ホルモン音声障害に対する新しい治療法

*粉 川 信 行

A New Surgical Procedure for Dysphonias Due to Androgenic and Anabolic Hormones

Nobuyuki Kokawa, M.D.

Department of Otorhinolaryngology, School of Medicine, Keio University

Androgenic and anabolic hormones have often been used in treating various diseases. The treatment for dysphonia, one of their side effects, has not yet been ascertained. We have employed a new surgical procedure and have obtained successful results.

It may be said that when the cricothyroid muscle is more dominant than the thyroarytenoid (TA) muscle, voice will be high-pitched.

Based on this concept, a method of weakening the activity of the TA muscle was assumed to be effective for eliminating abnormal high-pitched voice. Prior to clinical application, we designed electrophysiological and histochemical experiments.

Using canine larynx, a portion of the terminal branch of the recurrent nerve in the TA muscle was severed by making an incision onto the vocal cord parallel to its free edge. By deepening the incision, evoked electromyographic activity was gradually decreased presumably due to reduction in action potentials of the muscle fibers to be picked up by the electrodes. Similar results were also obtained in chronic experiments using canine larynx.

A histochemical study revealed that motor end-plates were remarkably degenerated one month after incision. This finding would indicate that the incision has severed the branch in the TA muscle.

This method have been successfully employed for 8 clinical cases. In this paper, the results were reported and discussed from the viewpoint of phoniatric examinations.

1. 結 言

男性ホルモン (Testosterone)¹⁾ は1935年初めてウシ睾丸より取り出され、その数カ月後、化学構造が決定された。男性ホルモンは、第一次性徴、第二次性徴形成の性ホルモン作用以外に、蛋白同化作用、筋肥大作用、体重増加作用、骨成長作用、造血作用が明らかにされ広く臨床に応用されるようになった。男性ホルモン製剤はテストステロン自体よりも、そのエステルが主として使用されている。また、卵胞ホルモンや黄体ホルモンとの混合製剤として使用される場合もある。その後、蛋白同化作用に着目し、男性化作用を減少さ

せ、蛋白同化作用の効力を強めた合成剤である蛋白同化ステロイド²⁾ が広く使用されるようになった。適応症としては、未熟児、小児の発育促進、骨折、骨粗鬆症、骨萎縮等の骨疾患、乳癌、癌性悪液質、下垂体不全症、感染症、白血病、再生不良性貧血等の血液疾患、老人、乳腺症、月経困難症、更年期障害等の産婦人科的应用など種々様々である。現在市販されている蛋白同化ステロイド製剤は数多くあり、程度の差はあるが、多少とも男性化作用をもっている。

梅原によると、副作用を頻度順に示すと、月経異常、アクネ、浮腫、口渇、嘔声、胃症状、筋肉痛、肩凝り、多毛、全身倦怠、熱感、下肢倦怠感、下腹部膨満感、発疹の順であり、嘔声は女性299例中、18例でみられているという。Goldman³⁾ は、testosterone

*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)

propionate 筋注を行った400例以上の女性のうちで23例に音声障害を認めている。

声の変化については、嗄声、男性的な声、話し声の低下、二重音、声の翻転等で、声の高さと音質の変化、発声時の安定感の欠如等がその主体である。岡村ら⁴⁾は、生理的声域は広いもので2.5オクターブ、狭いもので1オクターブであり、声域の短縮する傾向が認められ、高音域で嗄声、二重声等が現われ、10例中4例は頭声の発声が不能であったと報告している。加藤⁵⁾は嗄声という単一的な言葉では充分表現できず、「変声」という表現を主張している。1つには文字通りの変った声であり、1つには思春期(変声期)の声と類似しているためと述べている。一般に変声期に特有な喉頭所見は喉頭内腔、特に声帯の充血、腫脹による生理的炎症と声門最後部の間隙の形成であるとされているが、ホルモンによる音声障害患者の喉頭所見について、Goldman⁶⁾は声帯の浮腫、声門下粘膜の腫脹や充血を観察し、変声期の喉頭所見と一致すると述べている。同様のことは、岡村⁴⁾、竹越⁶⁾等が報告している。一方 Damste⁷⁾は40例の女性について調べ、喉頭鏡では充血や腫脹の所見はまったくなく、ストロボスコープでもそのような所見はなかったと報告している。予後について、Goldman の23例中投与中止後も11例は回復していない。また、岡村の10例中5例、竹越の20例中14例が回復しておらず、難治なものが多いことが分る。

治療は、ホルモンの投与を中止し、副腎皮質ホルモン、消炎酵素、女性ホルモン、ATP、ビタミンB₁、B₁₂、グルチルリチン等の投与をするが、最終的な手段としては発声練習を試み、声の安定持続できる声域を根気よく上下にひろげるしかないといわれている。手術的治療では、岡本、福田⁸⁾、加藤⁵⁾、一色⁹⁾が報告しているが、治療法として確立していない。岡本、福田は声帯外側にシリコンを注入し、声帯に支持を与えて緊張をはかる方法で、一色は甲状軟骨と輪状軟骨の前縁を手術的に接近せしめ、声帯を伸展させる方法で、それぞれ好結果を得ている。いづれにしても、これらの手術方法は声帯そのものを物理的に緊張させる方法であり、特に筋としての機能区分から行われるものではない。筋の機能区分を考えるならば、当然、二大緊張筋である声帯筋(Thyroarytenoid)と前筋(Cricothyroid)の2つを考えればよいわけで、声帯筋の部分的機能脱落をはかれば、発声という条件下においては、前筋の作用がより強く前面にあられ、音声の基本周波数は上昇すると考えられる。著者は、声帯筋に遊離

縁と平行に切開を加えると一部の筋線維あるいは声帯筋へ分布する神経が切断され、声帯筋の緊張を低下させることができると考え、成犬においてそれを神経筋生理学および組織学的に証明し、臨床に応用してみた。

2. 実験的研究

1) 急性実験

(i) 実験方法、体重 9~18 kg の成犬 6 匹を使用した。Pentobarbital sodium (Nembutal) 25mg/kg で静脈麻酔後、背位に固定、喉頭鏡を挿入し、両声帯を直視できるようにし、これを固定した。一方、前頸部に舌骨より胸骨上縁に至るまでの正中切開を加え、前頸筋群を切除した後、電気刺激を行うため、反回神経および上喉頭神経内枝を、先端を細くしたピンセットを用いて手術用顕微鏡下に周囲より剝離した。また、神経周囲に残された結合織を加温流動パラフィン中で充分に除去した。反回神経は第9~10気管輪の高さで切断した。上喉頭神経内枝は喉頭に入る直前で切断し、電極がおけるように中枢側をできるだけ長く剝離露出した。EMG 記録には、電極に同心型双極針を用い、喉頭鉗子でこれをはさんで喉頭鏡を通して、一側声帯のほぼ中央に深さ 3~4mm のところに刺入し、日本光電 VC 7 ブラウン管オッシロスコープを使用、ポラロイドカメラにて活動電位を記録した。刺激には日本光

図1 喉頭メス

電 MSE-3 電子管刺激装置を用い、双極白金線電極にて同側反回神経 または 同側上喉頭神経内枝を刺激した^{10), 11), 12), 13)}。同側声帯にマイクロスコープ下に切開を加えて誘発筋電図の変化を観察した。切開した場所は電極挿入部の外側の声帯で、声帯遊離縁と平行に声帯膜様部のほぼ全長に加えた。切開の深さを初め約 3mm とし、次に同じ切開創で深さを約 5mm に切開を追加した。さらに、最後に甲状軟骨内壁に沿ってできるだけ深く切開を追加した。切開には喉頭メスを使用した。刃の長さが約 6mm あり、先端より切開したい深さに印をつけて深さの目安とした。図 1 は使用した喉頭メスで刃が直線と曲線のものがある。このように切開の深さを追加して誘発筋電図の変化をみた。操作時、電極針を動かさないように注意した。

(ii) 実験結果 反回神経刺激時、上喉頭神経内枝刺激時とも、筋放電が認められた。切開を加えるとその深さを増すにしたがって、反回神経刺激では誘発電位の Amplitude の減少を認め、また、上喉頭神経内枝刺激では反射電位の漸減を認めた。全例において、同様の傾向が認められた。一例を示すと図 2 は反回神経

図 2 声帯筋誘発電位の変化

1. 切開前

S: 刺激

2→4 へと切開を深くしていくと Amplitude が小さくなっていく

刺激時の誘発電位の変化である。1 は切開前、2 は深さ約 3mm の切開を加えた後、3 は深さ約 5mm に切開を加えなおした後、4 はさらに甲状軟骨内壁に沿って深く切開を追加した後に記録した。3mm, 5mm と切開の深さを増すと次第に誘発電位の Amplitude が少くなり、甲状軟骨内壁に沿って深く切開すると誘発電位がほとんど消失しているのがわかる。

2) 慢性実験

(i) 実験方法 体重 10~18kg の成犬 8 匹を使用した。Pentobarbital Sodium 25mg/kg で静脈麻酔後、背位に固定、さらに喉頭鏡を挿入固定した。マイクロスコープ下に一側声帯のほぼ中央に、声帯遊離縁と平行で深さ約 5mm の切開を声帯膜様部のほぼ全長にわたって加えた。図 3 は切開直後の成犬の喉頭である。メスはよく研磨し、切開はできるだけ一直線に行った。2 週間後 4 匹、1 カ月後 2 匹、6 カ月後 2 匹に、急性実験の場合と同様に処置して、同側反回神経末梢端および上喉頭神経内枝刺激を行った。ビニール

図 3 成犬、左声帯に切開を加えた直後、矢印が切開部位

図 4 犬摘出喉頭で切開線(矢印)と電極の刺入部位との関係を示す、この場合、左声帯で電極を切開創の外側に刺入したところ。

コーティング施行の太さ $50\mu\text{m}$ の白金イリジウム線による双極有鉤線電極を使用して、切開部の外側（甲状軟骨側）および内側（声帯遊離縁側）から EMG を記録した。電極針の深さは約 $3\sim 4\text{mm}$ とした。双極有鉤線電極の刺入した位置と切開創との関係を成犬の摘出喉頭を用いて示すと図4の如くである。この場合は、左声帯で切開創の外側に刺入したところの位置関係で、矢印は切開創の位置を示している。EMG の記録装置は急性実験と同様である。

また、2週後の2匹、6カ月後の1匹は声帯筋の motor end-plate のアセチルコリンエステラーゼ活性をみるため、組織検索を行った。方法は、切開創のある声帯を含めた組織ブロックを 10% ホルモールカルシウム (PH 7.4) で 24時間～1週間固定後、0.88M Sucrose-gum にて保存し、クリオスタットにて $30\mu\text{m}$ の水平断の連続切片を行い Karnovsky 法¹⁴⁾ にて声帯筋のアセチルコリンエステラーゼ反応をみた。

(ii) 実験結果 切開の外側（甲状軟骨側）で場所をかえて数回、電極をさしかえたが、いずれの場合もきれいな誘発電位が認められた。切開の内側（声帯遊離縁側）で同様に場所をかえて数回、電極をさしかえたが、誘発電位は認められなかった。これは2週後、1カ月後、6カ月後のものもすべて同様であった。代表例を示すと、図5は左声帯に切開を加えて、2週後、左上喉頭神経内枝の刺激を行った時の EMG である。Aは電極を切開の外側へ刺入した時で、潜時 15msec で著明な反射電位が認められる。Bは電極を切開の内側へ刺入した時で反射電位はまったく認められない。

図5 切開2週間後の声帯筋の反射電位
A：切開外側
B：切開内側
S：刺 激

図6 切開6カ月後の声帯筋の反射電位
A：切開外側
B：切開内側
S：刺 激

図7 切開2週後の声帯
矢印は motor end-plates 部のコリンエステラーゼを示す。上方が声帯外側、下方が内側

図6は左声帯に切開を加えて、約6カ月後、同様に左上喉頭神経内枝の刺激を行った時の記録である。Aは電極を切開の外側へ刺入した時で、やはり著明な反射電位が認められる。Bは電極を切開の内側へ刺入した時で、反射電位はまったく認められない。図7は切開2週後、karnovsky 法で染色した声帯筋の組織であり、図の上方が外側（甲状軟骨側）で、下方が内側（声帯遊離縁側）である。矢印がアセチルコリンエステラーゼ活性のある motor end-plates であり、声帯外側ではみられるが、内側ではほとんどみられない。6カ月後でもほぼ同様の所見であった。

3) 小案

急性実験で用いた同心型双極針は複数の筋線維の活動電位を同時にひろっていると考えられる。活動電位の Amplitude が減少したのは、切開を加えることにより、漸次声帯筋支配神経が切断され、神経刺激により興奮する筋線維の数が減少したためと考えられる。

反回神経は喉頭内に入ってから、後筋外側縁を上向き、側筋の外側上縁を前走し、外側甲状披裂筋と側筋との間で走向を転じて内向し、内筋枝で終止する。したがって声帯に遊離縁と平行に切開を加えると、切開方向と内筋枝の筋線維枝の方向とは交差していると考えられ、切開で内筋枝の一部が切断されたと思われる。急性実験で甲状軟骨内壁に沿ってできるだけ深く切開した時、EMG はまったく消失したが、これは内筋枝の走向から考えてその本幹が切断されたためと思われる。慢性実験で使用した双極有鉤線電極は比較的狭い範囲からの筋の活動電位をひろっていると考えられているが、数回さしかえてみても、切開の外側では誘発電位が認められたが、内側ではまったく認められなかったことは、切開で少なくとも一部の筋線維枝が切断され、再生されていないと思われる。

組織標本でみると声帯の外側方向の筋線維には motor end-plates 部のコリンエステラーゼが明瞭に染色されているのがみられるが、声帯遊離縁方向にはそれがほとんどみられず、筋線維は脂肪変性と思われる部分も含め変性におちいつている。このことは切開により筋枝が切断されたことを裏付けていると考えられる。6 カ月後の例でも同様の所見であった。切開2週後、1 カ月後だけでなく、6 カ月後の例も切開内側(声帯遊離縁側)から誘発電位が認められなかったが、組織検索例も少ないので、神経の再生に関してさらに検討が必要と考える。

声帯筋にこのような切開を行えば、声帯筋の収縮力のある程度弱めることができるとと思われる。周知の如く、前筋と声帯筋とは拮抗作用があり、前筋は声帯を伸長し薄くするのに対して、声帯筋は声帯を短縮し厚くする。声の高さは前筋が優位になれば高くなり、声帯筋が優位になれば低くなる。加藤³⁾は蛋白同化ステロイドによる音声障害患者の声帯筋の筋線維は肥大して正常男性の値に近づくと報告している。蛋白同化ステロイドによる筋肥大は、当然、前筋にも生じていると考えられるが、声の低下、男性化は声帯筋が前筋より優位になったためと考えられる。

したがって、声帯筋の部分的脱落はホルモン音声障害の場合には、声帯筋と前筋のよりよいバランスをもたらすはずであり、また切開そのものは比較的容易に行えるので、この切開法は男性ホルモンや蛋白同化ステロイドによる音声障害患者の治療に有効と考え臨床に応用した。

3. 臨床応用

1965年～1976年の12年間にわれわれが経験した男性ホルモンおよび蛋白同化ステロイド(以下、単純にホルモンとする)による音声障害患者は62例であり、全て女性であった。年齢の分布をみると、10代3例、20代9例、30代10例、40代23例、50代8例、60代5例、70代3例、80代1例で40代が最も多かった。ホルモンを使用した理由が判った42例でみると、産婦人科領域24(子宮筋腫4、子宮全摘後4、卵巣摘出後4、乳腺症3、不正出血2、生理不順2、無月経2、更年期2、子宮後屈1)、整形外科領域9(腰痛4、骨折4、ムチウチ症1)、その他12(太るため4、背をたかくするため1、再生不良性貧血1、胃痛1、不明2)であった。主訴をみると、嗄声37、声の低下11、高い声が出ない6、声が太くなった2、声がかかった1、声の翻転1、長時間話すと声がわれる1、であった。喉頭所見で異常を認めたものは、浮腫13、声破三角4、萎縮1、で17例であった(1例は浮腫、声破三角とも認められた)。

ホルモンによる音声障害患者62例についてアンケート調査を行い、得られた解答は26例であった。ホルモン投与後音声がどのように変化したかをみると

嗄声	21
高い声が出ない	21
話し声が低くなった	17
話し声が太くなった	13
話し声が男性的になった	12
話を続けるとすぐつかれる	12
歌の裏声への移行がうまくいかない	8
声が急に裏声になる	7
音程が正しくとれない	7
声が不安定	7
咽頭喉頭の異物感	6

で、嗄声、話し声の低下、男性的な声等の頻度が高い。ホルモンの治療を始めてから声の変化に気付くまでの期間をみると、1 カ月以内8例、2～3 カ月6例、半年位2例、1年以上5例、不明5例であり、3 カ月以内が比較的多いが、ホルモンの投与量も多様であり明確な傾向はなかった。ホルモン音声障害の治療を受けなかった15例により予後調べると表1のごとくで自然治癒しないものは8例で20～40代に多く、自然治癒したものは6例で50～70代に多い。Goldman、岡村、竹越等が報告している回復程度とほぼ同様の傾向である。また、回復していない例は若い年代に、回復した例は高令者に多いという結果は興味深い。

1972年9月より1976年3月までの間にホルモンによ

表1 手術を施行しない症例の予後

年代	治っていない	自然治癒				
		1 以	カ 月	半 以	年 内	1 以 年 上
20	1					
30	1					
40	5					
50			1			2
60					1	
70	1				1	1
	8		1		2	3
	8				6	

る音声障害患者8例に対し、この声帯に切開を加える手術を施行した。年令、ホルモンを使用した理由、主訴は表2の如くであり、全例とも声の低下あるいは高い声がでないことを訴えていた。喉頭所見は No. 3 でやや結節様, No. 6 で声帯遊離縁がうすく浅い Sulcus の感じがあった以外はほとんど正常であった。また、ストロボスコープ所見もほとんど正常声帯振動であった。

1) 手術方法

NLA (neuroleptanalgesia) 麻酔下に固定喉頭鏡を挿入する。喉頭鏡はできるだけ正中におき、また、先端が声帯振動を妨げないように充分注意して固定する。手術用顕微鏡下にストロボスコープで声帯振動を観察して、結節等による異常振動のないことを確かめてから切開を行う。切開は喉頭メスを使用して声帯のほぼ中央で遊離縁と平行に前交連附近から披裂軟骨にあ

表2 手術症例

No.	症 例	年 令	ホルモン使用理由	主 訴
1	■	42	卵巣子宮全摘出	嘔 声 話し声の低下
2	■	48	ホルモン代謝異常	嘔声, 高い声が出ない 長時間話しができない
3	■	48		嘔声, 高い声が出ない 咽頭異和感
4	■	52	関 節 痛	高い声が出ない
5	■	17	背を高くするため	声の低下 音程がうまくとれない
6	■	24	生 理 不 順	高い声が出ない 話し声の低下
7	■	29	月 経 困 難	中間の声が出ない 声の低下
8	■	38	乳 腺 症	高い声が出ない 嘔 声

図8 ホルモン音声障害患者, 術前(右), 術直後(左)の声帯

たるまで行う。深さは約 4mm でできるだけ一直線に切開する。また、両側切開するが、左右対称になるように注意する。切開後は細い吸引管で吸引し、深さを確認するが、周囲の組織をできるだけいじらないように注意する。最後にストロボスコープで観察し、ほぼ正常声帯振動であることを確かめて手術を終了する。術後は抗生剤投与と 2 週間の沈黙療法を行う。図 8 は症例 No. 5 の術前と術直後の声帯である。

2) 手術成績

術前の声帯振動は No. 3 を除いてほぼ正常な振動が認められたが、切開後も切開により阻害されることなく正常な声帯振動であった。No. 3 は結節の初期と思われる声帯振動があり、結節部と思われる部分をわずかに鉗除し、正常と思われる声帯振動となった後に切開を行った。術後数日から半年間での間接喉頭鏡によるストロボスコープ観察でも正常な声帯振動が認められ、切開による粘膜波動の異常等はなかった。音声検査を術前および術後数回行った。検査内容は、音声持続時間、声域、話声位である。音声検査成績と術後の自覚症の改善度を合わせて表 3 に示した。術前、術後の声域、話声位をグラフに表わすと図 9 のごとくである。術前、全例とも声の低下を訴えていたが、音声検査成績のある 6 例についてみると話声位は 5 例に程度の差はあるが上昇が認められた。1 例は変化がなかった。声域に関しては 4 例で上限が上昇し、1 例は不変、1 例は低下した。下限は 1 例上昇し、5 例はほとんど不変であった。術後の自覚症の改善具合をみると、全 8 例のうち、まだ完全でないが術前より良くなったという患者を含めると 6 例で良くなり、声が出しやすくなったと答えていた。自覚症の改善をみなかったのは、No. 7、No. 8 の 2 例で、No. 7 は歌の途中

図 9 術前、術後の声域、話声位の変化

で変な声が出てしまうこと、高い声が出ないこと、No. 8 は大きい声が出なくなったことであった。

3) 小案

手術施行例の結果をみると、6 例中 5 例において話声位が上昇したことは、切開のため、内筋の収縮力がある程度減少し、相対的に前筋の収縮力が強まるという動物実験からの知見と一致する。声域の上限の変化をみると、術前上限が 300~500Hz とかなり低い症例では術後の上昇が著明である。No. 7 は自覚症の改善もなく、声域の上限の低下もみられたが、この症例は切開創が声帯遊離縁に非常に接近してしまったため、術後声帯振動に影響したものと思われる。No. 8 は声域の上昇は著明にみられるが、大きい声が出なくなった症例で、この例では声帯外側にかなり深く切開を加

表 3 音声検査成績

No.	検査日	音声持続時間	声域 Hz 下限~上限	話声位 Hz	術後の自覚症の改善程度	他覚的・聴覚的改善程度
1					良くなった	良 い
2	術前 術後 60日	28 sec 32	130~790 135~780	180 205	高い声が出るようになった	良 い
3	術前 術後 140日	11 13	110~500 180~540	235 270	ずっと良くなった	良 い
4	術前 術後 150日	16 17	115~360 110~700	140 180	半年たって自分の声になった 高い声が出るようになった	良 い
5	術前 術後 270日	7	130~1000 130~1000	190 220	音階の途中の音も一音一音 出せば出るようになった	やや良 い
6					良くなった	良 い
7	術前 術後 180日	11 5	130~830 140~740	155 170	高い声が出ない 歌の途中で声がひっくり返る	悪くなった
8	術前 術後 25日	30 20	130~400 130~570	150 150	大きい声が出ない	不 変

図10 成犬喉頭の前額断の大切片標本 (HE 染色)
声帯のほぼ中央の断面。矢印の白線が
深さ 4mm の切開を示す。

えたので、内筋枝が根本近くで切断されたように思われる。以上のように手術施行例を検討すると、左右対称に切開すること、声帯遊離縁近くを傷つけないこ

と、内筋枝の走行を考えて、切開の深さに気をつけて行えばホルモンによる音声障害に対する手術法として有効と思われる。しかし、微妙な喉頭調節が必要な職業歌手の場合には、まだ充分とは思われず、さらに慎重に検討する必要がある。

4. 考 察

甲状披裂筋は、内側甲状披裂筋と外側甲状披裂筋とに分けられるが、前者である声帯筋の構築像は非常に複雑であり、筋束の走向、附着については種々の説がある。中村¹⁵⁾によると、声帯筋はその走向により2種類に分けられ、1つは披裂軟骨声帯突起およびその附近に起り、声帯韧带膜間部前半に附着する筋線維束 (pars anterior) で、最外層の筋線維は甲状軟骨の前角内面のほぼ近くまで達している。他の1つは披裂軟骨の筋、声帯両突起のほぼ中央より内側の部分より起り、声帯韧带膜間部後半に附着する筋線維束 (pars posterior) であり、この2種類の筋線維束が声帯突起より少し前方で網目状に交叉している。著者が行った切開は、声帯筋のほぼ中央で声帯遊離縁に平行であり、pars anterior の筋線維束は切断されにくい、pars posterior の筋線維束は一部切断され得ると思われる。図10は成犬喉頭をセロイジン包埋し作成した前額断の 20 μ m 大切片標本 (HE 染色) で、声帯のほぼ中央の断面であるが、著者の切開の位置を白線として示した (矢印)。この場合は深さ 4mm で筋層の約5分

図11 成犬喉頭でホルマリン固定後内筋枝を剝離露出、上方が前、下方が後 (右側)

- A : 声帯筋 (内側甲状披裂筋)
- B : 外側甲状披裂筋
- C : 内筋枝
- D : 甲状軟骨を除去した後の溝

図12 図11を外側からみたところ、右方が前、左方が後
A～Dは同じ E: 側筋

の4の深さまでが切断されると考えられる。

一方、広戸¹⁶⁾、李¹⁷⁾によると、反回神経の最後の分枝である声帯筋枝は、側筋の外側上縁を前走しながら側筋に2～3枝の側筋枝を分枝した後、声帯筋枝となるが、外側甲状披裂筋と側筋との間で走向を転じ内走し、大きく2本の分枝に分岐した後、各々更に2分して、甲状披裂筋の前3分の2の部分に進入する。これら4神経分枝が進入する部位は前交連より約3分の2、後交連より約3分の1のところである。甲状披裂筋内において、この声帯筋枝はさらに多くの細枝に分れるが、内側、外側甲状披裂筋との間に判然と区分した神経の分布は認められず混然としている。図11、図12は成犬喉頭でホルマリン固定後、顕微鏡下に声帯筋枝を周囲から剝離露出させたものであるが、広戸、李等と同様の所見である。著者の行った切開と声帯筋枝とは、かなり直角に近い角度で交叉すると考えられるので、深さ約5mmとすると、切開の内側の筋線維に分布する神経線維は切断され、特に中村のいう Pars anterior への神経線維はほとんど切断され得ると思える。

加藤³⁾は約900例の剖検により、声帯筋筋線維の太さを測定し、性ホルモン投与を受けた女性群の声帯筋筋線維は投与量に比例して肥大がみられ、正常男性群の値に近づくとして述べ、動物実験でこれを証明している。このことから加藤は、発声の際関与する局所的、全身的な筋群の器質的な変化が筋緊張の異常を生じ、その結果、発声障害が起ると推論し、治療は筋緊張をた

かめる方向で追求されるべきと結論している。岡本、福田は、声帯外側に少量のシリコンの注入を行い、声域の拡大、話声位の上昇を認めたと述べている。前筋と声帯筋は拮抗作用があり、前筋は声帯を伸長し薄くするのに対し、声帯筋は声帯を短縮し厚くする。また、前筋は発声時、声帯を外転させる作用があり、同じピッチを維持するためには、側筋、声帯筋、横筋の内転筋もこれに拮抗して収縮しなければならない¹⁸⁾。シリコン注入で話声位が上昇したのは筋緊張をたかめたため以外に、声帯の内転を助けたことにより、声帯筋の作用が少なくてすみ、前筋が収縮しやすくなったためとも考えられる。一色は、甲状軟骨と輪状軟骨を、糸をかけることにより輪状甲状軟骨間距離を接近せしめ、声の上昇を試みている。これはいうまでもなく、直接に前筋の力を強め、前筋と声帯筋とのバランスにおいて、前筋を優位にして声の上昇となっている。著者の手術法は、直接に声帯筋の力を弱めて前筋の収縮を助けることにより、声域、話声位の上昇をみたと考えるが、慢性実験で切開の内側の筋線維は一部変性をおこしており、このために声帯遊離縁は多少萎縮の傾向があると思われる。ホルモンによる筋の質量の増加に対しては、より理にかなっていると考えられる。

5. 結 論

- 1) 成犬による電気生理学的実験にて、声帯中央に縦切開を加えると、その深さに従い誘発筋電図上の活動電位が低下した。

- 2) 切開後2週～6カ月の成犬で、切開の外側からは活動電位が認められたが、内側からは認められなかった。組織では、外側には motor end-plates 部にコリンエステラーゼが染色されたが、内側ではほとんど染色されなかった。
- 3) したがって、声帯中央の縦切開で内筋枝の一部が切断され声帯筋の部分的脱落が生じることが分った。この切開を臨床に応用すれば、相対的に前筋の力学的作用を優位にすることができると思われる。
- 4) ホルモン音声障害患者8例に手術を施行した。音声学的検査で良好な結果を得た。
- 5) ホルモン音声障害による声域、話声位の低下に対して、これを上昇させる方法として有効な手術と考える。

終りにのぞみ、御指導、御校閲を賜った恩師斎藤成司教授に深甚なる謝意を捧げます。また、直接実験の御指導を頂いた鈴木理文講師、福田宏之講師、北原哲博士をはじめ喉頭班各位に感謝致します。

なお、本論文の要旨は日本音声言語医学会第22回総会で発表した。

文 献

- 1) 梅原千治, 佐藤武雄: ステロイドホルモン, I, ステロイドの化学, 男性ホルモン, 南江堂, 1966.
- 2) 梅原千治, 佐藤武雄: ステロイドホルモン, II, 蛋白同化ステロイド, 南江堂, 1966.
- 3) Goldman, J.L., & Salmon, U.J.: The effect of androgen therapy on the voice and vocal cords of adult women. *Ann. Otol.*, 51: 961-963, 1942.
- 4) 岡村正美他: 蛋白同化ステロイド使用による音声障害, 耳喉, 36: 409-413, 1964.
- 5) 加藤友康: 蛋白同化ステロイドによる音声障害の研究, 日耳鼻, 76: 1073-1094, 1973.
- 6) 竹越省一: 男女混合および同化ホルモンによる音声障害, 日本医事新報, 2292: 27-30, 1968.
- 7) Damsté, P.H.: Voice change in adult women caused by virilizing agents. *J. Speech & Hearing Disorders*, 32: 126-132, 1967.
- 8) 福田宏之: 注入用 Silicone による Vocal Rehabilitation, 日耳鼻, 73: 1506-1526, 1970.
- 9) 一色信彦: 喉頭機能外科, 京都大学医学部耳鼻科同窓会, 1977.
- 10) Martensson, A.: Reflex responses and recurrent discharges evoked by stimulation of laryngeal nerves. *Acta physiol scand*, 57: 248-269, 1963.
- 11) Suzuki, M.: Initiation of reflex glottic closure. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 85: 382-386, 1976.
- 12) 来間出征男: 各種実験動物における喉頭反射について, 日気食会報, 24: 268-275, 1973.
- 13) Shin, T, Rabuzzi, D. D.: Volume conduction of evoked potentials in adjacent laryngeal muscles. *Ann. Otol.*, 79: 290-300, 1970.
- 14) Karnovsky, M. J., Roots, L.: A "Direct-Coloring" thiocholine method for cholinesterases. *J. Histochem Cytochem*, 12: 219-221, 1964.
- 15) 中村明正: 成人声帯筋の組織解剖学的研究, 日耳鼻, 68: 126-136, 1965.
- 16) 広戸幾一郎他: 喉頭神経の比較解剖学的考察, 日耳鼻, 71: 212-216, 1968.
- 17) 李同海: 喉頭の神経支配に関する研究 (第一報), 日耳鼻, 68: 1092-1099, 1965.
- 18) 平野 実: 音声外科の基礎と臨床, 耳鼻, 21 補冊1, 1975.

(別刷請求: 〒160 東京都新宿区信濃町35
慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科
粉 川 信 行)

(投稿受付 1977年8月11日)