

原 著

正常嚥下者と舌突出型嚥下者における舌背の上下運動の超音波解析

井上 龍治 黒江 和斗 金 俊 熙* 山口孝二郎** 伊 藤 学 而

鹿児島大学歯学部歯科矯正学講座

*きむ矯正歯科クリニック, 松山市

**鹿児島大学歯学部口腔外科学第一講座

Ryuji INOUE, Kazuto KUROE, Joon Hee KIM*, Kojiro YAMAGUCHI** and Gakuji ITO

Department of Orthodontics, Kagoshima University Dental School

*Kim Orthodontic Clinic, Matsuyama

**First Department of Maxillofacial Surgery, Kagoshima University Dental School

キーワード：舌，機能，嚥下，超音波診断

抄録：超音波診断装置を用いた解析法を検討するため、女性の正常嚥下者 15 名 (NS 群) と舌突出型嚥下者 10 名 (TT 群) にジュース 5 ml を嚥下させ、下顎両側第一大臼歯を通る前頭断面の舌背の上下運動を M モード画面で撮影した。上下運動を上昇相、接触相および下降相に分け、それぞれをタイプ分けし、上昇距離、時間および速度等を計測した。

1. タイプ分けによれば、上昇相には舌背がただちに上昇するダイレクト型と一旦沈み込んでから上昇するバウンド型の 2 つがあり、前者には NS 群の 9 名、後者には NS 群の 6 名と TT 群の 10 名が含まれていた。接触相には、長プラトー型、短プラトー型、非プラトー型の 3 つがあり、長プラトー型には NS 群の 6 名、短プラトー型には NS 群の 3 名と TT 群の 5 名、非プラトー型には NS 群の 6 名と TT 群の 5 名が含まれていた。しかし、下降相ではどの被検者もただちに下降して、タイプ分けができなかった。

2. 計測値によれば、舌背の上昇距離は TT 群が NS 群より、バウンド型がダイレクト型より有意に大きかった。また、接触時間は接触相の 3 つの型の間で有意差があった。

3. タイプ分けあるいは計測値で有意差のあった上昇距離と接触時間の 2 項目で散布図を描くと、各被検者は上昇距離では分かれないうが接触時間では 3 つのグループに分かれ、しかも各グループは長プラトー型、短プラトー型、非プラトー型に対応していた。

4. 以上から、舌背が上昇して口蓋と接触する接触相の型ないしは接触時間が、嚥下時の舌機能評価に有効な指標となることが示唆された。

(Orthod. Waves 59(2) : 111~119, 2000)

Ultrasound analysis of the up-down movement of tongue dorsum in subjects with normal and tongue thrust swallowing

Abstract : To analyze the swallowing tongue movement using the ultrasound unit, its M mode images of the movement was recorded in the frontal section through the mandibular first molars in 15 normal swallowing (NS) and 10 tongue thrusting (TT) females. The ascending, contacting and descending phases of the up-down movement of tongue dorsum were classified and analyzed.

1. In the ascending phase, the direct type in which the tongue dorsum ascending directly and the bound type in which it descending before ascending were classified. The former contained 9 subjects of NS, and the latter did 6 subjects of NS and 10 subjects of TT. In the contacting phase, the long plateau, short plateau and non-plateau types were classified. The long plateau type contained 6 subjects of NS, the short plateau type did 3 subjects of NS and 5 subjects of TT, and the non-plateau type did 6 subjects of NS and 5 subjects of TT.

2. The ascending distance was significantly larger in TT and the bound type compared to NS and the direct type. The palatal contact duration showed significant differences among three types of the contacting phase. On the scattergram, subjects were

separated into three groups by the palatal contact duration.

3. It was suggested that types of the contacting phase and the palatal contact duration might be useful

indicators for the evaluation of tongue function during swallowing.

(Orthod. Waves 59(2) : 111~119, 2000)

緒 言

嚥下時の舌運動は咬合と密接な関連があると考え^{1,2)}、なかでも舌の一部を上下歯列の間に突き出す舌突出癖は開咬の病因として重視されてきたが^{3~5)}、嚥下における舌の役割は、嚥下物を咽頭へ送り込むことにある⁶⁾。

嚥下物の移送は前方から後方へ向かう舌背の連続的な上下運動によって行われ⁷⁾、消化管の蠕動運動に類似している⁸⁾。舌背の上下運動は、嚥下物が大きく固い場合や粘度がある場合は力強く、小さく粘度がない場合は小さく運動するとされている⁹⁾。また、正常咬合者の舌背の上昇開始時には上昇型と下降型の2つのタイプがあるが、上昇して口蓋と接触した後はどちらもしばらくその状態を維持するとされている¹⁰⁾。これらのことから、舌背の上下運動は、嚥下における舌機能の重要な要素と考えられる。

舌運動の解析には、従来、X線映画法^{7,9~13)}やX線テレビ法^{8,14~17)}が多く用いられてきた。最近では、放射線被爆がなく、任意の断面を実時間で観測できる超音波診断法が用いられている^{15,16,18~24)}。しかしこれを用いた舌運動の客観的な評価法は確立されていない。

本研究では、嚥下時の舌運動の評価法を検討するため、正常嚥下者と舌突出型嚥下者にジュースを嚥下させて、舌背の上下運動のバリエーションを超音波診断装置を用いて解析することとした。

対象と方法

I. 対 象

対象は、鹿児島大学歯学部 of 学生、歯科矯正学講座の医局員および同附属病院矯正科の患者から、以下の基準で選択した永久歯咬合期女性の正常嚥下者15名(NS群)と舌突出型嚥下者10名(TT群)である。

選択の基準は、榎ら⁵⁾の異常嚥下の診断法に従い、唾液嚥下時に口輪筋が緊張せず、歯科用ミラーで口角を排除して唾液を嚥下させた際に上下顎前歯間に舌尖が溢出しなかった者を正常嚥下者とし、唾液嚥下時に口輪筋が緊張して上下顎前歯間に舌尖が溢出した者を舌突出型嚥下者とした。

咬合の内訳は、NS群では正常咬合14名、叢生1名であるが、TT群ではいずれも上下顎4前歯以上の切縁が上下的に1mm以上離開した前歯部開咬を有し

ていた。なおTT群のうちの1名には、8歳からタンダクリブを10カ月間使用した既往があるが、残りの9名には、習癖除去装置の使用や筋機能訓練の既往はなかった。対象の年齢は、NS群が平均25歳4カ月(20歳9カ月~29歳10カ月)、TT群が平均23歳7カ月(15歳7カ月~37歳3カ月)で、群間に有意差はなかった。

II. 超音波規格撮影による舌背の上下運動の解析

1. 撮影方法

被検者を歯科用診療椅子に深く腰かけさせ、フランクフルト(FH)平面を水平にして頭部をイヤーロッドで固定した。用いた超音波診断装置はエコーカメラ(SSD-256, アロカ(株), 東京)、探触子は周波数5MHz、表示深度80mmのリニア電子走査型(5MHzUST-557-5, アロカ(株), 東京)で、近距離分解能に優れ鮮明な画像を得ることができる²¹⁾。撮影のための断面は、秋月ら²²⁾の規格撮影法に準じて、舌尖と舌根とのほぼ中間に相当する下顎両側第一大臼歯を通る前頭断面とした。

探触子の振動子面に音響結合剤(エコーゼリー, アロカ(株), 東京)を塗布し、振動子の長軸を横向きにして上記断面に一致させ、FH平面に垂直に保持して顎下部を圧迫しない程度に密着させ、自作の探触子固定装置で固定した(図1)。超音波診断装置のモニター画面をB/Mモードに設定し、Bモード画面に安静時の舌の上記前頭断面を通る断面像を表示した(図2, 左)。Bモード画面のMカーソルを動かして舌の正中矢状面を選択し、その上下運動をMモード画面に表示した(図2, 右)。被検者の口内にジュース5mlを含ませ、合図により嚥下させてMモード画面に現れる舌正中部の上下運動の開始から終了までをポラロイドカメラで撮影した。これを約2分間の休憩を挟んで5回行った。

2. 解析方法

Mモード画面のポラロイド写真から、平井ら²³⁾に準じて舌背の上下運動の軌跡(図2, 右の矢印)をトレースし、舌背の上下運動曲線を作成した。渡辺ら²⁴⁾に準じて上下運動の開始点と終了点を結んで基準線とし、上昇の終了点、下降の開始点を設け、さらに上下運動を上昇相、接触相および下降相に区分した(図3)。

舌背の上下運動曲線には各被検者によって多少のばらつきがあったが、曲線の形は個人によりほぼ定まっていた(図4)。そこで各被検者から代表的な上下運動

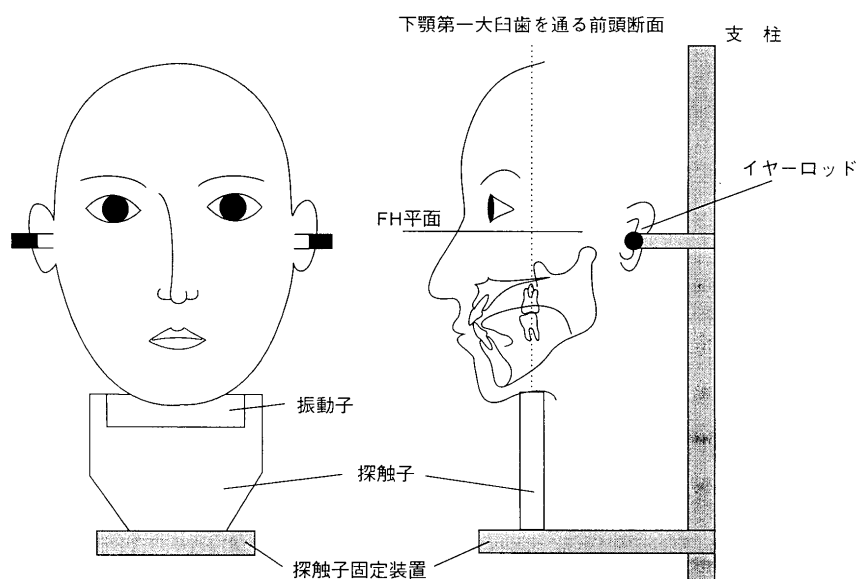


図 1 舌背の上下運動の超音波規格撮影の模式図

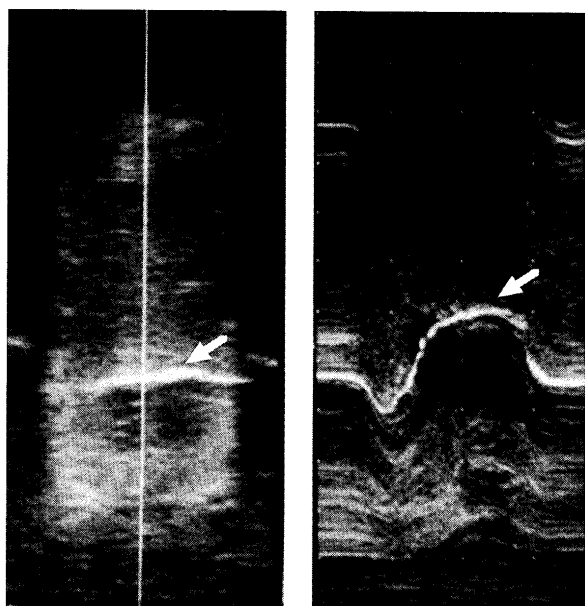


図 2 舌背の超音波写真

左：安静時の舌の B モード画面。下顎両側第一大臼歯を通る前頭断面像（縦軸は高さ，横軸は横幅）。縦方向の白線は舌の正中に置いた M カーソルを示し，横方向の白線（矢印）は舌背を示す。

右：嚥下時の舌の M モード画面。B モード画面の M カーソルで選択した舌正中部の上下運動（縦軸は高さ，横軸は時間）。白線（矢印）は舌背の上下運動の軌跡を示す。

曲線を選び，各相の形状をそれぞれタイプ分けした（図 5）。

次に，舌背の上下運動曲線に設けた各点を用いて，舌背の上昇距離（基準線から上昇の終了点までの高

さ），上昇時間（上下運動の開始点から上昇の終了点までの時間），接触時間（上昇の終了点から下降の開始点までの時間），および下降時間（下降の開始点から上下運動の終了点までの時間）をノギスで計測した。計測値は，M モード画面の縦横の目盛りから mm または sec に換算した。また，上昇距離を上昇時間および下降時間で除して上昇速度と下降速度を算出した。ただし接触相にプラトーが認められなかった者では，上昇時間は上下運動の開始点から上昇の終了点（下降の開始点）までの時間，下降時間は上昇の終了点（下降の開始点）から上下運動の終了点までの時間とした。

各被検者について，5 回の嚥下時の計測値から平均を求めた。群間あるいはタイプ間の平均値の差の有意性を Student の t 検定で検定した。

結 果

I. 上下運動曲線の各相のタイプ分け

図 5 に，舌背の上昇相と接触相のタイプ分けを示す。上昇相には，ただちに上昇するダイレクト型と，一旦沈み込んでから上昇するバウンド型の 2 つがあり，前者には NS 群の 9 名，後者には NS 群の 6 名と TT 群の 10 名が含まれている。

接触相には，上下運動の開始点から終了点までの時間に対する接触時間の割合が概ね半分以上である長プラトー型，半分以上以下である短プラトー型，プラトーがない非プラトー型の 3 つがあり，長プラトー型には NS 群の 6 名，短プラトー型には NS 群の 3 名と TT 群の 5 名，非プラトー型には NS 群の 6 名と TT 群の 5 名が含まれている。しかし下降相では，どの被検者でもただちに下降してタイプ分けができなかった。

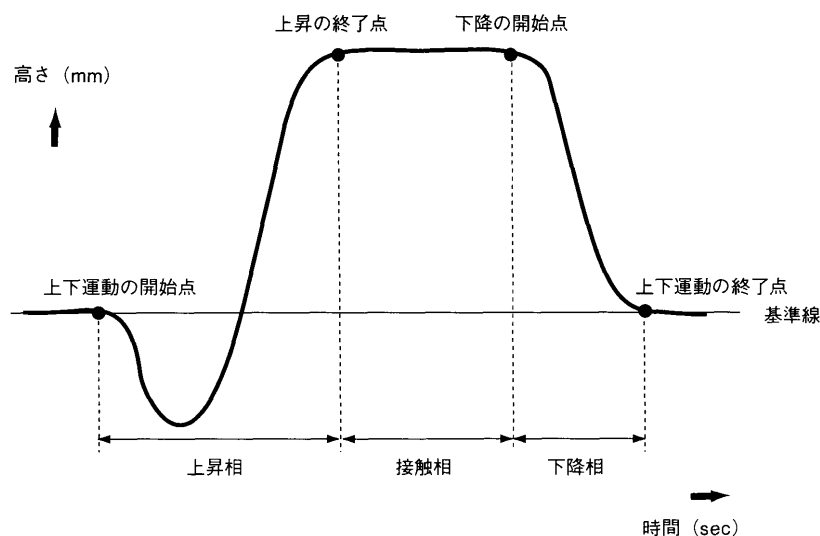
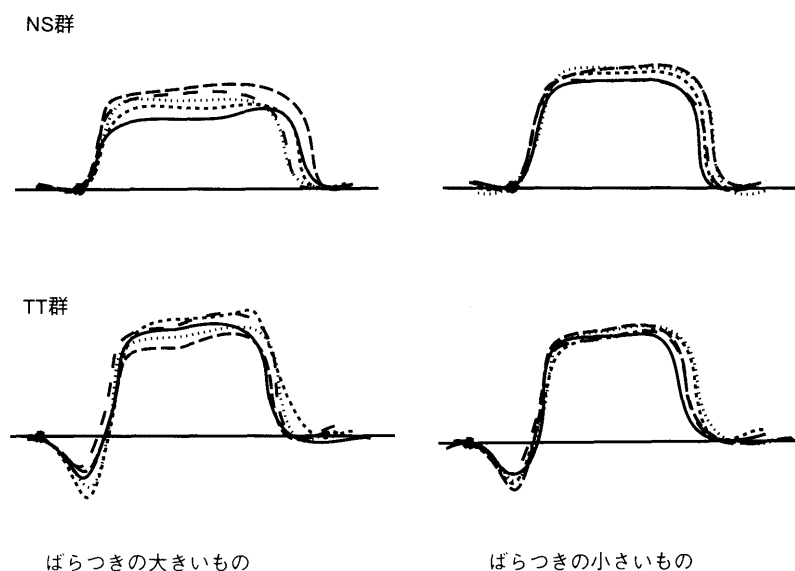


図3 舌背の上下運動曲線の区分

図4 舌背の上下運動曲線のばらつき
基準線と上下運動の開始点での重ね合わせ

II. 上下運動曲線の計測値

1. 両群の計測値の比較

表1に、舌背の上下運動曲線の計測値を示す。ただし、非プラトー型の接触時間は短くて計測できなかったもので、0 secとした。上昇相の上昇距離ではTT群がNS群より有意に大きい。しかしそれ以外の項目には群間で有意差がない。

2. タイプ別の計測値の比較

タイプ分けができた上昇相と接触相について、計測値のタイプ別比較を行った。表2に、上昇相の計測値のタイプ別比較を示す。舌背の上昇距離ではバウンド型がダイレクト型より有意に大きい³⁾、上昇時間と上

昇速度には両タイプで有意差がない。また、どの項目にもバウンド型のNS群とTT群で有意差がない。

表3に、接触相の計測値のタイプ別比較を示す。接触時間は長プラトー型、短プラトー型、非プラトー型の相互間で有意差があるが、短プラトー型のNS群とTT群には有意差がない。

考 察

I. 超音波診断装置を用いた舌運動の検査法

舌運動の検査法には、X線映画法^{7,9~13)}、X線テレビ法^{8,14~17)}、パラトグラム法^{14,25,26)}、超音波診断法^{15,16,18~24)}

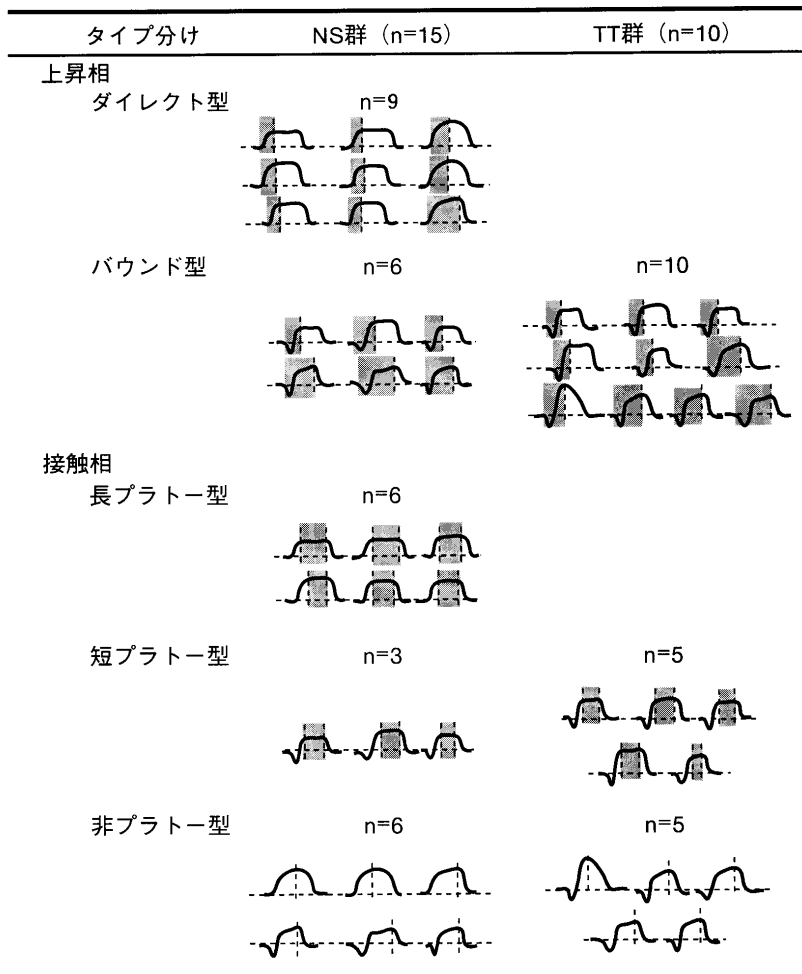


図 5 舌背の上昇相とプラトー相のタイプ分け

上昇相

ダイレクト型：ただちに上昇，バウンド型：一旦沈み込んでから上昇

プラトー相

長プラトー型：上下運動の開始点から終了点までの時間に対する接触時間の割合が半分以上

短プラトー型：上下運動の開始点から終了点までの時間に対する接触時間の割合が半以下

非プラトー型：プラトーがない

下降相は，タイプ分けできず，網かけは上昇相もしくはプラトー相を示す。

がある。このうち，X線映画法やX線テレビ法では舌運動を実時間で鮮明に観察できる利点があるが⁷⁻¹⁷⁾，放射線被曝の問題がある。また，パトグラム法では舌と口蓋の接触様相を把握できるが^{14,25,26)}，口蓋に床を装着するため生理的な状態で検査ができない欠点がある。一方，超音波診断法では，顎骨を避けて撮影するために観察の方向と範囲が限られ^{8,24)}，画像の鮮明度もX線映画法やX線テレビ法より劣る。しかし放射線被曝の問題がなく，規定した断面を実時間で観察できる利点がある^{15,16,18,19)}。

超音波診断法による舌運動の観察には，任意の断面

を観察するBモード法と，Bモード画面からMカーソルで選んだ断面の経時変化を観察するMモード法がある。前者の例として，舌背に固定した小球の動き²⁷⁾，舌の矢状断面の経時的重ね合わせ^{28,29)}，正中矢状断面での動き³⁰⁾などの解析がある。また後者には，舌前方部と舌根部の上下運動³¹⁾，舌背の上下運動時間^{15,16,20)}の観察がある。

渡辺ら²⁴⁾は，嚥下時の舌背の上下運動を下顎両側第二小臼歯遠心面を通る前頭断面のMモード法で観察し，比較的鮮明な画像を得ている。本研究では，この断面に近く，探触子設置の目印になる下顎両側第一大

臼歯を通る前頭断面を選んで規格撮影を行い、舌背の高さの経時変化をMモード法により観察した。この方法により、舌尖と舌根のほぼ中央に相当する舌背の上下運動の変化を支障なく観察することができた。

嚥下時の舌運動を観察する際の被験食品には、同じ条件下で解析するために2~5 mlのジュース^{7,32)}や水^{30,33)}が用いられている。本研究でも5 mlのジュースを用いた。

II. 舌背の上下運動の特性

1. 上昇相と接触相のタイプ分け

西村¹⁰⁾は、X線テレビを用いた正常咬合者の嚥下時の観察で、舌背の上昇開始時に口蓋へ向かって上昇す

る上昇型と、一旦下降した後に上昇する下降型があると報告した。しかし、渡辺ら²⁴⁾、Pengら²⁰⁾のMモードを用いた正常嚥下者の観察では、上昇相に下降型が示されていない。本研究によれば、上昇相には直ちに上昇するダイレクト型と、一旦沈み込んでから上昇するバウンド型の2つがあり(図5)、それぞれ西村¹⁰⁾の上昇型と下降型に対応していた。また、ダイレクト型にはNS群の9名、バウンド型にはNS群の6名とTT群の10名全員が含まれていた。ダイレクト型では舌背の上下運動に無駄な動きがないが、バウンド型では一旦沈み込むという無駄な動きがある。開咬患者では嚥下の効率が悪いとされ³³⁾、TT群の10名全員がこの型であったことから、バウンド型は嚥下時の舌機能が劣っている可能性がある。乳児では、吸啜時には舌尖を乳首に強く圧接し、陰圧を形成するために舌背中央部を陥凹させて上下運動をする⁸⁾。舌突出癖が未熟型の嚥下であるとすれば⁴⁾、バウンド型は乳児型の嚥下の残遺を示す可能性も考えられる。

渡辺ら²⁴⁾、Pengら²⁰⁾は、舌背が口蓋に接触した後はその高さを一定時間維持してからもとの高さに戻っている。しかし本研究では、接触相に長プラトー型、短プラトー型、非プラトー型の3つのタイプが観察された(図7)。寺島ら²⁶⁾は、パラトグラムを用いた嚥下時の研究で、舌突出型嚥下者の舌背は口蓋後方中央部に十分に接しないと報告し、大西³²⁾も、前歯部開咬がある児童では舌背の上下運動が緩慢で舌背と口蓋の接触が十分でないとしている。本研究でみられた非プラトー型でも、舌背と口蓋の接触が十分に行われていな

表 1 舌背の上下運動曲線の計測値

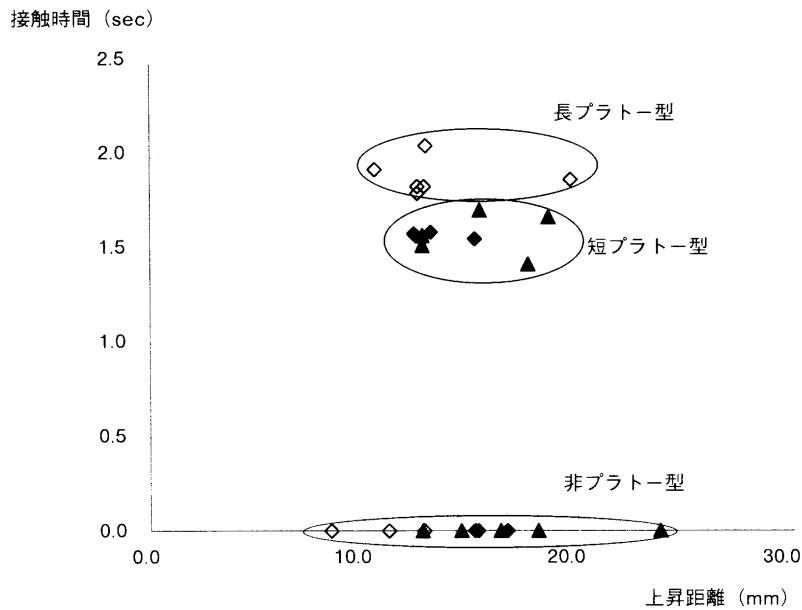
	NS 群 (n=15)	TT 群 (n=10)
上昇相		
上昇距離 (mm)	13.4±2.7	16.3±3.5
	*	
上昇時間 (sec)	0.7±0.5	0.8±0.4
上昇速度 (mm/sec)	31.6±21.7	24.9±15.0
接触相		
接触時間 (sec)	1.1±0.9	0.8±0.8
下降相		
下降時間 (sec)	0.2±0.0	0.2±0.1
下降速度 (mm/sec)	90.4±20.3	87.8±29.3
	*: P<0.05	

表 2 上昇相の計測値のタイプ別比較

	ダイレクト型 (n=9)		バウンド型 (n=16)	
	NS 群 (n=9)		NS 群 (n=6)	TT 群 (n=10)
上昇距離 (mm)	12.6±3.0		15.7±3.0	
	*		14.6±1.6	16.3±3.5
上昇時間 (sec)	0.5±0.5		0.9±0.4	
			0.9±0.4	0.8±0.4
上昇速度 (mm/sec)	40.4±23.9		22.5±12.9	
			18.4±7.7	24.9±15.0
	*: P<0.05			

表 3 接触相の計測値のタイプ別比較

	長プラトー型 (n=6)		短プラトー型 (n=8)		非プラトー型 (n=11)	
	NS 群 (n=6)		NS 群 (n=3)	TT 群 (n=5)	NS 群 (n=6)	TT 群 (n=5)
接触時間 (sec)	1.9±0.1		1.6±0.1		0.0	
	***		***		***	
	***		***		***	
	1.6±0.0		1.4±1.7		0.0	
	0.0		0.0		0.0	
	*** : P<0.001					



◇ NS群のダイレクト型、◆ NS群のパウンド型、▲ TT群（パウンド型）

図 6 舌背の上昇距離とプラトー時間の散布図

い可能性がある。

本研究では下降相のタイプ分けができなかった。下降相に関する報告は過去にみられないが、嚥下時に上昇した舌背がもとの高さに戻るのは嚥下物が咽頭から食道に入る嚥下の咽頭相とほぼ同時期である³⁴⁾。下降相のタイプ分けができなかったのは、おそらく下降時間が0.2 secと短くて(表1)、個人差が現れにくいと考えられる。

2. 舌背の上下運動曲線の計測値

舌背の上昇距離について、Peng ら²⁰⁾は、成人の水嚥下時の観察で平均 12.46 mm としている。本研究では NS 群 13.4 mm, TT 群 16.3 mm (表1)、タイプ別比較ではダイレクト型 12.6 mm, パウンド型 15.7 mm で(表2)、TT 群とパウンド型では Peng ら²⁰⁾の値より大きかった。舌背の上昇距離は、上昇開始時の舌背と口蓋との距離に相当するので、TT 群やパウンド型でこの値が大きかったのは安静時の舌が低位であったことを示唆している。

舌背の上昇時間と上昇速度について、Stone ら²⁷⁾は、正常嚥下者の水嚥下時でそれぞれ 0.1 sec から 0.3 sec, 61 mm/sec から 164 mm/sec としている。本研究の NS 群ではそれぞれ 0.7 ± 0.5 sec, 31.6 ± 21.7 mm/sec (表1)、ダイレクト型ではそれぞれ 0.5 ± 0.5 sec, 40.4 ± 23.9 mm/sec で(表2)、いずれも Stone ら²⁷⁾の値より長く、遅い。彼らの報告では舌背の上昇中の時間と速度を計測しているが、本研究では舌背の上下運動をダイレクト型とパウンド型にタイプ分けし、両者の特性の違いを明確にするために舌背の上下運動の開

始点から上昇の終了点までの時間と速度を算出したため、上昇時間は長く、上昇速度は遅くなる。また、彼らの報告では水 10-20 ml を嚥下していたが、本研究ではジュース 5 ml を嚥下させたので、この違いも影響を及ぼした可能性がある。

舌背が口蓋に接触している時間について、Thompson³⁵⁾は嚥下後 2 分経ってから舌背が口蓋から離れるとし、川島⁵⁾は正常嚥下者で約 1.31 sec としている。本研究では NS 群の接触時間は 1.1 sec で(表1)、川島⁵⁾の値に近い。

舌背の下降時間について、川島⁵⁾は、舌背が口蓋から離れて上下運動を終了するまでの時間は正常嚥下者で約 0.33 sec としている。本研究の下降時間は NS 群、TT 群とも 0.2 sec で(表1)、これも川島⁵⁾の値に近い。

III. 嚥下時の舌機能の評価

嚥下時の舌背の上下運動と舌機能との関連について、Bu'Lock³⁶⁾と大西³²⁾の報告がある。Bu'Lock³⁶⁾は、B モード法を用いて乳児の嚥下時の舌正中矢状断の運動を観察し、生後 33 週から 34 週では舌背の上下運動は震えるような動きが目立ち、蠕動運動が不完全であったが、生後 35~40 週ではこれらの特徴はほとんどみられなかったとしている。大西³²⁾は、B モード法と口蓋床の圧力センサーを併用して児童の嚥下時の舌正中矢状断の運動を観察し、前歯部開咬がある児童では正常咬合の児童に比べて舌背の上下運動が緩慢で舌背と口蓋の接触が十分でないとしている。

図 6 に、本研究の計測値のタイプ別比較で有意差の

あった上昇距離と接触時間の散布図を示す。各被検者は上昇距離では分かれませんが、接触時間では3つのグループに分かれ、しかも各グループは長プラトー型、短プラトー型、非プラトー型に対応している。このことから、接触相のタイプないし接触時間が、嚥下時の舌機能評価に有効な指標になることが示唆される。今後の課題として、他の集団における追試や、測定条件の検討が必要と思われた。

本論文の要旨は、第41回西日本歯科矯正学会大会(1996年2月、防府)、第56回日本矯正歯科学会大会(1997年9月、東京)、Thailand International Orthodontic Congress(1997年12月、バンコク)および日中歯科医学大会1999(1999年6月、北京)において発表した。

なお、本研究の一部は平成9-10年度文部省科学研究費補助金、基盤研究(C)課題番号09672110の補助によるものである。

文 献

- 1) Baker, R. E. : The tongue and dental function, *Am J Orthod* 40 : 927-939, 1954.
- 2) Lowe, A. A. : Correlations between orofacial muscle activity and craniofacial morphology in a sample of control and anterior open-bite subjects, *Am J Orthod* 78 : 89-98, 1980.
- 3) Straub, W. J. : The etiology of the perverted swallowing habit, *Am J Orthod* 37 : 603-610, 1951.
- 4) Rix, R. E. : Some observations upon the environment of the incisors, *Dent Rec* 73 : 427-441, 1953.
- 5) 榎 恵, 本橋康助 : 異常嚥下癖について, *日矯歯誌* 14 : 35-41, 1955.
- 6) 中村嘉男, 森本俊文 : 基礎歯科生理学, 東京, 1998, 医歯薬出版, 351-352.
- 7) 西村亮介 : X線テレビ映画による舌背の位置の変化に関する研究1. 正中矢状平面上の舌背粘膜上の各点の位置の変化, *歯科学報* 77 : 268-309, 1977.
- 8) 薮島弘之, 薮島桂子, 野田 忠 : 吸嚥運動時の舌・下顎運動の計測, *小児歯誌* 35 : 605-612, 1997.
- 9) Ramsey, G. H., Watson, J. S. and Weinberg, S. A. : Cinefluorographic analysis of the mechanism of swallowing, *Radiology* 64 : 498-518, 1955.
- 10) 西村亮介 : X線テレビ映画による舌背の位置の変化に関する研究2. 前額平面上の舌背粘膜上の各点の位置の変化, *歯科学報* 77 : 629-659, 1977.
- 11) 滝本和男, 中後忠男, 尾関 哲, 他 : 開咬を伴う不正咬合者の舌の機能, 形態的考察, *日矯歯誌* 30 : 25-38, 1971.
- 12) 尾関 哲 : X線法による前歯部不正咬合患者の tongue thrust に関する研究, *日矯歯誌* 32 : 1-22, 1973.
- 13) 柄 博治 : 前歯部反対咬合者の矯正治療に伴う舌尖の位置および動態の変化—Cineradiography を利用して—, *广大歯誌* 13 : 65-97, 1981.
- 14) 秋吉正敏, 鈴木聖一, 川村雅俊, 他 : 嚥下時舌運動および舌と口蓋との接触様相に関する研究, *日矯歯誌* 54 : 102-111, 1995.
- 15) 川島成人 : 舌運動評価に関する超音波診断装置の応用についての基礎的研究, *日大歯学* 67 : 713-721, 1993.
- 16) 川島成人, 土肥順尚, 恵木健二, 他 : 舌運動観測に関する超音波断層装置の応用についての研究—舌の中央部および後方部の比較—, *小児歯誌* 34 : 129-136, 1996.
- 17) 岩本昇士, 鈴木聖一, 川村雅俊, 他 : 外舌筋筋活動とX線ビデオの同時記録による舌機能検査, *日矯歯誌* 55 : 64-71, 1996.
- 18) Minifie, F. D., Kelsey, C. D., Zagzebski, J. A. *et al.* : Ultrasonic scan of the dorsal surface of the tongue, *J Acoust Soc Am* 49 : 1857-1860, 1971.
- 19) Sonies, B. C., Shawker, T. H., Hall, T. E. *et al.* : Ultrasonic visualization of tongue motion during speech, *J Acoust Soc Am* 70 : 683-686, 1981.
- 20) Peng, C. L., Jost-Brinkmann, P. G., Miethke, R. R. *et al.* : The cushion scanning technique : A method of dynamic tongue sonography and its comparison with the transducer-skin coupling scanning technique during swallowing, *Acad Radiol* 3 : 239-244, 1996.
- 21) 伊藤紘一 : 超音波検査入門, 東京, 1984, 医歯薬出版, 22-25.
- 22) 秋月弘道, 吉田 広, 森紀美江, 他 : 超音波診断装置による舌切除患者の舌運動の観察, *日口外誌* 37 : 24-29, 1991.
- 23) 平井敏博, 田中 収, 越野 寿, 他 : 加齢と舌運動の巧緻性について—超音波診断装置による観察—, *補綴会誌* 33 : 457-485, 1989.
- 24) 渡辺 聡, 綾野理加, 大塚義顕, 他 : 超音波断層法による舌の動態解析—Mモード法前額断面における検討—, *障歯誌* 16 : 713-721, 1995.
- 25) 大木葉孝宣 : 口蓋裂児の歯列弓拡大による嚥下運動の変化—エレクトロパラトグラフィー, 頬圧, 筋電図による解析—, *日口蓋誌* 8 : 1-35, 1983.
- 26) 寺島多実子, 鈴木聖一, 天野光章, 他 : 嚥下パター

- ン解析のための簡易ペーストパラトグラム法, 日
矯歯誌 51: 90-97, 1992.
- 27) Stone, M. and Shawker, T. H.: An ultrasound
examination of tongue movement during swallow-
ing, *Dysphagia* 1: 78-83, 1986.
- 28) 高野直久, 高野英子, 佐藤和則, 他: 超音波断層
装置による哺乳時の舌運動記録および画像解析
—正常児と唇顎口蓋裂児の比較—, 日口蓋誌 13:
226-235, 1988.
- 29) Wein, B., Bocker, R. and Klajman, S.: Tempo-
ral reconstruction of sonographic imaging of
disturbed tongue movement, *Dysphagia* 6: 135-
139, 1991.
- 30) Fuhrmann, R. A. W. and Diedrich, P. R.: B-
mode ultrasound scanning of the tongue during
swallowing, *Dentomaxillofac Radiol* 23: 211-
215, 1994.
- 31) 田角 勝, 奥山和男, 尾本和彦, 他: 超音波検査
法による口腔機能評価の試み—M モードの有用
性について—, 脳と発達 19: 70-72, 1987.
- 32) 大西暢子: 開咬を持つ小児の嚥下時の舌運動と口
腔内圧に関する研究, 小児歯誌 31: 837-849,
1993.
- 33) Itsuki, Y.: Functional differences in tongue,
perioral and masseter muscle activities during
swallowing in normal and open bite subjects
—An electromyographic and cephalometric
appraisal—, *J Jpn Orthod Soc* 55: 461-476,
1996.
- 34) 覚道幸男: 歯と口腔の臨床生理学, 京都, 1966,
永末書店, 624-626.
- 35) Thompson, J. R.: The roentgenographic study
of tongue position, *Angle Orthod* 8: 100-125,
1938.
- 36) Bu'Lock, F., Woolridge, M. W. and Baum, J.
D.: Development of co-ordination of sucking,
swallowing and breathing: ultrasound study of
term and preterm infants, *Dev Med Child
Neurol* 32: 669-678, 1990.

主 任: 伊 藤 学 而 教授 1999 年 10 月 8 日 受付

連絡先: 井 上 龍 治
鹿児島大学歯学部歯科矯正学講座
〒 890-8544 鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1