 研 究

内喉頭筋の呼吸運動に対する筋電図学的研究

—— 麻酔深度の影響 ——

八 木 正 勝*

Electromyographic Study on Respiratory Movement of the Intrinsic Laryngeal Muscles.

—— Effect of Anesthesia ——

Masakatsu Yagi

Department of Otorhinolaryngology, Kyoto Prefectural University of Medicine.
(Director : Prof. F. Nakamura)

Although it is known that electrical activity in five intrinsic laryngeal muscles during respiration is controlled by respiratory center, the effects of anesthesia to laryngeal muscles has not yet been elucidated.

The present author attempted to make a research on respiratory movement of the larynx in time of anesthesia, observing electromyograms of the intrinsic laryngeal muscles of matured rabbits.

The results were as follows. :

According to progress of anesthesia, discharge of the laryngeal muscles showed variable electromyographic pattern in contrast with normal condition.

The discharge-frequency of anticus was decreased especially during inspiration, while that of posticus was increased during expiration as well as inspiration.

In view of above findings, it is showed that posticus are more resistant to anesthesia than anticus.

In other words, inspiratory muscles of larynx are more resistant to paralysis than expiratory muscles as well as other respiratory muscles. (Author)

目 次

I 緒 言	(2) 声帯筋に関する実験
II 文献的考察	(3) 後筋に関する実験
III 実験方法および材料	V 考 按
IV 実験成績	VI 結 語
(1) 前筋に関する実験	VII 参考文献

I 緒 言

生物が生命を維持する為に不可欠の現象である呼吸機能に関しては、古来諸学者によつて研究され、幾多の業績が発表された。

* 京都府立医科大学耳鼻咽喉科教室（主任：中村文雄）

すなわち植物界および動物界に、各々分類された種々の生物が営んでいる呼吸機能に対し、さらにはその生物をとりまく環境に対しても、研究の手は進められ、複雑なバランスを保持しているメカニズムに対し、分析が試みられた。

生物の進化に伴なつて、呼吸機能は単一なメカニズムから、複雑なメカニズムへと変化を示し、高等動物においては、呼吸機能を他の種々の機能から分離して考えることが不可能な程、複雑な関係を相互の機能の間に保持している。

この複雑なメカニズムの、一部分を構成している筋肉の呼吸運動に関しては、生理学者により研究され、業績が報告されて来たが、一般に内喉頭筋が営む呼吸機能に関しては、あまり注意されず単に呼吸に随伴する筋肉群にすぎないと考えられた。

しかし筋電図が広く臨床部門に応用され、各種の現象および生理を解明する研究方法として、採用されるようになって、内喉頭筋が営む呼吸機能に関しても、新しい知見および業績が報告された。その結果、従来の生理学的見解が多くの点で修正された。

内喉頭筋の呼吸運動に対する筋電図学的研究の大部分は、犬および家兎を実験材料として行なわれた。その際、実験動物は大部分が麻酔状態の下に行なわれている。一部の実験のみが、無麻酔の状態で行なわれた。その結果、安静呼吸時および努力呼吸時に認められる内喉頭筋の放電様式が解析され、詳細に報告されたが、麻酔深度の変化によつて、放電のパターンが如何に変化するかという根本的な問題に関しては、未だ不十分の感を免れない。そこで私は未解決の課題と考えられる喉頭筋に対する麻酔深度の影響に関して、筋電図学的に研究を行ない、その成績から、これらの筋肉の運動と呼吸中枢の機能との関連性について検討を加えた。

II, 文 献 的 考 察

喉頭の運動を最も容易に観察する方法として、一般に間接的喉頭鏡検査法があげられる。

Senn(1827)は、喉頭の内部を観察する方法として、小さな鏡を咽頭に挿入する方法を、初めて発表した。Babington(1829)は左手に平面鏡を持ち、太陽光線を被検者の咽頭へ投射し、右手で小さい鏡を咽頭に挿入して喉頭を観察したが、実際に始めて声帯を明瞭に観察したのはListon¹⁾であつて、1840年に温湯であたためた鏡を咽頭に挿入して、声帯の観察に成功した。

その後、新たな観察方法として、ストロボスコープが応用されて以来、声帯の運動の観察は長足の進歩を遂げ、C.Muller²⁾(1876)、Oertel(1895)、Koschlakoff³⁾(1886)、Rethi⁴⁾(1897)、Musehold⁵⁾(1898)、Negel⁶⁾(1906)、Tondorf⁷⁾(1925)等によつて、幾多の興味ある所見が報告された。

しかしこれらの業績は、何れも喉頭が営む機能の、重要ではあるが一部分に過ぎない発声機能という分野に関する研究業績に限られていて、呼吸に伴なう声門の開閉運動に関しては、全然検討されていない。すなわち喉頭は発声器官であると同時に、呼吸に関しても重要な器官と考えられるが、前者に関する研究が先ん

じて行なわれ、後者に関する生理的意義の追求に対しても、全く等閑視しているものが多い。

喉頭の呼吸運動に関する研究のうち著明な業績としては、Hebb⁸⁾の業績があげられる。すなわち彼は甲状舌骨筋および舌構成筋によつて、喉頭全体が呼吸運動に伴なつた上下運動を起すが、縦軸あるいは矢状軸上の廻転運動は認められないと報告した。またMink⁹⁾およびHarless¹⁰⁾等は、茎状舌骨靱帯によつて喉頭筋の運動が伝播される結果、呼吸と共に喉頭が上下に動かされると報告した。

Hosley¹¹⁾およびVetter¹²⁾等は、内囊の一部に呼吸の律動性を調節すると共に、声帯の運動殊に声門開大に関与する伝導路のあること、また呼吸や発声に際して、声門閉鎖をおこす伝導路がその少し後方に局在すること、さらに内囊の膝部およびその少し後方に、声帯の運動を強くする伝導路のあること等を動物実験において確認し、これらの伝導路が、橋を経て、延髄に到るまでの経路を詳細に追求し、喉頭の運動中枢と呼吸中枢との解剖学的関連性を明らかにした。

Pressman¹³⁾は人間において、声帯の律動的な呼吸性運動を、ストロボスコープを用いて記録した結果、一

般に声門は吸息期に広がり呼息期にはそれが狭くなると述べた。

Negus¹⁴⁾は、Smoked drum tracingを用いて、声帯は横隔膜の収縮が開始されるよりも少し時間的に早く広がり始め、呼息期が始まる直前に、逆に狭くなり始めると報告した。

Semon¹⁵⁾は、呼息に際して声門が開大する機転に関して、次のように記載した。すなわち、後筋の運動ノイロンが、呼吸中枢に接して存在していて、呼吸中枢からのインパルスを受けて収縮するのであると説明した。

以上の如く、安静呼吸の際に、声帯が一定の律動的な運動を営んでいることを、少数の学者によつて報告され、喉頭の呼吸性運動と他の呼吸筋との間に、一定の関連性が保たれ、さらに喉頭の呼吸性運動と呼吸中枢との関連性を推論したのである。

電気生理学的研究が 進歩 するにつれて、Amerbach¹⁶⁾はRehnの方法に倣つて鋼鉄性の針電極を使用し、内喉頭筋の活動電流を記録した。しかしこの研究は、喉頭の発声運動に研究の目標がおかれ、しかも増幅器の性能におも問題があつた近代電子工学が医学部門に応用されるにつれて、生体内の未知であつた電気活動が容易に記録されるようになった。その実例として、喉頭に関する筋電図学的研究があげられ、著しい発展を見た。すなわち颯田¹⁷⁾は前筋の筋電図を主として、発声時の内喉頭筋の運動を記録した。山脇¹⁸⁾、勝木¹⁹⁾等も同様に、発声機構に関して新しい知見を記載した。

Green²⁰⁾およびNeil等は、反回神経および内喉頭筋に対する電気生理的研究を進め、開大筋は吸息時に放電を認め、これに反して閉鎖筋は呼息時に放電を認めると報告した。さらに肺の呼吸に伴う膨脹は、開大筋に認められた電気的活動を消失せしめ、閉鎖筋においては放電を促すのではないかと報告した。すなわちNegusによつて観察された横隔膜等との関連性をGreen, Neil等は電気生理学的に放電様式を分析の結果説明したのである。

このように筋電図を応用した研究は、幾多の業績を生んだのであるが、さらに内喉頭筋の呼吸運動に関し研究を進め、そのパターンを分析し、新しい業績を報告したのは中村²¹⁾²³⁾²⁴⁾、植田²³⁾、菅野²²⁾等である。すなわち内喉頭筋の安静呼吸時および努力呼吸時の放電

様式を分析した。安静呼吸時の内喉頭筋は、声帯筋以外の総ての筋肉が、運動を休止することなく、呼息期、吸息期の何れにおいても運動を示し、各筋肉の間に、一定のずれと間隔を以て律動的に弛緩と収縮を繰り返しており、声門閉鎖筋は主として呼息時に収縮し、開大筋である後筋のみは吸息期に収縮すると結論した。また呼吸困難のばあいには、声門の開閉運動が、正常呼吸時の状態がそのまま大きく強くなるというような単純なパターンを示さないで、吸息相の方に強くづれ、安静時の律動的運動より逸脱した運動様式を示すと述べた。さらに、これら喉頭筋に於ける律動性呼吸運動は、血中酸素、および炭酸ガス分圧の中枢刺激による反射と考えられるが、呼吸気流、殊に呼息と吸息の呼吸気圧、および気流抵抗の相違が、喉頭粘膜の刺激となつて、迷走又は三叉神経系を経て行なわれる反射作用によつて、営なまれと推論したが、後に中村²³⁾は、喉頭粘膜からの求心性刺激に関係なく、呼吸中枢により支配されていると述べた。さらに中村²⁴⁾は呼吸中枢が、内喉頭筋に対して保持している調節機構について研究を進め、他の呼吸筋すなわち横隔膜等と同様の神経性調節を以つて調整されていることを明らかにした。

以上の如く、内喉頭筋の呼吸運動に関して幾多の業績があげられるが、麻酔深度の影響に関しての研究は、未だ行なわれていない。

全身麻酔を施行する際に、呼吸系、感覚系、運動系の諸器官に現われる症状に関しては、すでに麻酔学において詳細に記載されている。

麻酔深度は、Guedelが1920年、エーテル点滴によつて観察した所見を体系づけ、定義として採用された。

一般に麻酔の深度は、第1期から第4期まで各期に分けられ、呼吸系が各期に応じて示す変化に関しても詳細に記載されている。しかし内喉頭筋に関するそれは、記載されていない。

麻酔深度を深め、呼吸中枢が麻痺する程麻酔を進めて行くと、その間に、内喉頭筋の放電様式に、各筋によつて異つた特異な変化を示す。

拮抗筋とされる開大筋と閉鎖筋の放電様式の変化、および筋収縮に伴なう声門の位置を、呼吸中枢の機能という観点から観察すると、興味深い所見が得られるが、未だこの点に関する文献は報告されていない。

III 実験方法および材料

実験動物は、平均2300 gの成熟家兎を用いた。被検動物を背位に固定した後、頸部皮下に0.75%ノボカインを注射し、局麻を行つた。その後、頸部正中線に皮切を加え、神経、筋、血管を損傷することなく注意深く剝離を進め、喉頭および気管を露出し、輪状軟骨直下において気管を離断し、喉頭との連結を断つように試みた。気管断端口にカニユーレを挿入し、カニユーレを介して呼吸せしめた。

次にカニユーレの入口部直下に、エーテルを容れた容器を配置し、自然に、吸気時に大気と混合してエーテルガスを吸入する様に試みた。このように操作することによって、エーテルによる全身麻酔を行つた。

一方、以上の如く操作すると同時に、電極を所定の内喉頭筋に挿入、活動電流を記録した。誘動電極には、日本光電制作による同心型針電極を採用した。

誘導した活動電流の増幅には、市販の筋電計として、日本光電制作による複合電子銃方式二現象オシロスコープを用い、常にブラウン管オシロスコープで観察し、またスピーカを用いて、スパイクを音として聞くように試みた。

記録はブラウン管に、撮影装置として Cannon の Photo-Oscilloscope Unit-CO-133-IV を設置し、直接写真として撮影し保存した。

声帯の運動に関与する筋肉として、前筋、側筋、声帯筋および横筋等の所謂声門閉鎖筋と、声門開大筋とされている後筋があげられるが、ウサギの喉頭は小さく、その為に電極針の挿入部位を確認し得る筋のみを検査対象とした。すなわち前筋、声帯筋および後筋の3種の筋肉を選び、主として筋電図学的に精査した。

IV 実 験 成 績

(I) 前筋に関する実験：

無麻酔の状態において、前筋より誘導される筋電図は、安静呼吸時には、吸息筋のみならず呼息期にも放電が認められる。

絶対安静時においては、吸息期、呼息期共に振幅のほぼ同一の棘放電が認められ、わずかに呼息期に放電

頻度が増加するのが認められる。

次にエーテルを吸入せしめ、漸次麻酔深度を深めて行くと、次のような変化が見られる。

すなわちエーテル吸入開始と同時に、放電頻度の激減が認められる。殊に吸息期に一致した放電の頻度の減少が著しい。この状態では安静無麻酔時に認められ

第1図：エーテル麻酔開始直後の呼吸抑制、および深麻酔時に認められる呼息期と吸息期の放電頻度および振幅の差異が良く認められる。

M. cricothyreoideus

normal E.M.G.

↑ E.

(sec)

第2図：エーテル吸入開始直後の一過性呼吸抑制および
その後の一過性過呼吸が良く認められる

M. vocalis

normal E.M.G.
↑ E. (Sec)

normal E.M.G.
↑ E. (Sec)

る筋電図と異なり、吸息期と呼息期の差異が著明に認められる。

さらに麻酔を深めて行くと、再び漸次放電頻度は増加する。吸息期の放電頻度の増加は著変を示さないが、呼息期に一致して著しい増加が認められる。しかも放電の振幅に変化が現われて来る。すなわち呼息期の放電の振幅は、変化しないが、吸息期の放電振幅が小さくなり、呼息期と吸息期の差異が著明となる。

さらに麻酔を深めて呼吸筋の麻痺、呼吸中枢の麻痺を生ぜしめる程にまで至ると、呼息期、吸息期の放電振幅が、全体として小さくなり、頻度も減少して来る。

(2) 声帯筋に関する実験：

無麻酔の状態では誘導される放電は、安静呼吸時には前筋と異なり、呼息期に一致して放電が認められるが、吸息期には消失する。

エーテル麻酔を開始すると、吸入直後、呼息期に認められた放電の頻度および振幅の減少が著しく認められる。

個体差が認められるが約7～9秒後には、振幅の大きい呼息性放電が認められ、その後再び振幅は小さくなる。すなわち一過性に認められた呼吸抑制の後に、一過性の過呼吸が認められる。過呼吸の際の声帯の激

しい開閉運動によつて、電極針の挿入部位の変動を生じる為に、その後の追跡は不可能である。すなわち正常状態で認められるパターンと、比較検討することができない。

(3) 後筋に関する実験：

無麻酔の状態では誘導されるE. M. G. は安静呼吸時には、吸息期に一致して放電が認められる。エーテル麻酔を開始すると、瞬間、吸息性放電の振幅の増大が認められる。しかも漸次吸息期の放電頻度が増加するのみならず、呼息期にも放電が認められ、その頻度は麻酔が深くなるにつれて著明となる。

さらに麻酔が進むと、呼息期および吸息期共に放電頻度の増加が著しく、呼息期と吸息期との差異が漸次減少して来る。

さらに麻酔が深くなつて麻痺が生じて来る程になると、呼息期および吸息期に認められる放電は、全体として振幅の減少および頻度の減少を示すようになる。

以上の如く、前筋と後筋に認められる放電様式は麻酔深度が深くなるにつれて、安静時に認められた両筋のパターンの差異と、全く反対の傾向を示すのである。すなわち無麻酔時の前筋においては、呼息期、吸息期における放電頻度および振幅が、著明な差異を示

第3図 深麻酔になるにつれて、殊に呼吸期まで放電頻度が著しく増加する。
呼吸期と吸息期の放電頻度および振幅の差が不明瞭化して来る。

M. cricoarytanoideus dorsalis

さないが、麻酔が深くなるにつれて、吸息期と呼吸期に一致して認められる放電頻度および振幅の差異が著明となる。これに対し、後筋は、無麻酔時には吸息期と呼吸期の放電頻度および振幅が著明な差を示すが、麻酔が深くなると、その差異が減少して不著明とな

る。

前筋と後筋との間に認められる放電頻度および振幅の關係が、無麻酔時と深麻酔時とでは、逆転するのである。

V 考

Pressman¹³⁾は、ストロボスコープを応用して喉頭の運動を撮影し、またNegus¹⁴⁾は Smoked drum tracing を用いて声帯の運動を観察した、結果、呼吸期に一致して声門の閉鎖運動が起り、吸息期には逆に開大運動が起ると報告した。

Green²⁰⁾および Neil 等は、電気生理学的に内喉頭筋の呼吸性運動を研究し、開大筋は吸息期に、閉鎖筋は吸息期に放電を認めると報告して以来、本邦においても筋電図学的に、諸学者により研究された。

開大筋と閉鎖筋は拮抗筋である為、発声機能のみならず呼吸機能の面に於ても、全く異つた活動様式を示している。しかし中村²¹⁾²³⁾の文献に記載されている如く、両筋の間に単純な拮抗性は認められない。また中村は²³⁾²⁴⁾は、内喉頭筋の呼吸性放電が、呼吸中枢によつて調節されていることを実験的に証明した。従つて、内喉頭筋の機能を観察する場合には、呼吸中枢との関連性を常に考えて観察すると、興味深い点が多い。またこのような観点から考察することは、最も適切な方法である。故に麻酔深度による内喉頭筋の放電

按

様式の変化を、同様な立場から観察を行い、実験成績を検討した。

エーテル吸入開始直後に、一過性の呼吸抑制が認められるが、これは防御反射と呼ばれ呼吸中枢を反射性に調整している反射性調節因子の一つとされている。

一過性呼吸抑制の後に認められる過呼吸は、一過性の呼吸抑制の結果、血中に過剰に生じた炭酸ガスが、呼吸中枢を刺激した結果生じた現象と考えられる。しかもこの呼吸抑制は、開大筋に比較して、閉鎖筋において著しく認められる。一過性呼吸抑制につづいて漸次開大筋、および閉鎖筋共に放電頻度の増加が認められるが、前筋においては、呼吸期に著明にその傾向が認められ、吸息期にはかえつて放電頻度および振幅の減少が認められる。

これに対し、開大筋である後筋は、吸息期の放電頻度の増加は勿論であるが、吸息期においても漸次放電頻度の増加が認められ、吸息期と呼吸期の間に認められる放電頻度の差異が、漸次小さくなつて来る。

無麻酔の状態では、前筋は呼吸期と吸息期に認めら

れる放電頻度および振幅の差異が微小であるのに対し、後筋はその差異が著しく、吸息期に一致して放電が認められる。これに対し、麻酔深度が進むにつれて、前筋は吸息期および呼息期に認められる放電頻度および振幅の差異が著明となり、呼息期において放電は著しい。後筋は反対に吸息期と呼息期の間に認められた放電頻度および振幅の差異が、減少して来る。すなわち無麻酔時と深麻酔時とは、前筋と後筋に各々認められる放電頻度および振幅のパターンの差異が逆転する。

声門の呼吸性運動を肉眼的に観察すると、麻酔深度が進むにつれて、無麻酔の状態では喉頭に認められた呼吸性運動と同じ開閉運動が、持続するのが観察されるが、漸次開大位に近ずきながら、呼吸性運動を維持しているのが認められる。

河本²⁵⁾によると、屍体における声帯の位置は、屍体位を示す症例が比較的少ないと報告している。さらに彼は、死後時間的に声帯の位置を観察した結果、形態学的に変化が認められないと記載しているが、死の直前の状態、すなわち死戦期の時期に吸頭が如何なる呼吸運動を行なっているかという問題には、全く触れていない。

私の実験では麻酔深度が漸次深くなつて、呼吸中枢が刺激状態から麻痺状態へと移行するにつれて、内喉頭筋の放電様式が変化する。

パターンの分析から推定するに、呼吸中枢が麻痺を起し始める直前の状態では、すなわち呼吸中枢が最大の機能を発揮している状態(死戦期)では、声帯は開大位に近い位置を保ちながら呼吸運動を維持し、その後呼吸中枢が麻痺を起し始めるにつれて、漸次屍体位に近ずきつつ、且つ次第に呼吸性開閉運動の減弱を起すものと推定される。しかし、死の直後の声帯の位置は、個体差が問題とされる。

一般に生理学者が、機能的に呼吸筋を分類しているのを参照すると、次のようである。しかし内喉頭筋は、神経支配の観点から見ると、以下の分類は不適当で、内喉頭筋に対しては、独特の位置を与えねばならないことは前述した。

Normal inspiratory muscles

Diaphragm

External intercostal muscles

Accessory inspiratory muscles

Serratus posterior superior muscles

Levator anguli scapulae muscles

Accessory expiratory muscles

Internal intercostal muscles

Serratus posterior inferior muscles

Muscles of abdomen

Quadratus lumborum muscles

Other respiratory muscles

Muscles of larynx

Musculatur of alae nasi

第4図：

O.A.M. : Other respiratory muscles

A.E.M. : Accessory expiratory muscles

A.I.M. : Accessory inspiratory muscles

N.I.M. : Normal inspiratory muscles

R.M. : Respiratory movement

呼吸状態と呼吸運動に関与する筋肉群との関係を図示した。

呼吸中枢の神経細胞は比較的抵抗が強く、殊に安静吸息を営む中枢は、最も抵抗が強いとされている。

動物実験において、電流杜絶、 O_2 欠乏あるいは過度の麻酔のために、呼吸中枢の機能が失なわれるばあいには、呼吸中枢の支配を受けている呼吸筋の運動が麻痺するが、その麻痺は次の順序で現われて来る。すなわち、まず補助呼吸筋が麻痺を起し、ついで補助吸息筋、最後に補助吸息筋および正常吸息筋への麻痺の程度が進み、ついに呼吸停止におちいる。回復はこの順序の逆を示すといわれている。安静呼吸時には、一般に正常吸息筋のみ呼吸運動に参加しているが、呼吸中枢の機能が異常に高まるにつれて、その影響は支配下の呼吸筋の運動に現われる。その際、最初に影響を受ける筋肉は、正常吸息筋および補助吸息筋で、次いで補助吸息筋、最後に鼻翼筋等の補助筋が考えられている。呼吸中枢が、正常状態にもどる際は、逆の順序で回復する。

従来、機能上、内喉頭筋は鼻翼筋等と同様に、単に呼吸に随伴するにすぎない筋肉群と考えられて来た。

臨床上しばしば認められる鼻翼呼吸は、呼吸困難の

第5図：高濃度に O_2 を混合するガスを吸入させると放電パターンが著明に乱れる。
放電の乱れおよび振幅、頻度の減少が良く認められる。

M. chiothyreoideus

normal E.M.G.

$\uparrow O_2$

程度を知る目標とされている。すなわち、鼻翼呼吸は、呼吸困難の重篤度を示す症状である。またその症状が認められることは、呼吸中枢が異帯刺激のために、過度の機能を発揮していることを意味している一方、呼吸中枢の麻痺が現われ始めていることをも、同時に意味している。

すなわち補助筋殊に鼻翼筋は、呼吸中枢の異常状態を知る上に重要な指標となる。

喉頭の筋肉群は、従来生理学者の分類に見られるように、鼻翼筋と同等の位置を与えられて来た。しかし内喉頭筋は、神経支配および呼吸時に現われるこれら筋肉活動電流から見ると、鼻翼筋とは異なる性質を有している。しかし鼻翼筋と同様に、内喉頭筋は呼吸中枢の機能の変動に敏感に現わす筋肉でもある。その実例として、純粹の酸素ガスを吸入させると、吸入開始と同時に、放電頻度および振幅に変化が認められる。持続性に酸素ガスを吸入させると、著しい放電パターンの変動を示すのが、筋電図によつて認められる。すなわち、呼吸を調節している反射性調節因子の変動を、敏感に感知する筋肉といえる。以上の如く、主要呼吸筋と類似する点もある一方、鼻翼筋等の補助筋と類似する性質をも有しているのが、内喉頭筋である。これ等は、内喉頭筋の特異性でもある。

以上の如く、呼吸中枢の機能の変動に伴つて、呼吸筋の活動にも変動が認められるのであるが、一般に吸息筋は呼息筋と比較すると、抵抗性が強いといえる。換言すれば、吸息中枢は呼息中枢よりも、抵抗性が強いといえる。

内喉頭筋の中で、吸息性に作用する筋肉と、呼息性に作用する筋肉、つまり開大筋である後筋と、閉鎖筋である前筋、声帯筋等の各筋肉の間に、中枢の抵抗性、あるいは他の呼吸筋に認められる抵抗性の差異が存在するか否かに関しては、興味深い問題である。

吸息筋である後筋は麻酔が深くなるにつれて、吸息期のみならず呼息筋にまで放電頻度が著しく増加し、吸息期と呼息筋における放電のパターンが、漸次類似性を示して来る。これに対し、呼息筋である前筋は吸息期の放電頻度および振幅が著しく減少して来る。さらにこの傾向は呼息期の放電にまでおよんで来る。

声門は漸次開大位に近ずきながら呼吸性開閉運動を反復していることは、開大筋が閉鎖筋に対して拮抗性に保存している力学的バランスが漸次変化を示し、前者の筋のトーンスが、後者のそれに漸次優つて来る傾向が存在することを、意味している。

すなわち内喉頭筋においても、呼吸中枢および他の呼吸筋と同様の抵抗性の差異を保有していることを意

第6図 無麻酔時と深麻酔時とは、筋放電のパターンが異なる。また声門の開閉運動にも、その結果、変化が現われる。

味している。換言すれば、呼息筋と吸息筋に認められる抵抗性の原則が、内喉頭筋においてもあてはまるのである。

また以上の事項は、内喉頭筋が呼吸中枢より受けている神経性調節機構が、他の主要呼吸筋の保有する調節機構と同一であると報告した中村²⁴⁾の業績を支持するものでもある。

声帯の位置を示す基準の一つとして临床上用いられている屍体位は、Zieman(1868)によつて全喉頭筋が麻痺した状態の声帯の位置として名付けられたものである。しかし屍体では、声帯が常にこの位置を示すとは限らないことは、Fein²⁶⁾の論文あるいは最近では向笠²⁵⁾らによつて報告されている。

屍体に見られる声帯の位置を、完全な喉頭麻痺が発生した際に、認められる位置であると推定されるため

に、临床上重要視され諸学者によつて観察された。その結果必ずしも屍体位を示さない症例が多いことが判明した。そしてその原因を追求する為に、観察対象の性、年齢、死因、死後経過時間等による影響を考慮してこれらの分析を行なつた結果、個体差あるいは死後強直、さらには末梢神経の支配関係、喉頭の各筋肉の力学的関係を重要視したが、死の直前に如何なる機能的状態を呼吸中枢が保持していたかに関しては、全く考慮されていない。換言すれば、呼吸中枢が刺激状態から麻痺状態への過程をどのように経たのかが問題にされていない。

すなわち、死の直前の呼吸状態の経過を考慮することによつて、屍体位が示す声帯の位置異常を説明することが可能ではないであろうか。

VI 結 語

- (1) 麻酔深度が進むに伴ない、前筋と後筋に認めれる呼吸性放電のパターンが逆転する。
 - (2) 前筋は麻酔が深くなるにつれて、吸索性放電のみならず呼索性放電の頻度および振幅が減少する。殊に前者においていちじるしい。
 - (3) 後筋は麻酔が深くなるにつれて、吸索性のみならず呼索性放電の頻度および振幅が増加する。
 - (4) 呼吸中枢および他の呼吸筋に認められる抵抗性の原則が、内喉頭筋においてもあてはまる。
- 稿を終るに臨み御懇篤なる御指導御校閲をたまりました中村文雄教授、植田講師に深甚なる謝意を表します。

VII 参 考 文 献

- 1) Listan : 日耳全 3, 3, 52~53.
- 2) C. Muller : Hbch. d. Phys. d. Menschen 180, 1840.
- 3) Koschlakoff : Pflugersarchiv. f. d. ges. Phys. 38, 228, 1886.
- 4) C. Rethi : Die Schwingungsform d. St-Bänder. verschiedenen Gesangsregistern : Zbl. f. Larg. 1898.
- 5) Musehold : Stroboskopische u. Photographische Studien über d. Stellung d. Strippen. : Arch. f. Larg. u. Rh. 7, 1898.
- 6) W. Narel : Hbch. d. Phys. d. Menschen 4, 416, 1909.
- 7) W. Tondorf : Zschr. f. H.N.O. 12, 241, 1925.
- 8) Hebbel : Phys. d. Menschen. 281. 1925.
- 9) Mink : 日耳全 3, 3, 53.

- 10) Harless : Hbch. d. H.N.O. Denker u. Kahler 1,
- 11) Hosley : 同上
- 12) Vetter : 同上
- 13) Pressman, J. J., and Kelman, G. : Physiology of the Larynx. Physiol. Rev., **35**, 506~554, 1955.
- 14) Negus, V. E. : the Comparative Anatomy of the Larynx. Heinemann, London, 1949.
- 15) Semon : Hbch. d. H. N. O. Denker u. Kahler. 1,
- 16) Amersbach : Zschr. f. d. ges. exp. Med. Bd. **28**, 1922.
- 17) 颯田 : 第14回筋電図学会
- 18) 山脇 : 日耳鼻会 58, 4.
- 19) 勝木 : Jap. J. of Phys. **1**, 29, 1950.
- 20) Green, J. H., and Neil, E. : the Respiratory Funktion of the Laryngeal Muscles. Jour. Physiol., **129**, 131-141, 1955.
- 21) 中村文雄 : 最近の筋電図学, 呼吸, 発生及び嚥下に関する筋電図
- 22) 菅野 誠 : 喉頭筋の呼吸運動に関する筋電図学的研究 耳鼻臨床 **49**, 9, 693.
- 23) Fumio Nakamura and Yutaka Uyeda. Laryngoscope. Vol. **LXVIII**, No.2, 109-119. Feb. 1958.
- 24) 中村文雄 : 日耳鼻会 **66**, 3.
- 25) 向笠朝彦 : 日耳鼻会 **63**, 2, 184.
- 26) Fein, J. : Die Stellung der Stimmbander in der Leiche. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol. **II** : 21, 1901.

喉頭神経刺激による声門の運動に関する研究

竹 之 内 智*

Movement of the Glottis Induced by Stimulation of the Laryngeal Nerves in Dog.

Satoru Takenouchi.

Department of Otorhinolaryngology. Kyoto Prefectural University of Medicine.
(Director : Professor F. Nakamura)

The innervation of the larynx has been a subject of long contention and consequently we still don't come to a conclusion about detailed findings of laryngeal paralysis.

An attempt has been made to observe the movement of the glottis which take place by electrical stimulation of the laryngeal nerves in dog.

Swallowing was elicited by repetitive stimulation of the internal branch of the superior laryngeal nerve. At this time the glottis closed, and sphincteric closure of the larynx occurred. Electromyogram was recorded during deglutition. The adductor muscles showed many large discharges, however, the posterior cricoarytenoid muscle showed small discharges at the same time.

When the both superior laryngeal nerves were stimulated, the vocal cords elongated and were slightly adducted (paramedian position). This fact indicates that adduction of the vocal cords can be obtained by contraction of the cricothyroid muscles.

When the both recurrent laryngeal nerves were stimulate at 20/sec. of frequency, abduction of the vorcal cords was observed, and the glottis became wide open (lateral position). If the

* 京都府立医科大学耳鼻咽喉科学教室 (主任 中村文雄教授)