

## 第3回日本ディサースリア学術集会

総説▶

## 口蓋帆咽頭(いわゆる鼻咽腔)閉鎖機能の評価と治療

館村 卓

Takashi Tachimura

**要旨** 音声言語障害ならびに摂食嚥下障害の発症の要衝であるにもかかわらず、本邦では、臨床、研究、教育の場面でほとんど取り上げられることのない口蓋帆咽頭(いわゆる鼻咽腔)閉鎖機能について、その主たる役割を担う口蓋帆挙筋を指標とした筋電図学的研究の結果をもとに、一般的に現場で行われている簡易的評価法やblowing訓練等の問題を概説し、音声言語生理学の視点から外科手術、口腔装置(speech bulb, Palatal lift prosthesis)治療、構音訓練はどのように行われるべきかを示した。

**キーワード**▶ 口蓋帆咽頭閉鎖機能, 鼻咽腔閉鎖機能, 口蓋帆挙筋, 発音補整装置, スピーチエイド

## I. はじめに

口蓋帆(velum)によって咽頭(pharynx)を狭小化して口腔と鼻腔を適切に分離し、正常な共鳴特性を有する声と正常な構音の表出を保証する機能をvelopharyngeal function (VPF)と称する。したがって、speechの改善にはVPFが正常であることが必須である。また、VPFは咀嚼嚥下時の準備期、口腔期、咽頭期の移行段階を担い、この段階での調節不全が誤嚥の起点となることからその意義が明らかになりつつある。

本邦では、VPFのことを「鼻咽腔閉鎖機能」と称し、あたかも「鼻咽腔」と呼ばれる「腔」を軟口蓋が閉鎖する機能のように誤解されている。VPFはヒトが二足歩行になった結果生じたヒト固有の機能であるために、動物実験で得られる結果は参考にならず、臨床に有益な知見も乏しい。さらに頭蓋顎顔面構造の中心近くでの機能であるために観察が難しく、研究対象としても好まれない。その結果、関連職のほとんどがVPFについての正しい情報に触れる機会がなく、多様な原因で生じるVPI(口蓋帆咽頭閉鎖機能不全症velopharyngeal incompetency/insufficiency)に対して誤った介入が継続されている場合もある。このことは、患者だけでなく言語聴覚士にとっても不幸なことであるが、誤った訳語が関連学会で修正されることなく、臨床、研究、教育の場で用いられている。

今回、第3回日本ディサースリア学術集会において

VPFについて講演する機会を与えられ、主たる役割を担う口蓋帆挙筋を標的筋とした筋電図学的研究の結果をもとにVPFの調節機構について概説した後、臨床現場で一般的に行われている簡易的評価法やblowing訓練法の問題、外科手術や口腔装置(speech bulb, Palatal lift prosthesis)治療、構音訓練についての演者の考え方を説明した。本総説では、それらについて講演内容を補完する情報を含めて解説する。

## II. そもそも「鼻咽腔」という腔はあるのか?

日本摂食嚥下リハビリテーション学会では、嚥下造影検査法の観察項目として、模擬食品の動態観察の項目中に「鼻咽腔への逆流」、解剖学的構造の異常・動きの観察項目中に「鼻咽腔」を挙げている。どのような根拠で「鼻咽腔」が明示されたのか不思議に感じる。「嚥下時に軟口蓋を上を越えて鼻咽頭に造影剤が流入している」ことを、「鼻咽腔への逆流」とする記述を一部の報告にみるが、これは誤りである。

VPFとは、口蓋帆(velum)によって口腔と鼻腔を咽頭(pharynx)で分離する機能のことであり、鼻咽腔という構造が閉鎖されるのではない。「nasopharyngeal」に「velopharyngeal」という語が似ているため、「nasopharynx 鼻咽頭」に似た「velopharynx 鼻咽腔」が造語されたのではないかと思考する。原語の直訳では『口蓋帆咽頭閉鎖機能』である。ちなみに、軟口蓋が上方に挙上する際

一般社団法人 TOUCH

[連絡先] 館村 卓: 一般社団法人 TOUCH (〒563-0017 大阪府池田市伏尾台5-8-3)

TEL: 072-741-0422 FAX: 072-741-0448 E-mail: tachimura-t@leto.eonet.ne.jp

受稿日: 2016年9月12日 受理日: 2016年9月30日

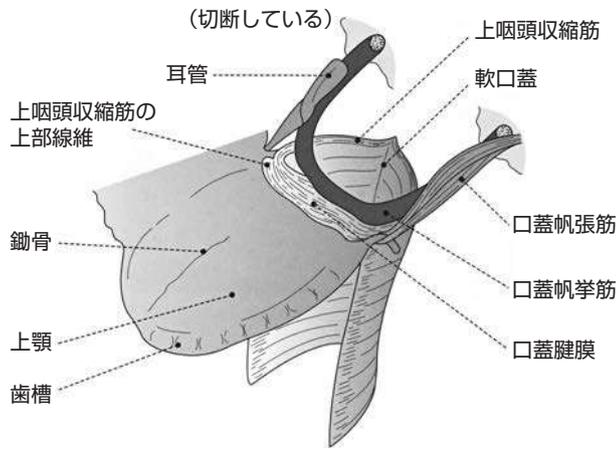


図1 口蓋帆咽頭（いわゆる鼻咽腔）閉鎖機能の中心を担う口蓋帆挙筋の走行

左右の口蓋帆挙筋は耳管に接しながら翼突鉤は回らないで軟口蓋に入り、反対側の同名筋と混じり合って筋輪（muscle sling 口蓋帆挙筋わな）を形成する。上方から眺めると、上咽頭収縮筋と口蓋帆挙筋筋輪とは輪状筋を構成するような構造になっている。

に走査する咽頭部分を表現したい場合、「velopharyngeal port」が使われることが多い。

### Ⅲ. VPF に関わる構造と運動

VPFを担う筋群として、Fritzel<sup>1)</sup>は、1) 口蓋帆挙筋、2) 口蓋帆張筋、3) 上咽頭収縮筋、4) 口蓋舌筋、5) 口蓋咽頭筋を挙げ、Azzam<sup>2)</sup>らは、軟口蓋が咽頭後壁に線状に接触した後、より高い閉鎖強度を得るために面状の接触状態にする、6) 口蓋垂筋も加えている。

口蓋帆挙筋が、頭蓋底から斜め下方向に咽頭側壁の中を通過して軟口蓋に停止<sup>3)</sup>し、活動時の咽頭側壁の内方運動の高さが軟口蓋の挙上レベルである口蓋平面であることやVoice Onset Timeが軟口蓋運動に近似するため、軟口蓋の挙上運動と咽頭側壁の内方運動は口蓋帆挙筋活動によっているとされている<sup>4)</sup>。

咽頭後壁の前方運動は上咽頭収縮筋により補完的に行われていることから、この絞約運動には口蓋帆挙筋と上咽頭収縮筋が二つの「わな」を作り、単一の輪状筋による絞約運動よりも気密な閉鎖を達成できる構造となっている（図1）。口蓋帆挙筋活動によるために閉鎖レベルは咽頭の長軸方向に移動しながら閉鎖面積を減少していく3次元運動（図2）である<sup>5)</sup>。Moonら<sup>6)</sup>は、軟口蓋の挙上位が口蓋帆挙筋、口蓋舌筋、口蓋咽頭筋の筋活動を説明変数とする重相関式で表せるものの、その寄与の程度は口蓋帆挙筋が最も大きいことから、VPFの主役は口蓋帆挙筋であるとしている。

VPFに関わる神経生理学は複雑である。口蓋帆張筋と口蓋垂筋を除いて、軟口蓋と上咽頭に分布する筋は、舌咽

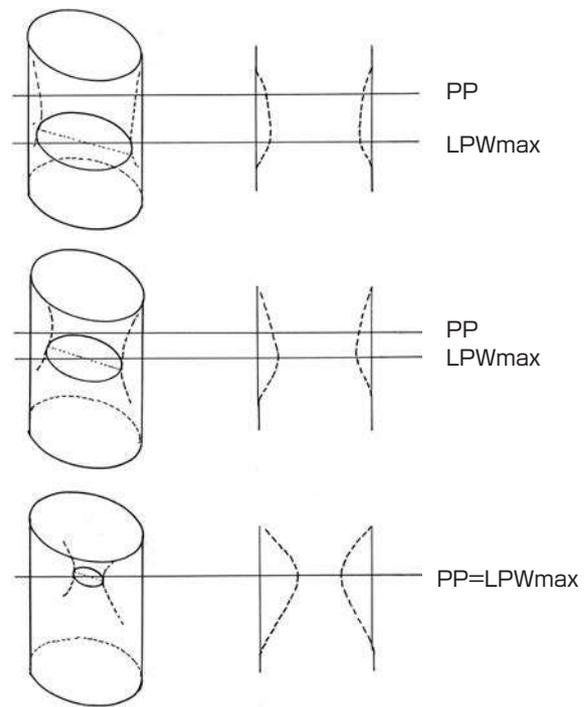


図2 口蓋帆咽頭閉鎖運動の模式図

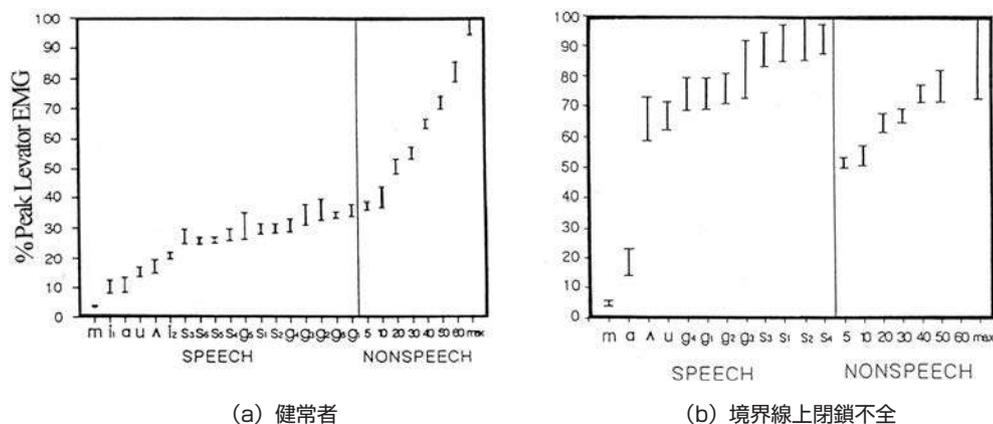
本来屈曲している上咽頭と中咽頭を伸ばし、真っ直ぐのチューブであると仮定した時、口蓋帆咽頭閉鎖運動とはチューブの前部と側方の管が内側に寄るように運動して、口蓋平面の高さで3つの構造が接触して管が閉じられる運動である。

神経、迷走神経、咽頭神経叢によって支配され、口蓋帆張筋は三叉神経下顎枝、口蓋垂筋は顔面神経の小口蓋神経によって支配されているとする報告<sup>5)</sup>、下顎神経と副神経が翼口蓋神経節からの咽頭神経叢とともに口蓋と口蓋垂筋に分布するとの報告<sup>7)</sup>がある。また、口蓋帆挙筋活動のパターンは、顔面神経刺激時には会話に似るが、迷走神経や舌咽神経刺激時には嚥下活動に似るという報告<sup>8)</sup>もある。一方、単一の口蓋帆挙筋が、嚥下とspeechという全く相違する機能を担うため異なる運動神経により調節されるという説には反論<sup>9)</sup>もある。

運動神経支配についての報告のほとんどは、屍体解剖の所見に基づくものであったり、麻酔下の動物で剖出した神経と筋への刺激による反応を調べた結果であったり、神経障害を有する患者の所見から類推したものである。構造的にも機能的にも四足動物とは異なる生きたヒトについてはいまだ明確ではない。

一方、感覚神経支配については、解剖所見から、咽頭粘膜炎、口蓋弓、軟口蓋は、咽頭神経叢の支配を受けるとする報告<sup>7)</sup>、軟口蓋の感覚は迷走神経咽頭枝が担うとする報告<sup>8)</sup>があるが、実際の機能時に関与するかを示したのではなく、VPF調節を担う感覚神経も十分には明らかでない。

生きた状態のヒトのVPFの感覚神経支配を調べること



(a) 健常者

(b) 境界線上閉鎖不全

図3 口蓋帆挙筋活動と口腔内圧の相関性と閉鎖機能の関係

(a) 健常話者と (b) 境界線上の閉鎖不全話者。境界線上の閉鎖不全話者の blowing 活動での口蓋帆挙筋活動と口腔内圧の相関性は健常者と著しい相違は認められないが、speech に要する筋活動は 70% を超えて高くなる。

は困難であるため、呼吸、speech、嚥下の各活動時の感覚情報を変化させた際の VPF に関わる筋群の活動様相の変化を測定することにより検討されてきた。これまでに報告されている感覚情報としては、口腔内圧<sup>10-15)</sup>、鼻腔気流量<sup>13-15)</sup>、残遺孔<sup>16)</sup>、鼻腔内圧<sup>17-21)</sup>、頭位<sup>22, 23)</sup>、重力<sup>24)</sup>、食物量<sup>25-27)</sup>、舌位、食物物性<sup>27-29)</sup>がある。

#### IV. 感覚情報から見た VPF 調節機構

口蓋帆挙筋には小さな筋紡錘がまばらにしか存在せず<sup>30)</sup>、また発音前約 0.3 秒時に口蓋帆挙筋活動が開始されるため、口蓋帆挙筋活動の開始は feed backward ではないとされている。一方、連続音表出時や blowing 時には、軟口蓋によって口腔と鼻腔は分離された状態で、口腔内圧が変化しても鼻腔に呼吸は漏れないように調節されている。このことから、健常者では、持続的閉鎖時の口蓋帆挙筋活動は口腔内圧を検出して調節していると考えられる。口蓋帆挙筋活動と blowing 時の口腔内圧を調べると、筋活動は口腔内圧と正の相関をもって調節されている<sup>10, 11)</sup> (図 3a)。

一方、この関係は VPI の重症度に関連することが示されている。可及的 maximum effort での blowing 時の筋活動を 100% とすると、健常者では speech に必要な筋活動は 30~40% である<sup>10)</sup>。境界線上の VPI 例では、blowing 時の口蓋帆挙筋活動は、健常者同様、口腔内圧に相関する<sup>11, 12)</sup>が、発音時の口蓋帆挙筋活動は、最大努力での blowing 活動での筋活動の 70% 以上になる<sup>12)</sup> (図 3b)。一般的に最大筋活動の 70% 以上の筋活動では、筋疲労により作業は継続できない。このことは、単音節は適切に表出できるが、会話レベルでは閉鎖が破綻する境界線上の VPI 例の VPF をうまく説明できる。すなわち、発音時の

高い筋活動のために、連続音表出時には口蓋帆挙筋が疲労して閉鎖状態が破綻するためであると考えられる。

blowing 時の口蓋帆挙筋の疲労性について周波数分析により調べると、最大努力での呼吸動作や閉鎖性子音の連続表出では、VPI 例では顕著な疲労が示される<sup>31, 32)</sup>。VPI が重度化すると blowing 時の口腔内圧との相関性は失われ、かつ筋活動は 0 レベル近傍まで低下する。speech に必要な筋活動は、blowing 時よりも高くなる<sup>31)</sup>。このことは訓練に対して重要な意味をもつ。すなわち、VPI を放置したままで blowing 訓練を行っても、口蓋帆挙筋は疲労して活動は低下するため、VPF の賦活には効果がない。

正常な VPF であって、発音時に呼吸が鼻腔に漏出した際には閉鎖状態を正常化する機構が存在する必要がある。原ら<sup>13)</sup>は、経鼻 airway tube の側壁にチューブの先端から 5 cm の位置に小孔を穿孔した実験用チューブを作成し、先端が口腔、小孔が鼻腔に位置するように挿入し、さらに tube 内にマンドレルを抜き差しすることで、発音時の呼吸を自由に鼻腔に誘導できるようにして、口蓋帆挙筋の対応を調べた。その結果、呼吸が鼻腔に流入すると口蓋帆挙筋活動は高くなることを示した。すなわち、鼻腔気流は気密な閉鎖の破綻を示す critical factor として VPF の調節機構に組み込まれていることが示され、この機能はスピーチエイド等により VPI を補完した例でも認められた<sup>14, 15)</sup>。

すなわち、この調節機構は、正常な VPF によって口腔と鼻腔が気密に分離されることによって作動するが、VPI では作動しない可能性がある。換言すると、VPF の賦活のためには、口腔と鼻腔が物理的に分離されて感覚情報が適切に入力される条件の下に構音訓練が行われる必要がある。

口腔鼻腔が一体化した状態は開放された口蓋欠損によっ

表 1 原因によって選択する治療法

原因	治療法
誤学習	構音訓練
神経筋障害	構音訓練 口腔装置 (PLP, スピーチエイド, 他) CPAP
実質欠損	構音訓練 口腔装置 手術

でも生じること<sup>16)</sup>から、口蓋腫瘍切除後に口蓋欠損が開放された状態で経過すると長期的には VPF の調節様相も影響を受ける可能性があることがわかる。

鼻腔気流により VPF が変化することは、鼻腔にも空気力学的要素を検出する機構があることを示している。口咽頭から鼻咽頭を経て体外へ向かう気流は、鼻腔内の構造(鼻中隔等)によって圧縮される。したがって、考えられる検出機構としては鼻腔内圧の検出機構であると思われる。発音時に外部から鼻腔内に吹送した空気により鼻腔内圧が上昇すると、口蓋帆挙筋活動は鼻腔内圧に相関して上昇することから、鼻腔内圧も VPF の調節因子の一つであることが示されている<sup>17, 18)</sup>。

これらの結果に基づいて、鼻腔内陽圧負荷装置 (CPAP) を用いて鼻腔内圧を上昇させて口蓋帆挙筋を賦活する 2 ヶ月間の賦活訓練プログラムが提案されている<sup>18-21)</sup>。

## V. VPF の評価方法

VPI の治療には、外科手術、装置、訓練とある。通常は、VPF の評価結果と VPI の原因によって、これら 3 つの治療法を組み合わせる (表 1)。前述したように、VPF の調節機構は精緻であり、評価は生理学的裏付けのある方法を用いる必要がある。しかしながら、関連学会が推奨する方法も含めて問題の多い方法が通常使われている。

現在、VPF の評価法とされているものを表 2 に示した。いずれの評価方法も VPF の研究手段であるが、本邦で臨床現場で広く用いられる臨床的簡易検査である、鼻息鏡による鼻漏出の検査と吹き戻しを用いる blowing 検査には注意が要る。これらの問題について述べる。

### 1. 鼻息鏡

鼻息鏡は、ステンレス板に等間隔の半円と 45 度ずつ角度の異なる 3 方向に直線が引かれ、いかにも、漏出する方向と鼻漏出「量」が定量的に測定できる道具にみえる。しかしながら、境界線上の VPI の場合、blowing 時の口腔内圧の高さによって口蓋帆挙筋の活動性が変化するた

表 2 VPF の評価法

	評価法
主観的評価法	口腔内視診 (Oral examination) 聴覚的判定 (Auditory impression) 臨床的簡易検査 (Simple mirror test)
客観的評価法	X線検査 (Radiography) 側方頭部 X線規格写真 (Cephalogram) X線ビデオ (Videofluoroscopy) 断層撮影 (Computed Tomography : CT) 内視鏡検査 (ENF, NPF, Endoscopy) 音響音声分析 (Sound spectrograph) ナゾメータ (Nasometer) 空気力学的な方法 (Aerodynamics) 超音波 (Ultrasound) 光量計測装置 (Photodetection)

め、口腔内圧の高さが規定されない場合には、咽頭の閉鎖不全面積が変化することになり、鼻漏出量が異なる可能性がある。さらに、高い口腔内圧での持続的な blowing 活動では、口蓋帆挙筋に疲労が生じて閉鎖状態が変化するため、重症度の客観的評価はできないことになる。

発音時に用いても、speech での筋活動が、境界線上 VPI では最大筋活動の 70% 以上になり、重度例では最大筋活動が speech で示されることから、単音節と連続音では疲労の程度が異なるため鼻漏出の結果は異なる。すなわち、鼻息鏡での評価は「漏れがあるかないか」の定性的評価に留めるべきである。

### 2. 吹き戻し

吹き戻し (carnival blow (CB), まき鳥, 巻笛等) は、安価で入手しやすい玩具であり、日本音声言語医学会で勧める検査法 (音声言語医学 34 : 298-304, 1993. 鼻咽腔閉鎖機能検査法について一日本音声言語医学会口蓋裂言語小委員会) には、これを用いることが明記されている。CB は VPF の評価のために作られた医療器具ではないため、物性は規格化されていない。図 4 は、異なる 2 社の製造会社による各 10 本の CB を伸展するのに必要な空気圧であり、図 5 はいったん伸展された CB の伸展状態を維持するために必要な空気圧を示している<sup>32)</sup>。製造会社ならびに製品によって伸展圧は異なり、さらに一度伸展すると二度目以後の伸展に必要な口腔内圧は著しく低下することがわかる。すなわち、製造社と製品によって口腔内圧が異なる結果、口蓋帆挙筋活動も異なる。すなわち、評価の時を違えて CB によって評価した場合、CB の機械特性が検査のたびに異なることになり、再現性のある評価結果が得られないことになる。

このことは、CB を blowing 訓練に使ううえで問題があることを示している。口腔内圧を規定しての訓練はできな

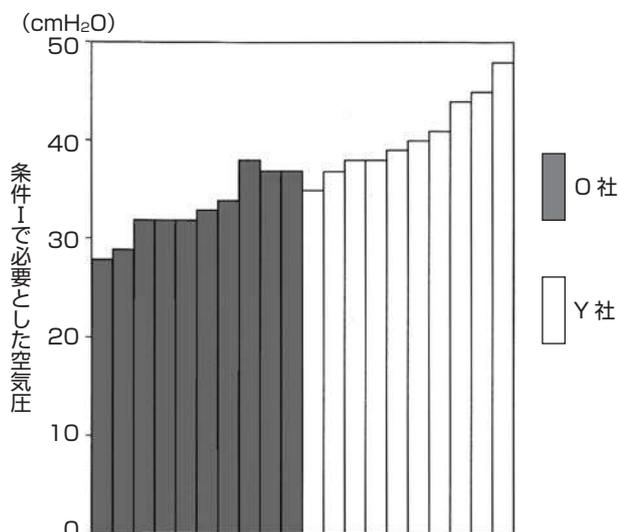


図4 製造社の異なるCBを初めて伸展させるために必要な空気圧製品ごとに、また製造社の相違によっても伸展するために必要な空気圧は異なる。

いこと、何度も吹かせると伸展に要する口腔内圧は低下することで口蓋帆挙筋活動も小さくて済むこと、閉鎖不全の程度によっては口蓋帆挙筋の疲労を生じることから、閉鎖の定量的評価も予後のみえる賦活訓練の効果も期待できない。

### 3. 相対的に再現性の高い評価方法

以上の方法は定性的であるといえ、定量的な評価法が必要である。一般的に、運動は関連する筋(群)の等尺性収縮と等張性収縮の両方によって構成される。したがって、評価法には、これら両方が評価されることが望ましい。VPFの等尺性収縮の評価は筋電図を用いる以外に方法はなく、手法や分析法が難しく、臨床的ではない。その結果、不十分であるが、等張性運動の評価法である内視鏡とX線の方法が用いられている。これらは侵襲的な介入的検査であり、医師・歯科医師免許が必要となる。したがって、音声言語病理・生理に通じた医師・歯科医師でない場合には適切な評価が難しい可能性がある。紙数の関係で、これらの詳細については他書に譲る。

## VI. VPIの治療法

構音訓練はすべてのVPIの治療法において必要である。本論文では、言語専門職と歯科医療職との協働によって構音訓練の効果を増強できる口腔装置(バルブ型スピーチエイド、軟口蓋挙上装置PLP)について述べ、VPIの外科手術(咽頭形成術、咽頭弁移植術、咽頭弁形成術、等)については他書に譲る。

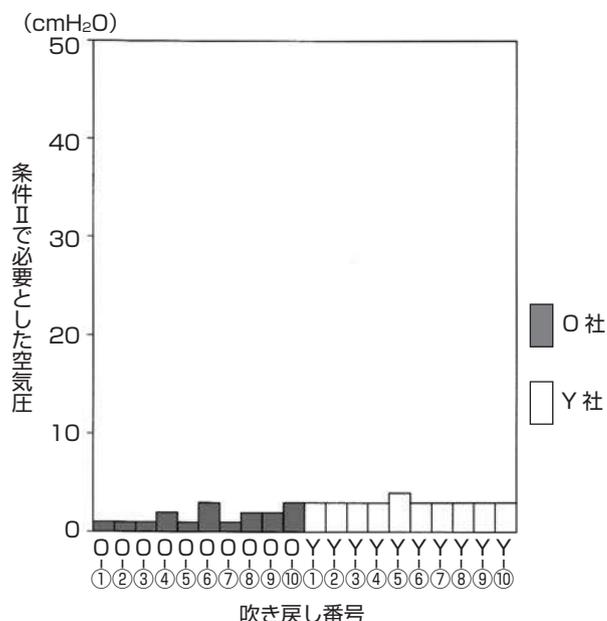


図5 いったん伸展されたCBの伸展状態を維持するために必要な空気圧

いったん伸展されると、CBの内部のばねが引き伸ばされることで弾性が低下して、伸展状態を維持するうえで必要な空気圧は顕著に低下する。

## VII. 口腔装置の利点と問題

著者らが口腔装置を選択する理由は、装置によって空気力学的要素の入力様相を正常化でき、構音訓練の効果を増強できることである。しかしながら、この効果はVPFの生理に基づいた作成法以外では期待できないことは、手術と同様である。

装置に対する批判の多くは、言語病理や生理に長けていない歯科医師が、完成した装置の形状を模した似て非なる装置を作成することに原因がある。たとえば、図6に示すような、wireで口蓋床とbulbを連結した装置(under-and-up type)の場合、一期法で作成すると咽頭違和感が強いこと、嚥下時の舌挙上を障害するとともに、嚥下時には口蓋舌筋の収縮により装置が脱落すること、wireが舌軟口蓋閉鎖を障害することで正常構音時の軟口蓋音の表出を妨害する。また、PLPにしても、金属のburで一気に軟口蓋を挙上すると、口蓋舌筋を急速に伸展することにより反射性収縮のために軟口蓋には下方への牽引力が生じて脱落したり、疼痛を惹起することがある。その結果、装着のcomplianceは低下する。

## VIII. それでも選択する理由

著者は、上記した問題点の解決法として、まず口蓋床だけを作成し、その後に徐々に軟口蓋挙上部を2週間に一度、

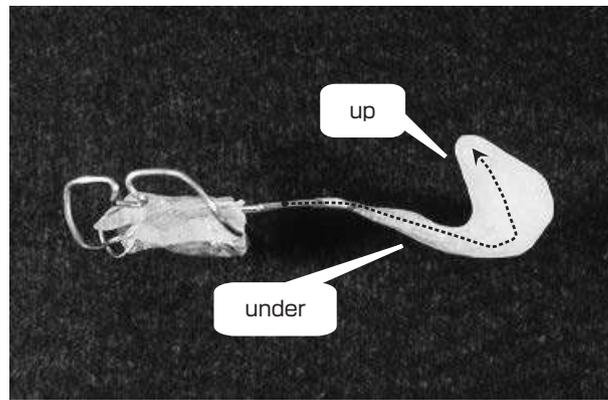


図6 under-and-up type のバルブ型スピーチエイド  
 安静時の軟口蓋の口腔側面の形状に従って連結子である wire が屈曲・作成される。下方に向かっての wire のためにさまざまな問題を生じる。

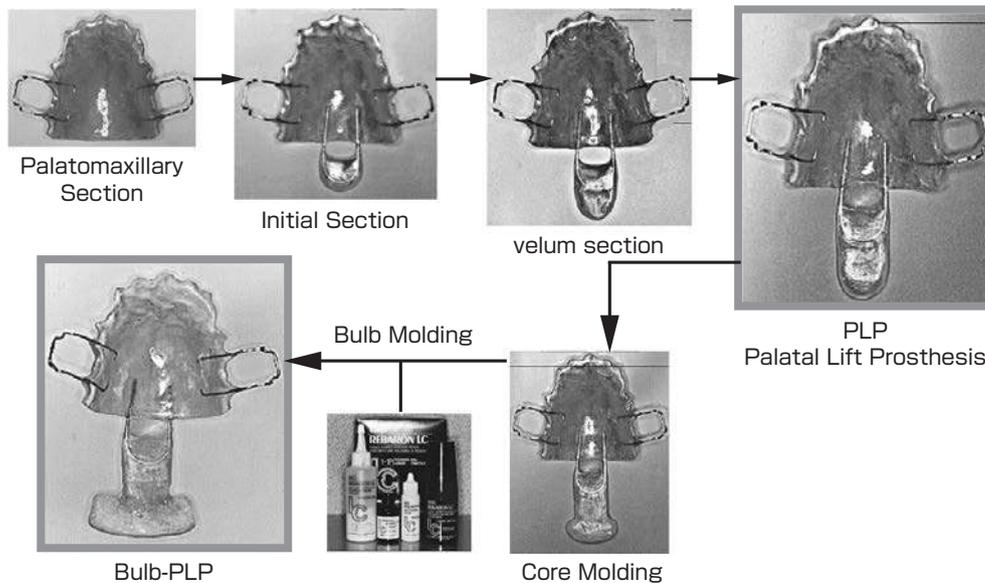


図7 hybrid 型のスピーチエイドの作成過程

すべてのVPI例に対して、重症度にかかわらず、段階的にPLPを作成する。挙上子によって軟口蓋が口蓋平面まで挙上された段階で内視鏡によって閉鎖状態を確認し、閉鎖不全部分があれば挙上子後端に栓塞子を付加する。

約2mm程度延長することで、徐々に軟口蓋を挙上している。一般的に、筋は伸長された状態で経過すると、伸長された筋長を基本的な安静時筋長であるとして活動する。したがって、段階的に軟口蓋挙上部を伸長して、その状態で2週間経過すると口蓋舌筋は、その筋長を安静時筋長であるとするため、筋紡錘による反射は生じなくなり、装着時に違和感は生じなくなり、また嚥下時の脱落も防止できる。

軟口蓋がほぼ口蓋平面まで挙上された段階で、内視鏡検査を行い、発音時に軟口蓋鼻腔側面と咽頭後壁の間の咽頭にgapが認められた場合、挙上子後端を延長してbulbを賦与する。bulbも一回で作成するのではなく、後端に作

成したコアに徐々に光重合樹脂を盛り上げていく方法を採用している(図7)。

口蓋裂であれば、VPIの診断のもとに4歳で装置を装着した症例の約23%が、10歳時に装置が不要になるまでVPFが賦活されることやバルブの場合にはbulb reduction therapyを行うことによって、積極的に装置撤去に向かう、あるいはより負荷の低いPLPに移行することで、合併症の低い手術が可能となり、患者への負担が軽減できる。換言すると、重症度が変化することに応じて、装置の形状を変化させることが可能な治療法である点が不可逆的治療法である手術とは異なる利点である。

近年、救命医療が発達した一方で音声言語機能の障害、

運動性構音障害を有する人々が増えている。これらの症例への言語訓練の成績はVPFの良否が強く影響するが、観血的治療法は全身的制約から採用しがたく、口腔装置は構音訓練と併せて選択されるべきであろう。

## IX. 嚥下活動と口蓋帆咽頭(いわゆる鼻咽腔)閉鎖機能

学会にては言及した内容であるが、紙数の関係で本論文では割愛する。対象は、食物物性と口蓋帆拳筋活動、食物量と口蓋帆拳筋ならびに口蓋舌筋活動である。興味をもたれた読者は文献リスト<sup>25-29)</sup>を参考にしていきたい。

### 文 献

- 1) Fritzel B : The velopharyngeal muscles in speech. *Acta Otolaryngol*, 250 (Supplement) : 5-81, 1969.
- 2) Azzam NA, Kuehn DP : The morphology of muscles uvulae. *Cleft Palate Journal*, 14 : 78-87, 1977.
- 3) Dickson DR, Maue-Dickson W : Velopharyngeal anatomy. *J Speech Hear Res*, 15 : 372-381, 1972.
- 4) Iglesias A, Kuehn DP, Morris HL : Simultaneous assessment of pharyngeal wall and velar displacement for selected speech sounds. *J Speech Hear Res*, 23 : 429-446, 1980.
- 5) 館村 卓 : 口蓋帆咽頭閉鎖不全, 医歯薬出版, 東京, 41, 2012.
- 6) Moon JB, Smith AE, Folkens JW, et al : Coordination of velopharyngeal muscle activity during positioning of the soft palate. *Cleft Palate Craniofac J*, 31 : 45-55, 1994.
- 7) 館村 卓 : ゼムリン言語聴覚学の解剖生理第4版, 医歯薬出版, 東京, 417頁, 2007.
- 8) Peterson-Falzone S, Hardin-Jones MA, Karnell MP : *Cleft Palate Speech 3rd Ed.* Mosby, St. Louis, 77, 2001.
- 9) Bosma JF : *Anatomy of the Infant Head.* The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 391-392, 1986.
- 10) Kuehn DP, Moon JB : Levator veli palatine muscle activity in relation to intraoral air pressure variation. *J Speech Hear Res*, 37 : 1260-1270, 1994.
- 11) 後藤友信 : 鼻咽腔閉鎖強度とその調節に関する研究. *阪大歯学誌*, 22 : 87-106, 1977.
- 12) Kuehn DP, Moon JB : Levator veli palatine muscle activity in relation to intraoral air pressure variation in cleft palate subjects. *Cleft Palate-Craniofac J*, 32 : 376-381, 1995.
- 13) 原 久永, 館村 卓, 和田 健 : 発音時における口蓋帆拳筋活動に対する口腔内圧, 鼻腔気流量の影響—健常者における検討—. *日口蓋誌*, 21 : 80-86, 1996.
- 14) Tachimura T, Hara H, Wada T : Oral air pressure and nasal air flow rate on levator veli palatini muscle activity in patients wearing a speech appliance. *Cleft Palate J*, 32 : 382-389, 1995.
- 15) 原 久永, 館村 卓, 和田 健 : 発音時における口蓋帆拳筋活動に対する口腔内圧, 鼻腔気流量の影響—スピーチエイド装着症例における検討—. *日口蓋誌*, 20 : 9-16, 1995.
- 16) Tachimura T, Hara H, Koh H, et al : Effect of temporary closure of oronasal fistula on levator veli palatini muscle activity. *Cleft Palate-Craniofac J*, 34 : 505-511, 1997.
- 17) 館村 卓 : 鼻音化母音発音時の鼻咽腔閉鎖運動に対する鼻腔内圧の影響. *阪大歯学誌*, 30 : 28-59, 1985.
- 18) Kuehn DP : New therapy for treating hypernasal speech using continuous positive airway pressure (CPAP). *Plast Reconstr Surg*, 88 : 959-969, 1991.
- 19) Kuehn DP, Imrey PB, Tomes L, et al : Efficacy of continuous positive airway pressure for treatment of hypernasality. *Cleft Palate-Craniofac J*, 39 : 267-276, 2002.
- 20) 原 久永, 館村 卓, 高 英保, 他 : 持続的鼻腔内陽圧負荷装置を用いた鼻咽腔閉鎖機能賦活法 (CPAP療法) の nasalance による評価. *日口蓋誌*, 23 : 28-35, 1998.
- 21) 館村 卓, 高 英保, 原 久永, 他 : スピーチエイド装着時における発音時口蓋帆拳筋活動に対する持続的鼻腔内陽圧負荷の効果. *阪大歯学誌*, 42 : 206-212, 1997.
- 22) McWilliams BJ, Musgrave RH, Crozier PA : Influence of head position upon velopharyngeal closure. *Cleft Palate J*, 5 : 117-124, 1968.
- 23) 原 久永, 館村 卓, 和田 健 : 頭位の変化が口蓋帆拳筋活動に与える影響—軽度鼻咽腔閉鎖不全症例について—. *日口蓋誌*, 25 : 233-238, 2000.
- 24) Moon JB, Canady JW : Effects of gravity on velopharyngeal muscle activity during speech. *Cleft Palate-Craniofac J*, 32 : 371-375, 1995.
- 25) Tachimura T, Ojima M, Nohara K, et al : Change in Palatoglossus muscle activity in relation to swallowing volume during the transition from the oral phase to pharyngeal phase. *Dysphagia*, 20 : 32-39, 2005.
- 26) Tachimura T, Okuno K, Ojima M, et al : Change in levator veli palatini muscle activity in relation to swallowing volume during the transition from the oral phase to pharyngeal phase. *Dysphagia*, 21 : 7-13, 2006.
- 27) 館村 卓 : 食物物性および一口量の嚥下機能に対する影響—口蓋帆咽頭閉鎖機能に焦点を当てて—. *日本味と匂学会誌*, 17 : 87-96, 2010.
- 28) 河合利彦, 館村 卓, 外山義雄, 他 : 低粘性液状食品の粘性の相違が嚥下時の口蓋帆拳筋活動におよぼす影響. *日摂食嚥下リハ会誌*, 13 : 128-134, 2009.
- 29) 河合利彦, 館村 卓, 外山義雄, 他 : 非ニュートン性液状食品の嚥下時の口蓋帆拳筋活動の口蓋帆拳筋活動. *日摂食嚥下リハ会誌*, 14 : 265-272, 2010.
- 30) Kuehn DP, Templeton PJ, Maynard JA : Muscle spindles in the velopharyngeal musculature of humans. *J Speech Hear Res*, 33 : 488-493, 1990.
- 31) Tachimura T, Nohara K, Fujita Y, et al : Change in levator veli palatini muscle activity for patients with cleft palate in association with placement of a speech-aid prosthesis. *Cleft Palate-Craniofac J*, 39 : 503-508, 2002.
- 32) 佐々生康宏, 館村 卓, 野原幹司, 他 : 吹き戻しによる鼻咽腔閉鎖機能検査の不確実性. *音声言語医学*, 47 : 166-170, 2006.