気管孔閉鎖困難症（カニューレ抜去困難症）に 対する一考察

*福田宏之, 斎藤成司, 北原 哲

Study on Inability to Decannulate a Tracheotomized Patient

Hiroyuki Fukuda, Shigeji Saito, Satoshi Kitahara

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Keio University

Tracheotomy is playing a very important role in daily clinic. However, inability of decannulation or closing tracheostoma is not so seldom seen. When no anatomic laryngotracheal abnormality can be demonstrated, the inability to decannulate a prolonged tracheotomized patient may in fact be explained by the temporary loss of laryngeal abductor function. This study was carried out to see if the phasic inspiratory activity of the laryngeal abductors may be altered by tracheotomy.

Eleven dogs were used for this study. Motor action potentials of the posterior cricoarytenoid muscle were electromyographically studied while varying the resistance of the upper airway and after acute and/or chronic tracheotomy. The loss of abductor activity persists as long as airway resistance remains severely reduced. Prolonged reduction of airway resistance by, for example, tracheotomy, resulted in difficulty of reestablishment of abductor function. It seems most likely that gradual reduction of tracheotomy bore or increasing ventilatory resistance by partial cannula occlusion is very effective in restoring the phasic activity of the posterior cricoarytenoid muscle in a patient with problem of decannulation due to affected abductive movement of the vocal cord.

In fact, we had a tracheotomized patient with inability of closing the tracheostoma due to severe stridor and dyspnoea.

Laryngobronchoscopic examination revealed that there was no significant anatomical and organic abnormality but for loss of laryngeal abductor function. Supported by the present experimental data, gradual reduction of the bore of tracheostoma was carried out while careful checking blood gas values.

Finally, laryngeal abductor function was obtained enough to inspire respiratory air. In this paper, this case was reported and discussed in terms of the present experimental data.

緒 論

近年、気管切開の重要性はますます増加しつつあり、各科にわたって広くおこなわれるようになった。それにともない、気管切開による合併症も問題となるが、中でも我々を悩ませるものとして、カニューレ抜去困難症ないしは、気管孔閉鎖不能症というものがある。原則として、気管切開の目的を終了しえた場合には、すみやかに気管孔は閉鎖されるべきである。しか

しながら何等かの原因により、気管カニューレの抜去が不可能になったり、気管孔を閉鎖できなくなることがある。その原因として、ひとつには、気管孔周囲の肉芽の発生や、輪状軟骨の手術的外傷などにより、器質的に気道の狭窄をおこしている場合と、なんらの器質的な変化のない場合とある。後者の場合、心理的に恐怖心をいだくために呼吸困難を生じる場合もあるが、機能的に声帯の外転運動が障害されていることもあると思われる。この点において、気管切開が二次的に特に喉頭の開大筋に与える影響を研究することは有意義なことであると考えられる。そこで著者は、慢性的な気管

*慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科学教室

(主任：斎藤成司教授)

切開が後輪状披裂筋に及ぼす機能的変化について、成犬を用い、電気生理学的に研究し、あわせてその結果を臨床的に応用して、気管孔閉鎖を可能ならしめた症例を得たので、若干の考察を加えて報告する。

実験方法

約10匹の成犬を用いて、急性及び慢性の実験をおこなった。麻酔はペントバルビタールを30~35mg/kg用い、同一の麻酔状態を得るために静脈切開を加えカテーテルを挿入しておいた。後輪状披裂筋のENGはTektronix 564Bのオシロスコープを用いて観察され、同時に連続撮影装置により記録された。

また気管内圧を測定するため、Statham P23BCの圧トランスデューサーを用い、DCアンプとしてHewlett Packard 8805Aを経て、同じオシロスコープに、後輪状披裂筋のEMGと同時に記録した。急性実験としては、まず、気管切開をおこない、安静呼吸時の後輪状披裂筋の筋活動を観察し、次に気管切開孔を部分的に閉鎖した時の変化を調べた。次に気管切開を慢性的に処置し、経時的に急性実験と同じような方法を取り、その後輪状披裂筋の筋活動の変化を観察した。従ってこの実験の目的は、気管切開をおいたためにおこる気道抵抗の変化が後輪状披裂筋に及ぼす影響を調べたことになるわけである。

実験成績

1) 急性実験において、ある程度の麻酔の深さ、多くの場合角膜反射の消失する時期において、気管切開を加えると、後輪状披裂筋の吸気性活動は消失する。この場合、気管内圧は0である。しかしながら、この気管切開孔を部分的に閉鎖すると吸気性の活動が出現し、同時に気管内圧も上昇する。(図1)完全に閉鎖して、いわゆる上気道を介しての呼吸の時は、最も強い吸気性の活動が得られる。(図2)

2) 気管切開を慢性的に留置した成犬について、気管切開後一週間後、同様の実験をしてみた。やはり、気管切開の100%開放下では後輪状披裂筋の吸気性活動は得られていない。しかし、気管切開孔を部分的に閉鎖すると、吸気性活動が出現する。成犬において慢性的に気管切開を留置する方法はMiles¹⁾の方法によった。(図3)

3) 同様の慢性実験にて、4週後の成犬につき、吸気性の活動を調査した。やはり、気管切開孔100%の開放では、後輪状披裂筋の吸気性活動は全くみられない。そこで同様に気管切開孔を部分的に閉鎖してみた

ところ、気管内圧は上昇するにもかかわらず、吸気性の活動は全く出現しなかった。この気管切開孔を完全に閉鎖しても吸気性の活動は生ぜず、かえって、喘鳴やチアノーゼが生じた。(図4)

4) 同様の気管切開を留置した成犬に対して、たまたま、気管切開孔開放が不十分で、すなわち切開孔の狭窄が生じて、当初の目的にそぐわなかった成犬についても同様の実験を試みた。これは、気管切開孔からの呼吸ではなく、大部分上気道経由の吸気活動をおこなっていたものと思われる。4週間後の後輪状披裂筋の吸気性活動は、気管切開孔の部分的閉鎖において、約3分後に、出現することがわかった。(図5)

以上の実験から、上部気道の慢性的な開放は、気道抵抗の低下を生じ、それが声門開大筋たる後輪状披裂筋の機能的低下の原因になり得ることがわかった。また気管孔を部分的に閉鎖していると、後輪状披裂筋の機能が回復することもあることがわかった。以上の基礎的な実験成果と関連があると思われる症例を経験したので、それを次に紹介して、のちに総合的に考察を試みたい。

症例は20才の男子にて、整形外科より呼吸困難が生じるため気管孔が閉鎖できないということで耳鼻咽喉科に依頼されたものである。

昭和45年8月、車両事故のため車から投げだされ、脳挫傷のため意識障害を生じ、入院となり、直ちに気管切開をうけたものである。その後全身状態は回復し、足関節坐傷後の固着のため歩行困難がある他は問題がなくなった。しかしながら、気管孔を閉鎖しようとする呼吸困難が生じ某院耳鼻咽喉科での治療が開始された。当時の記録によると、気管孔より上部に肉芽の発生をみて、一部を摘出しさらにネラトンカテーテルにより拡張を試みたようである。昭和46年5月の時点における記載では、肉芽はほとんどみとめられず、声門にわずかの開けきがあり、しかしながら声帯の運動は開大、閉鎖共にみられなかったとしている。その後気管カニューレの使用は中止し、気管孔の開存のまま経過が観察されていた。昭和48年11月になって著者等の治療にうつされたわけであるが、その時の喉頭所見は右声帯は正中に固定しており、左の声帯は、わずかに1mm程度の開大をみた。直接喉頭鏡下に顕微鏡観察をおこなってみると、右声帯は全く不動で消息子で披裂軟骨部を動かしてみると完全な固着状態にあることがわかった。また右声門下にわずかの癒痕があるのみで声門下の狭窄は存在しないことがわかった。左の声帯は1mm~2mm程度開大し、披裂軟骨部

の可動性は保持されていた。そこで著者等は、気管孔を慢性的にすこしづつ閉鎖し、気道抵抗の上昇を計ればすくなくとも左声帯の運動機能は回復しうるかも知れないと考え、同年11月上旬よりテープを気管孔にはりつけ、開ける孔の大きさを1週間毎に変化させながら、気管孔を部分的に閉鎖していった。呼吸状態を観察するために、そのつど血中のガス分圧を測定し、正常範囲にあることを確認した。図6に気管孔の状態を図7に、テープにより部分的に閉鎖した状態を示す。同年12月になると左声帯の開大は3~4mmになり、翌年1月には、4mm以上の開大を常に得るようになったので、はじめて気管孔を手術的に閉鎖しえたわけである。

考 察

気管カニューレを抜去する時に、一過性に喘鳴を経験することは、日常の臨床でよくみられることである。これは、開大筋、すなわち後輪状披裂筋の一過性の機能障害と考えてもおかしくはない。

後輪状披裂筋が独立したひとつの吸気筋であって呼吸中枢により支配をうけていることは、Negus¹⁾, Green, Neil²⁾等の研究によりあきらかにされており、彼等は、横隔膜の活動よりも早く声門が開大すると述べている。さらに、鈴木、Kirchner³⁾等の研究により、後輪状披裂筋の吸気筋としての性格が明らかにされた。気道の閉塞が、後輪状披裂筋の活動を活発化することは、鈴木、Kirchner³⁾, Fleisch⁴⁾等の研究であきらかであるが、気道抵抗の低下が、この筋に与える影響はあきらかにされていなかった。

一方吸気筋に対する反射性調節に関しては数多くの業績がある。肺性圧受容器によって呼吸中枢を介して調節されているわけであるが、この肺性圧受容器の選択的刺激で、横隔膜神経から反射性反応のあることはたしかめられている。Aviade⁵⁾は両側の迷走神経切断により、この反応が消失することを認めた。後輪状披裂筋に関しては、著者ら^{6), 7), 8)}が迷走神経性調節と肺のInflation, Deflationの関係を調べこの筋が正常な肺内圧の変化により、呼吸筋としての調節をうけていることを証明した。すなわち、吸気時、呼気時における肺内圧の変化は後輪状披裂筋にとって正常な吸気活動をおこなう場合に極めて重要である。これはいいかえると気道抵抗の呼吸性におこる正常な変化が極めて重要であるということである。この点において、気管切開をおくということが、この気道抵抗の減少をまねき、その呼吸性変化にも正常にくらべて何等かの

障害が生じているものと思われる。従って気管切開をおいた場合の、迷走性調節は必ず変調をうけているはずであり、気管切開が長期にわたればわたる程、復元が困難になるものと思われる。気管切開が長期にわたって、後筋の活動が機能的に変化をうけるとすれば、以上のような原因をあけてもおかしくはない。実際に成犬の実験においては、長期気管切開後において、後筋の吸気性活動が障害されており、逆にたまたま気管切開孔が不十分で、ある程度気道抵抗の保たれていた成犬では、後筋の吸気性活動が障害されることはなかったことがひとつの証明になりうるものと思われる。以上の点から、気管切開は、その目的が終了した場合には、すみやかに閉鎖すべきであり、ある程度長期にわたったり、また他に原因がなくて、カニューレ抜去困難におちいった場合には、気管切開孔を徐々に閉鎖して気道抵抗をすこしづつ上昇せしめていくべきであると考ええる。我々の症例は一例であるが、以上のような基礎的研究から考えてみて、気道抵抗を徐々に上昇させ、声帯の外転を得て気管孔を閉鎖しえたわけである。

ま と め

① 気管切開後1~2週間の成犬では、正常な後筋の吸気性活動がみられた。

② 気管切開後4週間の成犬では、正常な後筋の吸気性活動の復元が困難であった。

③ 気管切開孔が不十分に開存した成犬では4週間後でも後筋の吸気性活動がみられた。

④ 以上の結果から長期気管切開例において後筋の機能的障害も充分考えるべきであると考え、気道抵抗の徐々の上昇が後筋の機能回復に有効であろうと考えられた。

⑤ 実際に、他に器質的障害がない気管孔閉鎖不能例に対して、この考え方を応用し、気管孔を徐々にせまくしていくことにより気道抵抗の徐々の上昇を生ぜしめ、声帯の吸気時外転を得て、気管孔を閉鎖し得た。

本論文の要旨は日本耳鼻咽喉科学会第479回関東地方会に於て発表した。

この研究の基礎実験の一部は私がエール大学喉頭学研究室に勤務している時におこなわれたものであり、指導していただいたJohn A. Kirchner教授に深く感謝する。

REFERENCES

- 1) Negus VE: The Comparative Anatomy and Physiology of the Larynx. London, William Heinemann, 1949.
- 2) Green TH, Neil E: The respiratory function of the laryngeal muscles. J. Physiol. 129; 134-141, 1955.
- 3) Suzuki, M. Kirchner, JA: The Posterior cricoarytenoid as an inspiratory muscle. Ann. Otol. 78; 849-864, 1969.
- 4) Fleisch, A.: Neuere Ergebnisse über Mechanik und propriozeptive Steuerung der Atmungsbewegung. Ergeb Physiol. 36; 249-299, 1934.
- 5) Aviado DM Jr, Li TH, Kalow W, et al.: Respiratory and circulatory reflexes from the perfu-

sed heart and pulmonary circulation of the dog. Am. J. Physiol. 165; 261-277, 1951.

- 6) Fukuda H, Sasaki CT, Kirchner JA: Vagal afferent influences on the phasic activity of the posterior cricoarytenoid muscle. Acta Otolaryngol. 75; 112-118, 1973.
- 7) 福田宏之: 後輪状披裂筋の呼吸作用 — その迷走神経性調節 — 気食会報, 24; 26-30, 1972.
- 8) Fukuda H, Akitaya T, Kirchner JA: Evoked response in the posterior cricoarytenoid to stimulation of the ipsilateral vagus. Keio J. Med. 1976, in print.

(別刷請求: 〒160 新宿区信濃町35
慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科
福田宏之)

(投稿受付 1976年8月12日)

外国文献紹介 (抄録)

題名: **Intubation trachéale dans le traitement des laryngites aiguës de l'enfant**

著者: **J.L. Demarquez, D. Poisot, D. Bony, J.P. Cardinaud, J.Cl. Favarel-Garrigues**

書名: **Annales de Pédiatrie 23 (3) 227-231, 1976.**

小児の急性喉頭炎の治療における気管内挿管について

1964年から1974年の間に Bordeaux の Centre de Réanimation に60例の喉頭性呼吸困難の患児が入院した。このうち初期に重症な呼吸困難を呈したり、各種薬物療法で改善がみられず、また呼吸管理が困難のため他の病院より転医したものは32例(喉頭蓋炎10, 喉頭炎22)であった。男児20例, 女児12例で年齢は2カ月から10才まで平均3才であった。入院した小児の大部分は心呼吸不全の状態では呼吸停止、昏睡心不全で重篤であった。これら32例全例に気管内挿管を行なった。挿管後数時間は呼吸管理を必要としかつ患児の固定に注意し抗生剤、ステロイド剤(ampicillin 100 mg/kg, dexaméthasone 1mg/kg)を使用し、加湿酸素吸入を行なった。

32例中28例は治癒し4例が死亡(13%)、死亡例は入院時昏睡や心呼吸停止がみられたものである。

全症例の挿管持続時間は4時間から144時間で、入院は最高28日であり、治癒症例のうち27例では挿管時間は平均36時間、入院は10日であった。

合併症として反復挿管が必要となったものは5例の事故抜管と2例の Sonde の閉塞と4例の呼吸困難の再発によるものであった。重感染による気管支肺感染症は4例で呼吸補助器具からのものであらうと考えられた。挿管による二次的障害は2例で肉芽形成と横隔膜部の狭窄であった。また1例は気胸の合併をみた。

急性喉頭性呼吸障害には気道確保が必要である。急性喉頭蓋炎での重症呼吸困難症例は増加している。気管切開は血管損傷、食道損傷、気胸、縦隔気腫を合併し気管内腔組織の障害も多くみられるがこれに反して経鼻腔の気管内挿管は合併症も少なく、現在 Bordeaux の Centre de Réanimation では喉頭性呼吸障害に対して気管切開による気道確保は行っていない。

文献 22 (日医大小児科 吉田 豊)

福田・他論文付図(1)

図1 気管切開時に後筋の吸気性活動が消失(A)。閉鎖すると吸気性活動が回復する(B)。

a : 後筋のEMG
b : 気管内圧

図2 図1における実験と同様の成犬にて(A)は口を大きく開けた時、(B)は口を閉じた時で、気管孔を完全に閉鎖。強い吸気性の活動がみられるが上気道の状態の後筋活動の様相が異なることを示す。

a : 後筋のEMG
b : 気管内圧

図3 気管切開後1週間経過した時の後筋の吸気性活動。気管孔開放の状態では筋活動はみられないが(A), 部分的に閉鎖すると復元する(B)。

a : 後筋のEMG
b : 気管内圧

福田・他 論文 付図(2)

図4 気管切開後4週間経過した時の後筋の吸気性活動。気管孔開放の状態で筋活動はみられない。(A)。また部分的に閉鎖しても筋活動は復元しない(B)。完全に閉鎖すると喘鳴が生じてしまう。
a : 後筋のEMG
b : 気管内圧

図5 気管切開後4週間経過した成犬で、気管孔の狭窄をみたもの。ネンプタル麻酔下で筋活動のない後筋(A)。気管孔閉鎖直後では筋活動はみられないが(B), 約3分経過したあとでは筋活動が回復してくる。気管孔の狭窄のため気道抵抗はほぼ正常に保たれていたものと思われる。
a : 後筋のEMG
b : 内肋間筋のEMG
c : 気管内圧

◀図6 20才男子の臨床例。永久気管孔となっていて閉鎖すると呼吸困難を生じる。周囲に肉芽等は見られず、声帯の外転運動が障害されていた。

図7 テープですこしずつ気管孔を閉鎖。声帯運動を観察しつつ、また血中のガス分圧が正常範囲にある程度にしつつおこなった。