus	p
Cricopharyngeal muscle	cr
Lateral outpouching	lp
Food channel	fc
Stripping wave	stw
Pharynx	px
Larynx	lx
Lower pharyngeal lumen	ll
Middle pharyngeal lumen	ml
Upper pharyngeal lumen	ul

均一で良い様であるが、同一量を口中に含ませることは出来ても、一定量を飲んだかどうかは分らない。故に、後述の様に1回で嚥下出来る量を含ま



Over-exposed pictures are improved by development and printing.

Fig. 1. Improvement of Qualities by Printing (24 frame/sec)

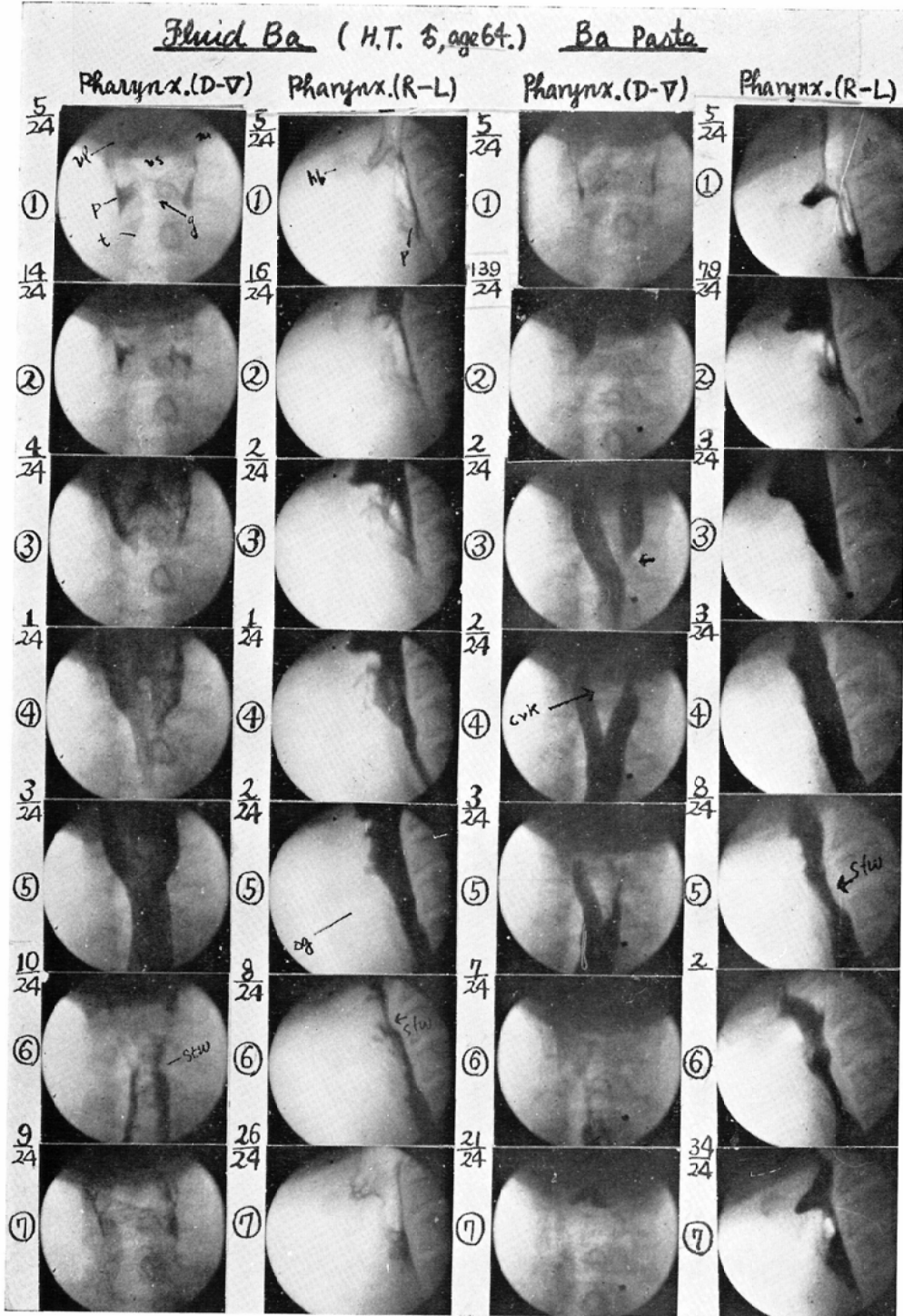
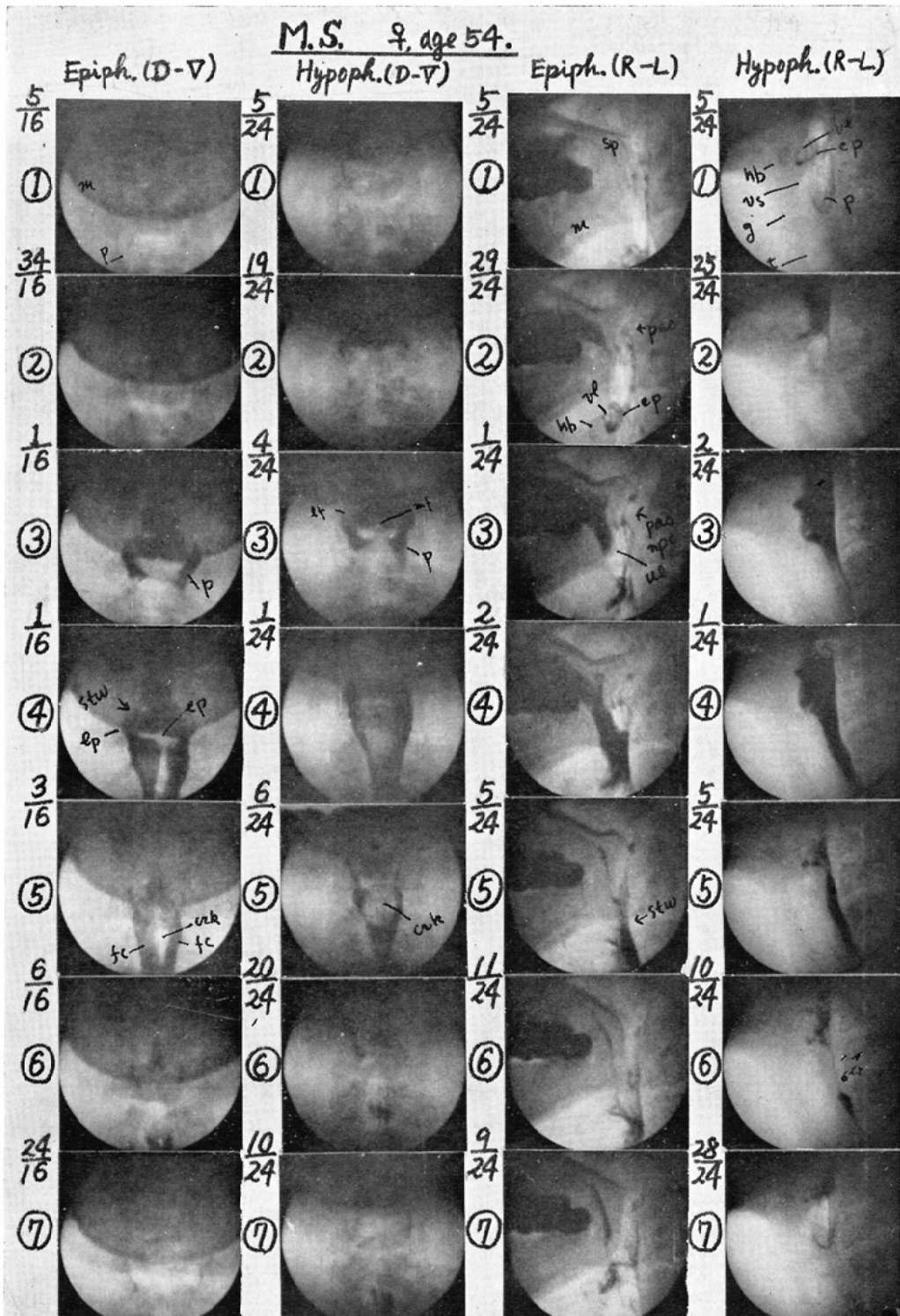


Fig. 2. The barium touch-time to the vallecula is 19/24 sec in fluid barium. But more than 5 sec in barium paste. The pharyngeal peristalsis in barium paste is stronger than in fluid barium. Barium residue is much more than in fluid barium. (→) Bilateral food channels in barium paste.



Note: The $\frac{a}{24}$ or $\frac{a}{16}$ in the followed figures is "a" frames in 24 frames per second. Left above the first picture it took "a" sec from sign of swallowing to the first picture. At the second "a" seconds from the first to the second.

Fig. 3. (1) Resting position.

- Epiph. (D-V) (2) The larynx raises up. The hypopharynx and the laryngeal vestibule contract vertically. Barium reaches to the vallecula.
- (3) Later barium flows into the piriforme sinus, divided in bilateral food channels. Closure of the cords.
- (4) Bilateral food channels through the piriforme sinus into the esophagus, with no filled postcricoid. Bilateral out-pouchings are likely to be bulges of the membrana hyothyreoides. Pharyngeal contraction narrows the lumen downward to the inverted epiglottis.
- (5) Contractive wave passes over the postcricoid. Small barium is remained in the lateral bulges. The mesopharyngeal lumen is narrowed laterally, but the hypopharyngeal anteroposteriorly. The uvula is reaching to the vallecula. The hypopharynx and the vestibule contract maximally.
- (6) The pharyngeal peristalsis fades into the esophagus, but the hypopharyngeal lumen is not expanded. All organs return to the resting position.
- Hypoph. (D-V) (2) Barium reached to the vallecula is about to flow down over the hyoepiglottic folds into the bilateral food channels. The median hyoepiglottic fold is showed. Closure of the commissura interarytenoidea is seen.
- (5) The postcricoid is defective, generally at the end of the pharyngeal stage.
- Epiph. (R-L) (1) The soft palate is partly raised.
- (2) More raising of the soft palate and forward movement of the epipharyngeal wall. The nasopharyngeal isthmus is about to close. A slight Passavant's ridge. The hyoid bone and the larynx elevate.
- (3) Complete elevation and thickening of the soft palate and large Passavant's ridge. Contact is above the ridge. Barium is about to flow into the mesopharynx by the backward thrust of the tongue. The epiglottis comes in contact with the posterior wall.
- (4) Passavant's ridge elongates downwards, where the pharyngeal peristalsis originates and runs downwards after a while with no contact with barium. Gap among the soft palate, the tongue, and the pharyngeal wall contains air and barium. Later aerophagia.
- (5) Posterior pharyngeal peristalsis strips down to the level of the overturned epiglottis. The soft palate descends slightly. The hyoid bone is hidden between the branches of the mandible.
- (6) Air dashes to the mesopharynx from above. The epiglottis is about to turn up.
- (7) The epiglottis returns to the resting position. The hyoid bone and the larynx are almost at the rest.
- Hypoph. (R-L) (1) The adhered barium clearly shows the vallecula and the hypopharyngeal lumen.
- (2) The inflowed barium is arrested by the epiglottis. The vestibular lumen, the ventricle and the hypopharynx contract partly.
- (3) Barium begins to flow into the esophagus. Complete obliteration of the laryngeal lumen is seen. Subglottic border is clearly seen.
- (4) The hyoid-larynx-column elevates maximally.
- (5) The inverted epiglottis is turning up and the pharyngeal peristalsis fades in the esophagus.
- (6) Peristalsis faded already in the esophagus. The epipharyngeal part is showed clearly. The vestibular lumen is widening.
- (7) Vallecular sign is clear, but of no pathologic significance.

せて嚥下させたが、各現象間に規則性と再現性が高く、かつバリウム量には余り関係しない。1回に飲む量を含ませて、原則的に1口だけ、且嚥下後発音しない様に且透視下で体位を前後像(下咽頭が顎骨や後頭骨と重ならない様に正しく前後になる様に)、左右像を(斜位にならぬ様に、首を伸し気を付けの姿勢で)正しく定めて撮影している。餅状バリウムと流動バリウムを比較すると、Table 2 及び Fig. 2 の様であり、餅状バリウ

ムでは、咽頭蠕動波が強く発生し、食道迄は両側流路をとる事が多く、第一相は遅延する。

§5 撮影体位

使用蛍光増倍管は5吋であるので、数回に分けて撮影する必要がある。嚥下運動の様な頭部、並びに頸部、殊に頸部側面の様に透過線量が部分的に異なる所を撮影するときには、反つて分割した方が観察に便利でさえある。またシネフィルムの画面全体に5吋の範囲が撮つた方が、9吋などの

大きい口径のときに比べ微細な判断に有利である点もある。

一般に我々は次の様に撮影している。

管電流 (I, II型) 管電流 (III型テレビ用)

1)	立位	前後方向	上咽部	1.7~1.9 ma	0.4~0.6 ma
			下咽部	1.0~1.5 "	0.2~0.5 "
		左右方向	上咽部	1.7~1.9 "	0.2~0.6 "
			下咽部	0.8~1.0 "	0.2~0.4 "
2)	仰臥位(前後)		上咽部	1.7~1.9 "	0.4~0.6 "
			下咽部	1.0~1.5 "	0.2~0.5 "
	腹臥位(前後)		上咽部	同上	同上
			下咽部	"	"
3)	臥位	頭部右廻し	上咽部	同上	
			下咽部	"	
		頭部左廻し	上咽部	"	
			下咽部	"	

2)3)は器質疾患や筋神経疾患の場合に、殊に起立出来ない患者のときに必ず必要となる。左右方向、前後方向は透視下で位置を定め、呼吸は普通に行わせる。嚥下困難のある或種の疾患では、補助運動があるから余り位置に拘って固定すると分らなくなるから、第1回目は何も言わないで嚥下させ、次回からは、画面から外れない位置で嚥下せると良い。

(注) 管電流はII型では本年1月から螢光増位管の第2観察螢光面の螢光波長を短波長側に移動させて、レントゲンテレビ用として、ヴィデオゴンの感度に合せて改良してから、フィルムに対する感度も改善し、使用電流は従来の半分位になった。

§6 嚥下運動の観察項目

①各現像と関係する諸臓器の重なる関係を現象別に書くと、

- 1) バリウムの吸入保持—舌、軟口蓋、硬口蓋、口腔側壁、口唇、
- 2) 舌口蓋閉鎖—舌、口蓋、
- 3) バリウムの中咽頭への送出一舌、咽頭腔、軟口蓋、
- 4) 鼻咽腔の閉鎖—軟口蓋、上咽頭後壁、(Pas-savantの隆起)、
- 5) 咽頭送出波—舌、軟口蓋、咽頭後壁及側壁、喉頭蓋、喉頭、舌骨、

6) 食道口の閉閉—輪状咽頭筋の収縮弛緩、舌骨及び喉頭(上昇下降)、

7) 喉頭蓋の反転復位—バリウムの流入、舌骨、喉頭、披裂喉頭蓋皺襞、

8) 気道の閉鎖—舌骨、喉頭、喉頭前庭、声帯、仮声帯、披裂喉頭蓋皺襞、

9) 咽頭の流路—口腔→中咽頭→下咽頭、梨状凹→食道、

10) 舌骨並に喉頭の運動—舌骨、喉頭、食道口の閉鎖、咽頭送出波、気道の閉鎖、

11) 上咽頭、下咽頭の収縮弛緩、

②次に臓器別の運動現象を書くと、

1) 口腔壁、硬口蓋—バリウムの吸入保持、中咽頭への送出、舌口蓋閉鎖、

2) 舌—バリウムの吸入保持、中咽頭への流出、咽頭の送出波、嚥下すべきバリウムの分離と送出、

3) 軟口蓋—舌口蓋閉鎖、鼻咽腔閉鎖、咽頭送出波、

4) 咽頭壁—鼻咽腔閉鎖、中咽頭へのバリウムの送出、咽頭の送出波、

5) 喉頭蓋—反転、復位、

6) 舌骨—舌の運動、咽頭送出波、喉頭蓋の運動、咽頭の運動、

7) 喉頭—気道閉鎖、食道口の閉閉、咽頭送出波、

8) 輪状咽頭筋—食道入口部の閉閉、

9) 披裂喉頭蓋皺襞—喉頭前庭の収縮弛緩、喉頭蓋の反転、復位、

(註) 嚥下の準備運動としておこる、咀嚼、吸入、保持には、顎、口唇、頬部、歯牙、舌などが関係するがこれらは省略した。

③ X線学的に観察すべき所見を列挙すると、

1) 嚥下合図より喉頭蓋へのバリウムの到達する時間

2) 舌の運動

2~1) バリウムの吸入保持(口唇および軟口蓋との協同作用)、

2~2) 舌口蓋閉鎖の開放、

2～3) 舌の後方突進運動 (バリウムを中咽頭へ送出する),

2～4) バリウム尾の搾送,

2～5) 舌運動の開始,

2～6) 喉頭蓋谷迄の流路の対称性 (5～1) に同じ),

3) 軟口蓋の運動

3～1) 鼻咽腔の閉鎖 (上咽頭後壁との共同作用),

3～2) 運動の計測一収縮挙上開始, 閉鎖, 閉鎖持続, 送出波に関する降下開始, 最大降下位および降下持続, 安定位への復原などの時間,

3～3) 体位別, 年齢別, 性別などの変化,

4) 咽頭送出波

4～1) 上, 中, 下咽頭における咽頭送出波の対称性,

4～2) 咽頭蠕動波の発生, 伝達及びその時間,

4～3) 喉頭蓋との関係,

4～4) 頭部を1側方に廻したとき,

4～5) その再現性と規則性,

4～6) バリウム尾の搾送,

5) 流路の対称性

5～1) 舌背を伝わり, 口腔から喉頭蓋谷に達する迄の流路,

5～2) 喉頭蓋谷から下咽頭の梨状凹に達する迄の流路,

5～3) 梨状凹から食道に流入する迄の流路,

5～4) 頭部を1側方に廻した時の流路,

6) 咽頭充盈像

6～1) 咽頭充盈像の対称性,

6～2) 食道の偏位,

6～3) 側方突出,

6～4) 輪状軟骨後部の充盈度,

6～5) 頸椎の側面像に及ぼす影響,

7) 咽頭壁の運動

7～1) 上咽頭後壁の前方運動 (3-1参照),

7～2) Passavant隆起 (鼻咽腔閉鎖に関係する),

7～3) 中, 下咽頭壁の上方下方運動 (舌, 舌骨, 喉頭の上下運動に伴う),

7～4) 送出波に関する蠕動運動の強さと対称性 (4)5)6)参照),

8) 咽頭腔の収縮と弛緩

8～1) 側方突出,

8～2) 中咽頭腔の収縮と弛緩,

8～3) 下咽頭腔の収縮と弛緩,

8～4) 空気の入出,

9) 喉頭蓋の運動

9～1) 喉頭蓋の反転と復位,

9～2) 反転復位, 最大反転の開始時間, 他の器官との時間関係,

9～3) 喉頭蓋とバリウム残留との関係,

9～4) 反転異常,

9～5) 繰返し連続嚥下における喉頭蓋の態度,

10) 舌骨の運動

10～1) 前方上方並びに後方下方運動,

10～2) 運動開始, 最高位上昇, その継続, 降下開始などの時間, 及び他器官の運動との時間関係,

10～3) 舌の予備運動,

10～4) 繰し連続嚥下における舌骨の態度,

11) 喉頭の運動

11～1) 前方上方ならびに後方下方運動,

11～2) 前方上方運動開始, 最高位到達および持続, 降下開始および安定位復原などの時間, 他器官の運動との時間関係,

11～3) 披裂喉頭蓋皺襞の収縮弛緩,

11～4) 所謂披裂喉頭蓋皺襞溝について,

11～5) 披裂間切痕の閉鎖ならびに披裂軟骨部の廻転,

11～6) 声帯, 仮声帯の開閉,

11～7) 喉頭の括約筋作用 (喉頭前庭へのバリウムの侵入と誤飲)

12) 上部食道

12～1) 食道口の開閉 (食道入口部括約筋の収縮弛緩),

Table 4. All Cases (from E/Dec, 1958, to M/Aug. 1961)

1) Normal Cases	40
2) Diseases in Tongue, Hard Palate, Soft Palate, Epiglottis, Pharynx and Larynx.	57
3) Diseases in Esophagus	29
4) Diseases out of Upper Digestive Tract, with Influencing Swallowing. (Struma, Tumor of Neck, Anomaly.	24
5) Neuromuscular Diseases. (Scleroderma, Myasthenia gravis, Amyotrophic Lateral Sclerosis, Bulbar Palsy, Hemiplegia, Dermatomyositis, Braintumor, Cerebellar Diseases)	100
Total	250

12~2) 食道の充盈像および安定位像(6~5)参照),
 12~3) 気管との位置関係(6~2)参照),
 12~4) 輪状咽頭筋のX線像について,
 12~5) Valsalva 試験をしたとき,
 12~6) 食道の第1蠕動波と咽頭送出波との関係,

12-7) 空気嚥下と逆流,
 13) バリウムの残留
 14) 連絡繰返し嚥下—急速繰返し連続嚥下と緩速繰返し連続嚥下,

§7 撮影例数

1958年12月より1961年8月迄に撮影した総数は250人で、正常と思われるもの、舌、軟口蓋、硬口蓋、上咽頭、喉頭蓋、咽頭の器質疾患(主に悪性腫瘍)と各種の筋神経疾患を撮影した(Table-4).

正常と思われる症例の年齢別及び性別構成はTable-5の様である。

Table 5. Sex Ratio and Age Ratio in Normal Cases

Sex \ Age	-25	26-49	50-	Total
Female	6	11	10	27
Male	5	5	3	13
All cases	11	16	13	40

§8 観察結果

撮影されたフィルムは16mm編集機(手廻し)で

繰返し観察し、計測した。撮影速度は現装置の初期には焦点 $0.3 \times 0.3 \text{mm}^2$ で上咽頭部を前後方向に撮影する時のみ16駒/秒を使用した。他は凡て24駒/秒で撮影した。本論文では凡て24駒/秒に換算してあり、駒数で時間を表現している時もある。各Tableの中の各計測値は、軟口蓋の時は鼻咽腔閉鎖を基準($t=0$)としたが、舌、舌骨、喉頭蓋、喉頭、食道などの計測には、バリウムが喉頭蓋谷に達した時間を基準($t=0$)としているので、それ以前の時間は($-x$ 駒)の様に表示してある。各表中の各観察測定値は相互に完全な独立変数でないが、参考迄に測定平均値、標準偏差、95%信頼限界などを求め、またSmirnoffの棄却検定で異常な値を除き、群間F検定などで調べた。必要と思われる値は表に示してある。

1) 嚥下合図より喉頭蓋谷にバリウムの到達する時間 バリウムを口腔に含ませ、嚥下合図と同時に撮影するが、以下に述べる様に割合に正確である。勿論、筋電図で顎舌骨筋などのスパイクをシネフィルムに同時撮影して嚥下開始を定める方法もあるが、著者は用いなかた。著者は部位別、体位別で観察するため、少くとも同一人で3~4回から最高12回嚥下させて観察した、嚥下合図をして同時にカメラの遠隔操作ボタンを押す動作が案外正確で毎回数駒しか違わない。即ち第一回目、第二回目は第三回、第四回目より間時を多く要し、時には後者の2~3倍も要する時もあるが、以後は大体一定になる(Fig.5)。年齢別、性別変化を考えず各回毎の総嚥下回数につきこの時

Y.Y. ♀, age 43.

	Epiph.(D-V)	Hypoph.(D-V)	Epiph.(R-L)	Hypoph.(R-L)
$\frac{5}{16}$		$\frac{6}{24}$	$\frac{5}{24}$	$\frac{32}{24}$
①				
$\frac{18}{76}$		$\frac{46}{24}$	$\frac{37}{24}$	$\frac{3}{24}$
②				
$\frac{16}{16}$		$\frac{2}{24}$	$\frac{4}{24}$	$\frac{1}{24}$
③				
$\frac{1}{16}$		$\frac{2}{24}$	$\frac{3}{24}$	$\frac{3}{24}$
④				
$\frac{1}{16}$		$\frac{11}{24}$	$\frac{7}{24}$	$\frac{5}{24}$
⑤				
$\frac{2}{16}$		$\frac{3}{24}$	$\frac{3}{24}$	$\frac{5}{24}$
⑥				
$\frac{3}{16}$		$\frac{14}{24}$	$\frac{11}{24}$	$\frac{38}{24}$
⑦				

Fig. 4.

Epiph. (D-V)

- (3) Barium flows into the closed arytenoid commissure centrally over the epiglottic tip. At the same time, it flows over the hyoepiglottic folds into bilateral food channels. Elevation of the larynx and the hyoid bone. Closure of the cords.
- (4) 1/16 later barium flows into the esophagus. The vestibular lumen is more shortened. A slight lateral out pouching.
- (5) Symmetric pharyngeal filling shadow with no lateral outpouching. Barium in the vestibule or at the base of the epiglottis, which is floating in the mid of the barium stream.
- (6) Contractive wave narrows partly the mesopharyngeal lumen.
- (7) Contractive wave obliterates downwards from above. The epiglottis turns over, pressed laterally and downwards. It shows "Λ" type. The vestibule and the hypopharynx contract string-purse like.

Hypoph. (D-V) (4) Large barium does not show the postericoid defect. The esophagus is dislocated slightly to the trachea.

- (6) The pharyngeal peristalsis is about to fade into the esophagus and strips downwards the swallowed air at the heels of barium.
- (7) The esophageal peristalsis is going to run out of this sight.

Epiph. (R-L)

- (2) Barium is transported over the base of the tongue. The soft palate is about to close the isthmus.
- (3) Barium expressed by the backward thrust of the tongue darts to the posterior wall. The soft palate and Passavant's ridge contact just beneath the ridge each other. Peristalsis strips down after a while, coming in contact with the barium's tail.
- (5) A strong posterior pharyngeal peristalsis. The soft palate descends slightly.
- (6) The pharyngeal peristalsis pushes on the epiglottis, which turned over maximally. Note the propagation of the peristalsis, (4) (5) (6).
- (7) The epiglottis relaxes and is about to turn up.

Hypoph. (R-L)

- (1) The great horn is pressed downwards by barium on the epiglottis. The hypopharyngeal and the laryngeal lumen contract partly.
- (3) Barium flows into the esophagus, which is not yet open widely. The hyoid bone is raising up.
- (4) The epiglottis turns over. Closure of the arytenoid commissure. The shadow to show the arytenoids, which is beneath the inverted epiglottis.
- (5) The pharyngeal peristalsis presses on the overturned epiglottis.
- (7) Large barium residue in the vallecula and the hypopharynx. All organs does not rest. The second swallowing followed later.

間の平均を考え表にすると、綺麗な直角双曲線を描き減少する (Fig. 6)。この時、標準偏差もまた第一回、第二回目が大きく、以後はほぼ一定する (Table 6-2)。即ちバリウムは嚥下合図から平均1秒で (例えば第四回目のとき 24.5 ± 4.0 駒) で喉頭蓋谷に達する (Fig. 6, Table 6-2)。女性に年齢的变化の傾向があり、嚥下回数をかさねるとその差は減少するが、女性の第一回目の嚥下以外は有意の差がなかつた。性別変化も臥位との差異も表われなかつた。表の年齢群で Smirnoff の棄却検定を応用し第二回目のうち1例を除いた。そ

Fig. 5. Time of the Repeatedly Swallowed Ba to the Vallecula.

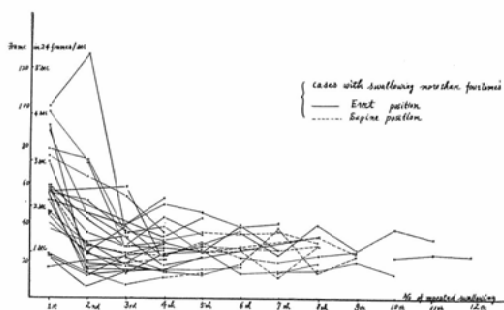
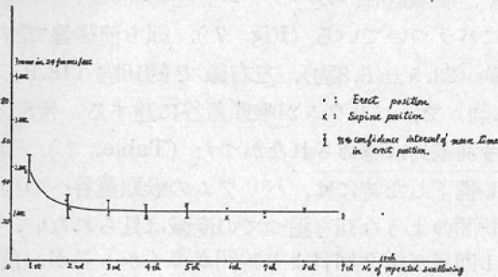


Fig. 6. Mean time of the Swallowed Ba to the Vallecula



れは第一回目、第二回目は夫々4秒、5秒で、第三回目から正常に近くなった。

以下の本文中 Table 8 (軟口蓋の運動), Table 13 (喉頭蓋の運動), Table 15 (舌骨の運動), Table 17 (喉頭の運動) らの中に嚥下の合図から喉頭蓋谷にバリウムの到達時間があるが、夫々本項

の平均と異なるのは、夫々の器官の運動が観察することができた嚥下についての測定時間である。即ち Table 6~2 の第一回から第十二回迄の嚥下の中の一群の平均値であるからである。

(注) ①食道を撮影してから咽頭を撮影したとき、その回数だけ喉頭蓋谷への到達時間の測定がおくれるので、Fig. 6 の途中からグラフの始まるのはそれを示す。

(注) ②一般にシネ・カメラの撮影速度は回転し始めてから、ある時間で指定時間になるが、本論文にはこれを考慮に入れてない。

② 舌の運動 (Fig. 7, Fig. 8, Table 7)

2~1) バリウムの吸入保持 (口唇及び軟口蓋との共同作用) は正常では必ずできる (Fig. 4 併し顔面神経麻痺, 筋萎縮性側索硬化症, 球麻痺, 口蓋破裂などはできないか, 不十分である。

2~2) 舌口蓋閉鎖の開放は任意に行われ、正常では必ずでき、かくて舌の後方突進運動により

Table 6-1. The Swallowed Ba Touch-time to the Vallecula

	Age	No of swallowing			
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
All	~25	\bar{x} 36 (σ 17.6) ... 8	\bar{x} 19.5 (σ 8.7) ... 8	\bar{x} 24.1 (σ 14.7) ... 7	\bar{x} 19.8 (σ 4.7) ... 4
	26~49	44.7 (27.7) ... 13	26.1 (18.3) ... 11	24.6 (9.5) ... 10	26.5 (13.1) ... 11
	50~	57.5 (21.1) ... 12	35.2 (20.3) ... 10	30.2 (14.8) ... 12	26.5 (11.5) ... 12
Male	~25	45.5 (21.5) ... 4	22.2 (11.1) ... 4	22.7 (12.6) ... 3	21.7 (1.5) ... 3
	26~49	40.5 (39.7) ... 4	18.7 (5.2) ... 3	22.2 (8.3) ... 4	32.0 (15.8) ... 4
	50~	36.3 (14.5) ... 3	20.5 (10.6) ... 2	22.7 (15.5) ... 3	29.3 (19.0) ... 3
Female	~25	26.5 (5.8) ... 4	16.9 (6.7) ... 4	25.3 (18.1) ... 4	14 — ... 1
	26~49	46.7 (23.3) ... 9	28.9 (20.8) ... 8	26.2 (10.8) ... 6	27.0 (12.1) ... 7
	50~	64.4 (18.8) ... 5	38.9 (21.4) ... 8	32.8 (14.5) ... 9	25.6 (9.5) ... 9

36 (17.6) ... 8 : Mean time (standard deviation) ... No of cases, in erect position.

Table 6-2. Meantime of the Swallowed Ba Touch-time to the Vallecula

No of swallowing	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th
Supine position	46	27	24	22	28.5	23.5	25	26	22	—
No of cases	1	1	1	2	2	4	5	5	2	—
Erect position (Standard deviation)	47±7.5 (23.8)	27.4±6.0 (17.6)	27±3.9 (11.6)	24.5±4.0 (11.4)	25.6±4.8 (9.2)	27.3 (10.7)	22.6 (10.5)	24.8 (10.1)	22.7	23.3
No of cases	33	29	29	27	16	6	5	5	3	3

Unit : Frame in 24 frames/sec.

±σ : 95% confidence interval.

口腔より中咽頭へバリウムを送出する事ができる。またバリウムが多い時には、口中のバリウムを2分割して一部を嚥みこみ、一部を送出する事も可能である。

2~3) 舌の後方突進運動(Backward thrust)

舌の後方突進運動は嚥下の第一相の最も大事な運動であり、軟口蓋の収縮挙上による鼻咽腔閉鎖と舌口蓋閉鎖の開放が殆んど同時におこり、バリウムが中咽頭へ送出されるので中咽頭後壁に衝突している像が見られる。(Fig. 4, Epiph. (R-L) ③, Fig. 11, Epiph. (R-L) ③④). 正常では鼻咽腔閉鎖前にバリウムが喉頭蓋谷へコボれたり、舌口蓋閉鎖が大きく開いても舌の後方突進運動が起らぬのに口腔が空いて見えるという様な事はない。

2~4) バリウム尾の拵送

舌及軟口蓋、咽頭壁との共同作用で、口中からバリウム尾を拵送する。一般にはバリウムが舌後部に残留するが、その程度を分けて見ると後述の様に(±)程度である。

2~5) 舌運動の開始

前後像及び左右像で調べて見たが、鼻咽腔閉鎖

や喉頭蓋谷へのバリウム到達時間の様に規則性は少く、喉頭蓋谷へのバリウム到達時間50駒~5駒間にバラついている(Fig. 7). 即ち前後像で約24駒(23.5±6.8駒)、左右像で約18駒(18.3±3.9駒)で、バリウムが喉頭蓋谷に達する。性別、年齢別差異は認められなかつた(Table. 7). 繰返し嚥下した時には、バリウムの喉頭蓋谷への到達時間のような回を追つての漸減は見られない。第1回目が第2回目より時間が多くなるが、前後像と左右像で観察点が異なるかも知れないが、また前後像を撮影してから左右像を撮影するため前項と同様な差異が一因となつたのであろう。(始め前後像を撮影し、次に左右像を撮影していたから Fig. 8 の様な分布になつた)。

又嚥下合図してカメラの遠隔操作ボタンを押す動作がおそくて舌の運動を捉え得なかつた例はない。

2~6) 喉頭蓋谷迄の流路の対称性は5~1)に述べる。

③ 軟口蓋の運動 (Fig. 9, Table 8)

3~1) 鼻咽腔の閉鎖

軟口蓋は舌運動の開始よりやゝ先立つて挙上収

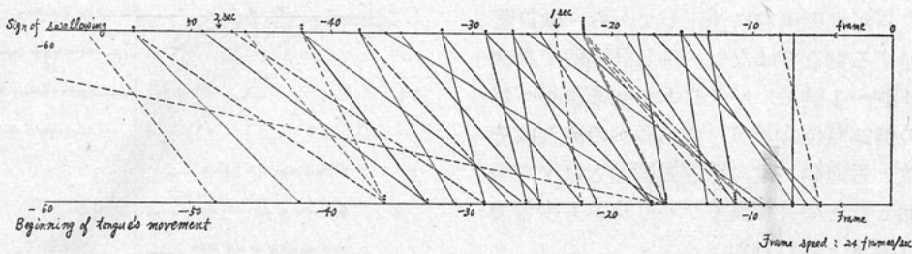
Table 8. Movements of the Soft Palate

Sex	All cases in supine and erect position	All cases*			Female*			Male*			Supine ~25 ~50~
		~25	26~49	50~	~25	26~49	50~	~25	26~49	50~	
1. Sign of swallowing	-25.3±4.1 (9.8)	-26.2 (12.6)	-25.3 (11.0)	-23.7 (9.4)	-26.0	-26.0	-26.8	-26.3	-22.5	-5	-27.3
2. Beginning of the tongue's movement	-17.3±4.0 (9.6)	-16.7 (13.1)	-18.1 (9.4)	-19.0 (10.5)	-13.3	17	-21.3	-20.0	-16.5	-3	-18.5
3. Beginning of the soft palate's movement.	-11.5±2.9 (6.9)	-12.6 (8.8)	-13.5 (7.8)	-9.0 (3.0)	-9.8	-12.5	-9.5	-14.5	-16.5	-3	-11.5
4. Nasopharyngeal closure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Ba touch to the vallecula	*0.8±1.0 (2.4)	1.3 (4.2)	0.8 (1.5)	0.4 (2.2)	1.0	0.7	0.1	1.3	1	2	0.8
6. Beginning of the soft palate's descent	6.1±1.2 (2.7)	5.4 (2.7)	5.5 (2.2)	7.3 (4.8)	4.7	5.8	7.3	6.2	5	-	5.8
7. Max. descent of the soft palate	15.2±1.9 (4.6)	12.7 (4.3)	14.0 (2.5)	19.0 (6.4)	11.9	14.3	18.3	16.7	13	23	14.8
8. Return to the resting position	27.2±2.7 (6.0)	25.0 (5.1)	26.6 (4.5)	31.0 (6.2)	26.0	26.0	31	24	28.5	32	23.3
Number of cases	25	6	8	7	3	6	6	3	2	1	4

× : Erect position. Unit: Frame in 24 frames/sec. () : Standard deviation.

±α : 95% confidence interval.

Fig. 7. Beginning of the Movement of the Tongue
 Frontal view(p-a). — Lateral view.



Note: The time of each event in this dia-gram and in others are measured, supposing the first Ba touch-time to the vallecula is zero.

縮し(瘤状になり)前方運動した上咽頭後壁, 及びその中特に突出した Passavant 隆起を中心にして上, ついで下と相接して鼻孔と咽頭との交通を遮断する. 同時にバリウムの中咽頭への流入前に中咽頭腔が拡大する. 舌の前方運動よりも軟口蓋の挙上がこの中咽頭腔の拡大に大きく与つていると思われる (Fig. 4. Epiph. (R-L) ②③, Fig. 3. Epiph. (R-L) ②③). 次に Passavant 隆起直下から起こる咽頭後壁の蠕動波と軟口蓋との共同作用たるいわゆる送出力でバリウム尾を強力に押送する (Fig. 4. Epiph. (R-L) ⑤, Fig. 11. Epiph. (R-L) ④~⑦). 此の時, 軟口蓋は下方に引張られ, 瘤状から鼻底に対して水平になりやがて降下する. その時口蓋垂は喉頭蓋谷の高さ近く迄降下する (Fig. 3. Epiph. (R-L) ⑤, Fig. 4. Epiph. (R-L) ⑤⑥). 即ち反転した喉頭蓋上に正に重ならんとする位に降下し嚥下終了迄後壁と密接してバリウム尾を閉じている. 軟口蓋は蠕動波が反転した喉頭蓋を通る頃, 最大降下位になり, それを通り過ぎるとやゝ上方に戻り, 輪状軟骨後部を通る頃, 舌骨-喉頭柱も降下し始め, 咽頭腔が開き始めると戻り始め, やがて安定位に戻る.

前後像では軟口蓋は観察できぬが, 併し咽頭側壁の押送作用から口蓋咽頭筋の収縮が推定されるので幾らか判断できる.

3~2) 運動の計測

鼻咽腔閉鎖時を“0”として嚥下の合図, 舌運動開始, 軟口蓋の運動開始, 降下開始, 最大降下

Fig. 8. Table 7. The Time from Tongual Movement's Beginning to the Ba Touch to the Vallecula (• Postero-anterior × Lateral)

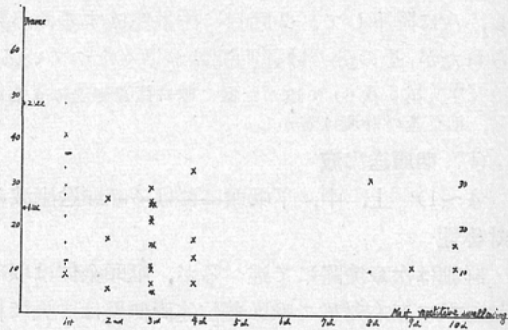


Table 7.

Age	~25	26~49	50~	Mean time
P-a	26.8 (10.8)	14.3 (6.7)	24.8 (15.0)	23.5 ± 0.8 (12.3)
No of cases	6	3	6	15
Lateral	20.3 (9.1)	15.1 (12.3)	18.9 (7.8)	18.3 ± 3.9 (9.5)
No of cases	9	7	9	25

Unit : Frame in 24 frames/sec.
 () : Standard deviation.

位, 安定位の復原などを測定した. そのうち最後者が判断しにくい, 他は割合正確に計測できる. 軟口蓋は舌運動開始より1/3秒おそく挙上開始し, ついで11.5駒で鼻咽腔が閉鎖し (Fig. 11. Epiph. (R-L) ③, Fig. 3. Epiph. (R-L) ②③), その後 0.8駒でバリウムが喉頭蓋谷に達し, ついで閉鎖後 1/4 秒, 約 6駒で送出力の伝達と共に降

下し始め、15駒、 $\frac{2}{3}$ 秒で最低位置になり、約27駒で復原する。全運動時間は39駒、2秒足らずである。バリウムが喉頭蓋谷に流下してから、軟口蓋が運動開始する例などはない。併し計測例で鼻咽腔閉鎖前4駒～1駒で、バリウムが喉頭蓋谷へ達しているのが25%位あるが、中咽頭への流入はそれより前故、舌運動、軟口蓋運動開始とほぼ同時に流下開始したと考えて良く、バリウムも少量で1例以外は異常と思われぬ。

3～3) 体位別、性別、年齢別変化。

立位臥位の差、性別差もないが、老令者は運動開始がおそく、最低位到達、安定位復原などおこなわれているが、全運動時間は老幼凡で約40駒である。2例に鼻咽腔閉鎖迄に、1回目にやゝ挙上収縮し、次に降下して、2回目に閉鎖完成するのが見られたが、その分だけ運動開始が早くなっている。

(注) 第5章6) に述べた様に軟口蓋造影法によらぬと、軟口蓋の計測は難かしい。

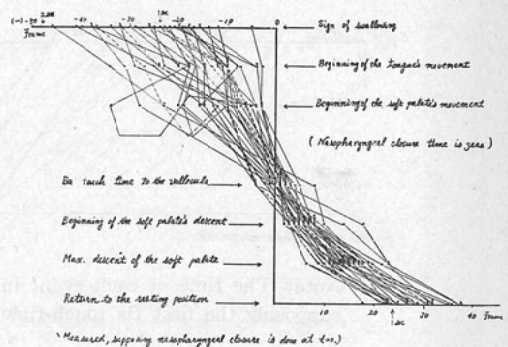
④ 咽頭送出波

4～1) 上、中、下咽頭における咽頭送出波の対称性

詳細は次章流路にて述べるが、咽頭全体は収縮弛緩共に左右対称で喉頭蓋位迄両側壁は中央で相接して下方へバリウムを推送する(Fig. 4. Epiph. (D-V)⑦)。

4～2) 咽頭蠕動波の発生伝達及びその時間、咽頭蠕動波、軟口蓋の降下、舌の後方運動、舌骨喉頭の後方下方運動などが咽頭送出波を形成する

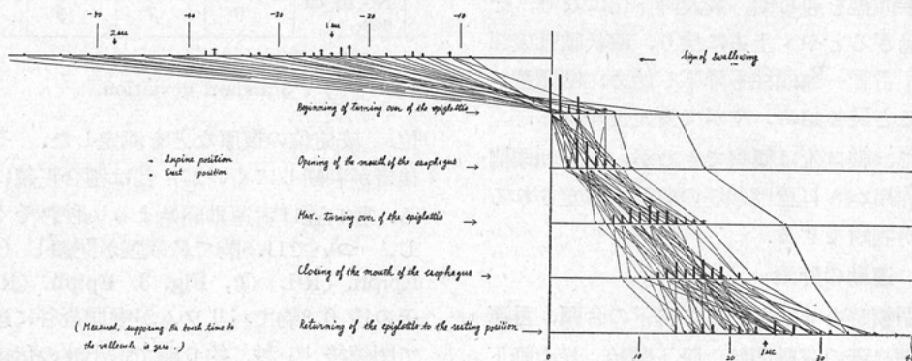
Fig. 9. Movements of the Soft Palate
— Erect position Supine position



と思われる。Passavant 隆起は Fig. 3, 4, 11 の様に (殊に Fig. 11.) 上咽頭後壁が直角状に前方に突出し、その直下から後壁蠕動波が発生し下方に伝達する。鼻咽腔閉鎖を作る時、上咽頭後壁全体が頸椎前縁を結ぶ線から一様に前方運動し、更にその中の一部が特に突出して Passavant の隆起を作る。そして次に、その下方が突出前縁の所迄連続的に前進し乍ら下方へ伝達する (Fig. 4. Epiph. (R-L)).

バリウムが Passavant 隆起直下迄充滿してなくても、蠕動波は始めは空虚な腔を伝わりやがてバリウムに接して伝達降下する (Fig. 3. Epiph. (R-L)②③, Fig. 4. Epiph. (R-L) ③④)。喉頭蓋の高さ以下は前方変位は少い (Fig. 3.4. (R-L)) が、バリウム餅の時は下咽頭でも強く表われる (Fig. 2 (R-L) ⑤)。その伝達時間は鼻咽腔閉鎖時から輪

Fig. 10. Movements of the Epiglottis and the Mouth of the Esophagus



状軟骨後部を送出波が通るまでの時間、即ち送
出波がバリウム尾を搾送し、食道が閉鎖する迄の
時間と考えて良く約11駒、 $\frac{2}{3}$ 秒である (Table-13).

4~3) 喉頭蓋との関係

咽頭後壁の蠕動波は喉頭蓋に来てその上を乗り
越える時、喉頭蓋を最低位に押下げる像は、左右
像で咽頭の側方の広がり少い時には良く見えるが
側方の広がりが大なる時はバリウムに隠れて見え
ぬ。前後像では側方からの狭窄で喉頭蓋を“へ”
型に押し曲げ反転する (Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑦).

4~4) 頭部を一側方に廻したとき。

蠕動波は左右像でみると喉頭蓋以下では中咽頭
ほど強く表われないが、頭部を左又は右に廻した
とき、殊に臥位の時には非常に強く表われ、蠕動波
の先端が半球状に見えつつ下方に進み、腫瘍によ
る充盈欠損の様に見える事がある (Fig. 12. Epiph
①⑥Hypo. ②⑥).

4~5) その再現性と規則性

バリウム量の多少粘調度により咽頭蠕動波には
強弱の差があるが、伝達時間は大体一定で一度発
生すれば急速連続嚥下 (47頁参照) によつても中
断することなく必ず頸部食道へと伝達する、All
or nothing で規則性は極めて大である。此の点
食道蠕動波とは異なる。

4~6) バリウム尾の搾送 (後述)

⑤ 流路の対称性 (Table 9-1, Table 9-2)

バリウムは口腔から食道迄一気に流入する様
に見えるが、詳しく見ると一度喉頭蓋に衝突し、次
に梨状凹に貯り、次に食道口へ流入する。極めて
平滑に流入する場合とそうでない場合といろいろ
程度の差があるが、梨状凹に貯り“ニボー”を作
つて後、食道へ流入するという場合は正常では極
めて少い。バリウムが喉頭蓋に1~2駒堰きとめ
られるのは、(Ardran の拘束) 注意して見ると
殆んど凡てに存在する。かゝる点から考えてバリ
ウム流路を次の3通りに分けてその対称性を調べ
た。表9-1は全症例の各嚥下毎の流路別を挙げ
たもので凡て前後像で調べた。こゝに対称的流路
というのは5~1)流路では舌正中溝のみを流入

し、またはその両側に溢れて咽頭側壁との間に広
がつて喉頭蓋谷に達し次に5~2)流路では両外側
舌喉頭蓋皺襞を越えて両側披裂喉頭蓋皺襞と咽頭
側壁との間の両側流路に沿い (Fig. 3. Epiph. (D-
V) ③, Fig. 15. (D-V) ②), または喉頭蓋頂上か
ら溢れおちて三方から梨状凹に達し。 (Fig. 4.
Epiph. (D-V) ③④), 5~3)流路では両梨状凹から
食道に流入するものをいう。左方流路とは本論文
では左方の流路を流れる量が多いか、または先に
左方、次に1駒~数駒遅れて右方に流入すものを
言う、咽頭麻痺患者の一部の様に左方流路のみ通
る場合は正常では存在しない。即ち5~1)流路で
は中央と左方に溢れて、または右が遅れて溢れて
通り、5~2)流路では中央または中央と左方が先
で次に右方がやゝ遅れて通ずる。5~3)流路では
左方がやゝ先に又は右と比べて同時だが、左方
の方が流路巾も大で流量も多いときとする。

右方流路はその逆の場合とする。

また同一人で例えば三回嚥下して、対称流路1
回で右方流路2回のときは $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ として Table 9
~2) を計算した。

5~1) 舌背を伝わり口腔より喉頭蓋谷に達す る迄の流路 (Fig. 4. Epiph. (D-V) ③)

流路が完全に左右対称と思われるものが最も多
く65% (17人), 左方流路が19% (5人), 右方流路
が16% (4人), 嚥下回数では中央が62% (21回),
左方流路が24% (8回), 右方流路12% (4回) で
中央が断然多く性別差, 年令差, 左右差は見出せ
なかった。

5~2) 喉頭蓋谷から下咽頭の梨状凹に達する 迄の流路

5~1) 流路に比べてこの流路では左方流路
の優位や先行が多くなり、対称流路が63% (17.1
人), 左方流路が39% (15.6人), 右方が18% (7.3
人), 又嚥下総回数中、対称流路, 左方流路, 右方流
路は夫々36% (29回), 48% (39回), 16% (13回), で
あり、左方流路と対称流路が匹敵し、右方流路が
減少し左右差が明らかとなっている。男性で左方
流路が50%に達し、右方流路は男女共15%位で左
方流路はその倍ないし3倍である。年令差, 性別

差は見出せなかつた。

5~3) 梨状凹から食道に流入する迄の流路。

巨大な喉頭、特にその輪状軟骨部が後方に突出しているの、バリウムは少量なら両側流路をと

り食道へ流入する (Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑥, Fig. 3. Epiph. (D-V) ④). 多量なら輪状軟骨後部は充盈され (Fig. 4. Hypoph. (D-V) ④), 両側流路は1体となるが、流入し始めは側方流路は良

Table 9-1. Symmetry of Pharyngeal Food Channels

Food channel				Mouth→Mesopharynx			Pirif. sinūs →Hypopharynx			→Esophagus			
Case No.	Name	Sex	Age	Median Bilaeral	Left	Rigt	Med. Bilat.	Left	Right	Med. Bilat.	Left	Right	
1	M. S.	♀	54	1			1	1		1	1		
2	R. N.	♀	37					2		2			
3	H. M.	♀	24			1	1			1			
4	M. M.	♀	42				1			1			
5	K. O.	♀	65		1		1	1			1		
6	Y. A.	♀	45	2			1			1			1
7	M. O.	♀	59		1				1				1
8	Y. M.	♂	32	1			1			1			
9	S. M.	♂	43			1			1				1
10	T. S.	♀	60	1			1			1			
11	R. N.	♂	50	1	1		1	3			2		
12	Y. Y.	♀	43	1			2				1	1	
13	M. S.	♀	34				3			2		1	
14	S. Y.	♀	56				2	1		2	1		
15	K. Y.	♂	17		3			3		1	3		
16	K. K.	♂	30					2			2 ^x		×Left food channel only to the esophagus
17	K. T.	♂	57					4			4		
18	H. M.	♀	17				1	2			2	1	
19	J. O.	♀	49	1			1			1			
20	K. K.	♀	54		1			2		1			
21	M. M.	♂	23					2	1	1	4		
22	K. K.	♂	72					4 ^x			4		Left food channel only to the esophagus
23	H. W.	♀	45				1		1	1		1	
24	S. O.	♀	54						2	2			
25	M. N.	♀	59				1	1		2			
26	K. Y.	♀	36					2	1		2	1	
27	H. I.	♂	7	1				1	1		1		
28	E. W.	♀	9	1					1	1			
29	K. K.	♀	8	1			1			1			
30	Y. H.	♀	15	2					2	1		1	
31	T. H.	♂	25	1	1		1	1		1	1		
32	T. W.	♂	29	1			1		2	2			
33	T. T.	♀	34	1			1			1			
34	K. S.	♀	44			1		2			2		
35	T. S.	♂	25	2			2			1		1	
36	H. U.	♂	39				2			2			
37	H. O.	♀	16			1		1			1		
38	S. I.	♀	43	1			2			1			
39	A. N.	♀	51	1				2		1	1		
40	N. H.	♀	53	1				2		1			

Note : Symmetrical food channel, that is, median and bilateral food channel or median food channel or bilateral food channels. Left food channel, that is, predominant left food channel or left food channel prior to the right, and also in right.

Table 9-2. Symmetry of Pharyngeal Food Channels

Food channel		Mouth→Mesopharynx			Hypopharynx→Piriforme Sinus			→Esophagus			
		Median* Bilateral	Left°	Right°	Median* Bilateral	Left°	Right°	Median* Bilateral	Left°	Right°	
No of swallownig ^x		% 62 (21)	% 24 (8)	% 12 (4)	% 36 (29)	% 48 (39)	% 16 (13)	% 46 (35)	% 41 (31)	% 13 (10)	
All cases ^x		65 (17)	19 (5)	16 (4)	43(17.1)	39(15.6)	18(7.3)	53(21.3)	33(13.2)	14(5.5)	
Female ^x		66 (12)	17 (3)	17 (3)	48 (13)	34(9.2)	18(4.8)	56(15.3)	29(7.7)	15 (4)	
Male ^x		64 (5)	24 (2)	12 (1)	31(4.1)	50(6.4)	19(2.5)	47(6.0)	42(5.5)	11(1.5)	
^x All cases	Age	~25	60(5.5)	18(1.5)	22 (2)	35(3.8)	39(4.3)	26(2.8)	45(5.0)	43(4.7)	12(1.3)
		26~49	78 (7)	(0)	22 (2)	61(9.9)	23(3.7)	16(2.5)	54(8.6)	26(4.2)	20(3.2)
		50~	56(4.5)	44(3.5)	(0)	26(3.4)	59(7.6)	15 (2)	59(7.7)	33(4.3)	8(1.0)
^x Female	Age	~25	(3)	(0)	(2)	(2.3)	(2.6)	(2.0)	(3.5)	(1.7)	(0.8)
		26~49	(5)	(0)	(1)	(7.6)	(2.7)	(0.8)	(5.6)	(2.2)	(2.2)
		50~	(4)	(3)	(0)	(3.1)	(4.8)	(2)	(6.7)	(2.3)	1.0
^x Male	Age	~25	(2.5)	(1.5)	(0)	(1.5)	(1.7)	(0.8)	(1.5)	(3.0)	(0.5)
		26~49	(2)	(0)	(1)	(2.3)	(1)	(1.7)	(3)	(1)	(1)
		50~	(0.5)	(0.5)	(0)	(0.3)	(2.8)	0	(1)	(2)	0

- × All swallowings of each case are corrected as one swallowing. () : No of cases.
- Predominant left food channel, or left food channel prior to the right and also in right.
- Symmetrical food channel.

く分る。餅状バリウムでは両側流路をとる，例えばFig.2では右側流路で食道へ流入後，漸く合流している。全嚥下回数中，対称流路，左方流路，右方流路は夫々46%(35回)，41%(31回)13%(10回)，人数では53%(21.3人)，33%(13.2人)，14%(5.5人)，であり，5~2)流路より更に左方流路が有意となってくる。性別，年齢別差は見出せなかった。

5~4) 頭部を1側方に廻した時の流路(約45位)

5-3) 流路では頭部を右方に廻したとき，左側流路のみ (Fig. 13. Head turning to the right ③④⑤, Fig. 12. Epiph ②⑦)), 左に廻したとき，両側流路を取ることが多い (Fig. 13. Head turning to the left. ③④). 余り強く廻せば廻した方の流路が圧迫されるので，例えば左に廻したときも右側流路のみとなる。同一人で数回嚥下したときは流路は大体一定している。また4回とも左側流路をとるものがあつた。対称流路がなく右側流路と左側流路を交互にとつたものは，喉頭蓋迄の流路にはない，梨状凹迄の流路に3例，食道迄の流路に2例あつた。例外は72才男と30才男で喉頭蓋-梨状凹迄の右側流路が極めて少量であつたが，それは喉頭蓋-梨状凹間のみで喉頭蓋の傾きもなく，蠕動波も正常で病的と見做されない。

⑥ 咽頭充盈像

本項目中一部は咽頭送波，咽頭流路と当然重複する。

6~1) 咽頭充盈像の対称性

中，下咽頭充盈像は食道の偏位及び流路の項に述べたバリウムの流入し始めの非対称を除けば，前後像で見る咽頭側壁の蠕動波の発生もバリウム尾の押送も左右対称である。喉頭蓋も両側からの送波で半ば折たまされた如くになり反転する (Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑦).

6~2) 食道の偏位

併し食道特に上部食道は一般にやゝ左偏し，中央気管透影像と重ならず，右側に少し気管影を残すが，左側には見えない (Fig. 3. Fig. 4. Hypoph. (D-V) 像). 40人中6人のみ偏位していなかつ

Table 10. No of Cases without the Esophagus Dislocating Left to the Trachea

Age	Male	Female	All cases
50~	— (3)	— (10)	— (13)
26~49	2 (5)	1 (11)	3 (16)
~25	2 (5)	1 (6)	3 (11)
Total	4 (13)	2 (27)	6 (40)

6 (40) : 6 cases out of 40 have the esophagus dislocated.

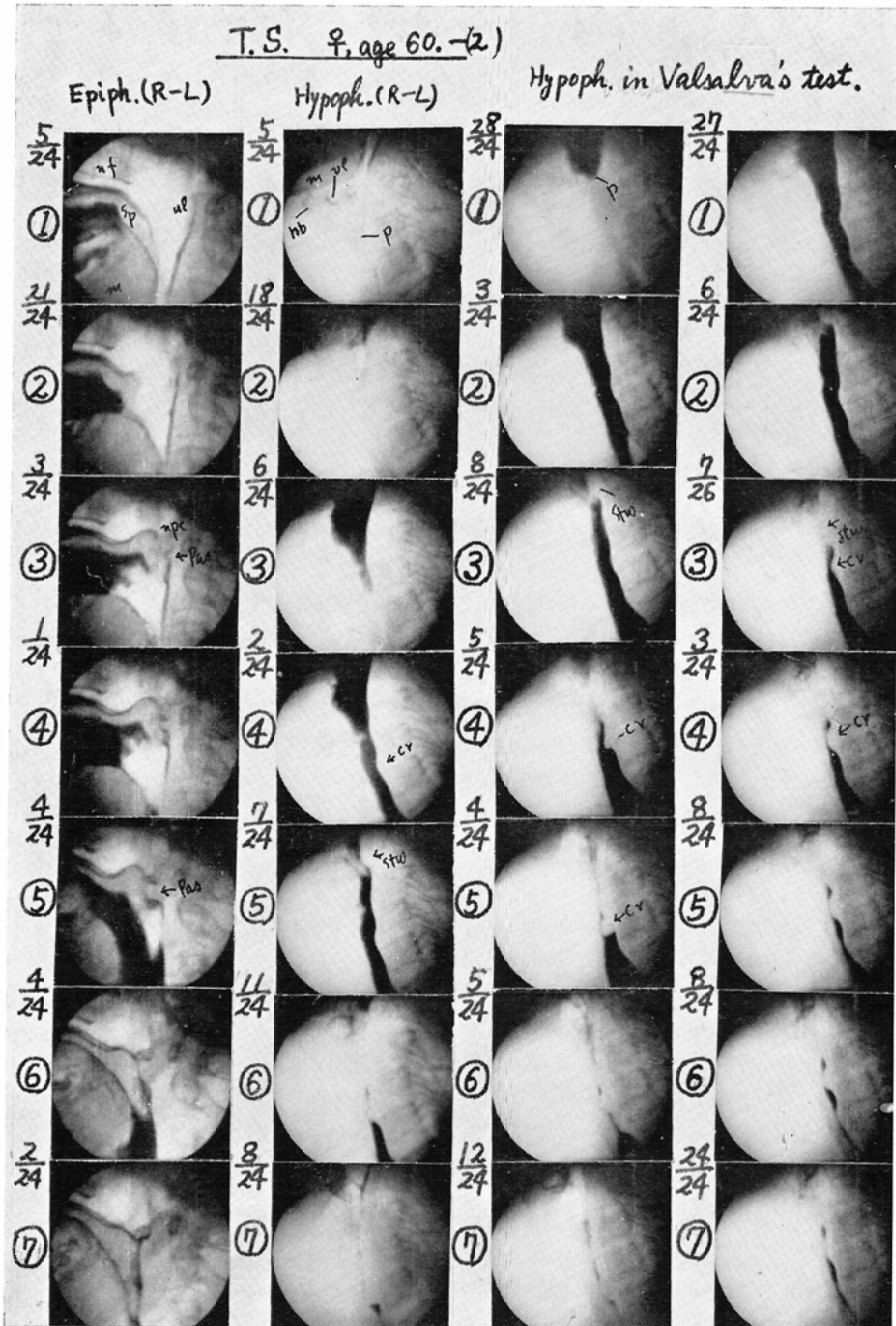


Fig. 11 Epiph. (R-L). Protuberant Passavant's ridge, (5) (4). Widning of the palatoglossal closure, (3) (4).

Hypoph. (R-L). The pharyngeal stripping wave strips over the inverted epiglottis. (white spot above it, is the central brightness of the image.)

The hypopharynx in Valsalva's test. Hemispherical defective shadow at the mouth of the esophagus is likely to show the pars transveasa of the m. cricopharyngeus.

a) Supine with Head Turning to the Left

b) Supine with Head Turning to the Right.

Epiph.

Hypo.

Epiph.

Hypo.

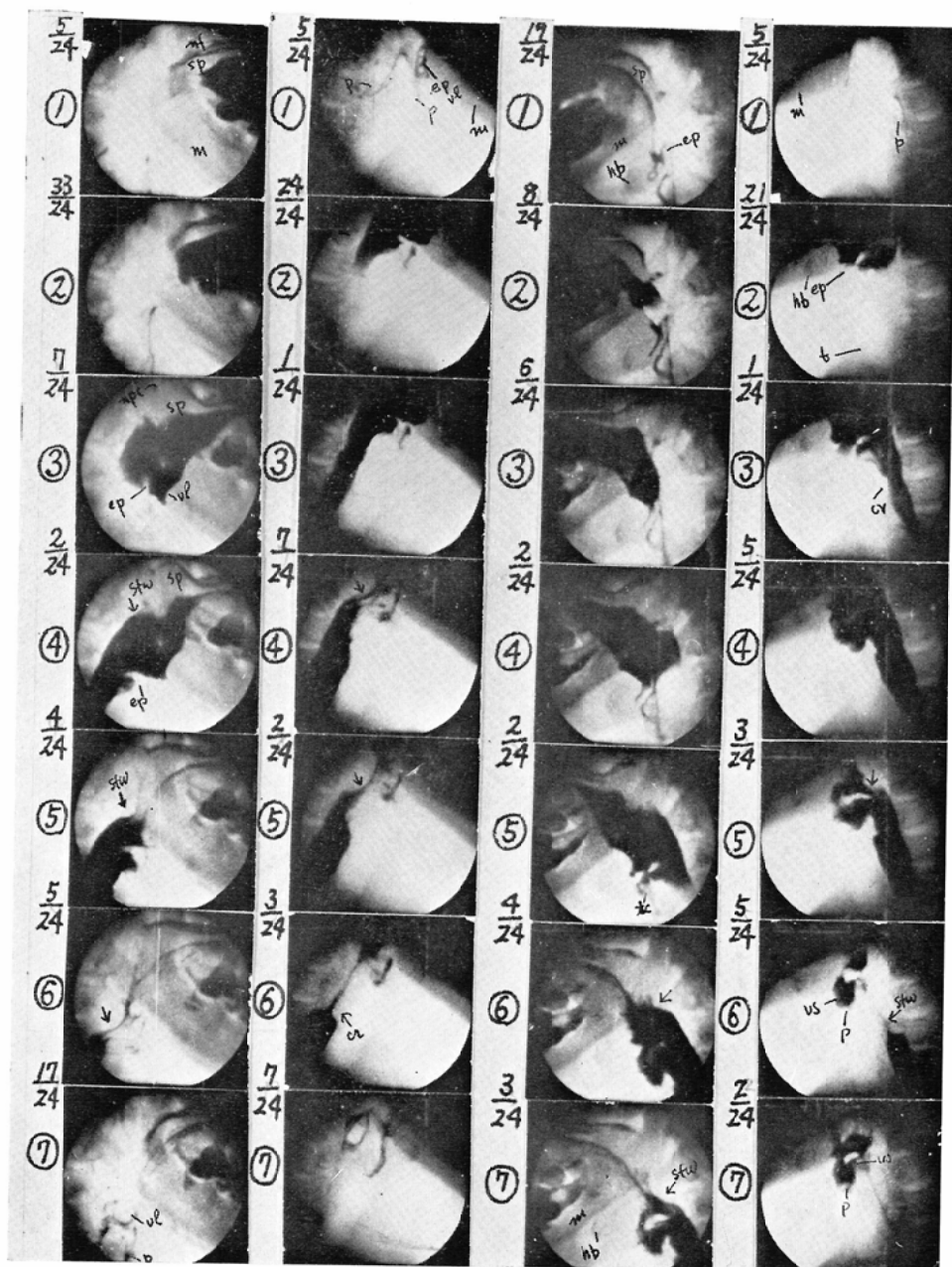


Fig. 12. K.S. ♂, age 44. a) Head turning to the left. In Fig. 3 and 4., the pharyngeal peristalsis is likely not to be strong, but in Fig. 12., much stronger peristalsis is showed even in the hypopharynx, as if it were defective in stillradiograph, (Epiph. (5) (6)). Bilateral food channels (Epiph. (4) (5), Hypoph. (2) (3)).

b) Head turning to the right. Food channel is only left (5) (6) (7). Strong pharyngeal peristalsis (6) (7). The inverted epiglottis and the closed arytenoid commissura are clearly seen. The right piriforme sinus is filled with barium, which does not flow from there into the esophagus.

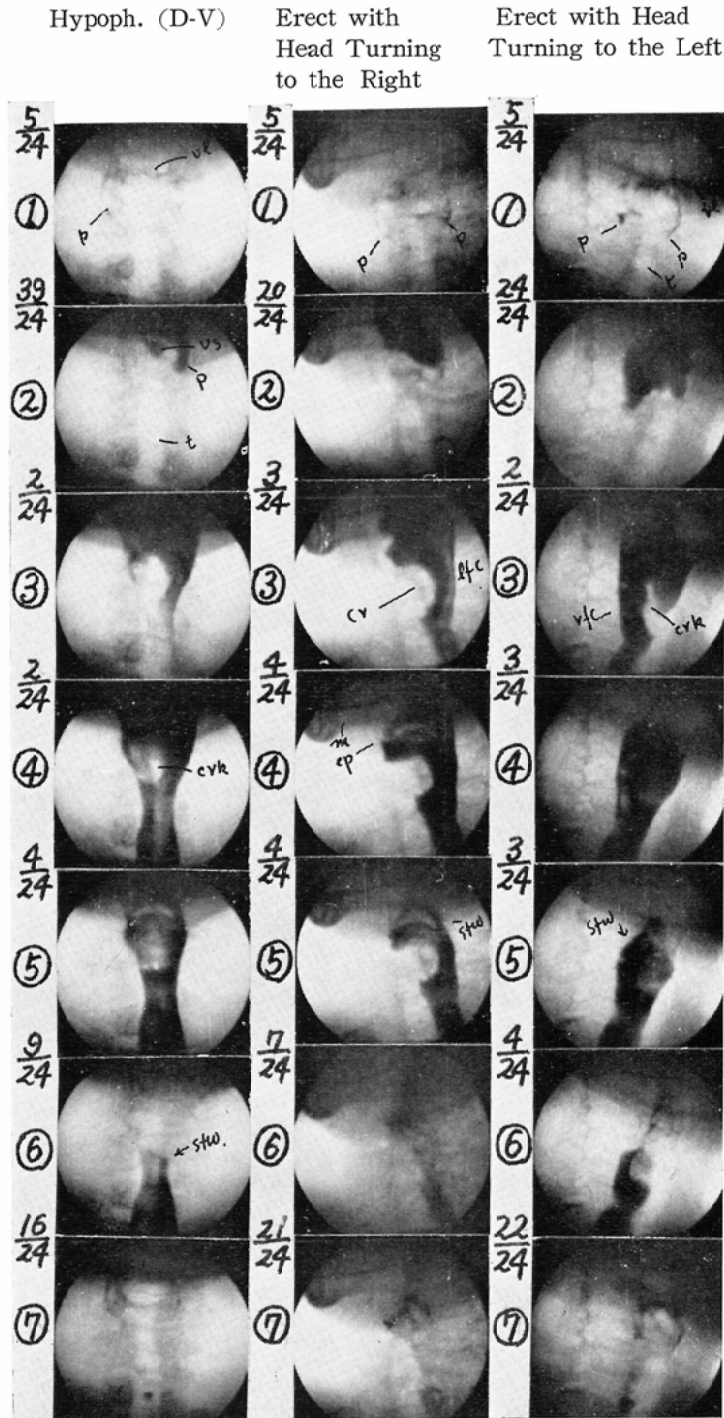


Fig. 13. T.S. ♀, age 60. Head turning to the right. Left food channel is used only. The postcricoid is defective. Differentiate the carcinoma of the postcricoid. Head turning to the left. Barium flows into both food channels. Defective shadow is not showed.

た。その中3人は25才以下、3人は40才前後であつた。老人では凡て左偏していた (Table 10)。

6~3) 側方突出 (Lateral outpouching)

前後像でバリウムが咽頭に充満したとき喉頭蓋谷の高さで左右両側に半球状に突出した像が見られるが、(Fig. 3. Epiph. (D-V) ④, Fig. 4. Epiph. (D-V) ④右方のみ) 之は甲状軟骨板と舌骨との間の舌甲状膜 Membrana hyothyroidea に相当する部が、喉頭の挙上に伴い狭くなりその間隙にバリウムが流入したものである。時に愁室状に見えたり、咽頭送出波が通過後も少量バリウムが残る場合があるが (Fig. 3. Epiph. (D-V)), 舌骨—喉頭柱が降下すれば残留は分らなくなる。送出波は喉頭蓋より上方は両側方より相接するが、喉頭蓋以下では両側方突出もいくらか間隔が狭くなる程度で、側方突出は主に前後方向に推送される如くである。Table-11に見る如く男性 (90%), 女性50%に見られた。男は老人に多く女は若い人に多い数値がでた。一般に両側性であり、2例は片側のみであつた。頭蓋骨及び顎骨と重つたり、露出が不適當で有無判断できぬ場合は省いた。

6~4) 輪状軟骨後部の充盈度

輪状軟骨部はバリウムが少いとき (両側流路をとる), バリウムの通過直後、咽頭送出波が後部を通る直前、バリウムの比較的うすい場合などでは充盈されないで充盈欠損の様に表われ易い (Fig. 3. Epiph. (D-V) ⑤)。また頭部を左に強く廻したときや、右に廻したときはそれぞれ反対側の流路をとり、廻した同側は不通になるので充盈欠損として投影される (Fig. 12. Hypoph. (2) Fig. 13.)。

6~5) 頸椎の側面像に及ぼす影響

頸椎変形が大になり椎体の上、下隅が唇状または嚙状に突出したりすると、咽頭及び食道流路の後壁はその影響を受け、(Fig. 11, Fig. 14) 頸椎の凹凸に従い凸凹を生ずる。その軽度なものを、著明なものに分けて調べるとTable-11の様で25才以下には殆んど凹凸は認められないが、26~49才で56%, 50才で70%に凹凸を認めた。バリウム流下中の咽頭後壁の凸凹は頸椎中最も運動するC₄C₅C₆の間に多く見られる。嚙下困難は何れも存在しな

かつた。此の時輪状咽頭筋のX線像と思われる像がでるものが多い。

⑦ 咽頭壁の運動

7~1) 上咽頭後壁の前方運動 (3~1) 参照) 鼻咽腔閉鎖の所で述べた。

7~2) Passavant 隆起も3~1)に大体述べたが、鼻咽腔閉鎖に先立ち、上咽頭後壁全体が数mm乃至1cm位前方運動し、その中の一部が特に突出して Passavant 隆起を作る。数mm突出、上下の長さも数mmで短形乃至半球状に近い。軟口蓋造影したとき上咽頭後壁へのバリウムの附着が完全で確実に観察し得た21人共 Passavant 隆起を形成していた。

7~3) 中、下咽頭後壁の上方下方運動

舌骨—喉頭柱の上昇と殆んど同時に下咽頭で約1頸椎高上昇し、送出波通過と同時に、舌骨—喉頭柱と共に降下する (Fig. 4. Epiph. (D-V) ①②, Fig. 3. Epiph. (D-V) ①②)。

7~4) 送出波に関係する蠕動運動の強さとその対稱性、

咽頭送出波、流路、咽頭充盈像の所で述べた。

⑧ 咽頭腔の収縮と弛緩

8~1) 側方突出、咽頭充盈像の6~3)に述べた。

8~2) 中咽頭腔の収縮と弛緩

上咽頭腔と中咽頭腔は鼻咽腔閉鎖により分離する。軟口蓋の挙上収縮により舌、軟口蓋、咽頭壁との間に空間ができる (Fig. 3. Epiph. (R-L) ②, Fig. 11. Epiph. (R-L) ③④)。そして舌の後方突進運動によりバリウムが中咽頭に流入しても鼻咽腔閉鎖の所迄はバリウムが充盈しないので、咽頭蠕動波は上述の様に発生から暫く約1頸椎高位の間バリウムと接しないで降下する (Fig. 3. Epiph. (R-L) ②③, Fig. 4. Epiph. (R-L) ③④, Fig. 11. Epiph. (R-L) ⑤)。それは数駒の間でありやがて舌の後方運動、軟口蓋の降下、咽頭後壁の蠕動運動及び側壁の狭搾運動によりバリウム尾と相接して完全に推送する様になる (Fig. 3. Epiph. (R-L) ⑤, Fig. 4. Epiph. (R-L) ⑤⑥, Fig. 11. Epiph. (R-L) ⑥)。始め中咽頭上部に残っていたと思われる空気はバリウムと一所に

搾送される。中咽頭腔の拡大は軟口蓋挙上が大きくなり、一部舌の前方運動、更に舌骨、喉頭の挙上により行なわれ、バリウム尾の側方狭窄は前後像で、対稱性に両側より強力におこり正中線上に一線になる迄搾り、喉頭蓋に迫る (Fig. 3. Epiph. (D-V) ④⑤, Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑥⑦)。中、下咽頭腔の閉塞は送出波が食道に伝達する迄約 $20/24$ 秒位持続される。中咽頭腔の膨脹は最大降下した軟口蓋が直ちに咽頭後壁から離れ、同時に上咽頭より空気が侵入して起る (Fig. 3. Epiph. (R-L) ⑥, Fig. 4. Epiph. (R-L) ⑦)。

8~3) 上咽頭腔の収縮と弛緩

舌骨、喉頭の挙上と共に下咽頭底も上昇し、その腔は上下方向が左右方向より短くなり (Fig. 3. Epiph. (R-L) ③), バリウムが食道に流入して1~2駒後には腔は前後径も左右中も最大になっている。送出波が近づくと、側方向、上下方向、前後経共に短縮し、送出波の通過直後が最も短縮している (Fig. 3. Epiph. (D-V) ⑤, Fig. 22. (D-V) ⑧)。時に梨状凹、喉頭蓋谷の4カ所が一点に集中する如くでX字形に見える (Fig. 22. (D-V) ⑧) 場合や更に側方の狭窄が余りなく前後方向の狭窄が大なる場合もある (Fig. 15 (D-V) ⑥)。下咽頭腔の膨脹は送出波が食道に伝達して舌骨喉頭の降下、並びに下方、上方からの空気の流入に連れて起り、上下左右共に発散状に拡大するが、喉頭の降下が空気の流入後は緩慢なので、それに連れて下咽頭も拡大する。時に喉頭降下が早くて、送出波が下咽頭を通るか通らない中に喉頭前庭から空気が侵入して膨脹した例が2例あった。膨脹は気道からの空気の流入か (Fig. 22. (R-L) ⑧), 中咽頭からの空気の流入 (Fig. 3. Epiph. (R-L) ⑦) に依り起るのか明瞭に見分けられぬ。

8~4) 空気の入出

鼻咽腔閉鎖後にその下方にあった空気は凡て嚥下される。下咽頭の空気は食道の開口がバリウムの流入より1~2駒前だから下咽頭の空気は食道へ一部送られる。また下咽頭へバリウムが一部侵入した時、気道はまだ閉鎖してないから気道の方へも送られる。前庭へ侵入したバリウムは前庭が

開く時上方に向う排泄運動で咽頭へ排泄されてしまう事から、空気が気管の方から前庭へ入り咽頭へ流入する事が分る、正常では空気の出入は直接観察されない。

⑨ 喉頭蓋の運動

9~1) 喉頭蓋の反転と復位

舌背を通り喉頭蓋谷に達したバリウムは喉頭蓋と左右の外側舌喉頭蓋皺襞の間に貯るが、正中舌喉頭蓋皺襞により2カ所に分けられ喉頭蓋の舌面の下縁を表す (Fig. 3. Hypoph. (D-V) ③)。左右像でも喉頭蓋谷にバリウムが貯っている像がでる (Ardran の拘束) (Fig. 3. Hypoph. (R-L) ②, Fig. 4. Hypoph. (R-L) ①)。完全に拘束されるもの5例で、他は喉頭蓋谷に充満すると外側舌喉頭蓋皺襞を越えて披裂喉頭蓋皺襞に沿い、又は喉頭蓋頂上から溢れるがとにかく一時バリウムの流れは喉頭蓋により拘束される。次でバリウムの下咽頭への流入につれ喉頭面にもバリウムが廻り、流路中水平 (Fig. 3. Epiph. (D-V) ④) また“へ”の字形 (Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑦) に反転した形が表われる。側面像では喉頭蓋谷にバリウムが貯ると、1~2駒で略水平位になり、バリウムの流入に連れ、流れの中に漂い反転し (Fig. 12. Epiph. (1) ②③④⑤, Epiph. (2) ④⑤⑥, Fig. 22. (R-L) ⑥⑦) 送出波の到来と共に、舌底に突進した喉頭を完全に覆う様になる。その尖端はほぼ輪状軟骨後部に達する。送出波が喉頭蓋上に来た時両側流路のバリウムが少いか又は十分に腔が広くない時、130°位に最大反転した形が見られる (Fig. 11. Hypoph. (R-L) ⑤, Fig. 15. Hypoph. ⑤)。送出波の通過と共にやゝ上昇し、舌

Table 11. Lateral Out-pouchings

Sex Age	Male	Female	All cases
	~25	4 (4)	0 (3)
26~49	3 (3)	4 (8)	7 (11)
50~	1 (2)	6 (9)	7 (11)
Total	8 (9)	10 (20)	18 (29)

18 (29) : 18 cases out of 29 have lateral out pouchings.

Table 12. Influence by the Deformation of the Cervical Spine

Sex	Male				Female				All cases			
	Grade	+	-	(#) + (+) Total %	Grade	+	-	(#) + (+) Total %	Grade	+	-	(#) + (+) Total %
50~	-	2	1	2 (67)	3	4	3	7 (70)	3	6	4	9 (69)
26~49	-	1	4	1 (20)	1	5	5	6 (55)	1	6	9	7 (56)
50~	-	-	5	- 0	-	-	6	- 0	-	-	11	- 0
Total	-	3	10	3 (30)	4	9	14	13 (48)	4	12	24	16 (40)

Table 13. Movements of the Epiglottis and the Mouth of the Esophagus

Sex	All cases ×				Male ×			Female ×			Supine cases	
	Age	~25~50~	~25	26~49	50~	~25	26~49	50~	~25	26~49		50~
1 Sign of swallowing		27.2±3.9 (11.5)	-26.5 (13.6)	-24.8 (9.6)	-30.8 (12.1)	-27.7	-23.0	-26.4	-25.4	-25.7	-32.3	-23.4
2 Beginning of turning over of the epiglottis		0.9±0.4 (1.2)	0.9 (1.3)	0.9 (0.95)	1.2 (1.5)	1.4	0.9	1.2	0.4	0.8	1.3	3.9
3 Opening of the mouth of the esophagus		4.0±0.6 (1.9)	3.9 (1.6)	3.6 (2.0)	4.2 (1.5)	5.0	3.6	4.0	2.7	3.9	4.2	5.3
4 Max. turning over of the epiglottis		10.9±0.9 (2.7)	10.3 (1.9)	10.7 (2.7)	11.5 (3.5)	10.8	9.3	10.5	9.8	11.4	11.8	13.9
5 Closing of the mouth of the esophagus		15.3±1.4 (4.0)	14.7 (2.5)	14.5 (5.4)	16.5 (3.6)	14.2	14.0	15.2	15.2	16.1	17.0	18.7
6 Returning of the epiglottis to the resting position		21.1±2.1 (4.9)	20.1 (3.8)	22.2 (4.3)	22.1 (6.2)	21.0	21.7	18.8	19.4	22.7	29.4	24.0
No of cases		37	10	15	12	5	5	3	5	10	9	10

× : Erect position. Unit : Frame in 24 frames/sec. () : Stand deviation. ± α : 95% confidence interval.

骨—喉頭一柱の降下，下咽頭の開大と同時に数駒で上転し安定位になる。喉頭蓋はバリウムの流入前に反転する事なく，バリウムの流入，舌骨，喉頭挙上，送出波の到達と相待つて反転する。

9~2) 反転位，最大反転の開始時間および復原時間，他器官の運動との時間関係 (Fig. 10. Table 13)

88-2-a) 反転開始時間 舌骨の挙上開始，舌の後方突進運動に伴い，喉頭蓋は僅かに後方に傾く，之はバリウム量が少くても起り之を反転開始時間とし，舌骨及び舌運動に伴う動きに比べて明瞭に測定できるので之を採用した。1例はバリウムが喉頭蓋谷に触れてから7駒， $7/24$ 秒で動いた

が，大部分は喉頭蓋にバリウムがつくと同時か平均0.9駒位おくれで反転運動開始する (Table 13)。之から約3駒後，即ち喉頭蓋谷にバリウムが着いてから平均4.0駒後に食道が開く。

9-2-b) 最大反転時間 バリウムが食道に流入し，送出波が喉頭蓋上に来た時，最も反転していると考えられる。喉頭蓋にバリウムが触れてから約11駒， $11/24$ 秒で食道口が開いてから60駒位である。その後4.5駒で送出波は食道へ入る。

9-2-c) 後原時間 送出波が喉頭蓋を通過すると反転角度がやゝ減り，舌骨—喉頭柱の降下，下咽頭の弛緩で徐々に角度が減り，腔の開大が一定以上になると dynamic に数駒で直立位に復原

Fig. 14

Fig. 15

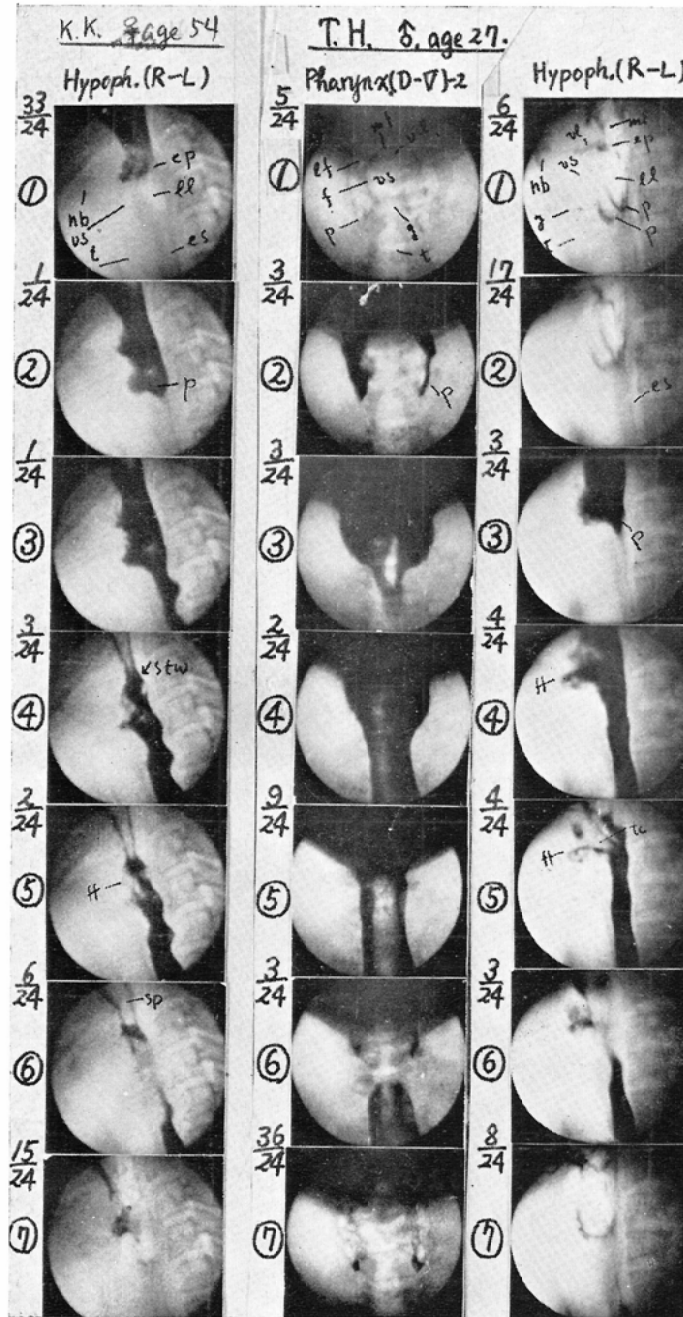
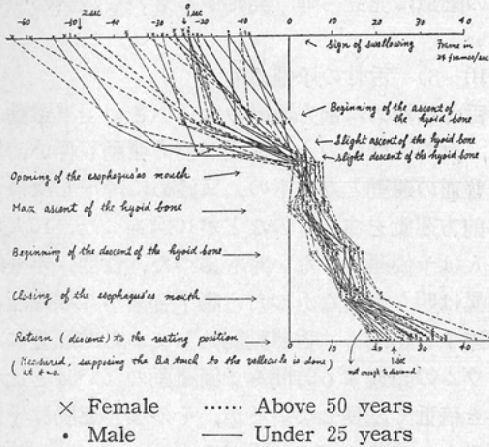


Fig. 14. Spondylitis deformans makes the posterior pharyngeal wall uneven, (1)-(6). Unevenness is clearly showed, on flowing into the esophagus. The aryepiglottic fold furrow is slightly showed, (4) (5). No subjective symptom.

Fig. 15. Bilateral food channels into the piriforme sinus (2) (3). And the mouth of the esophagus is narrow, when barium flows into the esophagus, but it widens, when flowing into maximally, (4). Lateral narrowing of the hypopharynx is not so strong. The so called aryepiglottic fold furrow, (4) (5) (6). The hypopharyngeal lumen contracts vertically, but not always sufficient laterally. The anterior pharyngeal wall shows a complicated shadow, in combining with the over-turned epiglottis, the folds, the fold furrows, and the arytenoids, (4) (5).

Fig. 16. Movements of the Hyoid Bone



する。舌骨、喉頭の復原より先であり、反転し終わった後もそれらの降下に伴い、やゝ動くのでここで終了したかは正確には定め難い。喉頭蓋の運動開始から20駒で復原、食道口が閉じてから6駒で復原している。喉頭蓋谷にバリウムが到達してから後の時間は反転開始、食道開口、最大反転位、食道閉鎖などが規則正しく分布しているが、安定位の復原は動揺が大である。喉頭蓋の運動には体位別、年令別、性別差異は見出せなかつた。

9~3) 喉頭蓋とバリウム残留との関係

喉頭蓋は送出波に関してバリウム尾を推送する、且下咽頭に附着したバリウムは喉頭蓋の上転により、喉頭前庭への落下が防がれる。

9~4) 反転異常

Table-14 の如く反転が明瞭に見えなくても復原するのが明瞭に見えるのが多い。振れ反転は前後像で左右何れかに振れて反転するもの3例、折曲り反転は二重に折れて反転するもの2例、反転しないもの2例、(急速繰返し連続嚥下2例2回)バリウムの残留ⅢⅣ型に喉頭蓋の異常が少なかつた。1例にバリウムが両側流路を通り下咽頭に達し、或程度貯つてから、舌骨、喉頭の挙上が起るのがその4回嚥下中2回あつたが、その点以外の他の運動は正常であつた。

8~3) 繰返し連続嚥下に於ける喉頭蓋の態度

詳しくは後述すが急速繰返し連続嚥下では反転したまゝで2回目の嚥下が起り、緩速繰返し連続

嚥下では一応復位して又反転する。

⑩ 舌骨の運動

10-1) 前方上方並びに後方下方運動

咽頭相で最も著明な現象は舌骨、喉頭、気管、下咽頭、上部食道の強力な上昇運動である。舌骨は嚥下開始時における軟口蓋、喉頭と相前後して上昇し始め、前方運動の変位量はバリウムの量が多ければ大である。運動の始めは前方運動よりも上昇運動が大で、最高位に近づくと前方運動が上昇運動よりも大になるので前方に凹なる曲線を書いて上昇する。喉頭も上方前方運動するが、上昇運動は舌骨よりも早く舌骨に密接する(Fig. 21. (R-L)). 腹臥位、仰臥位で頸を左右に廻した時、舌骨の動きは観察不十分となる。左右像で大角が両方重なり舌骨体を真横から見る時特に良く観察できる。上昇の高さは左右像で顎骨と重なる位に、ときに更に上まで挙上して見えなくなることがある。舌骨が挙上顎骨影に隠れている時、舌骨の最高上昇時間や降下開始時間を正確に定められぬ時がある。食道が開き、バリウムが流入していても上昇し続け、開口後1~2駒後で最高位に達し、送出波が輪状軟骨後部を過ぎて食道口が閉じる頃、舌骨は降下し始める。この時後方下方運動するが、後方運動は前方運動ほど著明でない。そして徐々に降下し安定位に達する。

10~2) 運動開始、最高位上昇、その継続、降下開始などの時間、及び他器官の運動との時間関係 (Table-15, Fig. 16)

舌骨の上昇はバリウムが喉頭蓋谷に達する11.6 ± 2.5駒前に運動開始する。即ち嚥下合図から11.5駒目である。その後約16.5駒で最高位に達する、喉頭蓋谷にバリウムの到達後4.8 ± 1.1駒である。最高位は食道開口後1.0駒位で、そのまゝ約7.5駒持続してから降下し始める。運動開始から約1秒である。バリウムが大なら、上昇距離に等しい距離を前方運動する。降下開始は食道口の閉鎖乃至送出波の食道への伝達より平均約3駒前に始まる。その後約21駒、運動開始から約45駒、バリウムの喉頭蓋谷到達時間から33.2 ± 2.4駒で安定位に達する。バリウムの喉頭蓋谷到達時間を標準にした時、食道口の開口、舌骨最高上昇、舌骨

Table-14 Abnormal Movements of the Epiglottis and Its Relation to the Barium Residue

	No of cases	Ba residue			
		I	II	III	IV
Unclear turning over	2	2			
Un-adequate turning over	2	1	1		
Unadequate turning up	3 ^x		2	1	
Slight distorted turning over*	3		2	1	
Folded turning over	2		2		
No turning over	1		2		

- x Here are excluded swallowings with repetitive swallowing
- No asymmetric pharyngeal peristalsis

降下開始, 食道口閉鎖は最大と最小時間は10駒以内であり, 非常に規則的であるが, 運動終了時は動揺が大となり運動開始が2秒前から起るものがある. 年齢別, 性別変化は見出せなかつた. 舌骨の挙上なくて食道開口なく, 又食道開口前に最高

位に達したと思われるものは数例にすぎない. 食道の閉鎖に先立ち降下開始するものも数例にすぎない.

10~3) 舌骨の予備運動

舌骨が始めに前方運動のない小さい上下運動をし, 次の2回目の上昇運動が前方運動も伴い, 以下普通の運動となるもの, 又始めに降下し次に上方前方運動をするものなどが10例あつた. 10人中3人は予備運動のない時もある. 性別, 年齢的差異は明らかでなかつた. 嚥下合図から喉頭蓋に到達する時間も, 舌運動開始してから喉頭蓋にバリウムの到達する時間も予備運動のない時と比べると倍近く延長しているが, その後の運動は予備運動ない時と比べて差異がない.

10~4) 繰返し連続嚥下における舌骨の態度

急速繰返し連続嚥下では緩慢繰返し連続嚥下よりも降下少く, 後者では安定位への半分位迄降下する.

① 喉頭の運動

11~1) 前方上方並びに後方下方運動

Table 15. Movements of the Hyoid Bone in Erect Position

Sex	All cases ×			Male ×			Female ×			Cases with prelim. hyoid bone mov.
	Age	~25~50~	~25 26~49 50~	~25 26~49 50~	~25 26~49 50~	~25 26~49 50~	~25 26~49 50~	~25 26~49 50~		
1. Sign of swallowing		-23.0±3.4 (9.4)	-17.5 (5.9) -22.5 (9.2) -26.8 (14.5)	-19.5 -24.9 -28.5	-14.8 -21.1 -29.7	-42.6				
2. Beginning of the ascent of the hyoid bone		-11.6±2.5 (6.9)	-8.1 (6.0) -10.4 (6.8) -15.0 (7.1)	-9.8 -10.7 -14.2	6.0 -10.3 -15.2	28.8				
3. Opening of the mouth of the esophagus		+3.8±0.6 (1.7)	3.9 (1.5) 3.3 (1.6) 4.2 (2.0)	4.6 4.2 4.2	2.8 2.8 4.1	4.4				
4. Max. ascent of the hyoid bone		4.8±1.1 (2.9)	5.0 (2.0) 4.2 (2.2) 5.2 (3.9)	5.5 3.1 6.7	4.3 5 4.7	5.1				
5. Beginning of the descent of the hyoid bone		12.4±1.2 (3.1)	13.9 (2.2) 12.4 (1.7) 11.9 (3.9)	15.0 11.5 12.5	13.2 12.6 11.8	11.1				
6. Closing of the mouth of the esophagus		15.3±1.0 (2.9)	13.9 (2.6) 15.5 (2.4) 15.9 (3.9)	14.0 14.4 16.0	13.8 16.3 15.9	14.8				
7. Return (descent) to the resting position*		33.2±2.4 (5.7)	30.6 (4.3) 33.8 (4.4) 34.0 (8.2)	32 32.8 —	31.2 34.5 34.0	31.4				
No of cases.		31	7 13 11	4 5 3	3 8 9	9◎				

X Cases with preliminary movement of the hyoid bone are excluded.

• Cases with repetitive swallowing are excluded.

◎ cases are doubled.

Unit : Frame in 24 frames/sec.

() : Standard deviation. ±α: 95% confidence interval.

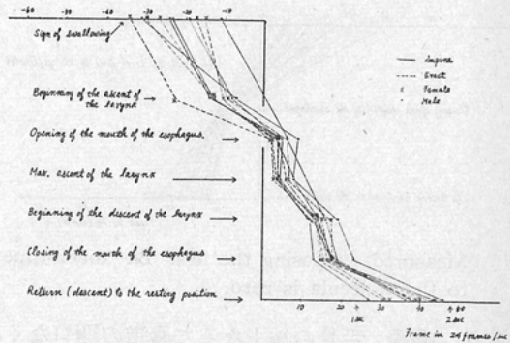
Table-16 Preliminary Movement of the Hyoid Bone

Age	Sex		All cases
	Male	Female	
~25	2 (5)	2 (5)	4 (10)
26~49	1 (5)	3 (11)	3 (16)
50~	1 (3)	1 (10)	3 (13)
Total	4 (13)	6 (26)	10 (39)

() Number of cases with and with-out this movement.

喉頭の運動は外部から直接観察できるが、X線透視にはバリウムの喉頭蓋谷への到達以前に、舌骨上昇と同一か極く僅かに遅れて上昇する (Fig. 25. Fig. 15. Hypoph. ②, Fig. 21 Hypoph. ②). バリウムが喉頭蓋谷へ到達した頃には中等度に挙上し、喉頭前庭腔が半ば消失しており (Fig. 3. Hypoph. (R-L)②, Fig. 4. Hypoph. (R-L) ①), 前後像でも喉頭蓋谷と披裂間切痕や下咽頭底との距離が短縮しており (Fig. 4. Epiph. (D-V) ③, Fig. 3. Epiph. (D-V) ③) 更に喉頭が舌底にはまりこむ様になり、食道も開口し、バリウムは食道へと流入し、喉頭前庭腔も完全に消失している様に見える、閉じた声帯下縁を示す線が“口”字型に直角状に見える (Fig. 3. Hypoph. (R-L) ③④, Fig. 4. Hypoph. (R-L) ③④), 併し安定位の前後像では気管腔が声帯に向い流線状に狭くなっているが、左右像では声帯下縁は鮮明な線ではない。最高位に達したか、降下し始めたか、は此の線の上下で判断できる。上昇の始めは下咽頭底の上昇から正確に判断できる。次に送波が食道へとバリウムを推送し、食道口が閉鎖するのとは同時に降下し始める (Fig. 3. Hypoph. (R-L) ⑥, Fig. 4. Hypoph. (R-L) ⑥). 喉頭の上昇運動は食道の開口、バリウム頭前方の拡大、前庭腔の閉鎖 (バリウムの侵入を防ぐ) に関係する。また喉頭の上昇はバリウム尾を推送するのに有利であり、降下は気道の確保、食道口の確実な閉鎖に必要である。喉頭の後方下方運動は前方上方運動の流路の確保におけるほどバリウムの推送に関係していないと

Fig. 17. Movements of the Larynx and the Esophagus (compared those in supine position with those in erect position)



- Each time from Ba-touch to the vallecula.
- Cases with the movements in erect position corresponding to those in supine position are selected.

Fig. 18. Movements of the Larynx and the Esophagus.

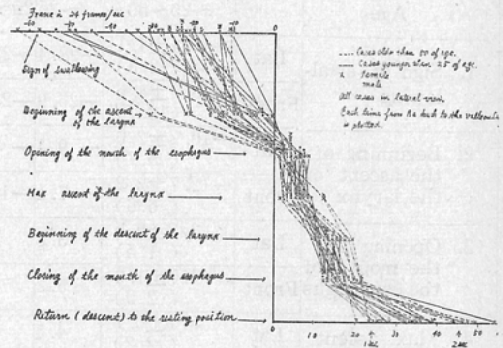


Fig. 19. Barium Residue Type

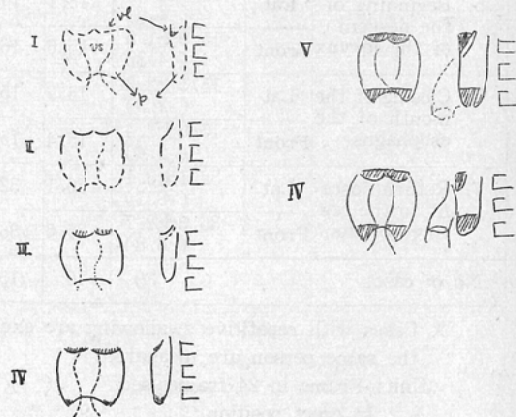
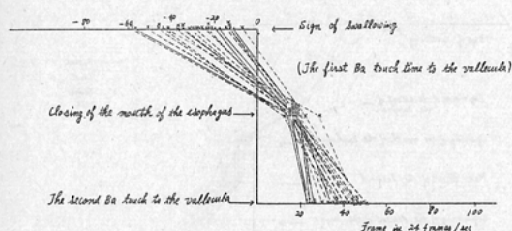


Fig. 20 Repetitive Swallowing

• — • rapid repetitive swallowing
 × × slow repetitive swallowing



(Measured, supposing the first Ba touch-time to the vallecula is zero.)

思う。喉頭、舌骨の挙上なくして食道の開口なく、又喉頭の挙上がなければ誤飲が起り得る。上気道が開通後も喉頭は徐々に降下し、終点は正確に定

め難い。

11~2) 前方上方運動の開始、最高位、到達及び持続、降下開始及び安定位復原などの時間、他器官の運動との時間関係 (Fig. 19, Fig. 20, Table-17)

嚥下の合図と共に運動開始するのは数例で一般に約 $\frac{2}{3}$ 秒位後から前方上方運動が起り、約10~13駒後バリウムは喉頭蓋谷に達する。更に約4~5駒後食道が開口し、1駒遅れて最高位に達する。その後9~11.5駒で喉頭は降下開始する、之は食道口を送出波が通過した後2駒位であり、その後11~18駒で安定位に達する。降下は下咽頭に空気が流入する迄は早く、その後は極めて徐々に降下し終点を判定し難い事がある。全運動時間は42~

Table 17. Movements of the Larynx

Sex	All cases ×				Male ×			Female ×			Supine (erect)	
	Age	~25~50~	~25	26~49	50~	~25	26~49	50~	~25	26~49		50~
1. Sign of swallowing	Lat.	-27.1 ± 4.1 (12.3)	-28.4	-23.6	-30.0	-28.0	-24.9	-27.2	-29	-22.9	-31.0	-21.6 (-23.8)
	Front	-28.0 ± 4.6 (13.7)	-26.9	-25.6	-31.5	-27.0	-21.8	-31.8	-25.9	-27.8	-31.4	
2. Beginning of the ascent of the larynx	Lat	-10.2 ± 2.0 (5.7)	-9.4	-8.4	-12.7	-7.7	-5.5	-11.5	-11.4	-10.2	-14.2	-10.1 (-13.4)
	Front	-12.7 ± 2.2 (6.6)	-7.1	-12.6	-14.7	-5.5	-10.4	-16.1	-9	-13.8	-14.0	
3. Opening of the mouth of the esophagus	Lat	3.8 ± 0.5 (1.5)	3.8	3.7	3.9	4.8	4.2	3.8	2.6	3.4	3.9	5.5 (3.8)
	Front	4.7 ± 1.0 (2.9)	5.2	5.2	3.7	6.3	6.3	4.2	4.1	4.6	2.4	
4. Max. ascent of the larynx	Lat	5.1 ± 0.7 (2.2)	4.5	4.6	6.0	5.8	4.9	5.5	2.9	4.0	6.1	6.1 (4.6)
	Front	4.5 ± 0.9 (2.6)	5.1	6.1	2.8	5.7	6.9	3.0	4.2	5.1	2.7	
5. Beginning of the descent of the larynx	Lat	13.7 ± 0.9 (2.5)	13.1	14.1	14.6	12.3	12.0	14.0	11.6	15.4	14.8	14.8 (15.4)
	Front	15.9 ± 1.5 (4.3)	15.6	16.0	16.1	16.5	15.6	16.0	14.4	16.3	16.1	
6. Closing of the mouth of the esophagus	Lat	15.5 ± 2.3 (2.3)	14.9	15.4	15.9	14.5	14.4	16.5	15.3	15.9	16.0	18.2 (16.5)
	Front	15.6 ± 2.4 (2.4)	15.4	15.5	16.0	15.3	16.0	—	15.7	15.2	15.5	
7. Return (descent) to the resting position	Lat	32.1 ± 3.1 (8.1)	30.1	32.4	33.9	35.9	28.9	—	32.5	34.5	33.9	39.2 37.5
	Front	36.3 ± 2.7 (6.8)	36.5	36.3	32.1	37.3	35.5	—	35.1	37.0	32.1	
No of cases		38	10	15	13	5	5	4	4	10	9	5 (5)

× Cases with repetitive swallowing are excluded. ⊗ Both times in supine and erect position of the same person are measured.
 Unit: Frame in 24 frames/sec. () : Standard deviation. ± α : 95% confidence interval.
 X : In erect position.

Table-18. Cases with the Cricopharyngeus Observed

Sex	Male					Female				
	Grade	+	±	-	Ratio	+	±	-	Ratio	
50~	-	2	-	1	2/3	4	3	1	2	$\frac{7}{10}$ 70%
26~49	-	1	2	2	1/5	1	6	2	2	$\frac{7}{11}$ 64%
25~	-	-	-	5	0/5	-	1	-	5	$\frac{1}{6}$ 1.6%
Total	-	3	2	8	3/13	5	10	3	9	$\frac{15}{27}$ 56%

$$\text{Ratio} = \frac{(\#) + (+)}{(\#) + (+) + (\pm) + (-)}$$

Table 19. Ba's Residue just after Swallowing.

Sex	Male				Female					
	Grade	Age	~25	26~49	50~	Total	~25	26~49	50~	Total
I	29	{ 13 16	1	1	0	2	3	6	2	11
II			3	0	2	5	3	2	6	11
III	11	{ 7 4	0	3	0	3	0	2	2	4
IV			1	1	1	3	0	1	0	1
						7 (54)%				22 (82)%
						6 (46)				5 (18)

Table-20. Rapid Repetitive Swallowing

No of cases	Sex age	Sign of swallow.	Ba-touch to vall.	The 2-nd touch of hypoph.	Opening of epiglottis	Turn. up of larynx	Descent of larynx	Descent of hyoid bone	
11	♂50	-11	19	26	No	No	Not enough	Not enough	
11	♀	-13	16	25	No ?	No	"	"	
21	♂23	-71	19	24	No	-	"	"	Much Ba-residue. Frontal view
15	♂30	-35	19	34	No ?	-	"	"	Invasion to the ventricle before the 2nd swallowing. Frontal view.
15	♀	-18	16	23	Slight	No	"	"	
15	♀	-20	14	23	No	No	"	"	
23	♀45	-57	15	24	Slight	-	"	"	Frontal view
Meantime		-32.2	17	25.4					

49駒である。前後像ではバリウムの通過や頸椎骨の影と重なるので最高位や降下開始は時に見難い。

併し前後像と左右像を計測したが、差異を見出せなかつた。又立位、臥位の差、性別差異も見出せなかつた。年令的に老人になると、喉頭の運動

開始からバリウムの喉頭蓋谷到達時間の間が延長する。運動の終了と運動開始は共に偏差が大である。食道開口と最高位上昇は大體一致する。また食道が閉鎖する1~2駒前に喉頭は降下し始める(左右像)。

11~3) 披裂喉頭蓋皺襞の収縮弛緩,

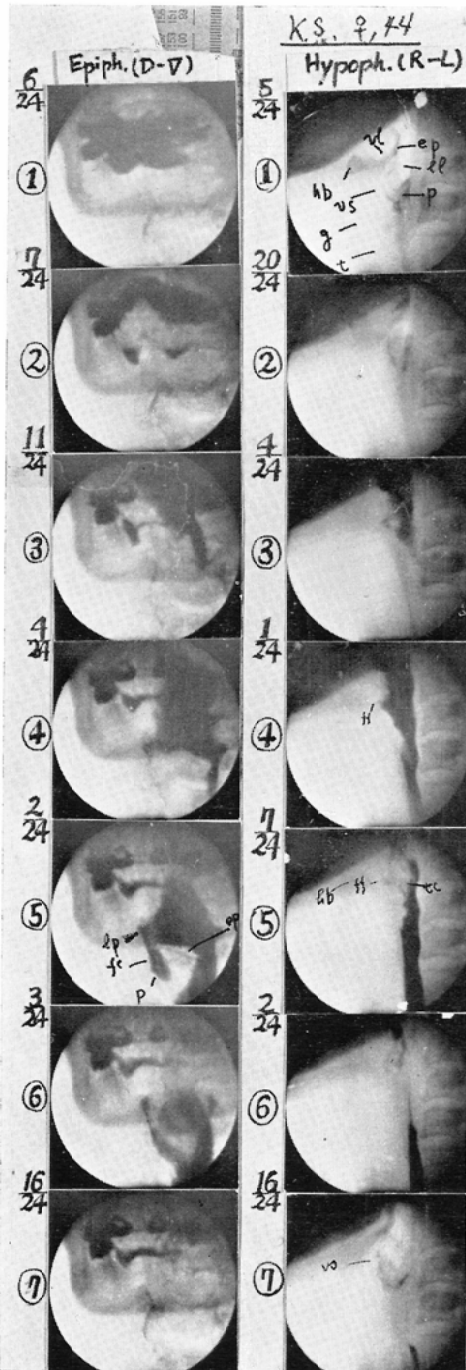


Fig. 21. Left food channel from the mouth into the vallecula and from there into the piriforme sinus, (3) (4) (5). Both lateral food channels and outpouchings are seen, (6). Note: The folds, the fold furrows, the arytenoids and the epiglottis, (4) (5).

披裂喉頭蓋皺襞は喉頭口を取巻き、その中に披裂喉頭蓋筋と甲状喉頭蓋筋の上半部を含む、喉頭の上方運動につれ、この皺襞の上下方向、喉頭蓋—披裂結節間が短縮する (Fig. 3. Hypoph. (R-L) ②, Fig. 4. Hypoph. (R-L) ②, Fig. 15. Hypoph. (2) Fig. 21. Hypoph. (2)), 喉頭口は前後像では喉頭挙上前と比べて上下方向も左右方向も縮少し (Fig. 3. (D-V) ①③, Fig. 4. Epiph. (D-V) ①と③④), 喉頭が最も挙上した時反転した喉頭蓋に抱きかえられる位に迄収縮する (Fig. 3 と Fig. 4 の Hypoph. (R-L) (D-V)). 前後像では巾の狭搾より上下の短縮が大であり、咽頭送出波の下咽頭通過直後または通過中が喉頭前庭も、皺襞も最も短縮している様に見える (Fig. 3. Epiph. (D-V) ⑥, Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑦), 皺襞, 前庭, 下咽頭, 喉頭蓋谷, 中咽頭など全体が喉頭蓋直下を中心に集中し、時に両喉頭蓋谷, 両梨状凹に附着したバリウムでそれら四者はX字型に見える (Fig. 22. (D-V) ⑧⑨). 左右幅の収縮は個人差はあるが、上下方向は常によく収縮する。収縮は喉頭の挙上と大体同時だが厳密に定められぬ。弛緩は喉頭の降下につれて起る。

11~4) 所謂の披裂喉頭蓋皺襞溝について

Bachman によると皺襞は喉頭が挙上する時、皺襞の中心で折れ曲り皺壁の上半分と下半分が重なりその間にバリウムが入り、それが左右像で見えるということだが、彼の言うほど単純でなく、この時収縮し短かくなると同時に側壁との間の腔が収縮してそこにバリウムが侵入して表われると思う (Fig. 15. (R-L) ④⑤, Fig. 22. (R-L) ⑤⑥). 注意して見れば Fig. 12. Fig. 14. Fig. 21 などにも小さいのが見える。喉頭癌患者で之が“~”字型に大きく前方に突出したのが1人あった。Fig. 15 では送出波の搾送は良いが皺襞、喉頭蓋、側壁の間に廻りこんだバリウムが搾送されずに残ったものと思う。此の3器官の間隙は完全に搾送されないで一般に残るから、喉頭が挙上した時の前壁の側面像はこの溝、喉頭蓋、前庭へ侵入したバリウム、小角結節、楔状結節などが密接して陰影を生ずるので下咽頭後壁の平滑さに比べて非常に複雑なものとなる。

11~5) 披裂間切痕の閉鎖と披裂結節の廻転

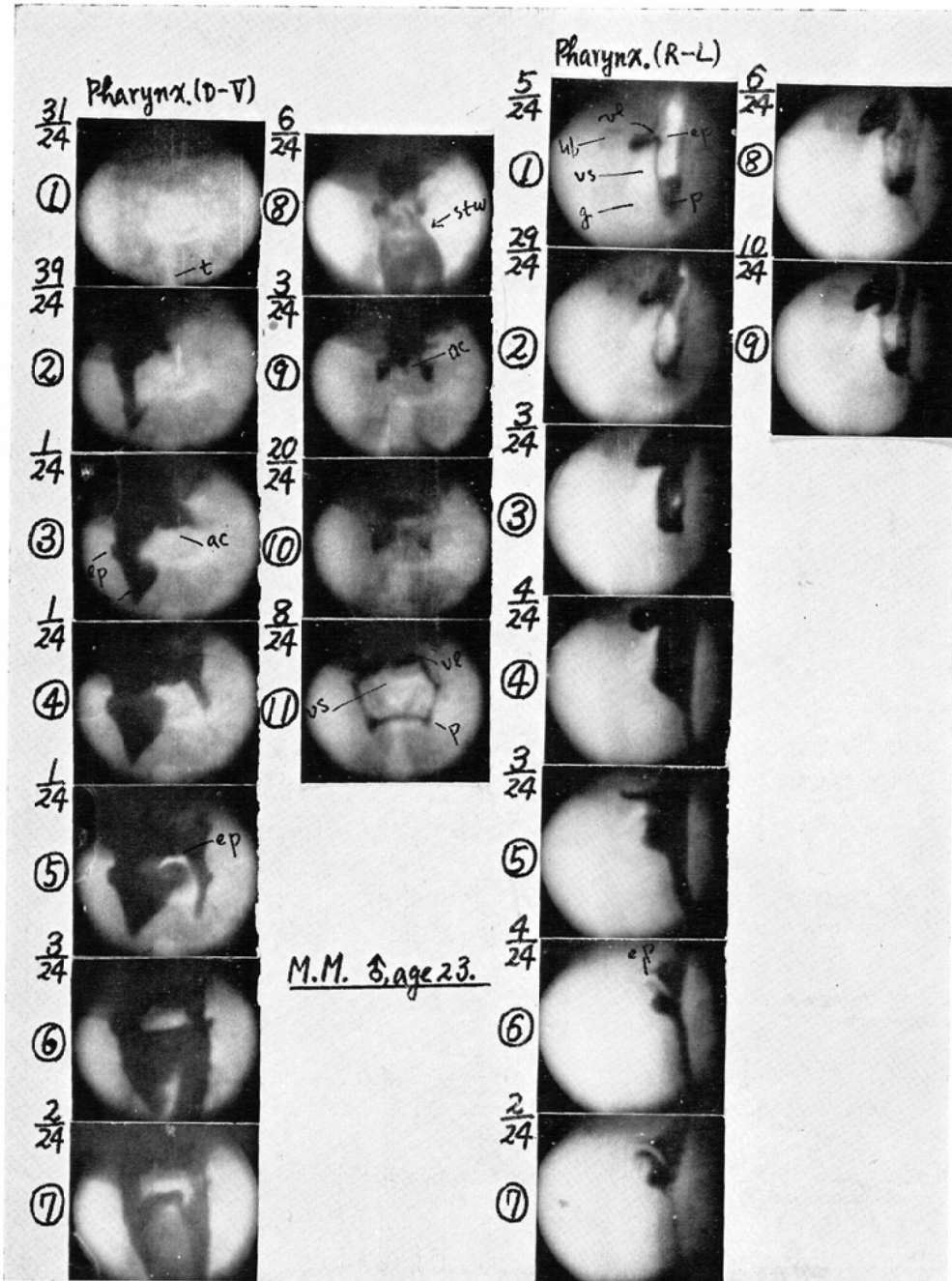


Fig. 22. Right food channel from the vallecula into the piriforme sinus, (2) (3) (4) (5). Vestibular invasion, ((D-V) (4) (5) and (R-L) (6) (7)). Bilateral out-pouchings, (5). It concentrates to one point, the hypopharynx, the vestibule and the vallecula, (8) (9), which contracts string-purselike. Residual barium is large. The epiglottis is floating in the barium stream, (6) (7). Vestibular invasion is squeezed up by the upward sphincteric action of the larynx, (compare (8) with (5) (6) (7) in (D-V), and (6) (7) with (9) in (R-L)).

正常ではバリウムが下咽頭に流下した時、喉頭が舌底にくつつきバリウムが早く結節の背面に廻ったりすると表われないが (Fig. 3. Fig. 15. Fig. 22), 喉頭の前方向運動が少かつたりバリウムが結節の背面に廻らない時、披裂間切痕 (披裂連合) の閉ぢていると思われる像がでる (Fig. 4. Epiph. (D-V) ④, Fig. 12. Epiph. ②⑤). 結節の廻転も直接像が出ず、喉頭蓋の反転やバリウム尾の搾送の様子から回転していると判断しうる (Fig. 4. Epiph. (D-V) ⑦, Fig. 3. Epiph. (D-V) ⑤). 病的な時、切痕が開いたり、結節が廻転しなければ、バリウムが切痕や前庭へ侵入するので良く表われてくる。披裂結節は側面像で下咽頭にバリウムが充盈する直前と咽頭送出波の搾送する時、反転した喉頭蓋の直ぐ下方の凹みとして表われる (Fig. 12. Epiph. (2)⑤, Hypoph. (2)③, Fig. 15. (R-L)⑤, Fig. 21. (R-L)⑤) が、充盈すれば側方流路の為、隠されて不明となる (Fig. 15. (R-L)③).

11~6) 声帯と仮声帯と開閉

喉頭室の閉鎖は前後像の方が分り易く、下咽頭へバリウムの流入直前又は1側の梨状凹に流入中に閉鎖する (Fig. 3. Hypoph. (D-V) ③, Fig. 4. Epiph. (D-V) ②, Fig. 4. Hypoph. (D-V)), 閉鎖時間はバリウムの食道流入時間と殆んど同様と思われる。送出波が食道へ伝達すると、速かに弛緩して上気道と相通ずる。喉頭腔が軽く閉ぢている位では判断するのが無理だが、嚥下中の閉鎖は割合良く判断できる。左右像でも閉鎖しているのは分るが、その瞬間は定めにくい。

11~7) 喉頭の括約筋作用 (喉頭前庭へのバリウムの侵入と誤飲)

喉頭の括約筋としては披裂喉頭蓋皺襞、仮声帯、声帯の3つが働く。喉頭前庭を上方向所迄と考えるか難しい、それによりバリウムの前庭侵入の程度が違う。喉頭蓋の反転像が左右像や前後像で見え、反転部だけでなく喉頭蓋基部も表われておれば、バリウムが喉頭蓋の喉頭面に沿い確実に前庭に侵入していると考えて良いと思う (Fig. 22. (R-L)). 前庭にバリウムが侵入する時には次の様な場合がある。

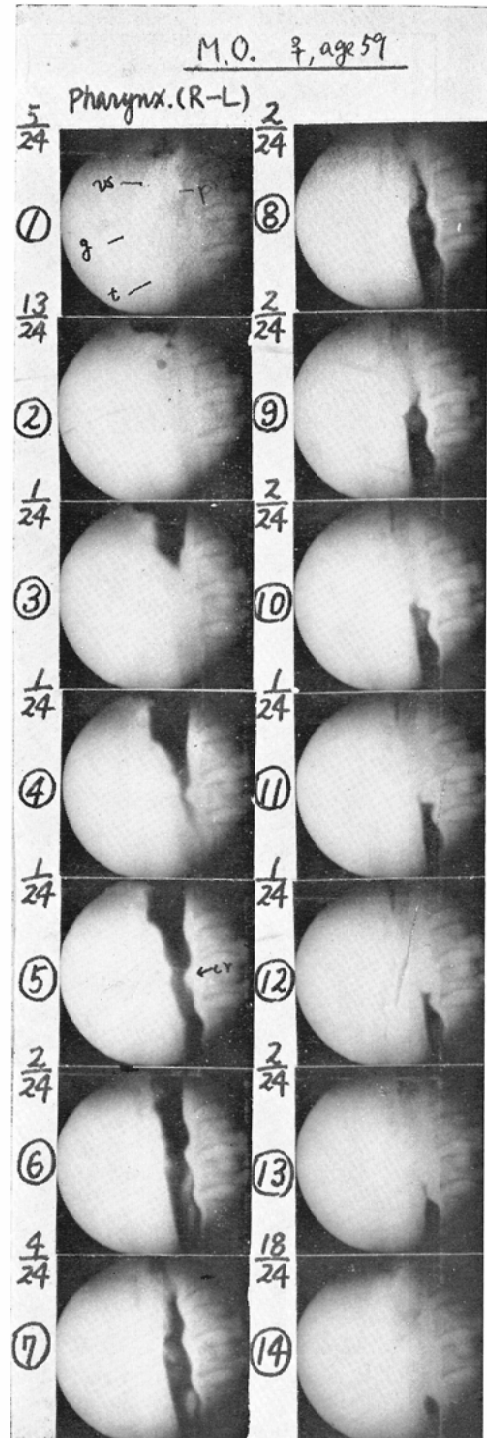


Fig. 23. Protuberant bulge at the mouth of the esophagus. It seems to be the pars transversa of the cricopharyngeal muscle. It is only seen in several frames, with no symptom.

① バリウムが舌の後方突進運動により中咽頭に流入する時、未だ閉鎖していない前庭に直接バリウムが流入する (Fig. 4. Epiph. (D-V) ④).

② 側方流路に溢れたバリウムがまだ閉鎖していない前庭に流入する (Fig. 22. (D-V) ⑤).

③ バリウムが下咽頭を通過中、喉頭前庭は喉頭蓋で完全に防水性に覆われていないらしいから、反転した喉頭蓋と披裂喉頭蓋蓋皺襞の間から閉鎖不十分な前庭に侵入したと思われる (Fig. 12. Epiph. (2)⑤).

④ 下咽頭に挿送されないで残っているバリウムが、送出波の通過後弛緩した喉頭前庭に流入したと思われるもの (Fig. 22. (R-L) ⑦).

次に喉頭外で前庭侵入を保護している要素は①喉頭蓋の存在②喉頭の前方、上方運動③披裂喉頭蓋皺襞にそう両側流路である。著者の例では仮声帯の下縁に迄侵入した例はない。所謂喉頭前庭侵入は凡ての例に存在するが(誤飲というべきものでなく)、送出波が上方へと挿送作用する間に、同時に喉頭括約筋の下方より上方へ向う排泄作用により下咽頭へ排泄され、嚥下が終れば綺麗になる。前庭の膨張は下方からの空気の流入による (Fig. 22. (R-L) ⑧)。喉頭内の動きはバリウムの附着があれば判断し易いが、無い時は細部識別が不十分なので披裂喉頭蓋皺襞、喉頭前庭、披裂結節、声帯、仮声帯などの運動観察は十分だとは云えない。

⑫ 上部食道の運動

12~1) 食道口の開閉(食道入口部括約筋の収縮弛緩)

舌骨-喉頭-柱の上方前方運動と共に食道口も約1頸椎高挙上し、バリウムが下咽頭に流入し食道口に入る1駒位前に開口するのが、前後像では分らないが、左右像ではつきり見られるものが相当数ある。バリウムが喉頭蓋谷に到達してから約4駒で、食道は開口する (Table-15), またそれは舌骨喉頭が挙上し始めてから15駒であり、その後10駒で閉鎖する。少量のバリウムが輪状軟骨後部に附着している時は、閉鎖時間を正確に定められない。 Fig. 16, Fig. 18, Fig. 21 でも何れも開口時間は約10駒で個人差、バリウムの量に余り関係

しない。次に舌骨喉頭の降下、下咽頭の空気による膨張につれて食道口も降下するが、喉頭の降下終了と同様に正確な降下終了時間は定めにくい。

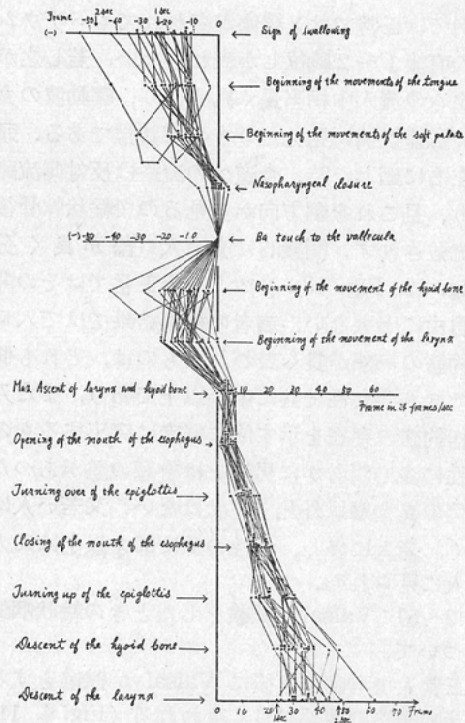
12~2) 食道の充盈像及び安定位像

(6~5)参照)嚥下前後には必ず食道口は閉鎖しており頸部食道腔は見えない。

12~3) 気管との位置関係 (6~2)参照)

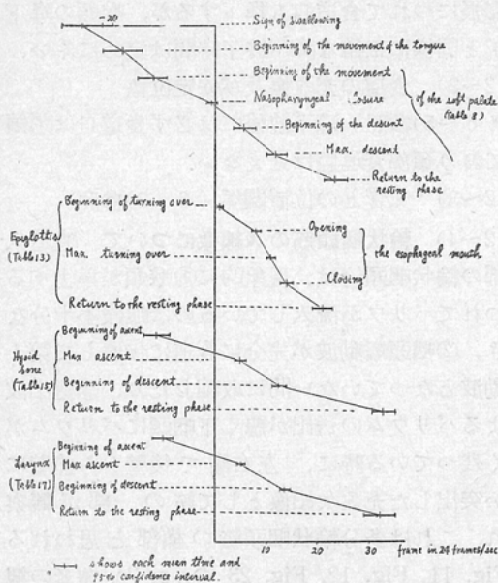
12~4) 輪状咽頭筋のX線像について 食道入口部の輪状咽頭筋は、現象的に①喉頭が挙上するにつれてバリウムが流入しているのに弛緩不十分なとき、②咽頭蠕動波が完全に食道に伝達して第1蠕動波となっていない間に収縮したり、③送出波によるバリウムの送下が悪く下咽頭にバリウムが多く残っている時に、左右像で後壁から前壁に向い突出した充盈欠損像として筋の一部が観察され、これは多分輪状咽頭筋の横部と思われる (Fig. 11, Fig. 12, Fig. 23 の,, cr''). 著者の観

Fig. 24 Time Diagram in Events when Swallowing.



Measured, supposing Ba-touch-time to the vallecula is zero. All in lateral views.

Fig. 25 Diagram of Swallowing



Each time is measured, supposing the first Ba-touch-time to the vallocula is zero.

察例では正常ではX線像が表われてもバリウムの流入直後1~2駒位しか表われない。若し之がバリウムの流入中相当長く見えたり、蠕動波の食道への伝達以前に見えたりすれば異常である。頭部を左右に廻した時、食道への流路は反対側流路を取り、且これを斜方向から見るので輪状軟骨後部が充盈されず、間接的に食道入口部が良く分る (Fig. 12, Fig. 13. "cr"). 尙正常ではその開閉は自由に出来ない。著者の観察結果ではで入口部括約筋の一部が良く表われたものは、どれも側面像で5人共女性で共に中年以上であり、また入口部括約筋の存在を示す位に軽度に出るものも女性に多く明らかに男性とは有意の差があった。1例の異物感以外凡て症状はない。又若い人に少なく、老人に多く、女性の殊に50才以上は10人中7人に見られた。

12~5) Valsalva試験をしたときの輪状咽頭筋について、

正常人でも嚥下直後に Valsalva 試験をすると輪状咽頭筋の横部が良く表われる (Fig. 4. 11).

12~6) 食道の第一蠕動波と咽頭送出波との関係

咽頭の後壁の蠕動波が下咽頭を通り食道へ流入すれば食道の第一蠕動波として食物を胃の方へ送る。咽頭蠕動波は一度起れば中断する事なく下方へ伝達し、非常に規則性に富む。咽頭から食道への伝達は滑らかで連続性を失わない。立位では蠕動波はバリウム尾より遅れ、空気を送出している様に見える (Fig. 4. Hypoph. (D-V) が、胸部食道では常にそうである。咽頭にも頸部食道にも嚥下動作による蠕動波の伝達阻止反射 Inhibitory reflex はない。

12~7) 空気の嚥下と逆流

下咽頭にバリウムが流入した時、喉頭が閉じていなければ下咽頭の空気は気管へ、又食道がバリウムの流入前1~2駒前に開いている時には食道へ送られると思われる (Fig. 2. Hypoph. (R-L) ③, Fig. 3. Hypoph. (R-L) ②③). 喉頭の閉鎖は左右像では分り難く、食道も或程度開いていないとX線像で見えないから、下咽頭の空気の行方を厳密には追究できない。更に鼻咽腔閉鎖下方の空気は全部食道へ流入する。なぜなら喉頭は既に閉じてをり、バリウム尾は完全に推送されるから食道へ行かざるを得ない (Fig. 3, Fig. 4. Epiph. (R-L)). 事実第一蠕動波上方に空気が見られる (Fig. 5. Hypoph. (D-V) ⑥, Fig. 15. (D-V) ⑦). 頸部食道ではバリウム尾上方の空気が見えない時もあるが胸部食道で凡て見られる。正常では多少の差はあるが空気嚥下は必ず存在する。バリウムの咽頭への逆流は一例もなかつた。

⑩ バリウムの残留

正常人でバリウムを嚥下させた後には多少なりとも必ず咽頭内にバリウムが附着する。嚥下直後(その後唾液を飲まない時)の附着状態を Fig. 19のように分けた。

1型) 下咽頭に附着なく、喉頭蓋谷には土程度にあるもの、(Fig. 3. Fig. 13)

2型) 下咽頭の腔の範囲が附着バリウムで一部表わされ、喉頭蓋谷の形が明らかに表われているもの、(Fig. 4. Fig. 1)

3型) 喉頭蓋谷に汎山存在するが水平線がなく、又下咽頭の輪廓が明らかに表われているもの、(Fig. 12)

4型) 喉頭蓋谷に水平線を作り貯留し、梨状凹の尖端が強く表われているもの、(Fig. 22)

5型) 喉頭蓋谷、梨状凹に貯留して水平線があるもの、

6型) 5の外に前庭、喉頭室に迄侵入しているもの、

5)6)は正常では認められなかつた。観察結果では男性はⅠⅡⅢⅣ共に存在し女性はⅠⅡが多かつた。年齢差は見出せなかつた。

⑭ 繰返し連続嚥下

著者は繰返し連続嚥下を急速繰返し嚥下と緩速繰返し嚥下とに分けた。急速繰返し嚥下は①第1回目嚥下でバリウムが喉頭蓋谷に達してから、第2回目嚥下したバリウムが喉頭蓋谷に達する迄の時間が、非常に短かく $5/24 \sim 7/24$ 秒で起つて、②喉頭蓋は反転から復位せず、③下咽頭へ空気の流入もなく従つて膨張もなく、④舌骨、喉頭は最高位に近い状態を保つてをり⑤鼻咽腔も閉鎖したまゝで2回目の舌の後方突進で嚥下が起るものを行い、緩速繰返し嚥下は鼻咽腔閉鎖も開き、咽頭腔の空気の流入による膨張が行われるが、不十分で喉頭蓋も復位し、舌骨、喉頭は最高位と安定位の中間位置にあり、2回目嚥下が2秒以内に起つているものをいう。前者は全検査嚥下回数中左右像で4回、前後像で3回、人数で4人、(男3人、女1人)第15例のみが4回中2回急速繰返し嚥下で他は緩速繰返し嚥下であつた。緩速繰返し嚥下は239回中23回(15人急速繰返し嚥下と凡て重複)、食道が閉ぢてから次のバリウムが喉頭蓋谷に達するまで平均20駒である。後者の数は引続き2回以上嚥下したもののうち、諸器官が明らかに安定位に達していないと思われるものを選んで単純嚥下を2回したのと緩速繰返し嚥下との区別は難しい。急速繰返し嚥下は4人7回で少いのでその原因、性別、年齢別差異など詳しく調べられなかつた。

§9 考 察

計測の精度について Saunder, Rushmer, Frenecker らは少数の運動の時間的変位を述べているが、個々例に過ぎない、Ramseyら、Ardranら、

Roberts も時間的記載は不十分である。駒速度は§4に述べた様に各人各様であるが、大体16~25駒/秒が主で Crichlow³⁵⁾ は16駒で20~30秒間撮影が必要と言う。24駒/秒で撮影しても1駒づつ、更に映写して全体を、又個々の運動間を測定すれば余り高速度では撮影フィルムが多過ぎ、現象の変位点を反つて捕へ難くなる。

嚥下運動中正確に測定出来るのは、

① バリウムの喉頭蓋谷到達時間、鼻咽腔閉鎖、軟口蓋の運動開始、喉頭蓋の運動、食道の開口、

② 舌骨の挙上、降下開始、喉頭の挙上降下開始、食道の閉鎖、蠕動波の発生伝達、ついで、

③ 安定位の復原については判断が難しく、軟口蓋が最も難しい。併し喉頭蓋が最も観察し易い。舌骨、喉頭の復原も正確を欠く怨みがある時がある。勿論個人差は相当存在する。喉頭内諸軟骨なども露出の過不足が非常に関係する。下咽頭、喉頭の挙上降下は附着したバリウムから良く判断出来る。殆んどバリウムの残らぬ人は運動開始や終了が定め難い時があるが、バリウムの多少とも残らぬ人はかつた。喉頭については披裂喉頭蓋皺の収縮弛緩、喉頭前庭の開閉、仮声帯、声帯の開閉(前後像の方が分り易い)、披裂間切痕の開閉(バリウムの到達前に閉鎖)、などがやゝ難しい。何れにしても関連器官の運動の時間的關係及び他器官との時間的關係に関しては、今迄数例の独立例についての報告は有るが、多数例につき運動の開始時間、最大変位時間、運動持続時間、運動終了時間などを測定したり、その性別、年齢別変化などを考案ものではなく、本論文ではこれらの時間關係も始めて明らかになし得たと考える。

1) 嚥下合図より喉頭蓋谷にバリウムの達する時間

何回も嚥下させるとき、回を追つて喉頭谷にバリウムの到達する時間が短くなり、且殆んど一定になる。之は患者が之からどんな検査されるかについて一種の不安および不馴れから嚥下が潤滑に行われないが、回を追うにつれて只嚥下するだけと分り、不安感の消失と練習により、機械的な

り反射に近くなるものと思われる。舌の後方突進運動で嚥下が開始されるから、舌の運動開始を嚥下開始の規準として他の臓器の時間関係を見るのは合理的に思えるが、Fig. 7に見る様に舌の運動開始の時期は動揺が多いので、喉頭蓋谷にバリウムが到達した時間を主として規準にして、以下本論文では考察した。

5吋蛍光増倍管では上咽頭と下咽頭とに分けて撮影する為、此の時間は、両者の運動の時間的連絡を知る上に両撮影野で必ず測定可能な事、また以下の諸点を考えて一つの連絡点として採用したわけである。舌自体は非常に立体的な動きをするので前後像と左右像で全然異り計測の規準として不適當であるが、しかし喉頭蓋谷へのバリウム到達時間は正確に観測できて好都合である。Ramseyも嚥下運動では標準点がないので事象の連絡的記述には困り“タイミンダ”は余り問題にしていない⁹⁴⁾。Ardranら^{1)~10)}、Saunderら¹⁰¹⁾も同様である。バリウムが喉頭蓋谷へ舌の後方突進運動前にコボれる時は別だが、此の時間は第一相の遅延を見るのに極めて便利である。之を規準にすると、Fig. 24, Fig. 25に見る如く嚥下に関係する諸臓器の運動の規則性が簡単に分る。之に反して舌、又は軟口蓋や舌骨の運動開始を規準にすると規則性は見にくくなる。咽頭麻痺、重症筋無力症、口蓋破裂などは之を規準に計測できない。即ちバリウムが舌や軟口蓋の運動開始と同時に、又は先に喉頭蓋谷にコボれるからであるが、併し之は何を規準にとつても余りに病的なときには妥当しないのは当然である。バリウムの喉頭蓋谷への到達は前後像の何れでも、又露出の過不足があつても、少々“ブレ”を生じて、必ず正確に測定できるので、嚥下の第二相に関しては之を規準にして計測すれば現象の解析、統一的把握に極めて好都合である。且 Fig. 6に見る如く3回目以後は約1秒と見做して良い。1~2回しか撮影しない時、2秒~3秒と要するのを、第一相の遅延と判断するには慎重を要する。今迄嚥下がおくれて仲間嚥み込めないと言つても何所がどれだけ遅れているかは誰れも記載していない。単に個々の症

例につき口峽を通過する時間とか、中咽頭に表われる時間とか書いてあるにすぎぬ (Saunder¹⁰¹⁾, Rushmer⁹⁸⁾) 著者の様に喉頭蓋谷へのバリウム到達時間を測定し諸現象の統一的解釋に利用した人はない。勿論嚥下開始の遅延や練習効果、性別差、年齢差について記述した者もない。

2) 舌の運動

Kronecker and Meltzer⁷⁰⁾が“Die Rachenraum ist beim normalen Schlucken luftdicht abgeschlossen, einem Spritzraume vergleichen, dessen Stempel die Zungenwurzel nebst Kehlkopf bildet”と言つて以来、舌のその強力な運動は諸家により色々と表現されている。即ち Mosher⁷⁸⁾ (a piston-like shooting or backward dart), Saunder¹⁰¹⁾ (a vigorous backward thrust by the base of the tongue), Shedd¹⁰³⁾ (buccopharyngeal squirt mechanism), Miller⁷⁷⁾ (backward stripping action), Roberts⁹⁹⁾ (Piston-thrust) の様に言つてをり、又 Barclay は4気筒内燃機関に喩え、舌により中咽頭へ放り出され、陰圧が不十分なき咽頭の推進力が働くと言ひ¹⁶⁾、Negus は舌機能を比較解剖学の立場から咀嚼、把握、送出に分け、舌底を挙上して食塊を中咽頭へ押しやると言ひ⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾、顎舌骨筋による任意運動を強調している。又舌を除去しても頬部と舌底の代償作用があるので嚥下不能にできないと言ひ⁸⁴⁾。Ramsey らは Bayliss and Starling の法則²⁰⁾に基き消化器の食物伝達には食物通過の為の流路の拡大と食物通過後の流路の閉鎖が必要である⁹⁴⁾といひ、嚥下運動の理解に之を適用しているが非常に優れた考え方である。そして舌は初めに舌底の試験的後方運動をし、次いで舌後部全体が前方運動し、中咽頭の前後径を拡大する(食物前方の進路拡大)と同時に舌前部の後方突進運動により中咽頭へバリウムを送出する。しかる後バリウム尾を軟口蓋、咽頭後壁と共同して搾送する(食物後方の流路の閉塞)とその作用を説明している。Mosher⁷⁸⁾、Ramsey ら⁹⁴⁾、Roberts⁹⁹⁾などは舌を舌尖、舌背、舌前部、舌中部、舌後部、舌根部などに分けてその運動を説明している。Bosma⁵⁷⁾に依ると、舌後部は胎生学的に

上咽頭の筋肉と関係が深い、舌前部は吸引、咀嚼、発音などには活動的だが、嚥下に関しては急速に非活動的になって来たと言っている。前後像や左右像では舌の夫々の切線方向しか見ていないから、一般的な記述ができて、立体的な動きをする舌の各部を、多数例につき比較検討する事は實際上甚だ難しい。故に著者は舌運動に関して、バリウムの吸入保持の可能性、舌運動の開始、舌口蓋閉鎖の開閉、後方突進運動、バリウム尾の推送、中咽頭迄の流路の対称性などを見れば十分であると思う。Ramsey⁹⁴⁾は試験的後方突進運動(Tentative backward thrust)の事を述べているが、著者は正常例では数人しか認めなかつた。舌の前方運動は、バリウムが舌背を流下するとき側方へ広がるので、左右像で舌底が前進している様に見えるから、比較する事は難しい。

舌、舌背、喉頭は内部構造的に舌—舌骨—喉頭—柱(Tongue-hyoid-larynx-column)を形成し、前顔部の骨格、顎骨に附着している²⁵⁾、例えば莖突咽頭筋は夫々に附着している。三者の夫々の運動開始はバリウムが喉頭蓋谷へ到達する約18駒、約11.6駒、約10.2駒(何れも左右像)前で、時には殆んど同時に運動開始する。併し舌骨、喉頭が舌より先に運動開始する場合はない。左右像と前後像の観察点がやゝ異なるので、運動開始迄の平均時間は異なるが、左右像の方が舌の後方突進運動を見るのに便利である。

運動開始から喉頭蓋谷へのバリウムの到達時間に関しては特に述べている文献はない。運動時間の年令的变化は明らかでなかつた。所要時間の平均は前後像で約24駒(23.5±6.8駒)、左右像で約18駒(18.3±3.9駒)である。

舌口蓋筋、口蓋咽頭筋は夫々舌口蓋弓、口蓋咽頭弓の中に存在し、舌口蓋閉鎖および口峽を開閉するのに役立つと思われるので、例えばOldfield⁸⁶⁾はそれを不完全な括約筋と言い、Bosmaは口蓋咽頭筋を重視し、それによる食塊分離作用(Palato-pharyngeal partition)の事を嚥下の第一相中に特に取上げている²⁴⁾²⁵⁾。著者は舌口蓋閉鎖の開閉の中に含ませているが、X線(映画)的に舌口

蓋筋による舌口蓋閉鎖と口蓋咽頭筋による彼のいう分離作用を区別する事は難しい。何れにしても口峽の開閉はバリウムの中咽頭への送出に絶対必要である。

上述の舌の強力な後方突進運動に関係する筋肉については、顎舌骨筋と舌縦筋(Magendie⁷⁴⁾)、主に顎舌骨筋(Kronecker and Meltzer⁶⁸⁾)、顎舌骨と舌骨舌骨(Cannon³¹⁾³²⁾)、顎舌骨筋、口蓋舌筋と莖突舌筋(Saunders¹⁰¹⁾)、顎舌骨筋が主で他に舌骨舌骨、莖突咽頭筋、舌の内筋、口蓋咽頭筋(Negus⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾)などと言われているが本論文ではX線映画的分析なので之らを議論の対象としなかつた。

③ 軟口蓋の運動

鼻咽腔閉鎖について 咽頭は消化管並びに呼吸道として使用されるので嚥下時は、鼻咽腔閉鎖、喉頭口閉鎖、舌口蓋閉鎖の開放、食道口の開口が必要である。動物では嚥下と呼吸が同時にでき、幼児でも乳を吸入しつつ呼吸できると言う(Negus⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾)。西歴19世紀後半迄、軟口蓋は平たい弁状で、鼻咽腔を閉鎖する“はね蓋”と考えられ、鼻咽腔閉鎖に関してはPassavantの説⁸⁸⁾がでる迄明確な概念がなつた。彼の説は最近でも修正され、一部で支持されている。即ち、鼻咽腔閉鎖は1)発音、2)嚥下、嘔吐、“むせる”時に起り、後者では、更に口蓋咽頭筋の収縮と相待つて、口蓋帆挙筋と上咽頭収縮の一部(多分翼突咽頭筋)により口蓋垂のやゝ上方で鼻咽腔が閉鎖され、特に発音には最も重要だと言つた⁸⁸⁾。

併し彼の説には賛否両論がある。Webster¹⁰⁷⁾によると既に1805年にSandifortがPassavantの隆起に相当するものを示しており、又1845年にFergussonも上咽頭収縮筋筋の一部が半円周上になっているのを見ている。Voltoni, Falkson¹⁰⁷⁾、Negus⁸³⁾⁸⁵⁾、Dorrance and Brancefield³⁸⁾らは上咽頭収縮筋の一部と軟口蓋の共同作用で鼻咽腔を閉鎖すると言う。

Dorrance³⁷⁾、Wardill¹¹⁴⁾らもPassavantの説を支持している。Browne²⁶⁾、Wardill¹¹⁴⁾、Whillis¹²⁰⁾、Jones⁶¹⁾、Townsend¹¹¹⁾らは上咽頭収縮

筋の一部でなく口蓋咽頭筋の一部が鼻咽腔を取巻き、口蓋咽頭括約筋 (Whillis¹²⁰) として鼻咽腔閉鎖を行うと考えた。Oldfield⁸⁶) は上咽頭収縮筋を①翼突咽頭筋、②頬咽頭筋、③顎咽頭筋、④舌咽頭筋に分け、①は嚥下と言語の両方に働くが、②以下は嚥下のみに働くといい、更に鼻咽腔括約筋は3個の筋肉の重なりからなる、即ち①前面の口蓋帆挙筋、②後方の上咽頭収縮筋、③側方の耳管咽頭筋と口蓋咽頭筋、などからなると。Browne は Oldfield の①②の2つの重量でなるといい²⁶)、Bloomer²¹) も鼻咽腔閉鎖は幾つかの筋肉の重量で出来ると言う考えに一致している。Wardill and Whillis¹¹⁵) は耳管咽頭筋が先づ収縮してから、口蓋帆挙筋と上咽頭収縮筋が同時に接近すると言う。耳管咽頭筋の関与については Calnan³⁰) によると両側方の咽頭陥凹は口蓋帆のみで閉塞できず、耳管咽頭筋や口蓋咽頭筋が之を補助と言うが、その他 Oldfield⁸⁶)、Bloomer²¹)、Harrington⁶⁰)、Wardill and Whillis¹¹⁵) にも認められており、Harrington⁵⁰) は鼻咽腔閉鎖は完全なる括約筋をなしていないと言う。

Passavant 隆起が本質的なものでないと言う人もある。Passavant⁸⁸) は口蓋破裂患者で見ているから正常な発音で見たのもなく、一般的なものでない、Veau⁵⁰) は1700人中数人、Calnan⁵⁰) は口蓋破裂の患者で25%、Hagerty⁴⁸) も80人中8人しか見てない。又横走する皺襞 (Querwulst⁸⁸)、Passavant's ridge、Passavant's cushion) などと言われる様に上咽頭後壁が動くのは鼻咽腔括約筋が無能な証拠だと言う人もある。

Calnan は絞約嚥下のときに上咽頭低位に著明な隆起が表われるが、その位置は軟口蓋の位置より低く動きも鈍く疲労し易く、又軟口蓋は十分長く単獨で鼻咽腔を閉鎖できるから、発音には不必要で時に表われたり表われなかつたりする、併し咽頭収縮が食物の輸送に必要故、その一部たる咽頭後壁の隆起も必要だと言う⁵⁰)。軟口蓋筋を Lushka (1868)、Pickerill (1912) は既に3群に分けていと¹¹⁷)。即ち1)口蓋帆挙筋と張筋、2)口蓋舌筋と口蓋咽頭筋、3)口蓋垂筋。更に Oldfield⁸⁶)、Wardill

and Whillis¹¹⁵)、Schalit¹⁰²)、Dorrance³⁷)、Jones⁶¹) らにより解剖学的に詳しく研究されている。

Oldfield は軟口蓋が後方に引かれるのは挙筋と口蓋咽頭筋が収縮する時力の合成図を考えれば、上下方向の力が打消されて後方に引張られると言う⁸⁶)。

Buck²⁹)、Hagerty⁴⁷) など多数の人が咽頭後壁の運動をX線学的に計測しており、後者は軟口蓋の運動も計測し、発音する時後壁との接触は隆起の上方であるから隆起は機能的に不必要だと言っている。

軟口蓋の機能について Bosma²⁵) は①鼻咽腔閉鎖、②舌口蓋閉鎖の開放と相待つて中咽頭への食塊送定の補助、③食塊送定後は咽頭内喉頭挙筋と上咽頭収縮筋の収縮を補助することだと。Schalit¹⁰²) は軟口蓋、舌、咽頭壁の共同作用として①鼻咽腔閉鎖と舌口蓋閉鎖が共に開いている事(呼吸)②鼻咽腔閉鎖のみ作用する事(嚥下)③舌口蓋閉鎖のみ働く時(吸引)を言っているが、著者は之に Ramsey⁹⁴) の言う咽頭送定波に関係するバリウム尾を推送する作用を加えたい。以上の外に言語に関して Bloomer によると音質、空気の流れる方向と圧力、欧氏管圧の調節などの作用があると²¹)。

著者は、嚥下の時所謂 Passavant の隆起が大小の差こそあれ必ず存在し、隆起、及びその上方で挙上収縮した軟口蓋と接触するのを見ている。Ramsey らは咽頭縦走筋の収縮というより輪狀筋の収縮の様に現象的に見えると言うが⁹⁴)、正にその通りでX線学的には判断し難い。Oldfield⁸⁶)、Calnan⁵⁰) の言う側方の重なり (Lateral sling) の収縮や Blommer の労作たる口蓋咽頭筋の運動²¹) も前後像で良く分る (Fig. 21 (D-V) ⑤)。更に嚥下の第一相に関しては顔面欠損の患者で Wardill and Whillis¹¹⁵)、Bloomer²¹)、Syrop¹⁰⁹) などの先人が苦勞して観察しているが、X線映画では之に劣らず且多数を観察し得る利点がある。計測では Calnan⁵⁰) は0.1~0.01秒で鼻咽腔閉鎖が起り1~2秒続くと言うが、発音の時であり、彼はどこを基準に計つたか言っていない。著者は嚥

下の時動き始めてから閉鎖する迄計つたが、11.5 駒であつた。X線映画で軟口蓋を観察しているのは2, 3しかない (Ramsey ら, Roberts) 第一相, 頰咽相と言つても不十分なのが沢山ある (Müller⁷⁷), Shedd^{103a,b})。

著者は鼻咽腔閉鎖を基準として測定しグラフに書くと嚥下合図, 舌運動開始, 軟口蓋運動開始, 喉頭蓋谷へのバリウム到達時間, 軟口蓋降下開始, 最大降下位, 安定位への復原と非常に規則正しい運動が分るのを見, 又夫々の時間も測定した。計測では体位別, 性別変化はなく, 年齢別変化では老人は運動がおそく起り, 安定位への復原がおくれているが有意の差はなく, 老幼共に全運動時間は凡て約40駒である。普通X線写真で上述の様に空間的変位を計測している人がある⁴³)が上述の様に軟口蓋が運動するので, どんな位相で撮影したかにより異なる, 著者は軟口蓋の大きさの測定はしていないが, バリウムの多少で収縮状態が變つておらず, 収縮は極めて機械的反射的であると思う。

最後に口蓋垂については F.W. Jones⁶¹) によると人間と猿のみにあり喉頭の降下につれて伸びたという。Bloomer²¹) は uvular [r] の発音に役立ち, “いびき” “鼻をならす” “鼻でふく” 時に役立つと言う。著者は嚥下に関しては受動的な動きだけであると思う。喉頭蓋の高さ (Ramsey ら)⁹⁴) 近く迄送出波と共に下るから, バリウム尾の推送及び咽頭腔の閉塞に関して舌正中溝, 咽頭側壁との間にあつてその間隙を狭くするのに役立つと思われる。

④ 咽頭送出波

第二章歴史的回顧で一部述べたが Magendie は咽頭収縮筋の不随意的な殆んど痙攣的とも言うべき収縮により上部食道へ食塊を送ると言つた。Bosma に依ると Heurman (1753), Haller (1762) も食道と咽頭の終始一貫した収縮運動を認め²⁵), Kronecker ら (1880, 1883)⁶⁹⁾⁷⁰⁾⁷¹) は液体, 半流動体の時蠕動波は食塊の後から伝達するのを見ている。Cannon³¹⁾³²) は固体と半流動体の時, 咽頭食道蠕動波が働くが流体の時, 顎舌骨筋の作用で胃迄輸送されると。Negus は固体の時蠕動波は意味があるが, 人間では必しも必要でな

く, 喉頭の上下して起る“嚥み込み”(Engulfing) で食道口を通り胃迄運ばれると言う⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵)。Kronecker and Meltzer⁷¹) も咽頭後壁が直線状ゆえ食物の推進には蠕動波は余り与つていないと考えた。Schreiber¹⁰⁵) も同様な見解を述べている。Barclay は透視で後壁の前方運動も蠕動波も認めず, 咽頭は収縮せず只圧迫されるだけと言う¹⁶⁾¹⁷)。併し Bosma は外科的異常の透視, 神経障害の比較から咽頭収縮波の存在を確かめ²⁴⁾²²), Rushmer⁹⁸) Saunder¹⁰¹) はX線映画で確認し, Ramsey ら⁹⁴) は後壁の蠕動波のみならず, 舌, 軟口蓋, 咽頭, 喉頭などの綜合作用たる送出波 (stripping wave) がバリウム尾を推送 (strip down) すると。Roberts⁹⁹) も同様, Bosma²⁴⁾²⁵) は口蓋咽頭筋による食物分離 (palatopharyngeal partition) と固有の後壁と区別できると言つている。

蠕動波の発生から追求すれば咽頭後壁の蠕動波は良く分る。前節に述べた口蓋咽頭筋の動きは前後像で見る時, 両側方から推送するのは分るが左右像では分り難い。

Negus⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵) によると, 発生学的に喉頭降下の為, 収縮筋は下方ほど斜走する。それ故舌骨-喉頭-柱の上昇と共に水平に近くなり, 喉頭挙上筋として働くと言う人もあり²⁵), 著者はこの時上昇に比例して咽頭腔が拡大しないから収縮を否定できないと思う。

また Ramsey らは喉頭蓋位で蠕動波が中断し, そこから別の新しい蠕動波が発生する⁹⁴) と言うが, 著者は中咽頭では前方運動が大であり, 喉頭蓋谷以下では舌骨, 喉頭蓋, 巨大な喉頭の為に後壁の前方運動が小さいので断絶して見えると考えたのだと思うが, 著者は発生から食道の第一蠕動波迄連続的なものと観察している。

著者の観察によれば一般に一侧の咽頭神経障害がない限り左右対称で, 且非常に強力なもので, 筋神経障害で嚥下困難が相当強くても, 前後像, 左右像で弱い蠕動波が大抵観察できる。これは気道確保, 食物摂取の自己防衛本能の強固さの結果と思われる。立位ではバリウムが中咽頭に流入し, 舌, 軟口蓋, 咽頭で作られる閉じた腔内に充満せず, 鼻咽頭閉鎖下方にX線透過性大な空虚な

部分が存在していても、Passavant 隆起直下から蠕動波が発生し下方に伝達し、喉頭蓋谷近に達する頃にはその腔を閉じてしまう。この時圧縮された空気がバリウム尾を押すかもしれない。故に中咽頭上部では食物輸送に効果的でないがそれ以下では食物輸送に関係する。且食道蠕動波は嚥下動作により中断する (Knonecker⁷¹), Miyakawa^{128a,b}), Sanchez¹⁰⁰) が、咽頭蠕動波は嚥下動作によつても中断しない。宮川によれば食道第一蠕動波は3秒以内に第2回嚥下する時中断すると言ふが^{128b}), 著者は急速繰返し嚥下 (Fig. 20) で第1回目バリウムが喉頭蓋谷に到達してから、第2回目嚥下のバリウムが喉頭蓋谷に到達する時間が $7/24$ 秒 \sim $15/24$ 秒でも咽頭蠕動波は中断しない (cf. p. 49)。此の時1回目が食道口に達する頃にはもう次の蠕動波が伝達下降して来る。臥位で頭部を左右に廻した時、反対側の咽頭側壁の蠕動波が特に強く表われる。固体の時も液体の時より強く現われる。Bosma²⁴), Ramsey ら⁹⁴), Roberts⁹⁹), Saunder¹⁰¹), Ardran など蠕動波についてはこの様に詳細に言つてない。

⑤ 流路の対称性

側方流路と言ふ時には、舌の後方突進運動で送出されたバリウムが喉頭蓋谷に貯り、次にその外側舌喉頭蓋皺襞を越えて披裂喉頭蓋皺襞と咽頭側壁との間を流れて梨状凹に達する流路を言つている (Negus^{83,84}), Templeton^{112a,b}), Bosma²⁵), Ardran^{7,8,9})。又 Ardran によると⁸) バリウムは口中から舌背の中央線を通り嚥下するが、脊髓灰白質炎などの時には罹患側に偏る、此の時頭部を反対側に廻すと嚥下困難が少くなると言ふが、他の人は当然正中線を通ると考え、特にこの流路につき述べていない^{94,101,98})。Ardran の例は凡て左偏なので⁸) 患側が左か、又は両側罹患して弱くなり、著者が認めた様に (p. 27) 生理的に通り易い左側へ偏したとも考えられる。Negus によると⁸⁵) 草食動物では1側流路を取り、更に下等動物では両側流路を取り呼吸と嚥下は同時に出来る。人間で両側流路の不必要なのは顎の後退、頭部の頸椎上固定、喉頭の頸部への下降によるので、少量の食物なら喉頭口は開いたまゝ通り、又乳児では乳

を吸いつゝ呼吸出来ると言つたが、Aadrn は乳幼子、子山羊、子羊では両側流路を取るが一秒間に数回 (1分間の間違いか) 食塊通過後に気道が開くのを見て Negus の説を否定した⁹)。著者も両側流路を取りつゝ喉頭口が開いたまゝ嚥下するのは見てない。

Grahe⁴⁶) は41例中右側流路を通るもの21例、左側流路を通るもの (着色液嚥下後喉頭鏡検査) 17例と言ふが、梨状凹食道への流路であり、右側流路と言ふのも著者の意味より狭いもので偏側のみである。そして彼は各人は左か右か定まつているに違いないと言ふ。Roberts⁹⁹), Ardran^{7,8,9}), Bosma^{25,24}), Negus^{83,84,85}), Mosher⁷⁸), Ramsey ら⁹⁴), らも結局どちらか一方か、両側に分れて通ると言ひ、Kirchner⁶⁸) はバリウムが少量なら1側多量なら両側を通ると言ひ、Ardran らは脊髓灰白質尖⁷) や咽頭麻痺^{7,112a,112b}) 時偏側流路を取る事を言つている。

著者は咽頭の食物流路は左右対称でなく、喉頭蓋一梨状凹、梨状凹一食道では対称流路、左方流路、右方流路が4:4:2及び5:3:2の割合であり、左右差は歴然としていることを見出した。男性は女性よりも左方流路が多いが有意差はなかつた。又食道は胸廓内で気管に対して左偏するので頸部食道も後述の様に (Table 10) や左偏していることゝ、更にバリウムが食道に流入する1~2駒前に食道が開いているので食道内の陰圧のために吸引力も多少働くことなどのため、左方流路が多いものと思う。Templeton は頭部を一侧に廻した時は反対側の流路を通ると言ふが^{112a})、著者は頭部を軽く左側に廻した時、右側が通り易くなるので両側流路が多くなり、更に強く廻せば右側流路のみとなる。之に反して右に廻した時は左側流路を取る事が多くなる。すなわち頭部を真直にしている時は左右を比較すると1側が先行又は優位の状態である。頭部を左右に廻すと1側が不通の事が多くなる。同一人では対称及び左側に偏することが多く、右へ行つたり左へ行つたりする事は少い事を見出した。以上流路に関係する著者の知見は生理的臨床診断上興味ある事と思う。

尙本項の非対称性は頭を廻した時以外はバリウムの通り始め1~数駒の間で、その後は他側の流

路も流れ、両者合一するか、流路外に溢れて対称な咽頭充盈像を示す。

⑥ 咽頭充盈像

バリウムの流入し始めの非対称と食道の左方への偏位の非対称を除けば咽頭蠕動波は左右対称である。之は咽頭麻痺、器質疾患の時、非対称となる。又食道の左偏は胸廓内の左偏と関係あると思う。老人では全部左偏し若年者に少い。

側方突出について Ramsey らが憩室ではないかと言っているが、詳しく報告してない⁹⁴⁾。著者は男性90%、女性50%で且年齢と共に増加する、送出波の通過後もバリウムが残る場合があるが、舌骨—喉頭柱が降下すれば側方突出は消失して分らなくなる。

バリウムが少量であつたり、粘稠であれば喉頭口の両側を通る流路は梨状凹より食道に入る迄分れているので輪状軟骨後部は充盈されない (Ramsey ら⁹⁴⁾, Ardran³⁴⁾。Roberts⁹⁹⁾はドーム状に閉じた喉頭が造影されると言う。著者は特に頭部を左右に廻した時1側流路を取るので、輪状軟骨後部腫瘍の充盈欠損と混同すべきでないと思う。

咽頭後壁の直線状である (Kronecker ら⁷¹⁾, Barclay¹⁶⁾) のは中咽頭迄で下咽頭は頸椎変形の影響をうける。例えば Cervical block vertebrae¹⁹⁾, Osteophyte³⁵⁾, Ostosis^{25/78)}, Spondylosis deformans. 流路の変形が甚しければ通過障害を起す (Schinz¹⁰⁸⁾, Brunner²³⁾). しかし Deformans の程度と嚥下困難は相関関係がないと言う (Mosher⁷⁸⁾, Siebert¹⁰⁴⁾.) 著者も相当な頸椎変形が流路中に突出していても嚥下困難のない例を認めている。一般に咽頭後壁は直線状に見えるが、年齢と共に頸部運動で最も運動する C₄ C₅ C₆ 間に Spondylosis deformans が起り、それに沿い咽頭後壁が凹凸する様になるから、年齢差は著明である。Spondylosis deformans は輪状咽頭筋と思われる X線像とは関係ないと言う人も有り¹⁰⁴⁾, 又 Crichlow は輪状咽頭筋の見える疾患中に挙げてない³⁵⁾. しかし Brunner は deformans の時に輪状咽頭筋の興奮性の上下することを述べている²⁸⁾. 一般に頸椎変形症ではバリウムが食道へ流入直後には輪状咽頭筋の弛緩不十分と思われる X

線像が表われるものが多い。

⑦ 咽頭壁の運動と⑧咽頭腔の収縮と膨脹

咽頭壁の運動は上咽頭後壁の前方運動, Passavant の隆起、及び咽頭蠕動波、流路の所で一部述べた。発生的な理由で喉頭は中、下咽頭収縮筋が舌骨—喉頭柱から後上方へ斜走し、咽頭縫線に附着している²⁵⁾舌骨—喉頭柱の上方前方運動と共に挙上収縮し水平近くなり下端で約一頸椎高位挙上する。Ramsey らは嚥下に関係する運動と拮抗運動とを2つに分け、食塊通過前の咽頭流路の拡大と、食塊通過後の後方の流路の閉塞とに分けている⁹⁴⁾。

咽頭の運動につき X線学的に多くの人が述べており (Ardran^{1)~4)}, Barclay¹⁶⁾¹⁷⁾, Palmer⁸⁷⁾, Frennecker⁴¹⁾, Rushmer ら⁹⁸⁾, Roberts⁹⁹⁾, Ramsey ら⁹⁴⁾ 殊に喉頭挙上と、それに伴う下咽頭底の上昇と食道口については良く調べられている (Bosma²⁵⁾, Barclay¹⁶⁾, Saunder¹⁰¹⁾). 舌骨—喉頭柱の挙上した時、後壁の挙上と前壁の上昇距離から考えて咽頭収縮筋が収縮しなければ、前後径か側方径が広がるべきだが、側方の拡大は見えず、前後径は通過前と比べて増減してないから、舌骨—喉頭柱の上昇した時、咽頭収縮筋は収縮していると考えられる。そしてバリウム尾を推送する時完全に咽頭腔を閉塞する。

下咽頭腔の以上のような開大と収縮につき言及した人は少く、Ramsey ら⁹⁴⁾, Roberts⁹⁹⁾ は上下方向の短縮を重く見ているが、著者は上下方向、前後方向と共に左右方向の短縮も著明で送出波の下咽頭の通過直後が最短縮で、梨状凹、喉頭蓋谷が収縮した前庭を中心に X 字形乃至一点に集中する如く見える事がある。左右方向の狭搾が少い時も相当ある。巾着財布の口の様に下咽頭及び喉頭口は狭くならないと言う人もいる¹⁵⁾が、大なり小なり“巾着型”に収縮する。咽頭腔の狭搾は上、中咽頭は前後像、左右像共に完全に直線状になる迄狭搾するが、下咽頭は喉頭の為ある程度の左右巾を残して送出波が通過する。

空気嚥下と嚥下性呼吸 空気嚥下は下咽頭の上咽頭のと二通り有る。1)バリウムが下咽頭に侵

入し充盈する一駒前に食道口は開口するので、その時の下咽頭の空気は喉頭が挙上し気道が閉鎖しているから確実に嚥下される。又2)バリウムが下咽頭に流入後、鼻咽腔閉鎖直下の空気はバリウム尾に接して嚥下される。嚥下呼吸については呼期に停止するとか³³⁾、短い吸期に続いて起る呼期に停止する⁷¹⁾¹³⁰⁾というが、X線映画的には Frenecker⁴¹⁾ はバリウムが下咽頭に侵入して下咽頭の空気を喉頭室の方に追放するのを見て之を所謂嚥下呼吸だと言っている。又送出波が下咽頭を通るとき喉頭前庭の内容が上方に向う括約筋作用で咽頭に排泄されるが、以上の事項と嚥下呼吸との関係については更に研究すべきであると思う。

⑨ 喉頭蓋の運動

喉頭蓋が嚥下中如何なる態度を取るか、その機能は如何、と言う事は嚥下現象中気道の保護と関聯して最も論争された問題の1つである。Negus⁸¹⁾⁸³⁾⁸⁴⁾によれば比較解剖学的立場から喉頭蓋は嗅覚の為に発展して来て口蓋と共に口腔呼吸に対する障壁を作ると言い、草食動物では喉頭は呑口の様で1側流路を取り、もつと下等動物では口を開け喰べ乍ら匂を嗅ぐ為、食物道から気道を遮断する必要があるので、喉頭蓋は高い披裂喉頭蓋皺襞につゞき口蓋咽頭皺襞中に聳え、上咽頭迄突出しているものも有り、乳児は Negus の言う様に乳を吸い乍ら呼吸せず、Ardran⁹⁾によると食物は両側流路をとり嚥下したり呼吸したりしている。既に Haller, Magendie⁷⁴⁾ も反転について述べている、更に咽頭瘻手術で直接観察し嚥下中直立したまゝとか (Stuart¹⁰⁷⁾, Syrop¹⁰⁹⁾、反転するとか (Johnstone⁶⁴⁾、またX線透視で直立する (Barclay¹⁶⁾, Eykman⁴⁰⁾, Johnstone⁶²⁾、反転する (Küpferle⁷²⁾, Mosher⁷⁸⁾, Welin¹¹⁹⁾)と言ったがX線映画では凡て反転するのを見ている (Rushmer⁹⁸⁾, Saunder¹⁰¹⁾, Ramsey⁹⁴⁾, Roberts⁹⁹⁾, Ardran^{1)~4)}。又 Ramsey らはビールラツパ呑みでは反転しないのを見ている³⁴⁾。

喉頭蓋の機能につき20世紀始め迄は喉頭口に対する蓋として働くと考えられていたが、Negus は嚥下中喉頭を覆うのは他の器管の運動の結果

で、嚥下、呼吸、発音にも何ら重要な役割をせず、附属的嗅覚器官だと言う⁸¹⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾。実際に喉頭蓋を除去しても嚥下は滞りなく行われる。(Magendie⁷⁴⁾, Bosma²⁶⁾)。Saunder¹⁰¹⁾は喉頭蓋に受働的と能動的な要素を認めており、Ramsey らは喉頭の挙上に偶発的なものであると言う、Pressman も第一に嗅覚器官であり、その根本的な目的は喉頭を封じたり嚥下中気道を保護する事でもなく、発音にも何ら重要な役割を演じないと⁹²⁾。しかし Ardran³⁾⁴⁾ の言う様にバリウムが喉頭蓋で阻止される事、時に両側流路に分ける事、前庭面を覆う事、反転位から復位する時、下咽頭のバリウムを押し上げる事などは誤飲に対して防護的な働きがあると著者は思う。喉頭蓋は喉頭の挙上、バリウムの流入、送出波の到来がなければ反転しない。反転自体よりも喉頭蓋がそこに存在しない場合を考えると、喉頭の最大挙上前にバリウムが下咽頭に流入するので、流路のチェックや両側流路の分離がないから、前庭侵入が大になると思う。嚥下後も下咽頭にバリウムが多量に残留している時、気道が開くと前庭へ流入するので喉頭蓋の上転による押し上げ作用も必要と思う。喉頭蓋の反転復位は前後像で分る時もある。左右像でその両側にバリウムが多い時は反転像は見えないが、安定位へ復原する時の像は殆んど凡てに見られる(後者について Ardran³⁾, Roberts⁹⁹⁾ も同様に言う)。

Ardran³⁾ は喉頭蓋の運動時間として 1 cm/20 mililicsec と言うが、廻転運動する故、その表現は不適當である。著者の観察では1~2駒で直立位から水平位になり、その後最大反転位迄10駒である。復位の時、約 150度位の範囲を1~2駒で復原するので $20\pi/\text{sec} \sim 10\pi/\text{sec}$ (5~2.5r.p.s)の角速度になる。送出波が通過後や最大反転位から緩み、次いで、上転するので約6駒要する。反転と同様に安定位への復原にも舌骨、喉頭の降下、下咽頭の膨脹が必ず必要である。反転開始、食道閉閉、最大反転位の時間的關係は非常に規則的で体位及び余りバリウムの多少に関係しない。性別、年齢別差も認められず、Table 14の様な反

転異常と思われる人が有った。

⑩ 舌骨の運動

舌、舌骨、喉頭などの喉頭前部構造部は発生学的に *Viscerobranchial arches* から発展するので嚥下ではそれらは大体類似の運動をする。そのためか透視やX線映画でも喉頭運動の序に述べられているに過ぎない。併し *Mosher*⁷⁸⁾は大角と舌骨体が運動の異なる事を述べ、*Ramsey*ら⁹⁴⁾はバリウムの大小で前方運動が大小になるのは運動中枢が量の多少につき情報を得るからだと言うが、著者は前方運動がバリウムの流入につれ大となるので物理的要素も有ると思う。*Roberts*⁹⁹⁾の言う様に舌骨は舌を固定し、内在力の再展開を可能ならしめ、喉頭蓋の反転、喉頭の挙上、流路の開大、閉塞に与り嚥下を容易にしていると思う。*Shedd*は顎骨、顎舌骨筋、頤舌骨筋、舌骨下筋などを半分除去した嚥下研究の結果、舌骨喉頭柱の前方上方運動は誤飲に関しては喉頭の収縮作用に及ばないと言っている^{103b)}。*Bosma*は発音、咀嚼、呼吸、体位などの関係で準備位置¹⁶⁾を取ると言う(*Bosma*²⁵⁾、*Barclay*¹⁶⁾)。之は著者の言う緩速繰返し嚥下の時の半降下位に近いものと思う。又著者は *Ramsey*らが舌運動で言つた様な(著者は少数しか認めなかつたが)準備運動を舌骨の運動に認めた。之は正常の運動前に一時上下運動をして“はづみ”を付けて後、上方前方運動する様で此の時間だけバリウムの喉頭蓋谷到達時間が延長する。その後の運動は準備運動ない時と交らぬ、約4人に1人存在した。

上昇高は一頸椎高位で、バリウム量と余り関係しないが、前方運動はバリウム多い時一頸椎高位時で、前方に凹なる弧を画いて運動する。後方運動は前方運動程明らかでなく、その為にループを画く(長軸が前方に傾斜)。*Roberts*⁹⁹⁾は揺れ運動と言い⁹⁹⁾、*Mosher*⁷⁸⁾は振動運動(大角頂上が動かない)というが勿論大角尖端も動くのでその表現は当らない。大角も少々動き、舌骨体も同一経路を上同下するのではない。

又運動開始は舌より遅く軟口蓋、喉頭と殆んど同時と考えて良い。運動開始と終了はやゝ偏差大で、老人では運動開始が遅い。

⑪ 喉頭運動

喉頭運動には嚥下に伴う運動(即ち1)上方前方運動と2)括約筋作用とある。前者は嚥下運動中最も著明な運動であり外部から直接観察される。2)は嚥下に随伴するが単獨でも起り得る。1)に随伴する披裂結節の廻旋運動や甲状披裂軟骨の運動などは早くから記載されている¹⁰⁷⁾。

喉頭の前方上方運動の意義は次の通りである。

1) a) 前庭及び喉頭室を閉鎖し b) 気道を前方に偏位させ、その走向を変える—前庭侵入の防止、

- 2) 食物前方の咽頭腔を拡大する、
 - 3) 食道口の開口を助ける、
 - 4) 前庭の収縮により側方流路を広くする、
 - 5) 喉頭蓋の反転を助ける、
 - 6) 送出波の伝達及び食物尾の閉塞を助ける、
- 次に之を詳述すると

1) *Negus*⁸⁴⁾⁸¹⁾に依ると喉頭は顎の退化、頭部と頸椎軸との角度の直角化と共に頭蓋底から頸部に降下した。同時に呼吸と嚥下の分離も進み、人間では嚥下する時は呼吸は停止する。喉頭が挙上し舌底に衝突する(*Barclay*¹⁶⁾の言う *epiglottic position*)と同時に喉頭前庭及び聲帯、仮聲帯の括約筋作用により、咽頭と気管の連絡が断たれる。此の時更に喉頭の前方運動により喉頭—気管一柱が咽頭—食道—柱と急角度に交るので、食物の喉頭前庭への侵入が少くなり、次に喉頭蓋により中咽頭から下咽頭への流路が一応堰き止められ両側に分離されるので更に喉頭前庭への食物の侵入が少くなる。

2) 喉頭の進化的降下と共に降下した中、下咽頭収縮筋は喉頭が挙上すると水平に近くなり、咽頭へ食物が侵入する前及び通過する時、腔を拡大し易くする。それで *Negus*の言う“嚥み込み”が容易になり⁸¹⁾⁸⁵⁾、且両側流路も深くなるので喉頭前庭へ食物が溢れ入るのが少くなる。

3) *Negus*は食道の開口は能動的要素により開口すると言う⁸³⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾。*Dohlman*³⁶⁾は食道口前縁が後縁より動き易く喉頭の挙上に伴い前上方に引張られ、神経的な伸展受容器の作用で輪状咽頭筋が開くと言う。とにかく喉頭の挙上と食道開口が相伴う事はX線的に確められており、正常では

両者は相互的である。

4) 喉頭、舌骨が挙上する事は喉頭蓋の基底部も挙上するので、喉頭蓋は反転し易くなり喉頭口を覆い易くなり、前庭へ食物が侵入し難くなる。

5) 又人間の様な大きな喉頭が前方運動する事は食物の咽頭通過に対して腔が広くなり、且送出波の伝達も容易ならしめる。

喉頭の括約筋作用

Jackson⁵⁸⁾に依ると喉頭括約筋の閉鎖は人間では下気道と上気道を分離する事に依り、呼吸的、循環的、固定的、咳嗽的、喀出的、発音的、情緒的な諸機能があると言う。又 Pressman⁹⁰⁾⁹¹⁾⁹²⁾は喉頭の括約筋は披裂喉頭蓋皺襞、假聲帯、聲帯の3個からなると言う。披裂喉頭蓋皺襞は上喉頭括約筋となり、嚥下のみならず、嘔吐、むかつきの時、前庭への食塊の侵入を防ぐ。喉頭口は前後径が短くなり、側縁が互に強く圧迫されるのでその折目が披裂喉頭蓋皺襞溝となると¹⁵⁾。Saunders は前庭の収縮と聲帯の接近には甲状披裂筋、聲帯筋及び関鎖筋の収縮に依ると¹⁰¹⁾。Ramsey⁹⁴⁾、Ardran²⁾³⁾⁴⁾⁶⁾は披裂喉頭蓋皺襞や聲帯の収縮などと言うより前庭括約筋と言つて広く用いている⁹⁴⁾。著者は喉頭の挙上に随伴し披裂喉頭蓋皺襞が短縮し前庭も収縮するのを見てゐる。且皺襞溝もできるが Bachman の言う程単純なものでない。Bachman¹⁵⁾の所見と異なり喉頭口は上下左右方向共に狭くなり殆んど一点近く収縮するのがある。一般に上下方向の収縮は左右の収縮より大で巾着財布の口の様である。

聲帯、假聲帯は食道口時間より長く閉鎖している、Pressman の言う3個の括約筋に依り閉鎖する。喉頭の閉鎖は挙上が無くても起る。バリウムの前庭侵入はX線映画でなければ観察できぬ現象であり、Rushmer⁹⁸⁾は否定、Frenecker は言及せず⁴¹⁾、Ramsey⁹⁴⁾、Roberts⁹⁹⁾、Ardran³⁾は肯定している、後者は前庭侵入の可能を詳細に論じているが更に病的な場合を考慮する必要性の大なる事は臨床上誤飲の意義から考えて当然である。また前庭の括約筋作用は下方より上方に向う排泄作用だと言うが、著者は正常人で之を定める事は出来ないが、併し病的な場合から考えて正し

く上方に向う事を確めている。Ardran³⁾は500例中2人のみ聲帯迄バリウムが入つたと言うが、正常かどうか疑問と思う。著者は聲帯や假聲帯は勿論喉頭蓋の基底がやゝ深く表われた例も正常では見なかつた。尙前庭の上方に向う排泄作用のみならず、病的で喉頭室下迄侵入したバリウムも聲帯、假聲帯が開く時、少量なら喀出されるのを見ているので喉頭内面全体に咽頭相末期に不随意的排泄作用があると著者は思う。

又喉頭運動でも舌骨運動と同様な傾向、即ち最高位上昇や降下開始よりも、運動開始と安定位への復原が個人差大であるが他は極めて規則性に富み、老人は運動開始から最高位に達する時間が延長している。

⑫ 上部食道

食道入口部の輪状咽頭筋は解剖学的に次の3つに分けられる。

1) 上斜走部(下咽頭収縮筋の一部)

2) 横走部

3) 下斜走部(Laimerの食道挙筋で2個の縦筋からなる³⁵⁾)

1908年既に Killian⁶⁷⁾は食道入口部を研究し、上の様に言い、彼の所謂“食道口唇”は有名である。更に Laimer の食道挙筋も開口に役立つと考えられている。上の Killian の esophageal lip は Hypopharyngeal bar とも言われている²⁷⁾。

食道入口部に括約筋が存在すると言う事は静止状態で

1) 解剖学的に Killian⁶⁷⁾、Lerche⁷³⁾、Negus⁸¹⁾⁸⁴⁾⁸⁵⁾らにより研究されて長さ1.2cm、巾1cm位と言われている。

2) X線学的に Palmer³⁷⁾、Templeton^{112a,b)}、Templeton and Kredel¹¹¹⁾、Johnstone⁶²⁾⁶³⁾、Crichlow³⁵⁾、Ramsey⁹⁴⁾、Batson¹⁸⁾らにより確められ、

3) 食道内圧の測定研究で Fyke and Code⁴³⁾、Atkinson^{ら12)13)}、Hightower⁵¹⁾、Miyakawa^{128a,b)}らにより確認。

4) 入口部を通過する空気やカテーテルで Schreiber¹⁰⁵⁾、Ingelfinger⁶⁷⁾、Fuller⁴²⁾らにより確認、

以上の如く括約筋の存在は確認されており、又動的状態でもX線学的に、解剖学的に、内圧測定上で確認されている。

また低色素性貧血で特有のX線像を呈するので Paterson^{89a,b)} の貧血症状 (1906^{89a)}, 1919^{89b)}), Brown-Kelly 症候群 (1919)⁶⁵⁾, Plummer-Vinson 症候群 (Vinson が Plummer (1914) の業績を紹介)⁵⁵⁾⁴⁵⁾として、多数の人により研究されている。X線学的には一般に咽頭食道結合部の前壁の線状の充盈欠損だが、後壁にも生ずるという人もある⁵⁶⁾。

Johnstone⁶²⁾⁶³⁾ は嚥下困難のない患者でも輪状咽頭筋のX線像が見られ、病的意味がないと言い、Crichlow³⁵⁾ は (X線映画観察で) 喉頭異常感の患者 228人中 141人に (62%) に輪状咽頭筋が認められ、その中59%が局所疾患、41%が原因不明 (血液疾患、神経症、食道のデイストニーなど) であると言い、正常では輪状咽頭筋は見えず、観察されるなら何か一定の食道の機能障害がある、且原因不明でX線像の表われるものは中年以上の女性⁷⁵⁾に多いと³⁵⁾。Siebert¹⁰⁴⁾ は (静止X線写真で) 嚥下困難や頸部疾患のないもの50人中29人に軽度食道入口部後壁の突出、7人が中等度以上であり、40才以上で95%に見られるから病的な意味がないと。以上の彼等は嚥下のどの時期に、どの位続いて表われるか言っていない、且 Siebert は静止X線写真で言い、Crichlow は症状のある人についてののみ言っている。

著者の観察結果では①輪状咽頭筋を思わず後壁の中等度の膨れるもの5人共女性であり、軽度に見えるものも含めて中年以上の女性が多く、25才以下では1人のみ表われた。

②X線像は左右像のみで前後像では見られなかった。

③時期はバリウムが食道へ流入した時1~2駒位見え、輪状咽頭筋の横走部に相当するものが特に表われ、その弛緩が遅れるためと思う。

④早期収縮は認められなかった。

Siebert のデータも中年以上に多いが、症状のない人でもX線映画的に見れば観察できるから、病的意味はない様に思えるが、著者が病的例

で輪状咽頭筋に相当するX線像が見られたのは何れも嚥下の全期又は比較的長い間であり且後壁の突出度も大であり、又前後像でのみ右左からの突出像として見られたり、嚥下の終り近くに早期弛緩が見られる点で健康例で表われるのと異なるから、観察の有無と言うよりその性状が大事であると思う。

食道の開口機転に関して Ingelfinger⁵⁷⁾ は1)咽頭腔内の圧力により2)他の筋肉で引張られることにより3)内在的緊張が障害される事などで開くと言うが、Dohlman³⁶⁾ は2)と神経的反射により起る3)のを原因にしている。

著者の観察でも食道の開口には、下咽頭へのバリウムの流入と共に、舌骨、喉頭の挙上があつて始めて開口する。少量のバリウムが1側流路から下咽頭底に先行しても、舌骨喉頭の挙上が遅くて開口が遅れる事があるが、多量のバリウムが下咽頭底に達しても舌骨、喉頭が挙上せず開口が遅れる様な事はない。脊髄灰白質炎後の患者に見られる舌咽呼吸や¹⁰⁾、食道発聲に見られる様に、正常では自由に開閉できない。

咽頭蠕動波が食道へ伝達すれば食道入口部は閉鎖する。咽頭蠕動波より先に収縮する事は正常では存在しない。

⑬ バリウムの残留

Brunner²⁷⁾ は正常人でもバリウムは喉頭蓋谷に残るが、梨状凹に残らぬと言い、14人中9人が前者にバリウムが残り、5人は(+)だが症状はなかつたと言う。又彼らは咽頭の機能的障害の時バリウムが残り²⁷⁾¹⁴⁾⁶⁷⁾、Valsalva 試験をすると、輪状咽頭筋の過緊張性が見られた例を報告している²⁸⁾。Gerling⁴⁴⁾ は20人中9人にバリウム残留が(+)と言う。X線学的に喉頭蓋谷にバリウムの残留が著明な事から、Vallecular sign (Arendt¹¹⁾、と言い嚥下困難や異物感がある時、Upper Dysphagia⁶⁹⁾、Dysphagia atonica⁵⁴⁾、Vallecular dysphagia⁷⁶⁾ (Mc Gibbon) と言われている。正常人でも嚥下の直後には程度の差こそあれ、必ずバリウムが残るので人によりその受取り方が違う。

著者の観察では、単なる1回嚥下の直後に全然

バリウムの残らぬ人はない。附着残留の多いのは老人及び男性に多く、25才以下に少い。バリウムの附着残留が多い事はバリウム尾の排送が悪い事から起る、即ち咽頭送出波を作る軟口蓋、舌、咽頭壁、舌骨、喉頭の運動、食道の開口、喉頭蓋の反転のどれが悪くても起り、又その運動間の失平衡でも起り、胃食道疾患でも多くなる。勿論局所疾患でもバリウムの残留は増加する。故にバリウムの附着残留が多い事は何処かに悪い所が有る事があるから、必ず検査しなければならぬ。

なお前庭侵入は綺麗に排泄されて残らぬ、上部食道も残留は少しあつても辛うじて食道の存在を示す位である。

⑭ 繰返し連続嚥下 繰返し嚥下を観察するには、X線映画が絶対必要であり、X線透視や狙撃撮影では解析不可能である。それ故 Ramsey⁹⁴⁾、Roberts⁹⁵⁾ が僅かに言及しているのみであるがどの程度の間隔で起るものか、単に單獨嚥下が時間的に早く起つたに過ぎないのかについては述べてない。彼等は喉頭蓋の反転位から復位しない事、舌骨喉頭が十分降下しない事など言っているだけである。

著者は嚥下運が繰返し早くおこつた場合を2通りに分けた。

1) 急速繰返し嚥下は軟口蓋、喉頭(及びその内部の構成物)、舌骨、喉頭蓋、咽頭壁などが嚥下極期の近い状態のまま2回目の嚥下がおこるものである。

2) 繰速繰返し嚥下は諸器官が安定へ復原する途中で、そのまま中止し2回目嚥下運動が起るものである。之と單獨嚥下が2回起つたもの(安定位に復したと思われる状態から)との区別は仲々むづかしい。

繰速と急速では咽頭が空気で膨脹すること、喉頭蓋の反転から復位のないこと、鼻咽腔が閉鎖したままである点で明らかに区別される。急速繰返し嚥下では第1回目のバリウムが喉頭蓋へ到達してから $5/24 \sim 17/24$ 秒で2回目が喉頭谷へ到達する。

§10 総括

著者は本教室に昭和33年夏、島津製作所製蛍光

増倍管式X線映画撮影装置が設置されてから嚥下食道運動を撮影研究している。以来正常人、腫瘍患者、筋神経疾患患者など250人撮影し、比較検討し、成果を得たので、そのうち正常と思われるもの40例につき、嚥下の第一相、第二相に関する結果、および撮影条件一般に関する結果を報告した。

① 一般に蛍光増倍管式X線映画では、蛍光増倍管前面に置かれた試験体の0.5mm銅線しか解像しておらず、更に蛍光残像のため画質は普通X線写真より相当低下している。バリウム通路に有る舌、軟口蓋、喉頭蓋、咽頭壁、下咽頭、梨状凹、食道入口部など十分観察できるが、喉頭内諸器官即ち聲帯、假聲帯、披裂喉頭蓋皺襞など、およびそれらの運動は必ずしも適確に判断できるとは限らぬ。

② 高電圧では上咽頭後壁、軟口蓋、喉頭の観察に秀れており、著者は110KVを使用している。(Table-1, Fig. 1)

③ 駒速度、喉頭蓋の反転(5r.p.s)、時に食道への流入(170cm/sec)、一過的前庭への浸入などが嚥下中最も早い現象でこの時“ボケ”を生ずる。その他の現象は24駒/秒で十分である。

④ バリウムは特に粘稠なものを用いる必要はない。軟口蓋、Passavant隆起、咽頭後壁を造影する為、鼻孔より少量のバリウムを注入すると良い。餅状バリウムでは咽頭蠕動波が強く表われ、食道迄両側流路をとる(Table-2, Fig. 2)。

⑤ 体位、上、下咽頭を分けて撮影しており、時に臥位や頭部を側方へ廻したり、補助運動を見る為、自由に又は計測に便利な様に頭部を固定し嚥下させる事、嚥下後発聲や連続嚥下をさせない事など必要である。

⑥ 著者は観察項目を器官別、現象別に分け、X線映画的に観察すべき所見を検討、計測し、性別、年齢別変化など始めて調べた。

1) 嚥下合図より喉頭蓋谷へバリウムの到達する時間(Table 6-1, 6-2, Fig. 5, Fig. 6)

繰返し何回も嚥下させる時、此の時間は第一回目、第二回目は所要時間が長い(標準偏差も大)が、回数進むにつれて安定し、練習効果によ

つて一種の反射運動様になり第四回目以降は約一秒となる。例えば第四回目の平均は(24.5±4.0駒)である。女性に年令的变化があるが、第一回以外有意差なく、性別、立位、臥位の差も表われなかつた。この時間は、立位、臥位、左右像、前後像、露出の過不足、少々のピン外れなどに拘らず確実に観察できるので、嚥下運動に関する諸器官の運動を計測分析するための標準時点として極めて便利である。Fig. 24, Fig. 25はかくて作った表である。

2) 舌の運動 (Fig. 7, Fig. 8, Table-7)

バリウムの吸入保持、舌口蓋閉鎖の開放が自由にでき、舌の後方突進運動はバリウムを中咽頭へ送出するという第一相における最も大事な運動であり、鼻咽腔閉鎖、舌口蓋閉鎖の開放と殆んど同時である。試験の後方突進運動は数人しか認められなかつた。

舌が運動開始してから喉頭蓋谷にバリウムの到達する時間は前後像で(23.5±6.8駒)、左右像で(18.3±3.9駒)であり、嚥下合図から4~5駒である。その差は前後像を左右像より先に撮影したからである。舌運動は軟口蓋よりも6駒早く、舌骨、喉頭の運動より前である。舌口蓋帆、口蓋—咽頭帆は一種の括約筋の様な働きをする。

3) 軟口蓋の運動 (Fig. 9, Table 8)

① 軟口蓋は舌の運動開始より平均6駒遅く挙上収縮開始し、前方運動した上咽頭後壁中特に突出した Passavant 隆起を中心に上、次いで下で接触して(11駒後)鼻咽腔を閉鎖する。同時か直後に(平均0.8±1.0駒)バリウムは喉頭蓋谷に達する。鼻咽腔閉鎖前4駒以上でバリウムが喉頭蓋谷へ流下するのは異常である。閉鎖後6駒で降下開始し、その後9駒即ち送出波が喉頭蓋を通る頃最大降下位になる。全運動時間は39駒である。

② 性別変化は表われなかつた。

③ 老人は運動開始と安定位への復原が遅れているが、老幼共に全運動時間は約40駒位になる。

④ 2例に軟口蓋の2段運動が見られた。

⑤ 軟口蓋は舌骨、喉頭とほぼ同時に運動開始するが安定位への復原はより早い。

⑥ 軟口蓋の機能として、鼻咽腔閉鎖、舌口蓋閉鎖の他に送出波に関する前方流路の拡大と後方流路の推進を加えたい。

4) 咽頭送出波

咽頭送出波は軟口蓋の降下、舌の後方突進運動、咽頭後側壁の蠕動波、舌骨、喉頭の後方運動などが協力してバリウム尾を推進するの言う。左右対称で、喉頭蓋谷迄は両側が相接し、それ以下では左右の推進度は減る。筋神経疾患でも送出波が完全にはないものは殆んどない。特に蠕動波について見出した所見は次の通りである。

① 発生伝達は左右対称であり喉頭蓋谷は完全に両側壁が相接して推進する。

② Passavant 隆起直下から発生し、バリウムがそこ迄充滿している事を要しない。

③ 中咽頭上部では食物輸送に効果的でなく、それ以下では食物と相接し輸送に関係する。

④ 立位より臥位が、液体より固体の方が蠕動波が強く表われ食物の輸送に関係する。

⑤ 臥位で頭部を左右に廻した時、反対側の咽頭側壁の蠕動波が特に強く表われる。

⑥ 食道と異なり、咽頭蠕動波は中断しない。

5) 流路の対称性 (Table-9-1, Table-9-2)

口腔から送出されたバリウムは喉頭蓋、梨状凹で一度阻止され、食道へ流入するので、1)口腔—喉頭蓋—流路、2)喉頭蓋—梨状凹—流路、3)梨状凹—食道—流路に分け、対称流路とは、中央、両側、中央両側などを通るもの、左方流路とは、左方、左方と中央、左方先、左方流量大なるものをいう。著者の見出した所見は次の通りである。

① 咽頭流路は右方より左方に偏し易く、左右差は流入開始後1~数駒で後はバリウムが広がり対称となる。

② 口腔—喉頭蓋流路では中央、左、右の比は(16:5:4)喉頭蓋—梨状凹流路では中央、左、右の比は(4:4:2)であつた。梨状凹—食道流路では中央、左、右の比は(5:3:2)であつた。

③ 頭部を右に廻せば梨状凹—食道流路では左方流路、左に廻せば両側流路をとる。強く廻せば反対側流路のみとなる。

④ 男女差はなかつたが男の50%は喉頭蓋一梨状凹一流路で左方流路を取つた。

⑤ 一人で数回嚥下する時、流路は大體一定している。本論文では1側流路と言つても片麻痺患者の一部に見る様な嚥下の全期間を通じて1側流路をとるものはない。

6) 咽頭充盈像

① 咽頭充盈像は左右対称である。但し食道の偏位及びバリウム流入直後の非対称は除く。

② 食道上部は左偏し (Table-10)、老人は凡て偏位していた。

③ 側方突出 (Table-11) は両側性、半球状であり、憩室と間違えてならぬ。男90%、女50%に存在した。

④ 輪状軟骨後部はバリウム少量の時、流入の直前、直後では充盈欠損様となる。殊に頭部を左右に廻した時甚しい。

⑤ 老人になると頸椎変形の影響 (Table-12) を受けて、咽頭食道流路の後壁に凹凸を生ずる。この時輪状咽頭筋のX線像の表われるものが多いが嚥下困難は何れもなかつた。

7) 咽頭壁との運動と⑧ 咽頭腔の収縮と弛緩

① 上咽頭後壁全体は鼻咽腔閉鎖のとき前方運動し、その中特に一部は突出した Passavant の隆起を作るが、嚥下には必ず形成される。

② 中、下咽頭腔は舌骨-喉頭柱の上昇と同時に上昇し、咽頭送出波の一部たる蠕動波は Passavant 隆起直下から起り、前後左右からバリウム尾を推送する。

③ 中咽頭腔の拡大は軟口蓋が大きく与り、食塊の前方流路を作る。

④ 上咽頭腔の膨脹は上方からの空気の流入による。

⑤ 下咽頭腔は上下、左右共に収縮し、一点近くに迄集中する。その膨脹は上咽頭及び気管からの空気の流入によるが、送出波が食道に流入する迄閉塞している。

⑥ 空気嚥下は必ずある。中咽頭に残つた空気は全部嚥下され、下咽頭の空気は一部嚥下、一部食道へ排出される。

9) 喉頭蓋の運動 (Table-13, Table-14, Fig. 10)

(1) バリウムは喉頭蓋で阻止され、喉頭蓋谷に溢れてから両外側舌喉頭蓋皺襞を越えて両側流路をとり、又喉頭蓋を越え中咽頭へ流入する。

(2) 喉頭蓋はバリウムの流入につれ反転し、舌底に挙上密接した喉頭を覆う様になる。バリウムの流入前には反転しない。反転にはバリウムの流入、舌骨、喉頭の挙上、送出波の到来を必要とする。

(3) 流路の阻止、両側流路に分離、反転による喉頭前庭の被覆、上転による下咽頭の残留バリウムの擲上げなどにより前庭侵入を少くし、かつ防ぐのに役立つから必ずしも必要なきものでない。

(4) 喉頭蓋谷へバリウム到達後1駒で運動開始し、その後10駒で最大反転位になり、その後10駒で安定位になる。

(5) 運動はバリウム量の多少に拘らず極めて規則的である。

(6) 体位別、性別、年齢別差異は見出せなかつた。

(7) 異常運動に折曲り反転、反転しないもの、捩れ反転など数回あつた (Table-14)。

10) 舌骨の運動 (Table-15, Table-16, Fig. 16)

(1) 舌骨-喉頭柱の前方上方、後方下方運動は嚥下第二相中の最大の運動である。

(2) 上昇距離は約1頸椎高であり、頸骨に隠れる位である。前後の運動距離はバリウム大ならば1頸椎高位、小なら少くなる。此の運動は前方に凹なる曲線を描き、後方運動が少いから結局ループ状運動をする。

(3) バリウムの喉頭蓋谷到達と殆んど同時に運動開始するが、舌運動開始より遅い。

(4) 運動開始はバリウムが喉頭蓋谷に到達する11.6駒前であり、その後16.5駒で最高位に達する。即ち食道開口後1駒であり、そのまゝ7.5駒位持続する。降下開始は食道閉鎖前3駒、その後21駒で安定位になる。全運動時間は45駒である。

(5) 食道開口前に最高位に達したり、閉鎖前に降下開始するものは数例にすぎぬ。

(6) 予備運動は25%に認めたがその分だけ全

運動時間が伸びる。

(7) 性別、年齢差はなく、極めて規則性に富む。

11) 喉頭の運動 (Table-17, Fig. 17, Fig. 18)

嚥下運動に伴う喉頭の運動は上方前方、下方後方運動と収縮筋作用が主である。

(A) 前方上方運動の意義

① (a) 喉頭前庭及び喉頭室を閉鎖し、(b) 気管軸を前方偏位させる一前庭侵入の軽減

② 中、下咽頭括約筋は喉頭の挙上に伴い、挙上収縮し、水平に近くなり食塊前方の咽頭腔を拡大する。

③ 食道入口部の開口には必ず喉頭の挙上を伴なう。

④ 喉頭前庭の収縮により側方流路を拡大する。

⑤ 喉頭蓋の反転を助ける。

⑥ 送出波の伝達及び食塊尾の閉塞を助ける。

⑦ 喉頭括約筋について、之は披裂喉頭蓋皺襞、假聲帯、聲帯からなる。喉頭口は前者に取巻かれ、上下左右共に収縮するが、上下の収縮が大である。此の時皺襞、喉頭蓋、咽頭側壁との間にバリウムが入り込み、所謂披裂喉頭蓋皺襞溝が表われる。前庭のみならず、喉頭内面全体に第二相末期に上方に向う排泄作用がある。同時に咽頭送出波は下方に向う。

⑧ 喉頭の後下方運動は気道の確保、食道の確実な閉鎖に必要である。

⑨ 嚥下合図後 $\frac{2}{3}$ 秒で運動開始、後10~13駒でバリウムが喉頭蓋谷に到達、後4~5駒で食道開口、後9~11.5駒で降下開始、更に11~18駒で安定位に達する。全運動時間は42~49駒である。運動開始、終了は偏差大である。

⑩ 立位、臥位、性別、年齢別の有意差はなかった。

⑪ 披裂間切痕の閉鎖、披裂結節の動きなどは間接的に観察される。聲帯、假聲帯の開閉瞬間は観察に不十分である。

⑫ 喉頭前庭へのバリウムの侵入は必ず起る。

1) 中咽頭へバリウム侵入する時、2) 側方流

路から溢れる時、3) 中咽頭を通過中、喉頭蓋と皺襞との間隙が緊接でないから、未だ閉鎖してない前庭に直接流入する。

4) 下咽頭に残留したバリウムが多い時、送出波通過後弛緩した前庭に入る。

5) 舌運動により、又はよらない時でも、バリウムが一挙に咽頭に流入する時、前庭収縮や喉頭挙上などのタイミングが合わず、従つて前庭へ侵入するが、正常では記録できなかつた。

⑬ 前庭への空気の侵入は下方からである。

12) 上部食道の運動

① 舌骨、喉頭挙上と共に一頸椎高挙上し、バリウム流入前1~2駒前に開口、即ちバリウムが喉頭蓋谷に達した後4駒で開口、後10駒で食道口は閉鎖する。年齢別、性別、バリウム量で運動は殆んど変らぬ。

② 食道は安定では必ず閉鎖しており、頸部食道腔は見えない。③ 気管に対して左偏する。

④ 咽頭蠕動波は食道の蠕動波へ滑らかに伝達する。且バリウム尾より遅く伝達する。

⑤ 頸部食道には伝達阻止反射 Inhibitory reflex はない。⑥ 空気嚥下は必ず存在する。

輪状咽頭筋の X線像についてその X線像は現象的に1) バリウムが食道へ流入しているのに筋の弛緩不十分な時、2) 咽頭送出波が食道へ伝達し終らないのに既に収縮開始する時、3) 下咽頭にバリウム残留多い時などに観察される。が併し正常では1) 3) が見られるが多い。その特徴は次の通りである (正常人で)。

1) 側面像でのみ表われる (病的では前後像でのみ表われるものもある)。2) 老年の女性に多く、全女性の50%以上に見られる。3) バリウム流入後1~2駒位間しか見られぬ。一般にバリウムの下咽頭底に着く以前に弛緩し、送出波が通過するのと同時に収縮する。4) 開閉は自由にできぬ、一般に。5) Valsalva 試験で強く表われる。

13) バリウムの残留 1回嚥下直後ではバリウムの附着しないものはない。喉頭蓋谷に水平線を作つて貯る事も有るが病的とは言えぬ。年齢差は有意でなかつた。男性は女性よりもⅢⅣ型が多か

つた。

14) 繰返し連続嚥下 (Fig. 20) 著者の分けた急速繰返し嚥下では① 喉頭蓋谷にバリウム到達時間間隔が $\frac{2}{3}$ 秒以内で第二回目嚥下がおこる。② 喉頭蓋は反転から復位せず、③ 下咽頭の膨脹なく、④ 舌骨喉頭は最高位に近い位置を保ち、⑤ 鼻咽腔も閉鎖したまゝで二回目嚥下が起るものを言い、緩速繰返し嚥下では 鼻咽腔も開き、咽頭も膨脹し、喉頭蓋も復位しているが舌骨、喉頭、咽頭腔などが安定位の間位位置にあり、2秒以内に二回目嚥下が起るものである。之と単純に連続した嚥下との区別は難しい。

§11 結 語

著者は 螢光増倍管式 X線映画撮影装置 を使用し、嚥下運動 (第一相、第二相) を撮影し① 螢光増倍管式 X線映画の嚥下観察の限界、② 使用管電圧、③ 駒速度、④ バリウム濃度及び投与方法⑤ 体位、更に⑥ 嚥下運動中の観察項目を検討し、夫々の現象、運動につき解析しかつ計測し性別年齢別変化などを比較研究した。

(附記) 本論文の一部は 第 114回日本医学放射線学会関東部会 (1959年12月)、第19回日本医学放射線学会総会 (1961年4月) にて発表した。終止御指導を戴き、御校閲賜った宮川正教授、田坂皓助教授に心から感謝致しています。尚フィルム焼付などに御協力戴いた木原技師、並びに教室員諸氏の御援助を心から有難く思っています。更に本研究は昭和34年度、35年度文部省科学研究費の助成を受けた。

References

- 1) Ardran, G.M., and Kemp, F.H.: Proc. Roy. Soc. Med. xlix: 1038, 1951. — 2) Ardran, G.M., Kemp, F.H., and Manen, L.: J. Physiol. 118: 39, 1952. — 3) Ardran, G.M., and Kemp, F.H.: Brit. J. Radiol. 25: 406, 1952. — 4) Ardran, G.M., Kemp, F.H., and Manen, L.: Brit. J. Radiol. 26: 497, 1953. — 5) Ardran, G.M., Kemp, F.H., and Marland, P.H.: Acta Radiol. 27: 201, 1954. — 6) Ardran, G.M., and Kemp, F.H.: Acta Radiol. 29: 205, 1956. — 7) Ardran, G.M., and Kemp, F.H.: Acta Radiol. 46: 446, 1956. — 8) Ardran, G.M., Kemp, F.H., and Wegelius, C.: Brit. J. Radiol. 30: 169, 1957. — 9) Ardran, G.M., Kemp, F.H., and Lind, J.: Brit. J. Radiol. 31: 11, 1958. — 10) Ardran, G.M.,

- Kelleher, W.H., and Kemp, F.H.: Brit. J. Radiol. 32: 322, 1959. — 11) Arendt, J., and Wolf, A.: Am. J. Roentgenol. 57: 435, 1947. — 12) Atkinson, M., Kramer, P., Wyman, S.M., and Ingelfinger, F.J.: J. Clin. Invest. 36: 581, 1957. — 13) Kramer, P., Atkinson, M., Wyman, S.M., and Ingelfinger, F.J.: J. Clin. Invest. 36: 589, 1957. — 14) Asherson, N.: J. Laryng. & Otol. 64: 747, 1950. — 15) Bachman, A.L.: Laryngoscope 69: 947, 1959. — 16) Barclay, A.E.: Brit. J. Radiol. 3: 534, 1930. — 17) Barclay, A.E.: Am. J. Roentgenol. 40: 325, 1938. — 18) Batson, O.V.: Ann. Otol. Rhin. & Laryng. 64: 47, 1955. — 19) Bayer, E.C.: Am. J. Roentgenol. 84: 1037, 1960. — 20) Bayliss, W., and Starling, F.H.: J. Physiol. 24: 99, 1899. — 21) Bloomer, H.: J. Speech and Hearing Disorders. 18: 230, 1953. — 22) Bosma, J.F.: Ann. Otol. Rhino. & Laryng. 62: 529, 1953. — 23) Bosma, J.F.: Ann. Otol. Rhino. & Laryng. 65: 981, 1956. — 24) Bosma, J.F.: Pediatrics 19: 881, 1957. — 25) Bosma, J.F.: Physiol. Rev. 57: 275, 1957. — 26) Browne, D.: Brit. Med. J. 2: 1093, 1935. — 27) Brunner, H.: J. Laryng. & Otol. 66: 276, 1952. — 28) Brunner, H.: Arch. Otolaryng. 56: 616, 1952. — 29) Buck, M.: J. Speech and Hearing Disorders 19: 288, 1954. — 30) Calnan, J.: Plast. & Reconst. Surg. 13: 275, 1954. — 31) Cannon, W.B.: Am. J. Physiol. 1: 435, 1898. — 32) Cannon, W.B. The Mechanical Factors of Digestion. N.Y.: Longmans, 1911. — 33) Clark, G.A.: J. Physiol. 54: 415, 1921. — 34) Coltman, J.W.: Radiology 51: 359, 1948. — 35) Crichlow, T.V.L.: Brit. J. Radiol. 29: 546, 1956. — 36) Dohlman, G., and Mattson, O.: Am. J. Roentgenol. 81: 561, 1959. — 37) Dorrance, G.M.: Ann. Surg. 95: 641, 1932. — 38) Dorrance, G.M., and Bransfield, D.W.: Surg. Gyn. & Obst. 84: 878, 1947. — 39) Doty, R.W., and Bosma, J.F.: J. Neurophysiol. 19: 44, 1956. — 40) Eykman, P.H.: Arch. f.d. ges. Physiol. 99: 513, 1903. — 41) Frenecker, P.: Acta Otolaryngol. Suppl. 78: 83, 1948. — 42) Fuller, A.P., Fozzard, J.A.F., and Wright, G.H.: Brit. J. Radiol. 32: 32, 1959. — 43) Fyke, F.E., and Code, C.F.: Gastroenterology 29: 24, 1955. — 44) Gerlings, P.G., and Van Hoed, D.: Acta Otolaryngol. 22: 519, 1935. — 45) Gerlings, P.G.: J. Laryng. & Otol. 55: 143, 1940. — 46) Grahe, K.: Ztschr. f. Laryng. & Otol. 19: 405, 1930. — 47) Hagerty, R.E., Hill, M.J., Pettit, H.S., and Kane, J.J.: J. Speech Hearing Research. 1: 203, 1958. — 48) Hagerty, R.E., Hill, M.J., Pettit,

- H.S., and Kane, J.J.: J. Speech Hearing Research. 1 : 325, 1958. — 49) Hampton, J.: Am. J. Roentgenol. 84 : 1028, 1960. — 50) Harrington, R.H.: J. Speech Disorders. 9 : 325, 1944. — 51) Hightower, N.C.: Am. J. Digest. Diseases. 3 : 562, 1958. — 52) Holm, O. Jr.: Acta Radiol. 25 : 163, 1944. — 53) Holmgren, B.S.: Acta Radiol. 26 : 284, 1945. — 54) Holzknecht, G., und Olbert, D.D.: Ztschr. Klin. Med. 71 : 91, 1910. — 55) Hurst, Sir A.: J. Laryng. & Otol. 58 : 60, 1943. — 56) Hutton, C.H.: Brit. J. Radiol. 29 : 81, 1956. — 57) Ingelfinger, F.J. Physiol. Rev. 38 : 533, 1958. — 58) Jackson, C.: Acta Otolaryng. 21 : 157, 1935. — 59) Jancker, R.: Fortschr. Röntgenstr. 72 : 513, 1950. — 60) Jancker, R.: Fortschr. Röntgenstr. 79 : 109, 1953. — 61) Jones, F.W.: J. Anatomy. 74 : 147, 1940. — 62) Johnstone, A.S.: Brit. J. Radiol. 19 : 101, 1946. — 63) Johnstone, A.S.: Brit. J. Radiol. 14 : 177, 1941. — 64) Johnstone, A.S.: J. Anat. 77 : 97, 1942. — 65) Kelly, A.B.: J. Laryng. & Otol. 46 : 521, 1931. — 66) Kelly, A.B.: J. Laryng. & Otol. 42 : 221, 1927. — 67) Killian, G.: Ztschr. Ohrenhkl. 55 : 1, 1908. — 68) Kirchner, J.A.: Laryngoscope 68 : 1641, 1958. — 69) Kronecker, H., and Falk, F.: Arch. f. Anat. u. Physiol. 296, 1880. — 70) Kronecker, K., and Meltzer, S.: Arch. f. Anat. u. Physiol. 446, 1880. — 71) Kronecker, H., and Meltzer, S.: Arch. f. Anat. u. Physiol. Suppl. 328, 1883. — 72) Kùpferle, L.: Pflüger's Arch. d. ges. Physiol. 152 : 579, 1910. — 73) Lerche, W.: The Esophagus and Pharynx in Action. Springfield: Thomas, 1950. — 74) Magendie, F.: An Elementary Compendium of physiolog. (Translated by E. Milligan) Philadelphia, J. Webster, 1824. — 75) Mainzer, F.S.: Laryngoscope 45 : 386, 1935. — 76) McGibbon, J.E.G., and Mather, J.H.: Brit. Med. J. 2 : 1013, 1933. — 77) Miller, E.R.: Clin. Symposia 8 : 37, 1956. — 78) Mosher, H.P.: Laryngoscope. 37 : 235, 1927. — 79) Meltzer, S.: Arch. f. Physiol. Suppl. 309, 1883. — 80) Negus, V.E.: J. Anat. 62 : 1, 1927. — 81) Negus, V.E.: Arch. Otolaryng. 28 : 313, 1938. — 82) Negus, V.E.: Laryngoscope 48 : 847, 1938. — 83) Negus, V.E.: Proc. Roy. Soc. Med. 36 : 85, 1942. — 84) Negus, V.E.: J. Laryng. & Otol. 58 : 72, 1943. — 85) Negus, V.E.: Acta Otolaryng. Suppl. 78 : 88, 1948. — 86) Oldfield, M.C.: Brit. J. Surg. 29 : 197, 1941—42. — 87) Palmer, E.D.: The Esophagus and Its Diseases. N.Y. Hoeber 1952. — 88) Passavant, G.: Arch. Path. Anat. u. Physiol. f. Klin. Med. 46 : 1, 1869. — 89) a. Paterson, D.R.: Brit. Med. J. 2 : 355, 1906, b. Paterson, D.R.: J. Laryng. & Otol. 34 : 289, 1919. c. Paterson, D.R.: J. Laryng. & Otol. 52 : 515, 1937. — 90) Pressman, J.J.: Arch. Otolaryng. 33 : 355, 1941. — 91) Pressman, J.J.: Arch. Otolaryng. 59 : 221, 1954. — 92) Pressman, J.J., und Keleman, G.: Physiol. Rev. 35 : 506, 1955. — 93) Ramsey, G.H., Watson, J.S. Jr., Steinhäusen, T.B., Thompson, J.J., Dresinger, F., and Weinberg, G.: Radiology 52 : 684, 1947. — 94) Ramsey, G.H., Watson, J.S., Gramiak, R., and Weinberg, S.A.: Radiology 64 : 498, 1955. — 95) Reynolds, R.: Am. J. Roentgenol. 17 : 469, 1928. — 96) Reynolds, R.: Am. J. Roentgenol. 33 : 522, 1938. — 97) Reynolds, R.: Radiology 31 : 176, 1938. — 98) Rushmer, R.F., and Hendron, J.A.: J. Appl. Physiol. 3 : 632, 1951. — 99) Roberts, R.I.: Brit. J. Radiol. 30 : 449, 1957. — 100) Sanchez, G.C., Kramer, P., and Ingelfinger, F.J.: Gastroenterology 25 : 321, 1953. — 101) Saunder, J.B. deCM., Devis, C., and Miller, E.R.: Ann. Otol. Rhin. & Laryng. 60 : 897, 1951. — 102) Schalit, A.: J. Orthodont, Oral Surg. (Oral Surg. Sect.) 62 : 836, 1936. — 103) a. Shedd, B.P., and Robert, F.: Surgery 48 : 846, 1960. — 103) b. Shedd, D.P., Scatliff, J.A., and Kirchner, J.A.: Surg. Gyn. & Obst. 110 : 69, 1960. — 104) Siebert, T.L., Stein, J., and Poppel, M.H.: Am. J. Roentgenol. 81 : 570, 1959. — 105) Schreiber, J.: Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. 67 : 72, 1912. — 106) Stewart, W. H., Hoffman, W.J., and Chiselin, F.H.: Am. J. Roentgenol. 38 : 465, 1939. — 107) Stuart, T. P.A.: Proc. Roy. Soc. 50 : 323, 1891. — 108) Schinz, H.R., Baensch, W.E., Eriedl, E., und Uehlinger, E.: Lehrb. d. Roentgendiag. Georg Thieme Verlag, 1952. — 109) Syrop, H.J.M.: J. Am. Dent. Assoc. 46 : 495, 1953. — 110) Teves, M.G., and Tol, T.: Philips. Tech. Rev. 14 : 33, 1952. — 111) Templeton, F.E., and Kredel, R. A.: Laryngoscope 53 : 1, 1943. — 112) a. Templeton, F.E.: Am. J. Digest. Diseases 4 : 661, 1959. — 112) b. Templeton, F.E.: X-Ray Examination of the Stomach. Chicago. University Press, 1944. — 113) Townsend, R.H.: J. Laryng. and Otol. 55 : 154, 1940. — 114) Whardill, W.E.M.: Brit. J. Surg. 16 : 127, 1928. — 115) Whardill, W.E.M., and Whillis, J.: Surg. Gyn. & Obst. 62 : 836, 1936. — 116) Watson, J.S., Weinberg, S., and Ramsey, G.H.: Radiology, 59 : 858, 1952. — 117) Webster, R.C.: Oral. Surg. Oral Med. & Oral Path. 1 : 647, 1948. —

118) Weinberg, S., and Watson, J.S.: Radiology, 51: 728, 1948. — 119) Welin, S.: Acta Radiol, 20: 452, 1939. — 120) Whillis, J.: J. Anat. 65: 92, 1930. — 121) Willbot, O.: Fortschr, Röntgenstr. 60: 243, 1939. — 122) 飯尾孝子: 倉敷中央病院年報, 27: 231, 1958. — 123) 甲田博和: 日耳鼻誌, 49: 819, 1955. — 124) 河村文夫: 日医放誌, 21: 300, 1961. — 125) 後藤敏郎ら: 耳鼻咽喉科学, 医学書院, 1960. — 126) 江藤秀雄ら: 放射線医学, 医学書院, 1960. — 127) 福原隆: 消化管運動の生理, 医学書院, 1953. — 128) a. 宮川清: 信州医誌, 9: 841, 1960. b. 宮川清: 信州医誌,

9: 864, 1960. — 129) 岡野善吉: 日耳鼻誌, 59: 1165, 1956. — 130) 小田中貞: 日本生理誌, 14: 114, 1952. — 131) 杉良平: 東北医学誌, 25: 425, 1939. — 132) 常岡健二: 精神神経誌, 51: 141, 1950. — 133) 田坂, 竹中, 野本, 坂田: 日耳鼻誌, 63: 2502, 1960. — 134) 田坂, 竹中, 野本, 坂田: 日医放誌, 20: 1477, 1960. — 135) 田坂, 竹中, 松尾ら: 日消化誌, 57: 1851, 1961. — 136) 田坂, 竹中, 木暮: 日医放誌, 20: 2268, 1960. — 137) 田坂, 松尾: 日消化誌, 58: 827, 1961. — 138) 田坂, 竹中, 木暮: 日医放誌, 21: 449, 1961. — 139) 田坂, 竹中: 日医放誌, 21: 693, 1961.