THE STUDY ON MOVEMENTS OF THE EUSTACHIAN TUBE WITH THE SERIAL OTOSALPINGOGRAPHY

By
E. YAMAGUCHI

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, School of Medicine
Keio University (Director: Prof. Dr. T. Nishihata)*

By using the serial otosalpingographic apparatus, the attitude of the eustachian tube in relation to the deglutition movement was observed.

The materials were 15 patients with the perforation of the drum membrane. Patients were ordered to swallow once during infusing 40% moljodol through the perforation. Eight x-ray photographs were taken within 6 sec. in each cases. Twelve cases among them were successfully investigated.

The results were as follows.

- 1) The movement of the eustachian tube and its surrounding area in deglutition had 3 stadium; primary, maximum, and final.
- 2) The pharyngeal orifice and the cartilaginous area opened at almost the same time. (The primary stadium)
- 3) When the deglutition movement was proceeding, the tubal cartilage moved postero-superio-medially, and pharyngeal cavity became narrow by the constriction of M. levator veli palatini and Mm. constrictores pharyngis. (The maximum stadium)
- 4) When the deglutition movement almost finished the x-ray findings showed similar condition to the primary stadium. (The final stadium)
- 5) The X-ray photograph sometimes showed two parts separated by the prominence of M. levator veli palatini.
- 6) In the case of tubal stenosis the eustachian tube enlarged during swallowing.

耳管連続撮影法 (Serial Otosalpingography) による 耳管運動に関する研究

慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科教室 (主任：西端驥一教授)

助手 山口 英 明
ヤマグチ エイメイ

緒 言

1563年 Bartholomeo Eustachio が始めて耳管について記載して以来、耳管の解剖、生理、病理、治療等について相次いで多くの業績が発表されてきた。ところが耳管は解剖的に持異な位置に存在するために直接の観察が困難で、ただ耳管咽頭開口部のみが直接観察できるにすぎないので、耳管の開閉運動機能についての研究は特に制約されている。

耳管の開閉機能についての従来の文献を調べると耳管筋の働きを 1) 組織的検索を行って推定する。2) 鼻咽頭鏡を使用して耳管咽頭開口部を観察し、嚥下時及び発声時に、いかにその部が動くかを知ってそれより推察する。3) 耳管筋の筋電図をとって直接調べる。4) 鼻咽腔に与えられた音響が、嚥下時に耳管腔を通つて中耳腔にいかに伝達されるかを知る。5) 造影剤を使用して、安静時及び嚥下時の耳管の形をレ線撮影を行って捉える。

等各種の方法によつて解明しようとしている。そして一般に耳管は静止時には、両粘膜面が接して閉鎖の状態にあるが、嚥下運動時、あるいは発声時には一過性に開かれるものであるとされている。

そして更に耳管を開く運動は耳管筋 (主なものは M. tensor veli palatini, M. levator veli palatini, M. salpingopharyngeus 等) によつて行われ (主に働くのは M. tensor veli palatini であるとする説と、M. levator veli palatini との協同作用によるとする説、あるいは M. levator が主に働くのであるとする説) がある。耳管を閉鎖する働きは耳管周囲の軟部組織の緊張圧迫、および耳管軟骨の弾力性によつてなされるといわれている。

しかしながら、この開閉運動が行われるとき、耳管はどんな形を呈するものであるか、あるいは耳管の炎症、ポリープ、異物、狭窄、開放状態等各種の耳管疾患の場合に、耳管腔がどんな形態をとるかは、X 線的にのみ始めて観察しうるものであり、そこに X 線撮影の診断的価値が存在する。

耳管の X 線撮影についての報告は、未だ甚だしい。我が国においては鈴木、北川氏等によつて耳管撮影法 (Otosalpingographia, と命名され、先に発表され、またその臨床的観察が報告されたのをみるにすぎない。

しかし今までの X 線撮影の報告はすべて嚥下時にただ一回の撮影を行うのみであるので、嚥下運動時の耳管腔の一瞬の変化しか知りえない。私はこの点に着目し、連続撮影装置を使用して、嚥下運動時の耳管およびその周囲の形態的变化を、連続的に、動的に観察しようと試み、それに成功した。私はこの方法を連続撮影法 (Serial Otosalpingography) と命名し、得られた 2, 3 の知見をここに報告する。

文献的考察

X 線による耳管の観察は Portmann, Georges, Retrouvey et Lachapele (1923) が歯科用アマルガムを咽頭開口部より耳管に注入し耳管撮影をおこなつたのに始る。この方法では映部までの撮影しかできなかった。彼は更に水銀を咽頭口より注入し、その咽頭口をアマルガムで充填、閉塞することによつて始めて耳管全長の撮影に成功した。そして骨部耳管は軟骨部耳管よりも観察し難く、新生児では耳管は成人に比してより水平に近いことを見出した。

又 Reverchon et Worms (1923—1925) は造影剤として Lipiodol を始めて用い、生体で検査をおこなつた。

粘膜は麻酔されれば全く無痛、無害で、耳管の病的過程および異物を X 線的に研究するに役立つとのべ、その際 3 つの異つた撮影法、即ち 1) schräge Profilstellung, 2) Basisstellung (Hirtz), 3) schräge Sagittaltstellung (Lannois, Arcelin) の 3 法を示した。

その後 1927 年には Spielberg が iodized oil を用いて撮影をおこない、耳管の長さは 3.0—3.3cm、鼓室口は咽頭口よりも 2—2.5cm 高く、又骨部耳管は全長の 1/3、軟骨部耳管は全長の 2/3 で、その巾は夫々 2—3mm, 1—1.5cm であることをまとめ iodized oil は 2—3 分間耳管内に留まっているのみであるが、開放性耳管あるいは上皮が萎縮している場合は、1 週間も留まっていることがあるとのべている。

次いで Heimendinger (1938) は iodized oil では長時間耳管内に保つておくことができないので、絹、ゴム、蒼鉛剤でつくつたブジーを挿入して撮影をおこない、耳管の通過度および閉塞を検索した。しかしこの方法では耳管腔の正確な像がえられるとは思われない。

また Rees Jones et Mc, Gibbon (1941) は航空中耳症で難聴をともなつた 34 名の患者に造影剤を注入して X 線撮影を行い、狭窄は主として軟骨部の中央に存在することをみとめた。

さらに Welin, S. (1947) は中耳炎のある患者 30 例に 10—40% の Iodipin を用い耳管撮影を行い、9 例に病的変化、すなわち狭窄、ポリープ、炎症性変化を示すに成功したという。また彼は耳管軟骨部では、Sharp な線と、ぼやけた帯状の影像と、2 種類の像が観察され、映部ではこれらは 1 つになつているとのべている。この所見について、Gunnar K, son Aschan (1952) は sharp な線は安全管であり、ぼやけた帯状の像はその下部の裂目状の耳管腔を示すものであろうとした。

Reynaud (1949) は耳管撮影には患者を仰臥位とし、頭部を懸垂位にして Hirtz 氏方向に撮影をおこなうことがもつともよいと提唱し、さらに狭窄を示した症例について鮮明な写真を示している。

わが国においては、鈴木、北川等 (1953) が Reynaud の方法に修正をくわえ、Reynaud 氏変法として耳管鉛直位法のさらに優秀なることを報告した。すなわち頭部を懸垂位とした上で、さらに頭部を左または右に、検査側方向に 45° 廻転させ頭頂頤方向 (Vertikomentale Aufnahme) に撮影を行うのである。そしてこの方法での詳細な臨床報告がなされている。

これらの諸文献は耳管の X 線撮影の歴史であるが、

いまだにはなだ未開拓の分野であると思われる。耳管の長さ、巾、狭窄部等 X 線による耳管の形態についての報告はみられるが、解剖例をうることがきわめて困難であるためか、体系づけられたものとはなっていない。まして嚥下運動を行うとき耳管の内腔およびその周囲がいかに変化してゆくかに至つては全く不明のままとなっている。しかしこの不明の点も、嚥下時にただ一枚の影像だけでなく、さらに多くの影像が得られ耳管の運動を連続的に、動的に観察できるようにするならば、容易に解明されるものと思われる。耳管の運動をこの連続撮影法で観察した報告は外国文献にもいまだ見当らなく全く最初の試みである。私はここにこの報告の意義を見出し、本研究をすすめた。

観 察 対 象

昭和 29 年 1 月より、29 年 10 月にいたる期間に、慶大耳鼻科教室を訪れた慢性化膿性中耳炎患者のうち、特に鼓膜穿孔の大なるものをえらび、15 例に撮影を行い、その内 12 例に成切した。

撮 影 方 法

1) 手技：太口の 5cc の注射器にポリツェル氏ゴム球の先を接合する。これを外耳道に密着させ、40% モルヨドールを少しづつ圧入し、この間に嚥下運動を反復させる。咽頭にモルヨドールが流下したのを感知したなら

第 1 図

第 2 図

ば、嚥下運動を停止させ、なおさらに少しづつモルヨドールを圧入しながら、次にのべる連続撮影装置を廻転させる。この装置の廻転の間に 1 回だけ嚥下運動を行わせて、この影像を追求した。撮影方向は、さきに鈴木、北川等によつて Reynaud 氏変法と名づけられた耳管鉛直位法によつた。すなわち、患者を仰臥位となし、頭部を懸垂位に下げた上で、さらに頭部を左または右に、検査側方向に 45° 廻転させ、頭頂傾方向に撮影 (Vertikomentale Aufnahme) をおこなつた (第 1 図、第 2 図)。

2) 撮影装置：今回用いた連続撮影装置は慶大医学部放射線科加藤俊男博士の考案によるものである。その概略を次にのべる (第 3 図)。この連続撮影装置の性能は、12 枚まで撮影が可能で、その撮影時間は 0.7～3.0 秒の間で適当に調節できるようになっている。

内部構造は第 3 図に示す通りであるが、少しく説明を加えてみたい。

この装置は大きく分けて第 3 図の左半分 (図 3a) と、右半分 (図 3b) との 2 部分に分けられる。

先づ左半分について説明すると、この部分の装置は、一言で申せばモーターの動力をある一定時間だけ働かせて、右半分で行われる撮影のための動力を提供する。

モーターのスイッチを入れ、押ボタンスイッチを押すと電磁石 B が動いて、接点 B₂ がつく。B₁ は矢印方向に動いて 2 枚のクラッチ C 板が密着し、モーターの

第3図 連続撮影装置

廻転は D 板以下に伝えられる。D 板には e_1 の先と同じ型の切れ込み d_1 がある。 e_1 が d_1 に入り込んでいると接点 E がはなれ、D 板の廻転によつて e_1 が d_1 から離れると、接点 E は接触する。そして D 板が廻転し始めたところで押ボタンスイッチを切る。この時は接点 E は接しているの、D 板が廻転して d_1 に e_1 が入り込むまで D 板はまわっている。しかし d_1 と同じ凹み d_2 を D 板のある部に新たに設けると、 d_1 から d_2 までの巨離によつて撮影枚数を加減することができる。即ち D 板を半廻転で止めれば、次ののべる F の廻転回数は $1/2$ となり、撮影枚数も $1/2$ に減ずる。

次に右半分 (図 3b) の機構について説明する。この装置では D 板が 1 廻転する間に F は 12 廻転 (撮影枚数 12 枚) するようになっている。即ち D 板が半廻転して d_2 で止るようにすれば、F は 6 廻転 (撮影枚数 6 枚) するようになっている。次に F には f_1 なる突出部があり f_1 に g_1 が接している間だけ X 線は放射されるので、巾に大小のある数個の f_1 を用意し、これを

つけかえることによつて撮影時間は自由に変更することができる。撮影時の図は図 3b の如くで、カム (H) が廻転して h の部分が増感紙を押し上げている間は、2 枚の巻取歯車は咬合せず (歯車に歯のない部分を設けてある) フィルムは 2 枚の増感紙の間で密着され、その間に f_1, g_1 が接して撮影が行われる。又撮影が終了すると図 3c の如く f_1, g_1 は離れ、カム H は下方に廻転し、下方の増感紙もおさえがなくなつて下方に下る。その時巻取歯車 I についている棒状部 I_1 が、その巻取歯車 J の棒状部 J_1 に接し、 J_1 が I_1 におされると I と J の歯車は咬み合つて廻転を始める。そしてフィルムは歯のある部分の長さだけ巻取られる。この時 f_1, g_1 は離れており、X 線は放射されない状態にある。フィルムが 1 枚だけ巻取られ巻取歯車が咬合しなくなると、カム H が増感紙を押し上げ、フィルムを密着させ、同時に f_1, g_1 が接して X 線が放射される。

以上の働きが繰返されて、連続的に撮影が行われる仕組みである。なお撮影間隔は 0.8 秒～2.0 秒までモーターとクラッチ C の間で調節される。

3) 撮影条件: 上記の装置に 8 枚連続の (8 切大)

第4図

耳管模型図

ロールフィルム (第4図) を挿入し、6秒間に8回の撮影を行うように調節した。そして3枚目より嚥下運動を1回だけ行わせた。

観察成績及び考按

嚥下運動による耳管及びその周囲の影像の形態的变化は、一般に3段階に分けることができる。

第1例 (第5図) に示すように、まず嚥下運動を初めると、口蓋帆張筋と挙筋との共同作用 (主として張筋であろうが) によつて、耳管の軟骨部と耳管咽頭口はひらいて太くなる (模型図)。われわれの観察では耳管軟骨部の開く時期と、耳管咽頭口の開く時期とはほとんど同時であつて区別できなかった。これが前期である。

第5図

さらに嚥下運動がすすみ、口蓋帆挙筋の収縮によつて耳管軟骨が後上内方へ押上げられたり、また咽頭収縮筋の収縮により咽頭腔が高度にせまくなると、耳管隆起及び耳管咽頭壁 (Plica salpingopharyngea) の後方、つまり Rosenmüller 氏窩の下部に流入したモルヨードルは咽頭腔中央に向つて押出されてくる。これが極期である。

次で咽頭収縮筋の収縮もやみ、口蓋帆挙筋の収縮も僅かになると、再び前期に近い影像となつてくる。これが後期である。

この前期、極期、後期の3段階は全例に認められた所見であるが、恐らくなめらかに、連続的な変化をとるものと考えられる。しかし一般に、前期と後期は短く、後期はこれらよりも長く続いている様である。また嚥下運動が終了した後の耳管の太さが、この写真では耳管咽頭口附近も、耳管軟骨部も、又ローゼンシユラー氏窩の太さもすべて嚥下前よりも太いことが示されている。これは恐らく粘稠度のたかいモルヨードルのために、その排泄が困難なためであろうと考えられる。

第2例も第1例とほぼ同様の処見を呈している (第6

第6図

第7図

第8図

図)。

第3例 (第7図) は第1例、第2例と異つた持異な影像を示している。即ち耳管咽頭口において、その影像は2つに分岐し、嚥下前と比べてその分岐中はより広くなっている。これは口蓋帆挙筋の隆起が嚥下運動によつて、より高度となるためと考えられる。又耳管そのものは、嚥下時に他の例と同様に軟骨部では拡大をみせている。

第4例 (第8図) では、高度の耳管狭窄症を合併している患者で、通気圧は 35mm 水銀柱を示してをり、影像でも嚥下運動によつて峽部は勿論、軟骨部も耳管頭口

第 9 図
第 5 例 酒○隆○ 8 26 才

嚥下前 (1 枚目)

前期 (3 枚目)

後期 (5 枚目)

嚥下後 (8 枚目)

極期 (4 枚目)

も極く軽度に拡大するにすぎない。即ち高度の耳管狭窄症においては嚥下運動を行つても、耳管はごく僅かに開大するにすぎないのであると思われる。

第 5 例 (第 9 図) は、第 1 例、第 2 例とほぼ同じ所見であるが、極期に於て耳管軟骨の後上内方への動きが幾分悪い影像を示している。これは、嚥下運動の極期の最も高度の動きを示す時期に撮影が行われなかつたための

もので、前期と極期の間で、さらにもう 1 枚の撮影がなされれば、第 1 例のごとき極期の像をしめすことができたと考えられる。

結 語

慶大放射線科加藤俊男博士の考案された連続撮影装置をもちいて、耳管の連続撮影をおこない、つぎの結果をえた。

- 1) 造影剤として 40% モルヨドール 5cc を用いた。
- 2) 鼓膜穿孔のある慢性中耳炎患者 15 例におこない、12 例に成功した。
- 3) 嚥下運動による耳管およびその周囲の影像の変化は、一般に前期、極期、後期の 3 段階に分けられる。
- 4) 耳管咽頭口と軟骨部耳管の開く時期は同じである (前期)。
- 5) さらに嚥下運動がすすむと、口蓋帆挙筋の収縮によつて耳管軟骨は後上内方へおし上げられ、又咽頭収縮筋の収縮によつて咽頭腔は狹隘となる (極期)。
- 6) 口蓋帆挙筋および咽頭収縮筋の収縮がやむと、前期に近い影像にもどる (後期)。
- 7) 耳管咽頭口において、口蓋帆挙筋の隆起のため影

像が2つに分岐することもある。

(8) 耳管狭窄症例では、耳管は嚙下時にもほとんど拡大しなかった。

文 献

- (1) *Gunar, K. son Aschan*: Observation on the Eustachian Tube. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*. 57: 1-13, 1952. (2) *Heimendinger, Ernest*: Etude radiographique de la trompe d'eustach. *Rev. d'otol. etc*, 58: 303-310, 1938. (3) *Mc Gibbon, J.E.G.*: Aviation Pressure Deafness. *J. Laryng. & Otol*. 57:14(Jan) 1942. (4) *Portmann, Georges, Retrouvey et Lachapèle*: Etude radiographique de la trompe d'Eustache. *Rev. de laryngol., d' otol. et de rhinol*. 44(20): 849-854, 1923. (5) *Portmann, Georges, Retrouvey et Lachapèle*: Etude radiographique de la trompe d'Eustache. *Congrès français d'oto rhino laryngologie*, Paris, 7-9. V. 1923. (6) *Rees Jones and McGibbon*: Radiological Vizualisation of the Eustachian tube. *Lancet* 2, 1941. (7) *Reverchon et Worms*: La radiographie en otorhino-Laryngologie (Sinus et mastoïde). *Congr. franc. d'oto-rhino-laryngol*. Paris, 7-9. V. 1923. (8) *Reverchon, L. et G. Worms*: L'exploration radiologique en lipiodol en oto-rhino-laryngologie. *Rev. de laryngol., d'otol. et de rhinol*. 46(6): 189-193, 1925. (9) *Reynaud*: L'exploration radiologique de la trompe d'Eustache. cit. par Terracol (14). (10) *Spielberg, William*: Visualization of the eustachian tube by the Roentgen ray. *Arch. of Otolaryngol*. 5(4): 334-340, 1927. (11) *StachyR. Guild*: Elastic tissue of the Eustachian tube. *Ann. of Oto. etc*. 54(2): 537, 1955. (12) *Suzuki et al.* 耳管撮影法に就て, 耳鼻咽喉科, 25巻, 9号, 425-429. 1933, 昭28. (12a) *Y. Suzuki et al.* 耳管撮影法 55例の臨床的観察にていて, 耳鼻咽喉科, 第31巻, 第2号, 88-92, 1959. 昭34. (13) *Takahara*: 耳管の生理並病理, 耳鼻咽喉科, 24巻, 13号, 642-649, 1952, 昭27. (14) *Terracol, J.*: La Trompe d'Eustache (Masson) 122-128, 1949. Paris. (15) *Welin, S.*: On the radiological examination of the Eustachian tube in cases of chronic otitis. *Acta radiologica*, Stockholm. 28(1): 95-103, 1947. (16) *Zöllner*: Anatomie, Physiologie, Pathologie und Klinik der Ohrtrumpete u.s.w., 213, 1942.

稿を終るに臨み御校閲を賜わつた恩師西端職一教授に深甚の謝意を表し、終始御懇切な御指導と御校閲を賜つた鈴木安恒助教授に衷心より感謝致します。また種々御助言、御協力を頂いた北川和男博士に深く感謝致します。なお本研究に当り種々御援助を頂いた本大学放射線科の各位に感謝します。

本論文の要旨は第56回日本耳鼻咽喉科学会総会において発表した。

(原稿到着＝昭和 33. 11. 22. 日)