下顎前突症手術後の舌圧の経時的な変化について

成田 幸憲

Changes in tongue pressure before and after surgical correction for mandibular prognathism

Takanori NARITA

Abstract: Although skeletal mandibular prognathism can be corrected by various surgical procedures, the tongue is always pushed backward by the retruded mandibular after surgery, resulting in an increase of reactive tongue pressure to the mandibular dental arch. This change of tongue pressure seems one of causes of relapse after surgery. This is a study on the changes in tongue pressure to the mandibular dental arch when pronouncing various sounds during one year before and after sagittal splitting osteotomy in 21 cases (5 males and 16 females). After a cantilever type pressure transducer utilizing a strain gauge was attached to the lingual aspect of the anterior teeth and the molar teeth on both sides, the pressure of the tongue during the pronunciation of ten Japanese sounds was measured before and 3, 6, and 12 months after the operation.

The results were follows.

1. The pressure to the mandibular dental arch greatly varied according to the sounds pronounced.
2. The pressure on the molar teeth was higher than that on the anterior teeth.
3. For one year, the pressure on the anterior teeth after operation was continuously higher than before.
4. For one year, the pressure on the right molar teeth after operation was continuously lower than before.
5. The pressure on the left molar teeth was higher 3 months after the operation than before but decreased gradually resulting in a lower level than the preoperative pressure 12 months after surgery.
6. Considered as a whole, the increase in postoperative tongue pressure is not so high after sagittal splitting osteotomy, so that partial glossectomy at the same time does not seem to be clinically absolutely necessary.

Key words: tongue pressure, pronunciation, mandibular prognathism

結 言

愛知学院大学歯学部第2口腔外科学教室
(主任: 河合 幹教授)

The Second Department of Oral and Maxillo-facial Surgery, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University (Chief: Prof. Tsuyoshi Kawai)

受付日: 昭和62年5月23日

骨格型下顎前突症の治療法としては外科的矯正法が適応となるが、その術式は下顎枝部を分割あるいは切断して下顎骨の骨体部とともに歯列弓全体を移動させるもの、あるいは下顎骨骨体部を切断して前方歯列のみを移動させる方法、同じく前方歯列の移動を行うにも歯槽部

表 1 症例一覧表

症例 No.	年 齢	性別	年齢 (歳)	後退量 (mm)		矯正治療	
				右 側	左 側	術前	術後
1		女	20	6.5	8.5	有	有
2		男	20	8.0	8.0	有	有
3		男	20	12.0	4.0	有	有
4		女	25	9.0	9.0	有	有
5		女	20	8.0	4.0	無	有
6		女	19	13.0	13.5	有	有
7		女	18	2.0	6.5	有	有
8		女	18	15.0	10.0	有	有
9		女	25	8.0	8.0	有	有
10		女	22	6.5	4.0	無	有
11		男	27	8.5	7.5	有	有
12		女	22	8.0	7.0	無	有
13		女	18	5.0	5.0	無	有
14		女	20	11.0	10.0	有	有
15		女	21	8.0	8.5	有	有
16		女	19	11.0	9.5	有	有
17		男	20	6.5	7.0	有	有
18		女	18	10.0	8.5	有	有
19		男	17	10.0	10.0	有	有
20		女	18	5.0	3.0	有	有
21		女	20	15.0	13.0	有	有

A:受圧面 B:プロテクター C:リードワイヤー D:ひずみゲージ(2枚) E:カンチレバー(受圧板) F:外側板

図 1 受圧装置の構造

写真 1 受圧装置の外観

のみの骨切りにとどめる方法など症例に応じて使い分けられている。しかしこれらいずれの術式を選択しても口腔周縁組織の環境変化は急激かつ多大であり、特に口腔内容積の減少は固有口腔の大部分を占める舌にとってはその影響を直接的に受けることとなる。舌は発音、咀嚼、嚥下などの機能を果たす時はもちろんのこと非機能時においても歯列弓、口蓋に何らかの圧力を及ぼしており、人工的にしかも急激に下顎歯列弓を後退、移動させれば歯列弓に加わる舌圧にも変化が生ずるはずである。大喜多¹⁾、児玉²⁾は実験的に舌房を縮小させ、舌圧の変化を観察したが、舌房縮小により明らかに舌圧が増加した事実を報告している。また下顎後退術による舌圧の変化については、日比野³⁾、富田⁴⁾、が下顎安静時、嚥下時、示指吸引時、舌最大突出時の下顎前歯部に加わる舌圧の変化を調査し報告している。本研究においては舌の重要な機能の一つである発音に着目し、外科的矯正治療が適応となった骨格型下顎前突症例について下顎後退術の術前および術後1年間にわたり下顎歯列弓に対する発語時舌圧の経時的な変化を前歯部と左右大臼歯部について観察し考察を加えた。

研究 方 法

1. 対象症例

本研究の対象とした症例は骨格型下顎前突症と診断され、外科的矯正治療が適応となった男性5名、女性16名の計21例症で、年齢は17～27歳(平均年齢20.3歳)であ

った。手術はすべて下顎枝矢状分割法(Obwegeser-Dal Pont 法)により行われ、下顎の後方移動量は右側が2.0 mm～15.0 mm(平均 8.9 mm)、左側が3.0 mm～13.5 mm(平均 7.8 mm)であった。矯正治療に関しては、術後矯正治療のみを行ったもの1例、術前術後にわたり矯正治療を行ったもの16例、全く矯正治療を行わなかったものが4例であった(表1)。

2. 測定装置

舌圧を感知する受圧装置の構造および性能については以前に口腔筋圧の測定方法として報告したように⁵⁾、リン青銅板と箔ひずみゲージを用いて独自に製作した。外形は長径8 mm、幅径4 mm、厚径1.6 mmの直方体でプロテクターと外側板がカンチレバー(受圧板)をはさみ込んだ3層構造となっている。また温度変化の激しい口腔内の測定に適するように2アクティブゲージ法を採用し温度補償機能を備えている(図1、写真1)。

3. 測定方法

本研究においては被験者の下顎歯列に受圧装置を設置し、発音時に生ずる舌圧を記録し術前および術後の数時

写真2 受圧装置の下顎歯列舌側への設置
(6|, 16, 111 部)

写真3 舌圧測定中の頭位および器機の設置状態

点にわたり経時的な変化を観察した。

1) 受圧装置の口腔内設置

設置部位は下顎の左右大臼歯部2か所(6|, 16)と前歯部1か所(111)の計3か所とし、受圧装置の固定を確実にするためすべ歯牙の舌側歯面に直接固着した(写真2)。その方法はまず即時重合レジン盛り上げ歯牙に圧接し、レジンが硬化するのを待って口腔外でトリミングを行い歯面への接着は瞬間接着剤を用いた。

2) 舌圧および音声の同時記録

下顎歯列弓の舌側3か所に設置した受圧装置により感知された舌圧は電圧に変換されブリッジ回路、増幅器を経てデータレコーダに入力される。一方、発語時の音声はマイクロフォン、増幅器を介してデータレコーダに入力され発語により生じた3か所の舌圧と音声とをカセットテープに同時集録した。また測定中はデータレコーダに入力される舌圧波形を同時にオシロスコープでモニターできるようにした。分析の際にはカセットテープに集録されたデータをペン書きオシログラフに再生し計測を行った(図2)。

3) 測定時期

舌圧測定は①術前、②術後約3か月、③術後約6か

図2 ブロックダイアグラム

図3 発語時の舌圧波形

月、④術後約12か月の4回とし、手術から1年間の経時的な変化を観察した。なお術前の測定は可能なかぎり手術に近い時期に行うようにした。

4) 測定条件

被験者に発音させる被験音として構音点が歯列にある[タ]行音、[ナ]行音、[ラ]行音、[ダ]行音、[シャ]行音、[チャ]行音、[ニャ]行音、[ジャ]行音などの歯茎音と[サ]行音、[ザ]行音などの歯音、あわせて40語音を選び各語につき5回ずつ験者の発語のあとに続いて復唱させた。マイクロフォンの位置は口唇から3cmの距離に固定し、発語時の音声の大きさが設定した範囲内にあるか否かをモニターできるようにマイクロフォンからの回路に工夫をした。測定時の姿勢は背もたれを最前部まで起こした状態のデンタルチェアに深く座らせ、なるべく楽に発音のしやすい状態とした。その際の頭位はフランクフルト平面とカンベル平面との中間が床と平行になるように固定した(写真3)。

5) 分析方法

分析の際にはまずデータレコーダのカセットテープに集録されたデータをペン書きオシログラフに再生し記録紙上に舌圧波形を描かせるが、ペン書きオシログラフは4チャンネルを備えており、下顎歯列弓の3か所に設置された受圧装置が感知した舌圧と、発語時に感知された音声信号を同時に記録紙上に描き出すことができる(図3)。図3において最上段に描かれている長方形の波形が音声を信号化したものであり、この波形は発語時の音声の大きさが設定された範囲内にあるときのみに表示

表 2 〔タ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	6				1 1				6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	3.4	3.3	4.5	8.1	4.8	5.0	1.2	9.6	7.6	4.6	6.2	6.9
2	5.1	9.3	6.1	6.4	0.8	5.6	3.1	3.8	7.3	6.5	5.9	8.3
3	5.7	11.4	7.6	7.1	4.8	2.6	2.2	5.4	9.2	15.4	10.8	15.5
4	6.4	12.3	12.3	17.5	5.7	2.9	5.0	4.1	12.5	8.8	8.5	7.9
5	17.3	11.2	11.6	17.5	3.2	5.0	1.6	2.3	9.5	9.5	11.0	11.0
6	9.1	11.7	7.4	7.1	2.7	4.3	2.4	1.9	9.8	10.1	10.3	5.2
7	9.8	2.7	7.8	10.4	1.2	4.0	4.4	0.6	6.6	8.1	9.6	6.2
8	5.4	23.0	15.5	17.7	2.2	2.4	1.9	2.3	4.8	14.0	16.2	6.3
9	10.0	10.8	11.4	13.9	3.6	1.0	2.7	3.5	16.4	7.1	8.9	4.2
10	9.0	17.4	11.3	18.9	9.4	7.8	5.6	3.9	4.8	12.7	10.7	5.6
11	6.2	4.3	10.7	11.1	5.2	7.8	4.4	5.7	6.6	14.1	8.7	12.4
12	2.6	2.1	3.2	2.2	1.5	1.8	2.6	7.1	6.6	4.6	4.8	4.0
13	11.1	14.5	12.3	8.0	2.2	1.9	3.4	4.5	9.7	12.6	19.0	15.2
14	19.9	20.0	22.9	14.8	0.8	3.0	4.6	3.3	14.8	10.9	13.4	6.2
15	17.7	12.7	21.8	10.2	5.9	2.8	1.7	2.6	19.3	14.3	7.0	12.3
16	9.8	20.0	12.7	11.8	1.0	2.0	2.2	3.0	13.0	13.8	11.3	7.6
17	4.2	7.4	7.9	5.0	1.8	2.6	5.0	8.1	4.8	3.3	4.2	5.6
18	25.9	10.7	8.9	23.0	2.0	2.3	1.2	3.3	17.4	22.3	14.8	15.6
19	22.7	9.2	29.2	21.4	6.3	7.9	8.8	11.0	17.4	25.1	27.4	22.4
20	20.2	12.4	6.0	9.8	3.9	7.2	1.9	2.3	7.4	17.4	3.1	4.6
21	19.9	6.9	11.8	4.6	2.0	2.4	4.4	4.2	6.7	5.9	9.7	3.0
平均値	11.5	11.1	11.6	11.7	3.4	3.9	3.3	4.4	10.1	11.5	10.5	8.9
S.D.	7.1	5.7	6.4	5.8	2.2	2.2	1.9	2.6	4.6	5.7	5.5	5.0

図 4 〔タ〕発語時における舌圧の変化

表 3 〔チ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例No.	6				1 1				6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	20.4	6.7	11.0	10.7	3.3	4.1	3.8	6.7	25.5	8.3	11.6	10.4
2	4.5	5.3	6.9	8.8	0.7	3.9	2.2	2.7	3.0	2.4	8.5	4.7
3	8.1	8.0	3.4	8.2	1.3	1.7	1.9	2.5	6.2	13.7	6.7	7.2
4	5.1	6.0	8.2	8.2	1.8	2.1	3.7	1.7	7.4	5.3	7.4	8.1
5	21.0	16.9	11.0	10.6	5.6	3.3	1.9	2.2	12.1	6.0	5.6	5.4
6	10.2	10.6	11.7	17.9	1.4	4.9	1.5	0.8	15.5	14.3	15.6	13.2
7	5.5	1.8	4.8	5.4	1.8	2.5	2.3	0.4	2.9	5.2	4.1	3.4
8	13.8	15.0	11.2	9.7	1.4	6.2	2.2	1.3	5.5	10.2	9.9	3.2
9	15.7	11.2	12.0	11.6	3.3	9.5	1.1	2.4	13.0	9.3	13.0	7.7
10	4.9	8.8	6.9	7.0	2.0	5.4	2.5	1.8	3.4	7.5	6.3	2.3
11	4.4	2.9	3.3	1.7	0.9	2.6	2.2	1.1	3.1	3.9	3.7	2.0
12	2.1	3.2	6.0	3.0	0.9	2.0	2.6	7.0	5.4	2.8	10.4	4.5
13	5.6	7.0	7.9	5.3	1.3	1.9	1.8	2.6	4.0	4.9	6.7	6.0
14	8.9	9.5	10.1	5.7	0.4	3.1	1.8	2.9	9.3	9.7	11.4	6.8
15	14.9	15.6	22.8	12.4	1.2	2.1	1.8	2.1	13.6	25.2	3.3	9.4
16	5.4	13.5	6.6	5.2	0.7	2.2	1.8	1.9	7.0	7.2	4.9	3.6
17	4.5	10.3	11.1	11.5	1.2	2.1	3.6	5.0	3.0	4.2	4.3	7.9
18	8.4	9.8	9.5	12.3	0.3	3.6	1.2	1.2	4.8	25.9	11.0	14.9
19	27.0	3.2	14.0	10.6	13.0	9.0	8.8	10.6	18.6	15.6	19.3	12.5
20	38.8	39.2	16.3	21.8	5.9	2.1	0.8	0.9	22.2	49.6	18.9	23.3
21	13.2	4.9	16.3	4.8	0	1.3	1.7	1.3	4.6	2.6	8.6	2.8
平均値	11.5	10.0	10.0	9.2	2.3	3.6	2.4	2.8	9.1	11.1	9.1	7.6
S.D.	9.1	8.0	4.7	4.7	2.9	2.3	1.7	2.5	6.7	11.0	4.7	5.1

図 5 〔チ〕発語時における舌圧の変化

表 4 〔ツ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例No.	6				1 1				6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	4.7	3.8	5.5	4.3	6.0	3.4	5.2	8.8	6.3	3.9	5.3	5.5
2	3.0	3.6	4.2	5.8	2.0	5.7	3.7	4.0	8.7	2.5	6.2	9.2
3	7.7	10.4	4.1	3.6	2.8	4.8	3.2	2.9	8.8	10.4	7.6	9.1
4	2.5	4.0	5.0	6.7	3.2	2.4	4.0	2.3	2.9	2.4	2.4	6.3
5	12.6	5.7	5.0	5.1	5.0	3.6	0.8	2.1	7.4	5.4	4.5	3.7
6	1.0	2.1	1.6	7.0	1.1	3.0	1.2	1.5	1.5	1.9	2.2	4.3
7	3.0	1.8	1.2	4.0	2.6	2.8	2.3	0.8	2.4	7.1	1.6	2.5
8	5.9	11.6	5.8	3.0	1.6	3.8	4.6	1.4	8.8	3.9	3.9	1.1
9	8.8	8.0	8.4	5.4	4.1	7.5	3.0	3.6	2.0	2.3	1.9	5.0
10	3.4	5.1	4.8	5.3	4.2	5.6	2.3	3.4	4.9	4.5	6.1	1.6
11	10.4	4.5	4.9	4.5	3.6	2.6	2.1	2.2	5.0	5.8	3.2	3.7
12	3.4	2.2	6.1	2.9	1.0	1.8	4.1	9.0	6.5	2.2	4.0	3.3
13	5.4	5.0	2.8	2.2	2.4	2.5	3.3	4.2	3.3	2.0	3.0	2.7
14	5.8	3.4	5.6	3.1	0.4	3.3	1.7	2.5	7.0	4.1	8.8	6.1
15	8.7	8.7	13.2	6.0	2.3	2.2	1.1	2.1	4.8	9.1	2.9	4.9
16	4.6	10.6	3.7	3.3	1.0	3.8	1.7	1.9	5.8	5.2	2.4	2.7
17	8.4	6.0	4.2	3.9	2.0	2.5	5.1	7.4	2.3	2.2	2.5	2.7
18	10.4	5.3	10.1	4.8	1.0	1.7	2.4	1.2	7.6	17.7	13.1	6.3
19	15.4	4.1	11.3	9.4	7.5	5.0	6.1	5.4	15.4	14.0	19.5	15.8
20	11.4	6.2	1.3	1.8	3.8	2.6	1.2	0.9	4.9	5.7	2.6	4.2
21	2.9	2.4	4.1	1.8	1.0	1.5	2.4	1.8	2.0	2.2	2.4	1.0
平均値	6.6	5.5	5.4	4.5	2.8	3.4	2.9	3.3	5.6	5.5	5.1	4.8
S.D.	3.9	2.9	3.1	1.9	1.8	1.5	1.5	2.4	3.3	4.2	4.3	3.4

図 6 〔ツ〕発語時における舌圧の変化

表 5 〔テ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	〔6〕				〔1〕1				〔6〕			
	術前	術後 3 か月	術後 6 か月	術後 12 か月	術前	術後 3 か月	術後 6 か月	術後 12 か月	術前	術後 3 か月	術後 6 か月	術後 12 か月
1	3.8	4.5	5.3	7.9	5.5	3.4	1.1	7.3	9.7	7.4	8.0	9.1
2	9.6	11.8	8.1	9.2	1.8	5.5	3.5	3.6	9.0	5.8	9.7	8.8
3	15.2	8.9	11.0	12.5	1.8	2.4	1.6	2.1	27.5	14.6	11.3	18.3
4	9.6	13.2	18.8	16.5	4.4	2.5	6.6	6.3	13.6	14.1	14.3	19.6
5	12.1	14.0	11.5	11.8	0.8	3.9	1.3	1.1	9.6	14.3	7.6	10.7
6	21.8	27.6	23.9	34.8	3.6	4.2	2.2	2.9	13.9	30.5	28.4	21.6
7	33.4	5.5	19.9	19.6	3.6	3.8	2.8	0.6	15.7	12.4	21.7	19.0
8	12.2	37.1	16.0	22.4	1.7	2.6	2.5	1.8	9.8	24.2	15.1	12.7
9	31.7	29.5	32.0	36.5	3.6	4.5	4.0	5.7	21.4	24.9	25.3	20.3
10	11.7	17.8	11.0	24.2	5.3	9.6	5.3	4.8	5.5	14.5	12.9	6.9
11	10.1	3.1	10.8	5.8	3.6	4.6	3.2	4.5	7.1	11.9	14.0	5.6
12	3.6	1.8	3.3	2.2	1.5	1.5	2.2	5.5	11.7	2.5	7.4	6.8
13	15.0	16.5	10.9	6.3	2.9	2.0	3.4	4.1	11.0	10.8	14.8	9.8
14	28.4	20.2	22.5	17.7	0.7	1.0	3.2	2.2	28.3	27.0	18.6	12.6
15	33.6	34.9	27.5	23.2	4.3	2.2	2.2	2.8	30.4	36.3	4.2	23.7
16	5.4	11.4	7.2	14.0	0.9	1.4	1.2	4.4	11.4	12.0	6.1	8.4
17	9.1	9.5	12.4	3.6	2.6	2.9	4.6	4.6	11.2	6.4	5.8	4.1
18	32.1	9.3	13.3	13.3	1.0	2.3	1.9	1.2	34.7	23.6	26.6	22.0
19	30.0	16.0	40.5	24.4	9.2	7.1	9.2	7.6	27.6	29.9	47.8	30.7
20	50.8	58.1	19.4	27.4	4.6	4.5	2.1	1.9	27.8	55.9	18.5	22.0
21	30.2	11.4	14.4	14.1	1.1	2.0	3.5	7.8	15.1	19.7	17.9	9.3
平均値	19.5	17.2	16.2	16.5	3.1	3.5	3.2	3.9	16.8	19.0	16.0	14.4
S.D.	12.8	13.6	9.2	9.6	2.1	2.1	2.0	2.2	8.9	12.4	10.1	7.3

図 7 〔テ〕発語時における舌圧の変化

表 6 〔ト〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	〔6〕				〔1〕〔1〕				〔6〕			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	5.0	4.1	5.9	7.1	4.7	5.8	1.0	11.4	8.9	5.0	7.8	9.8
2	7.0	8.3	7.0	7.3	2.3	4.3	3.4	3.3	11.1	6.5	6.3	7.4
3	6.8	7.2	7.1	9.2	3.4	2.0	3.3	3.8	8.5	8.2	8.6	10.8
4	5.2	6.1	5.8	9.0	4.2	2.2	8.5	3.3	8.2	5.2	5.0	10.4
5	13.8	9.6	9.5	9.6	2.6	3.9	1.0	2.0	8.9	5.6	7.1	6.4
6	4.4	5.1	5.3	7.1	1.8	3.4	2.4	1.8	7.3	6.2	4.4	4.6
7	5.8	2.0	5.1	5.8	2.8	3.8	2.6	0	4.2	6.4	5.4	5.0
8	7.8	18.0	10.2	19.8	2.0	7.9	2.6	1.2	6.4	14.2	13.0	3.7
9	11.9	9.3	5.4	13.4	3.0	2.4	3.4	5.0	6.2	4.8	6.2	4.5
10	9.2	10.5	7.5	9.0	7.1	10.5	5.7	7.0	5.3	11.0	8.3	5.1
11	11.3	6.2	7.1	10.4	4.7	9.1	2.4	4.7	5.9	14.4	8.1	9.7
12	2.5	2.4	5.2	1.7	1.4	1.2	2.6	6.1	15.7	2.6	10.6	6.3
13	15.8	13.8	8.6	6.1	3.1	1.8	3.8	3.8	10.1	10.0	11.8	10.2
14	22.2	9.2	23.1	16.4	1.3	3.0	4.4	1.8	9.7	8.3	6.9	3.1
15	10.9	7.2	15.3	6.5	3.4	1.9	1.4	3.1	16.4	10.7	5.0	8.1
16	7.6	15.1	14.6	6.2	0.8	1.7	1.3	2.6	8.7	10.5	7.5	6.8
17	4.3	6.7	8.0	7.8	1.0	1.7	3.7	6.4	2.8	2.9	2.7	5.9
18	13.8	7.8	7.3	11.9	1.3	1.5	2.9	2.0	13.3	17.0	13.6	10.5
19	36.8	10.7	31.9	23.1	9.1	11.8	9.2	9.2	28.0	37.6	32.7	20.6
20	13.3	11.7	4.3	7.4	3.6	4.2	1.8	1.8	5.6	10.5	2.2	3.9
21	20.3	9.5	12.3	5.8	1.7	3.2	4.5	3.9	6.6	5.4	9.8	2.8
平均値	11.2	8.6	9.8	9.6	3.1	4.2	3.4	4.0	9.4	9.7	8.7	7.4
S.D.	7.9	4.0	6.7	5.0	2.1	3.1	2.2	2.8	5.5	7.5	6.3	4.0

図 8 〔ト〕発語時における舌圧の変化

表 7 〔ナ〕 発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	6				1 1				6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	5.8	3.3	5.4	7.9	4.6	1.6	2.1	3.3	10.9	5.2	8.0	8.9
2	5.5	17.8	13.3	7.8	0.7	4.5	3.4	3.7	7.0	8.0	12.8	9.4
3	3.0	8.8	6.3	5.8	2.4	3.2	2.4	3.6	6.2	6.3	8.3	8.8
4	7.4	11.6	9.6	17.1	5.4	2.5	7.3	4.1	13.2	11.9	9.9	15.2
5	10.8	8.9	10.4	11.9	2.4	2.2	0.8	1.5	7.9	9.6	11.0	8.8
6	6.6	11.7	13.3	13.4	1.8	4.5	3.1	1.5	8.3	14.0	16.4	6.9
7	13.8	3.2	10.2	11.8	2.2	3.2	1.9	0.4	6.8	8.6	8.0	8.2
8	9.2	15.1	10.8	15.7	1.3	1.9	2.0	1.5	6.2	12.6	10.7	6.6
9	13.5	11.0	10.8	19.1	4.2	3.6	3.0	2.6	7.0	7.1	9.2	12.6
10	9.6	18.1	9.7	13.9	2.9	5.9	2.3	4.0	3.7	9.7	5.4	4.9
11	8.9	4.4	9.6	7.5	4.8	5.3	1.9	3.5	4.1	16.2	7.7	9.4
12	2.3	1.9	3.8	1.3	1.2	1.8	2.1	5.9	7.8	2.9	5.5	5.2
13	16.3	13.3	10.8	7.6	2.3	1.7	0.6	3.6	15.4	11.6	18.1	12.7
14	26.1	15.0	17.1	12.0	0.8	3.2	5.1	1.9	14.2	9.8	10.9	3.9
15	17.1	11.2	12.4	9.8	4.3	2.1	1.6	2.3	16.6	15.1	2.7	9.5
16	16.9	18.1	10.7	7.8	0.8	1.5	1.5	2.7	12.5	11.3	5.1	4.0
17	5.4	7.6	10.8	6.3	1.3	2.8	4.8	6.9	5.0	3.6	3.4	4.4
18	14.0	7.0	4.7	13.9	1.3	1.2	0.5	1.7	21.2	23.4	6.7	12.6
19	21.7	8.7	20.1	16.1	6.0	6.8	7.9	8.2	17.6	19.3	23.6	16.1
20	16.3	20.8	11.9	9.9	4.1	5.3	2.8	2.8	6.6	31.9	13.9	7.6
21	19.5	15.4	13.5	4.2	1.5	1.4	2.7	3.6	9.2	8.5	10.9	5.4
平均値	11.9	11.1	10.7	10.5	2.7	3.2	2.9	3.3	9.9	11.7	9.9	8.6
S.D.	6.4	5.4	3.8	4.6	1.7	1.6	2.0	1.9	4.9	6.8	5.0	3.6

図 9 〔ナ〕 発語時における舌圧の変化

表 8 〔ニ〕 発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	6				1 1				6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	17.3	10.2	10.6	16.3	2.6	3.8	1.9	3.1	28.5	11.3	11.3	18.1
2	12.6	15.1	11.4	7.2	1.2	3.3	3.0	3.1	16.8	7.9	17.8	16.0
3	12.9	13.0	5.6	9.2	1.8	2.0	1.8	1.8	27.3	22.2	13.8	13.1
4	5.6	8.4	9.7	16.2	1.3	1.7	2.7	2.2	12.7	8.3	7.0	11.1
5	23.8	16.7	14.8	16.2	1.9	1.7	1.3	1.2	12.6	9.3	18.7	15.3
6	17.0	27.4	19.4	27.7	0.8	2.8	1.2	1.0	20.9	27.2	26.3	19.0
7	12.2	3.4	9.1	8.9	1.6	1.0	2.1	0.2	6.8	8.2	8.4	5.1
8	12.3	11.6	12.3	11.6	0.8	1.1	2.7	1.1	18.1	7.5	11.6	4.8
9	25.6	10.0	18.2	33.9	2.6	4.2	1.5	2.8	14.7	7.4	15.8	14.3
10	9.7	17.9	16.1	18.2	2.1	4.4	2.4	2.8	4.9	10.0	7.6	4.6
11	3.6	2.1	4.1	2.8	1.6	1.9	1.0	2.1	2.6	4.0	2.9	2.9
12	4.6	6.6	5.4	3.5	0	1.8	1.6	3.8	9.0	4.9	10.1	11.5
13	5.2	6.6	8.6	6.2	0.8	0.9	0	0.6	4.5	4.2	10.7	7.1
14	34.2	8.3	10.5	7.3	0.2	2.4	1.8	2.3	12.3	11.2	10.6	8.0
15	35.2	23.2	27.6	21.3	0.7	1.4	1.9	1.8	27.6	34.4	2.4	15.8
16	17.8	23.3	11.2	7.6	0.8	1.0	1.6	1.8	14.8	8.9	8.8	3.7
17	8.0	14.3	10.1	15.0	1.3	2.1	2.5	3.5	7.4	9.0	4.5	10.4
18	12.2	6.3	6.1	10.1	0.9	1.3	0.8	2.0	8.5	22.6	13.3	12.9
19	25.7	10.2	25.5	18.8	11.1	9.8	11.1	7.0	20.1	22.0	34.1	16.9
20	40.4	32.3	19.4	25.3	1.3	1.9	1.4	1.6	24.5	39.1	21.6	22.6
21	16.1	7.7	16.8	7.2	0	1.1	1.3	1.4	9.3	5.3	14.0	6.3
平均値	16.8	13.1	13.0	13.8	1.7	2.5	2.2	2.3	14.5	13.6	13.0	11.4
S.D.	10.5	8.0	6.4	8.3	2.3	2.0	2.2	1.4	8.0	10.2	7.7	5.7

図 10 〔ニ〕 発語時における舌圧の変化

表 9 〔ヌ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	6┐				1┐1┐				┐6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	3.8	5.4	8.3	9.1	3.1	3.4	2.4	4.7	9.1	6.8	7.8	8.4
2	5.4	9.9	6.0	7.2	1.3	5.1	3.3	2.2	8.4	5.5	6.0	7.0
3	4.3	4.4	3.9	5.7	1.8	2.3	2.0	1.8	10.4	8.3	6.5	7.0
4	2.3	3.9	4.8	3.4	4.1	3.2	4.9	3.5	4.8	3.0	3.2	5.4
5	3.7	5.6	2.3	4.2	1.6	2.1	0.7	1.0	4.1	4.3	2.7	5.0
6	2.7	4.6	4.6	5.2	0.9	1.6	1.4	1.0	4.6	4.0	3.6	2.0
7	6.5	1.4	4.4	9.0	1.6	1.3	1.4	0.7	1.9	3.0	1.8	2.5
8	4.1	13.6	9.8	6.2	1.9	2.4	2.2	1.1	7.3	10.4	5.3	3.0
9	9.1	5.0	4.9	11.4	1.4	2.0	1.0	2.3	1.2	1.6	1.8	2.8
10	2.9	7.6	6.4	4.6	3.6	3.6	2.5	2.5	2.5	5.6	4.6	2.8
11	6.7	3.3	5.8	4.2	2.4	2.1	1.3	2.5	5.2	3.5	2.8	3.7
12	1.8	2.5	4.0	2.0	1.0	1.6	1.7	3.6	6.5	3.1	4.7	3.0
13	4.6	5.2	5.2	3.8	0	0	0	1.3	2.7	2.6	6.4	7.3
14	8.1	7.0	11.8	8.0	1.9	1.4	1.5	1.7	3.9	6.0	5.4	3.3
15	15.8	9.1	9.4	2.8	1.0	1.9	1.0	2.8	15.2	10.0	2.0	3.1
16	3.7	7.3	7.4	5.2	0.9	1.0	1.0	1.1	1.6	3.8	2.2	1.0
17	2.5	2.0	3.1	3.3	1.4	1.7	2.7	4.7	2.0	2.7	2.3	4.0
18	7.5	4.3	2.7	5.1	0.3	1.2	0	1.8	4.7	17.2	4.2	7.7
19	14.6	4.7	19.2	9.4	5.5	7.4	7.3	6.2	15.8	17.6	30.9	15.2
20	6.7	5.0	3.6	2.4	1.6	1.5	1.2	1.3	4.4	9.8	8.3	3.2
21	4.6	5.0	7.5	1.7	0.7	1.0	1.5	2.0	3.5	1.3	2.1	2.2
平均値	5.8	5.6	6.4	5.4	1.8	2.3	2.0	2.4	5.7	6.2	5.5	4.7
S.D.	3.7	2.8	3.8	2.7	1.3	1.6	1.7	1.5	4.1	4.6	6.2	3.2

図 11 〔ヌ〕発語時における舌圧の変化

表 10 〔ネ〕発語時における舌圧の変化

部位 経過 症例 No.	6┐				┐1┐1				┐6			
	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1	5.6	9.7	8.5	13.2	2.2	2.7	1.8	3.2	10.7	11.8	10.7	13.3
2	5.2	9.1	6.0	8.8	0.8	4.3	2.6	3.6	6.9	5.3	8.8	9.3
3	10.2	8.4	8.8	8.2	1.7	2.8	1.6	1.3	14.7	14.7	13.2	12.8
4	10.7	8.5	17.3	17.2	5.5	3.2	6.4	3.4	11.1	18.4	18.6	14.5
5	8.5	12.4	11.0	9.8	1.8	1.8	0.4	1.4	7.0	9.9	10.4	13.5
6	17.3	34.2	21.8	37.5	1.9	6.7	2.2	2.2	13.2	33.5	37.1	24.6
7	29.8	2.7	26.2	29.8	2.9	2.0	1.3	0	13.2	9.0	14.3	15.1
8	10.1	22.9	19.6	12.3	1.5	2.0	1.2	1.9	6.9	18.2	14.7	5.9
9	49.9	34.1	28.5	41.0	3.6	2.3	3.1	3.5	19.8	21.9	17.7	20.2
10	10.5	17.7	11.9	17.7	3.3	5.5	3.5	3.0	5.2	11.2	6.4	6.1
11	10.2	3.8	6.9	7.6	3.0	3.2	2.0	2.7	6.3	6.6	7.0	4.9
12	2.2	1.9	2.9	2.3	1.0	1.6	1.4	4.8	5.7	2.8	6.5	6.4
13	16.0	11.6	11.3	6.0	0.5	0.4	0.9	0.4	11.0	8.0	15.1	10.2
14	36.0	13.1	20.5	18.6	0.7	1.8	2.3	1.0	38.2	16.4	20.3	13.3
15	24.7	28.9	29.7	22.9	2.9	1.7	3.0	1.7	28.6	37.9	3.6	22.1
16	6.4	8.4	5.4	11.2	0.8	1.6	1.0	2.9	10.0	5.8	4.6	5.7
17	5.2	7.2	10.0	7.7	1.5	2.4	3.3	5.0	5.1	4.9	8.7	8.3
18	23.0	7.1	11.1	5.3	0.5	1.6	0.7	1.8	27.2	28.8	10.1	12.7
19	25.4	16.0	37.5	25.7	7.4	7.4	10.4	5.8	21.6	25.6	55.5	26.8
20	51.8	49.0	23.4	27.0	3.3	2.6	1.7	1.6	25.0	47.1	25.9	19.6
21	17.6	14.8	15.5	9.1	0.8	2.6	2.5	2.4	15.7	12.5	17.9	6.4
平均値	18.0	15.3	15.9	16.1	2.3	2.9	2.5	2.6	14.4	16.7	15.6	12.9
S.D.	14.2	12.1	9.3	10.8	1.7	1.8	2.2	1.5	9.1	12.0	12.0	6.6

図 12 〔ネ〕発語時における舌圧の変化

表 11 〔ノ〕発語時における舌圧の変化

症例 No.	部位 経過	6]				1]1				6			
		術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月	術前	術後 3か月	術後 6か月	術後 12か月
1		4.6	5.8	6.3	11.5	2.4	2.0	1.9	4.4	7.8	7.9	9.2	14.7
2		12.1	9.3	7.0	11.2	1.3	4.8	3.3	4.1	14.1	5.4	7.8	9.2
3		3.8	5.4	6.8	7.2	4.2	3.1	2.4	1.5	7.8	7.3	8.2	10.0
4		4.1	9.3	7.3	8.0	5.0	3.6	6.8	4.2	9.1	11.6	6.5	14.8
5		5.7	9.2	7.0	8.3	2.1	1.6	0.8	1.7	5.8	5.8	6.1	9.2
6		4.5	7.4	5.0	4.3	2.2	4.5	2.8	1.6	7.5	7.8	7.2	3.2
7		7.6	1.3	4.9	6.3	2.8	2.6	1.9	0	4.0	5.8	4.2	3.3
8		5.2	9.4	10.9	9.6	1.2	2.2	1.4	1.5	6.8	12.5	14.8	4.3
9		10.2	6.8	6.1	12.5	3.7	1.5	2.7	3.3	5.7	6.3	3.8	5.8
10		7.8	15.3	8.8	9.0	2.8	10.2	3.3	3.2	2.3	16.4	8.3	3.2
11		12.5	3.3	8.6	12.2	7.0	9.7	3.6	5.6	5.7	8.8	7.5	8.2
12		2.4	3.2	4.1	2.4	0.6	1.5	1.9	4.9	9.8	3.9	8.7	6.4
13		6.4	13.8	13.1	8.0	0	1.7	0.6	0.2	5.8	10.2	12.7	9.5
14		13.1	11.2	18.1	8.3	0.7	1.9	4.4	1.8	6.4	8.7	9.6	2.7
15		8.5	6.2	18.1	5.4	2.5	1.9	1.2	1.8	16.0	10.1	3.7	6.2
16		7.2	11.4	12.4	5.9	1.2	1.4	1.0	2.6	6.1	6.4	6.2	2.3
17		3.4	5.5	6.6	6.3	1.5	2.1	2.6	7.5	3.9	2.5	2.4	4.6
18		5.9	3.4	3.0	5.3	0.6	1.0	1.2	0.8	5.2	10.3	3.0	5.6
19		25.8	11.9	27.8	13.8	8.2	5.4	6.3	4.6	17.3	17.9	27.1	16.8
20		11.8	6.4	4.3	5.3	4.0	2.0	1.7	1.4	5.6	9.3	8.0	3.6
21		17.5	9.2	12.6	5.1	1.4	1.7	2.7	2.2	4.6	3.0	8.8	3.2
平均値		8.6	7.8	9.5	7.9	2.6	3.2	2.6	2.8	7.5	8.5	8.3	7.0
S.D.		5.5	3.7	6.0	3.0	2.1	2.6	1.6	1.9	3.9	3.9	5.3	4.3

図 13 〔ノ〕発語時における舌圧の変化

表 12 舌圧の変化量の平均値（術前値を基準とした）

部位	経過	発語									
		タ	チ	ツ	テ	ト	ナ	ニ	ヌ	ネ	ノ
6	術後3か月	-0.4	-1.5	-1.2	-2.3	-2.6	-0.8	-3.7	-0.2	-2.6	-0.7
	術後6か月	0.1	-1.5	-1.3	-3.3	-1.4	-1.2	-3.8*	0.7	-2.0	0.9
	術後12か月	0.2	-2.3	-2.2*	-3.0	-1.7	-1.4	-2.9	-0.4	-1.8	-0.7
11	術後3か月	0.5	1.3*	0.6	0.5	1.1*	0.5	0.8	0.5	0.6	0.5
	術後6か月	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.5	0.1	0.3	0
	術後12か月	1.0	0.5	0.5	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6*	0.3	0.2
16	術後3か月	1.4	2.1	-0.2	2.2	0.3	1.9	-0.9	0.5	2.3	1.0
	術後6か月	0.5	0.1	-0.6	-0.8	-0.7	0	-1.6	-0.2	1.2	0.8
	術後12か月	-1.2	-1.5	-0.8	-2.4	-2.0*	-1.3	-3.1*	-1.0	-1.5	-0.5

単位 g/4mm² *p<0.025

図 14 6部における舌圧の変化量

されるようにしてある。この発語に対応する舌圧波の起始部からピークまでの垂直距離を計測し、その値を受圧装置の較正值から圧力に換算した。なお舌圧波の距離計測は画像処理システムのデジタイザー（デジグラマ Model G シリーズ）を利用し、垂直距離における2点をプロットすることにより接続されたミニコンピュータ（キャノン BX-1）から自動的に圧力値に変換された数値を得られるようにした。

研究成績

測定の際には被験者に歯音および歯茎音の40語音をそれぞれ5回ずつ発語させ記録したが、分析においてはそのなかから明確な舌圧波形を示した〔タ〕行音と〔ナ〕行音の10語を抜き出して比較の対象とした。各発語により得られた各5つの舌圧値のうち最大値と最小値を切り

捨て、残りの3つの値の平均値を算出し各被験者の各発語時における舌圧の代表値とした。表2～11は各症例の各部位における各時期の舌圧の代表値ならびにその平均値、標準偏差を発語別に分けて表したものである。各数値はグラム数に換算してあるが、これは受圧装置の受圧面の面積4mm²に加わった舌圧値として単位はg/4mm²とした。図4～13は表2～11における平均値と標準偏差をグラフに表し、発語別および測定部位別に舌圧の経時的な変化を示したものである。縦軸は舌圧値（g/4mm²）を、横軸は測定時期（術前、術後3か月、6か月、12か月）を示している。表12は各症例ごとに術前の値を基準として術後3か月、6か月、12か月との差（変化量）を個々に求めその差（変化量）の平均値を発語別および部位別に表したもので、右上に*印のついている数値は平均値の差の検定において危険率5%で有意差を示したものである（両側検定を行ったため P < 0.025 は

図 15 6|6 部における舌圧の変化量

図 16 1|1 部における舌圧の変化量

5%危険率を表している)。図14, 15, 16は表12に示された各発語時における舌圧の術後の変化量の平均値を測定、部位別にグラフに表したもので縦軸は変化量（術前値を0gとし、単位はg/4mm²）を、横軸は測定時期（術後3か月、6か月、12か月）を、また斜線の棒グラフは5%危険率で有意差のあった変化量を示している。

1. 6|6 部における舌圧の変化

術前の舌圧代表値は各症例により値がまちまちであり、最小値は症例6の〔ツ〕発語時における1.0gで最大値は症例20の〔テ〕発語時における50.8gとその差は50gを示し同疾患、同条件で測定したにもかかわらず個人差と発語の種類によって差が大きいことを示している。平均値でみると、5g～10g、10g～15g、15g～20gの3

つの範囲に大きく分けることができるが、これは発語の種類によって6|6部に加わる舌圧の値にも変動が存することを示している。5g～10gには〔ツ〕〔ヌ〕〔ノ〕、10g～15gには〔タ〕〔チ〕〔ト〕〔ナ〕、15g～20gには〔テ〕〔ニ〕〔ネ〕の各発語時の舌圧値が含まれている。術後3か月では、各発語時ともにすべて術前の値より減少しており、減少の程度は〔ニ〕発語時が最も大きくその差は3.7gであった。術後3か月から6か月の変化では〔チ〕発語時以外は増加したもの（〔タ〕〔ト〕〔ヌ〕〔ネ〕〔ノ〕）と、減少したもの（〔ツ〕〔テ〕〔ナ〕〔ニ〕）に分かれた。術後6か月から12か月においても増加したもの（〔タ〕〔テ〕〔ニ〕〔ネ〕）と、減少したもの（〔チ〕〔ツ〕〔ト〕〔ナ〕〔ヌ〕〔ノ〕）に分かれた。これを変化量

でみると、術後3か月ではすべて術前よりも低値を示すが、術後6か月では〔タ〕〔ヌ〕〔ノ〕発語時のように術前よりも高値を示すものが表われ、やや上昇傾向にある。しかし術後12か月では〔タ〕発語時以外は再び術前よりも低値に下降していた(図14)。

2. 16 部における舌圧の変化について

術前値はほぼ16部と同程度の値を示しており、5g～10g、10g～15g、15g～20gの範囲に含まれる発語の種類もほぼ一致していた。また1年を通じての平均舌圧値は16部と同様に〔テ〕および〔ネ〕発語時が高値を示していた。術後3か月では16部とは逆に〔ツ〕および〔ニ〕発語時以外はすべて術前よりも増加しており、最も増加量が多かったのは〔ネ〕発語時の2.3gであった。術後3か月から6か月の変化ではすべての発語時舌圧が減少していた。術後6か月から12か月ではさらに減少を続け、すべてが術前よりも低い値になった。これを変化量でみると、術後3か月では16部とは逆に〔ツ〕〔ニ〕発語時以外はすべて術前よりも高い値を示したが、術後6か月では術前よりも高値を示す発語と低値を示す発語とに分かれ、下降傾向にある。術後12か月ではすべての発語時舌圧が術前よりも低い値を示した(図15)。

3. 111 部における舌圧の変化

左右大臼歯部に比べて前歯部に加わる舌圧は低く、術前値には0gがあり、症例12の〔ニ〕、症例13の〔ヌ〕および〔ノ〕、症例21の〔チ〕および〔ニ〕発語時など多くの症例において見られた。また最高値は症例19の〔チ〕発語時の13.0gであった。平均値でみると術後3か月ではすべてが増加しているが、その変化量はわずかで〔チ〕発語時が1.3g、〔ト〕発語時が1.1gを示したが残りのすべては1.0g以下であった。術後6か月ではすべてが術後3か月より減少し、かなり術前に近い値を示した。しかし術後12か月では術後6か月の時点でいったん減少した舌圧が増加をはじめ、ほとんどが1.0g以内のわずかな量ではあるが術前よりも高い値を示した。これを変化量でみると、すべての発語時舌圧が術後3か月、6か月、12か月を通じて術前よりも高値で経過しており術後6か月で下降傾向にあるが、それでも術前よりも低値を示す発語時舌圧は1つもなかった。111部においては各発語時舌圧の変化がすべて同じであり、大臼歯部に比べるとはっきりとした傾向を示した(図16)。

考 察

1. 実験方法について

1) 対象の選定について

下顎前突症に対する治療法は歯牙のみの移動による咬合の回復に主眼をおいた歯列矯正と顎骨の成長発育が完了した時点で骨格型下顎前突症と診断された症例に対する外科的矯正法に大別されるが、本研究の目的は手術に

より人工的にしかも急激に下顎歯列弓を後退、移動させた際の歯列弓に加わる舌圧の変化を経時的に観察することであり、対象症例を選定するにあたり、すでに顎骨の発育が完了した17～27歳間の青年男女を選び、発育、老化などの影響が出ないように心掛けた。また手術法においては現在最も広く用いられている下顎枝矢状分割法(Obwegeser-Dal Pont 法)を適応した症例のみを対象とし、同法における舌圧の変化のみを検討することとし、手術法の違いによる複雑な要素が介入することを避けた。

2) 受圧装置について

舌は筋肉臓器でその動きは自在かつ複雑であるため、その圧力を正確に定量化するにはまず優れた受圧装置を開発することが肝要となる。本研究に用いられた受圧装置⁵⁾は独自に開発製作したもので、リン青銅板と箔ひずみゲージを用い、形態はカンチレバー型とし、長径8mm、幅径4mm、厚径1.6mm、と小型でプロテクターと外側板がカンチレバー(受圧板)をはさみ込んだ3層構造となっており、受圧面以外には舌圧が直接加わらないように工夫している(図1)。精度については受圧装置の校正において5g間隔で荷重を負荷し、それにより得られた出力電圧を対比させたところ直線的な比例関係が得られている。また口腔内のように呼気、吸気により温度が一定に保たれない環境下では温度補償の問題を切り離して考えることはできないが、この点に関しては2アクティブゲージ法による温度補償回路を採用し、基礎実験においては温度変化に対する変化率はグラム数に換算して1°Cにつきわずか0.05gであった。

3) 測定に発語時を選んだ意義

舌は咀嚼、嚥下、発音、呼吸などの生理的機能に重要な役割を果たしており、その機能時あるいは安静時においても口蓋、歯列弓内側に圧力を及ぼしている。吉田⁶⁾は上顎中切歯部の唇舌圧を睡眠時および覚醒時各8時間ずつの長時間測定を行い、歯列弓に加わる唇舌、舌圧の時間圧力積を報告しているが、そのなかで覚醒時における舌の動作時間の割合は4.0～13.1%にすぎず、歯列弓に作用を及ぼす主たる力は静止時の筋圧であると結論し、経時的な舌圧の変化を観察する際には静止時舌圧を対象としてその変化を比較するのが妥当としている。しかし富田⁴⁾も述べているように舌の安静位という位置規定の難かしさや測定器機の精度の限界などから日常臨床において実際の患者から短時間でデータを得るには難があると考えられること、舌本来の機能が発揮されて舌圧が上昇した状態の方がより顎骨に対する影響が大きいと考え、本研究においては舌の機能の1つである発音に着目し、発語時舌圧を手術後の経時的な舌圧の変化を知る手段の対象とした。清水⁷⁾は下顎後退術前後の発語時の舌の動きを頭部X線規格写真により比べ、術後では全般に舌は後上方に位置していたと報告している。また道⁸⁾

はダイナミックパラトグラフィーを応用して下顎枝矢状分割法を行った症例の歯音、歯茎音である〔タ〕〔ナ〕〔テ〕発語時の口蓋に対する接触状態を観察し、術後には接触部位が全体に後方に移動する傾向が見られ、これは術後に舌位が後方に移動したために生じた変化であろうと考察している。以上の報告をまとめると下顎後退術を施行した症例の術後の舌の位置の変化は下顎の後退に伴い後方あるいは後上方に移動し、その位置の変化が発音時の舌の動作にも反映されることを示している。この事実は手術の前後における舌圧の変化が発音時に顕在化する可能性を示唆するものであり、本研究における発語時舌圧測定の意義をここに存するものである。

4) 被験音の選定について

発音の器官としては呼吸筋、喉頭、構音器官に分けられるが、舌は歯牙、顎、口蓋などとともにも構音器官としての役割を果たしている。構音の際の舌の動きは非常に複雑であるが、その運動を観察する方法は以前から報告されている。荒井⁹⁾は60人の被験者に日本語100語音を発音させ、パラトグラフィーを用いて構音時における舌運動を描記し、発語時に舌が口蓋に接触する面が前歯部の歯頸部付近全域にわたっている語音は〔タ〕行、〔ナ〕行、〔ダ〕行であったと報告しており、また同じく荒井¹⁰⁾は反対咬合を有する症例においても正常人と同様に〔タ〕行、〔ナ〕行、〔ダ〕行音が歯頸部全域で舌の接触を示しているとも述べている。これらの事実は正常咬合者、反対咬合者にかかわらず、〔タ〕行、〔ナ〕行、〔ダ〕行発語時には舌は上顎歯列弓全体の内側に接触し、その接触の際には上顎歯列弓に対して舌圧が加えられることを意味している。またその作用は下顎歯列にもほぼ同様に与えられるものと考え、本研究においては下顎前突症手術後の発語時舌圧の経時の変化を調査するにあたり〔タ〕行〔タ〕〔テ〕〔ト〕、〔ナ〕行〔ナ〕〔ヌ〕〔ネ〕〔ノ〕と〔チ〕〔ツ〕〔ニ〕の計10語を選抜し、各発語時における舌圧を分析した。これらの10語音は音声学的にみると〔タ〕〔テ〕〔ト〕は歯茎破裂音、〔チ〕は歯茎破擦音、〔ツ〕は歯音破擦音、〔ナ〕〔ヌ〕〔ネ〕〔ノ〕〔ニ〕は歯茎通鼻音と、構音点はほぼ同じ位置にあるが構音様式は異なっている¹¹⁾。また後続母音の種類によって発語時の舌の動作（構音時の舌の形態）も変化してくるので各症例において10種類の舌動作における舌圧を経時的に観察したことになり、下顎に影響を及ぼしうる発語条件をほぼカバーした状態で実験が行われたものと考えられる。

5) 発語条件について

声の大きさと舌圧との関係については島¹²⁾が発音時の口蓋に加わる舌圧の研究のなかで同一の語音であっても発音時の声の大きさによって舌圧に変動が認められたと報告しており、声の大きさを一定にすることは測定条件に欠かすことのできないものである。本研究においては前述のごとく発語時音声の設定された範囲内の大きさに

ある時には、記録装置にその表示が現れ確認できるようにした。

6) 舌圧測定部位の選定について

測定部位によっても舌圧に差が生ずるという報告があり、大滝¹³⁾は安静時舌圧について前歯部よりも臼歯部の方が大きかったとしており、同様に沖¹⁴⁾は発音時舌圧においても大臼歯部は他の部位に比較し高い値を示し、また発語の種類によっても舌圧の値に変動が生じ、特に大臼歯部においては後続母音が〔i〕となる語音に大きな値を示す傾向がみられたと報告している。したがって本研究においても前歯部と左右大臼歯部の3か所に受圧装置を設置し同時記録を行い、測定部位の違いによる舌圧の変化を観察したが、手術前後を通じて10語音すべての発語時舌圧の平均値は前歯部よりも大臼歯部の方が高かった。また発語の種類では後続母音〔i〕である〔ニ〕が高い値を示したが、それ以上に著明な高い値を示したのは後続母音〔e〕の〔テ〕と〔ネ〕であった。

7) 舌圧の測定時期について

本研究においては各症例ごとに術前、術後3か月、6か月、12か月と4回にわたり舌圧測定を行い手術後1年間の経時的な変化を観察したが、前述のごとく術前における測定は可能なかぎり手術日に近い時期に行うようにした。術後の観察は手術直後に測定を行うのが望ましいが、当然のことながら顎間固定による開口不能により不可能である。3か月としたのはある程度の開口量が得られ受圧装置の設置などの操作が支障なく行える時期だからである。その後の観察については測定回数が多ければ多いほど詳細なデータが得られるのは確かであるが、対象は患者であり測定による負担を考慮して6か月、12か月の計4回とした。

2. 下顎後退術と舌位と固有口腔について

下顎前突症に対する下顎後退術は1849年にHullihen¹⁵⁾が小臼歯部の楔状切除を行ったのが最初とされ以後数多くの優れた手術方法が発表されている。現在では下顎枝矢状分割法、下顎骨体短縮術、前歯部歯槽骨切り術などの術式が主に採用されているがいずれの術式を選択しても下顎骨体部あるいは下顎前方歯列の後方移動によりいちばん影響を受けるのは舌であると考えられる。本田ら¹⁶⁾は頭部X線規格写真を用いて分析した結果、術後、舌は後方に移動し日時の経過とともに術前の位置に戻る傾向が認められたと報告し、江俣ら¹⁷⁾も同じ方法で術後の舌の移動を観察したが舌根部は後方に偏位し、また舌背の高さも増加したと報告している。前述のごとく清水⁷⁾ら、道⁸⁾は発音時の舌の動きを観察し、やはり術後に舌が後方移動している状態を報告している。解剖学的に舌とその隣接諸構造との関係を調べてみると舌は外舌筋であるオトガイ舌筋により下顎と、舌骨舌筋により舌骨と連結している。また舌骨はオトガイ舌骨筋、顎二腹筋、顎舌骨筋により下顎と連結している。つまり下顎後退術

後の舌の変位を論ずる際には、舌、舌骨、口底、下顎を分離して考えるわけにはいかない。下顎枝矢状分割法は下顎枝部を矢状方向に分割し、下顎歯列弓を含む下顎骨体部を後方に移動させるため、下顎と舌と口底が一体となって後方に移動する。したがって舌と下顎前歯部歯列との相対的な位置関係はそれ程大きく変化しないため、前歯部における舌圧の変化の程度も比較的少ない範囲にとどまっているものと考えられる。実際に症例21のように下顎後方移動量が最も大きかったものでも術後3か月における前歯部舌圧の変化は0.1gから1.8gの範囲にとどまっている。

下顎骨体短縮術、前歯部歯槽骨切り術においても舌の後方移動は生ずるわけだが、骨切りの部位の相違により下顎枝矢状分割法のように舌全体の後方移動は起こらず、したがって前歯部における術後の舌圧の変化もより大きなものになると推定されるが、この術式の違いによる舌圧変化の比較については今後の課題と考えている。

下顎の後退に伴う口腔の変化としては舌の後方変位もさることながら、固有口腔の狭小化も念頭に置かななくてはならない。舌は自在にその形を変化させることができるが体積までも変化させることはできず、狭くなった固有口腔において舌体積と口腔容積との比率に変化が生じてくる。高田¹⁸⁾は舌体積と固有口腔容積を計量比較し、舌と口腔の大きさの間には一定の調和のとれた対応関係が成立しており、この両者の関係は Moss¹⁹⁾の生体が呼吸に必要な機能空間を維持するための生物学的反応に基づいているという考え方を支持している。したがって人工的に下顎を後退させて舌体積と口腔容積のバランスが崩れた場合、それを元の状態に戻そうとする変化が現れてくるはずであり、曾矢²⁰⁾の報告をみると術後矯正中に Pog. の位置は16例中14例が前方移動したと述べている。しかしながら後退させた下顎が全く元の位置まで後戻りしたというような報告は全くなく、生体の適応性による固有口腔の狭小化の固定を考慮に入れる必要があろう。舌の適応性に関しては、田口²¹⁾、板垣²²⁾の報告のように優れているとする意見と、勢島²³⁾、Glass²⁴⁾のように反対の意見もある。いずれにせよ舌の適応性だけで狭くなった固有口腔を補償することは不可能であり、その他に口底、舌骨、下顎骨などの移動による補償機転が働くはずである。術後の経過中における舌圧の微妙な変化は、下顎の後退により生じた舌位の変化や固有口腔の狭小化に対して元の状態に戻そうとする生体反応と、変化した状態に慣れようとする生体適応性が複雑に絡み合いながらつくり上げた舌と下顎歯列弓との相対的關係の変化を反映しているものと考えられる。

3. 成績について

1) 術前値について

術前の舌圧代表値は同じ発語においても症例間においてもその差が激しく、同じ下顎前突症であっても舌圧に

関するかぎりかなり大きな個人差を示すことが認められた。これはおそらく健康人においても当てはまることであろうと考えられる。発語別にみると、発語の種類によって舌圧値に差があり、大臼歯部において顕著であった。これは構音の際の舌の形態の変化が被験音によって異なり、それによって歯列に加わる舌圧にも変化が生ずるためであろう。測定部位（受圧装置の設置部位）によっても舌圧値に変化があり、前歯部と大臼歯部を比較した場合、明らかに大臼歯部における舌圧値の方が大きく、大滝¹³⁾の安静時舌圧についての報告も併せ考えると、歯列に加わる舌圧は安静時、機能時を通じて常に前歯部よりも臼歯部の方が大きいことが認識された。

2) 前歯部 (I1) 舌圧の術後変化について

術前値を基準とした変化量でみると、被験音として用いた発語時舌圧の個々の変化のパターンはすべて同じである。つまり術後3か月で上昇し、術後6か月ではやや下降し、なかには〔タ〕〔ノ〕発語時のように術前値に戻ったものもみられるが、術後12か月では再び上昇しており術後1年を通じて術前値よりも下降する発語は1つもなかった(図16)。下顎枝矢状分割法においては前述したように舌も後方へ同時移動するが、それでも前歯部に加わる舌圧は多少なりとも術前より高い状態で存続しており、術後の後戻りの要因のひとつになりうるということが示唆された。

3) 大臼歯部 (6) 舌圧の術後変化について

変化量でみると、術後6か月における〔タ〕〔ヌ〕〔ノ〕および術後12か月における〔タ〕発語時以外は術後1年を通じてすべて術前よりも低い値をとりながら経過しており、前歯部における術後変化とは相反する結果を示している(図14)。下顎の後退に伴う口腔容積の減少により歯列に及ぼす舌圧も増加するのが当然と考えられるが、逆に大臼歯部において術後に低下しているのは舌の機能時の力が減弱したとするよりは、下顎の後退とともに舌位も変化し下顎大臼歯部（受圧装置の設置部位）と舌との相対的位置関係、とくに上下的位置関係の変化によるものと考えるのが妥当と思われる。

4) 大臼歯部 (16) 舌圧の術後変化について

変化量でみると、術後3か月では〔ツ〕〔ニ〕発語時以外は前歯部と同様にすべて上昇しているが、術後6か月では術前よりも高値を示すものと低値を示すものがほぼ半分ずつに分かれ、術後12か月では 6) 部と同様にすべての発語時舌圧が術前値よりも低下している。1年間の経過としては術後早期には上昇するがその後は下降の一途をたどるという傾向を示している(図15)。受圧装置の設置に関しては、左右大臼歯部の対称となる部位 (6) と (16) に位置しており、術後3か月における舌圧の加わり方が左右で異なった傾向を示したのは表1に示すような左右後退量の差による一時的な現象ではないかと推定される。

5) 前歯部舌圧と大臼歯部舌圧の術後変化の比較について

本研究の対象とした症例はすべて下顎枝矢状分割法に属する Obwegeser-Dal Pont 法が施されており、この術式の選択により前述のごとく下顎の後退とともに舌全体の後方移動も起こり、この舌位の変化が舌圧の術後変化に大きく反映されているものと推察される。ここで舌と密接な関係をもつ舌骨の位置変化をとらえてみると Wickwire ら²⁵⁾は術後の初期順応の後もとの位置に戻る傾向にあると述べており、Takagi ら²⁶⁾は下顎枝矢状分割法を行った症例の術後の頸椎に対する舌骨の位置変化を調査したが、前後的な位置の変化はわずかしき示さなかったとしている。同様に江俣ら¹⁷⁾も頸椎に対する舌骨の位置変化は少なく、それも上下的な変化が主であり、また舌骨と下顎を連結するオトガイ舌骨筋、顎二腹筋前腹の長さが術後に短縮したと述べている。このような事実は下顎と舌の後退に伴う気道狭窄を防ぐための補償機転が舌骨を前方に維持するというかたちで現れていると考えられている。とすると、気道を確保するために舌根部は十分に後方にさがれず、結果的には江俣ら¹⁷⁾も記しているように舌はその形態を変化させて後上方に偏位すると考えるのが妥当と思われる。下顎枝矢状分割法は舌の後方移動も伴うため、前歯部歯列と舌前方部との相対的位置関係は大きく変化しないが、以上のような舌骨の位置移動が少ないための舌形態変化が、軽度の前歯部舌圧上昇という結果を生むものと推定される。

大臼歯部〔6〕においては前歯部とは逆に術後3か月の時点から術前値よりも低下している。前述のごとく舌は後上方に移動し、特に舌の後部においては上方に挙上された状態となり、大臼歯部（受圧装置の設置部位）との相対的な上下的位置関係が大きく変化したため、下顎大臼歯部に加わる舌圧が低下したのと考えられ、これが術後1年間低下した状態で経過しているのは術後に舌が後上方に偏位したままであることを示しており、この点を考えた場合、発語時の構音点の変化などは無視できない問題点であろう。

大臼歯部〔16〕においては術後3か月の時点で〔6〕部とは逆に術前よりも高値を示しており、左右で傾向が異なっているのは一見理解し難い感じであるが、これは下顎を後退させる際の後退量が左右によりわずかながらの違いがあり（右側では平均8.9 mm、左側では平均7.8 mm）、下顎骨体の回転が起こり、舌は後上方に移動したものの左右に舌運動機能空間の差が生じたためではないかと推定している。しかしながら術後6か月、12か月では〔6〕部と同様に舌圧が減少する傾向を示しており、この間における舌と顎の適応現象が推定される。以上を総括的に見ると、下顎歯列弓に対する舌圧の術後変化は、前歯部においては上昇した状態で経過し、大臼歯部においては低下した状態で経過するとまとめることができる。

4. 舌縮小術の併用について

下顎後退術を行うにあたり、固有口腔容積と舌体積とのバランスをなるべくくずさないように、ひいては舌圧を上昇させないようにとの立場から舌を縮小してはどうかという考え方がある。高橋ら²⁷⁾は客観的に巨舌と思われる下顎前突症例や、開咬を伴う下顎前突症例に対して舌縮小術を併用した結果、いずれの症例にもあと戻りの傾向は全くみられなかったとしており、下向ら²⁸⁾は唇顎裂を伴った下顎前突症例に舌縮小術を併用し、やはりあと戻りの兆候がなかったと報告している。同じく Swanson²⁹⁾、Malakouti³⁰⁾ らも舌縮小術の併用を評価している。著者の成績では下顎枝矢状分割法に限定した条件下ではあるが、舌圧上昇は意外と小さく、また舌縮小術を行った自験例では舌圧は術後早期には術前よりも減少するが、その後増加する傾向があり、舌圧の面からみると舌の体積を減量することで顎位のあと戻りを防止しようとの考えは無理なように思われ、下顎後退術と舌縮小術を短絡的に結びつけてしまうのは早計かと思われる。

結 論

下顎前突症手術後の発語時舌圧の経時的な変化をとらえる目的で、下顎枝矢状分割法（Obwegeser-Dal Pont 法）を施行した21症例を対象として下顎前歯部、左右大臼歯部の3か所に受圧装置を設置し、10語音〔タ〕〔チ〕〔ト〕〔チ〕〔ツ〕〔ナ〕〔ヌ〕〔ネ〕〔ノ〕〔ニ〕を発語させた際の舌圧を各発語ごとにまとめ、それらを総合して術後1年間にわたる舌圧の経時的な変化について分析を行った。その結果は以下のごとくであった。

1. 術前における舌圧値は個人差が大きく、下顎前突症例における舌圧値は同定できなかった。
2. 測定部位によって舌圧値に差があり、大臼歯部は前歯部に比べて術前術後を通じて高い値を示した。
3. 発語の種類によっても舌圧値に差があり、大臼歯部においては後続母音が〔e〕の発語時舌圧が術前術後を通じて高い値を示す傾向がみられた。
4. 左右大臼歯部における舌圧の経時的な変化は、術後3か月と6か月においては術前よりも増加するものと減少するものとに分かれたが、12か月の時点では〔6〕部における〔タ〕発語時以外はすべて術前よりも低値を示した。
5. 前歯部における舌圧の経時的な変化は術後3か月で術前よりも増加し、6か月ではやや減少し術前値に近づくが、12か月では再び増加した。前歯部においては術後1年間を通じてすべての発語時舌圧が術前よりも高値を示しながら経過した。

稿を終えるにあたりご校閲を賜った恩師河合幹教授に深甚なる感謝の意を捧げます。またご指導を賜った

堀田文雄講師および生理学教室、河野通之講師そして研究に際しご協力を賜った阿部本晴講師に心より感謝いたします。あわせてこの研究に対して種々協力下さった兜森正道、大岩雅則、加藤久善各氏をはじめ教室員各位にお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 大喜多幸子：舌房縮小が下顎姿勢に及ぼす影響。九州歯会誌 36: 696-720 1982.
- 2) 児玉紳介：実験的舌房縮小における舌圧の経日的変化。九州歯会誌 38: 1128-1142 1984.
- 3) 日比野好行、高森 等、他：下顎前突症患者の後退術前後における舌圧の経時的変化について。歯学 72: 59-112 1984.
- 4) 富田 滋、高森 等、他：下顎後退術後の舌圧と後戻りについて。日口外誌 32: 1173-1191 1984.
- 5) 成田幸憲、兜森正道、他：口腔筋圧測定の装置および方法について。日口外誌 33: 264-269 1987.
- 6) 吉田恭彦：正常咬合を有する成人の上顎中切歯部唇舌圧の長時間測定による研究。歯科学報 75: 1156-1183 1975.
- 7) 清水達夫、大矢信夫、他：形成外科の手術を施した下顎前突症患者に就いての音声学的観察。京大口科紀要 5: 86-96 1965.
- 8) 道 健一：口腔疾患による言語障害の診断と治療に関する臨床的研究。口科誌 35: 1035-1076 1986.
- 9) 荒井賢一：パラトグラムによる日本語調音の生理学的研究 第一篇 正常篇。歯科学報 58: 1-19 1958.
- 10) 荒井賢一：パラトグラムによる日本語調音の生理学的研究 第二篇 異常篇。歯科学報 58: 1-6 1958.
- 11) 田口恒夫：言語治療用ハンドブック。第8版、日本文化科学社、東京、1977、2-24頁。
- 12) 島 保幸：日本語語音発音時の口蓋に対する舌圧について。口科誌 17: 376-387 1968.
- 13) 大滝晃一：舌の大きさと圧力に関する研究。歯学 72: 163-186 1984.
- 14) 沖 淳：機能印象に関する筋圧の研究—下顎有歯顎の前歯部、小臼歯部および大臼歯部における水平舌圧について—。歯学 66: 786-814 1979.
- 15) Hullihen, S.P.: Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. Am J Dent Sc 9: 157-165 1948.
- 16) 本田富彦、伊藤利明、他：下顎前突症および開咬症に対する外科的矯正手術前後における舌位置の変化について。(抄)口科誌 25: 608 1976.
- 17) 江俣和代、三谷英夫、他：骨格型下顎前突症に対する外科的矯正治療の影響。—とくに軟組織側貌・咽頭部気道の形態および舌骨の位置変化について—。日矯歯誌 42: 69-84 1983.
- 18) 高田健治：舌体積と口腔・顔面形態の相互関係に関する研究—成人正常咬合者および前歯部開咬者について—。阪大歯誌 26: 328-358 1981.
- 19) Moss, M.L. and Salentijn, L.: Difference between the functional matrices in anterior open bite and in deep over bite. Am J Orthod 57: 264-279 1971.
- 20) 曾矢猛美、神田典生、他：下顎枝矢状分割法を適用した skeletal class III の術後の安定性の検討。日矯歯誌 42: 288-296 1983.
- 21) 田口恒夫：歯牙の異常・舌の異常と言語障害。歯界展望 16: 110-118 1959.
- 22) 板垣正樹、菅原準二、他：骨格型反対咬合者の舌の調音運動、下顎運動および音声の同時観察—Long face・Open bite 群と Short face・Deep bite 群との比較—。日矯歯誌 45: 237-249 1986.
- 23) 勢島 実、板垣正樹、他：成人反対咬合者の外科的矯正治療による口腔形態の変化と舌の調音との関係—電氣的パラトグラフィーによる観察—。日矯歯誌 42: 273-287 1983.
- 24) Glass, L., Knapp, J., et al.: Speech and lingual behavior before and after mandibular osteotomy. J Oral Surg 35: 104-109 1977.
- 25) Wickwire, N.A., White, R.P., et al.: The effect of mandibular osteotomy on tongue position. J Oral Surg 30: 184-190 1972.
- 26) Takagi, Y., Gamble, J.W., et al.: Postural change of the hyoid bone following osteotomy of the mandible. OS OM & OP 23: 688-692 1967.
- 27) 高橋庄二郎、重松知寛、他：顎発育異常の外科的治療に関連する舌縮小術について。口科誌 27: 334-342 1978.
- 28) 下向保子、野口規久男、他：外科手術を要した骨格性下顎前突の2矯正治療例—とくに舌の咬合の安定性におよぼす影響について—。日矯歯誌 39: 251-264 1980.
- 29) Swanson, L.T. and Murray, J.E.: Partial glossectomy to stabilize occlusion following surgical correction of prognathism. OS OM & OP 27: 707-715 1969.
- 30) Malakouti, B.: Combined procedures in corrective surgery of prognathism and associated deformities. J Oral Surg 28: 506-515 1970.