

下顎枝矢状分割術前後の舌骨の位置変化と嚥下動態の関係について

前 川 紀 雄

日本大学大学院歯学研究科歯学専攻 口腔外科学分野

(指導：米原啓之 教授, 生木俊輔 専任講師)

要旨

研究の目的：下顎枝矢状分割術は下顎の骨格や機能、審美的な改善をもたらす為、多く行われている。また、下顎を後方に移動させる下顎枝矢状分割術は、舌および舌骨の位置に影響を与える。今回、下顎枝矢状分割術前後の舌骨の位置と咽頭気道前後幅径および嚥下動態の変化について術前と術直後で検討した。

方法：対象は骨格性下顎前突症患者のうち、下顎を後退させる下顎枝矢状分割術を単独施行した患者 27 名。下顎の後方移動量の平均は 8.17 ± 3.24 mm であった。方法はセファロ分析および Videofluorography (VF 検査) を下顎枝矢状分割術前、術後 7～10 日目に行った。嚥下機能に関しては定性的評価と定量的評価を行った。

結果：舌骨の位置を示す \angle HSN, S-H, C3-H は下顎枝矢状分割術後にいずれも増加していた。VF 検査において、口腔期移送時間と全移送時間は下顎枝矢状分割術後では術前に比べ有意に延長していた。咽頭期移送時間は下顎枝矢状分割術後では術前に比べ有意に短縮していた。舌骨の位置の変化率と咽頭気道前後幅径の変化率に相関性を認めた。セファロ分析での舌骨の位置の変化率と VF 検査での口腔期移送時間変化率に相関性を認めた。

結論：下顎枝矢状分割術は舌骨の位置と嚥下機能に影響を及ぼすことが示唆された。

キーワード：舌骨位置, 嚥下動態, 下顎枝矢状分割術

Correlation between hyoid bone position and swallowing function before-after sagittal split ramus osteotomy

Norio Maekawa

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Nihon University Graduate School of Dentistry

(Directors: Prof. Yoshiyuki Yonehara, Assistant prof. Shunsuke Namaki)

Abstract

Purpose: Sagittal split ramus osteotomy (SSRO) is a common treatment for mandibular prognathism and results in functional and aesthetic improvements. Mandibular setback alters the positions of the tongue and hyoid bone. The aim of this study was to determine the correlation between the hyoid bone position and swallowing function as evaluated before and after SSRO.

Methods and material: The subjects were 27 patients (8 males, 19 females; mean age, 25.9 ± 10.6 years) with dentofacial deformities who had skeletal class III malocclusions. All patients underwent setback surgery by bilateral SSRO. The average amount of mandibular setback was 8.17 ± 3.24 mm. Morphological changes were evaluated on cephalometric radiographs, and swallowing function was evaluated by videofluorography. Evaluations were performed before surgery and 7 to 10 days after surgery. Swallowing function was assessed quantitatively and qualitatively.

Result: HSN degree and the distances of the sella and mandible to the hyoid bone position significantly increased after surgery. On videofluorographic assessment, oral transit time and total transit time were significantly longer 7 to 10 days after surgery than before surgery. Pharyngeal transit time was significantly shorter 7 to 10 days after surgery than before surgery. There were positive correlations between the hyoid bone position and the oral and total transit times, and there was a negative correlation between the distance of the sella to the hyoid bone and the pharyngeal transit time.

Conclusion: We conclude that SSRO influences hyoid bone position and swallowing function.

Keywords: position of hyoid bone, swallowing function, sagittal split ramus osteotomy

(受付：令和3年2月2日)

責任著者連絡先：前川紀雄

日本大学歯学部口腔外科学第II講座

〒101-8310 東京都千代田区神田駿河台 1-8-13

TEL : 03-3219-8355

FAX : 03-3219-8356

E-mail : muse12dc@gmail.com

緒 言

下顎枝矢状分割術は顎変形症患者に対する手術で最も一般的に行われており、個性正常咬合の獲得や審美性の改善が期待される¹⁾。下顎枝矢状分割術を行い下顎体が後方に移動することで固有口腔の狭小化、咽頭気道前後径、舌骨の位置に影響を与え、一時的に発音障害、嚥下障害等の術後合併症を認めることがある^{2,3)}。

一般的に、摂食嚥下障害は口腔癌術後の患者に頻繁に発生する。近年、放射線治療、化学療法、腫瘍切除方法、再建外科手術の進歩により口腔癌治療後の患者の生活の質(QOL)は大幅に向上したが、摂食嚥下障害は依然と解決が必要な問題となっている^{4,5)}。口腔癌術後の嚥下障害の重症度は腫瘍の部位、切除方法、再建材料などによって異なる⁶⁾。また、口腔癌術後の嚥下障害は実質組織の欠損、残存組織の可動性、舌、軟口蓋、咽頭などの知覚麻痺^{7,8)}によって引き起こされるが、舌骨の位置の変化によっても引き起こされることが解明されている⁹⁾。このように嚥下障害については口腔癌術後についての研究が多く、顎変形症に対する治療と嚥下障害についての研究は少ない。

これまで、下顎枝矢状分割術前後のセファロ分析による骨格変化、舌への影響、舌骨の位置変化、咽頭気道前後径の変化についての様々な報告がある¹⁰⁻¹³⁾。また、CTやMRIを用いて咽頭部や気道流量などの変化も報告されているが^{14,15)}、下顎枝矢状分割術が嚥下動態に与える影響についての報告はほとんどない。

下顎枝矢状分割術が舌骨の位置に影響を与えることは既に報告されている¹⁶⁾。また、口腔癌手術も舌骨の位置に影響を与えるが、口腔癌手術は腫瘍の拡がり等によって術式は一定ではない。しかし下顎枝矢状分割術は術式がほぼ一定で定型的手術のため、舌骨の位置や嚥下動態に与える影響は限定的である。下顎枝矢状分割術のように定型的手術を検討することで、舌骨の位置の変化や嚥下動態に与える影響を分析することができると考えられる。

これまでに下顎枝矢状分割術が嚥下動態に与える影響について検討してきた。具体的には、下顎枝矢状分割術を施行し下顎が後退した患者は、術後約1週間ではバリウム10mlの嚥下時間が有意に延長し、術後3か月では嚥下時間は術前の状態に回復していた。術前後のセファロ分析では、SNBおよびANBは術直後から大きく変化し、後方に移動し、術後3か月および6か月においても下顎の位置は安定していた。しかし、舌骨の位置は術直後大きく変化する傾向であったが、術後3か月および6か月で術前の位置に後戻りする傾向がみられた。また、咽頭気道前後径は術直後に狭小化する傾向がみられたが、術後3か月および6か月では一定の傾向は認めな

かった¹⁷⁾。以上のことから舌骨の位置変化が嚥下動態に影響を与える可能性が考えられた。

このような背景から本研究においては、下顎枝矢状分割術前後の骨格系、特に舌骨の位置変化と咽頭気道前後径および嚥下時間との相関関係の有無について比較検討した。

材料および方法

1. 対象

2009年から2015年に日本大学歯学部付属歯科病院で骨格性下顎前突症に下顎枝矢状分割術を単独施行した患者27名である。上顎に対するLe Fort Iを施行した患者は除外した。対象患者の内訳は男性:8例、女性:19例、平均年齢24.4 ± 8.3歳であった。下顎枝矢状分割術の骨片固定はチタンミニプレートおよび吸収性プレートが使用されていた。顎間固定の術後3~6日間は、エラスティックゴムおよび金属ワイヤーを使用されていた。下顎骨の後方移動量は平均8.1 ± 2.15mmであった。

2. セファロ分析

下顎枝矢状分割術前後の形態的变化はセファロ分析で行った。セファロ分析はフランクフルト平面を床と平行で、中心咬合位で撮影した。セファロ分析は下顎枝矢状分割術前および術直後に行った。分析項目は骨格系の計測で①SNA、②SNB、③ANB、④∠HSN(Sと舌骨の最下点(H)を結んだ線がSN平面に交わる角度)、⑤S-H(SからHまでの距離)、⑥C3-H(第三頸椎前方部の最下点からHまでの距離)、⑦M-H(下顎下縁平面(MP)からHに直行する距離)で行い、咽頭気道前後径の計測は⑧SPPS(PNSとPSPの midpoint を通るFH平面と平行な線上における軟口蓋と咽頭後壁との距離)、⑨MPS(PSPを通るFH平面と平行な線上における舌と咽頭後壁との距離)、⑩IPS(第二頸椎前方部の最下点と通るFH平面と平行な線上における舌と咽頭後壁との距離)、⑪EPS(喉頭蓋先端を通るFH平面と平行な線上における舌と咽頭後壁との距離)で行った(図1)。

3. 嚥下機能検査

嚥下機能検査はVideofluorography(VF検査)で行った。VF検査は日本摂食嚥下リハビリテーション学会作成「嚥下造影の標準的検査法」¹⁸⁾に従い施行した。検査時期は下顎枝矢状分割術前と術後7~10日で設定し、それぞれの測定時の呼吸サイクルは呼吸停止状態で行った。VF検査は定量的評価と定性的評価で行った。定量的評価はバリウムの移送時間によって行った。バリウムの移送時間は、①口腔期移送時間(喉頭挙上を開始してから下顎枝後縁をバリウム後端が通過するまでの時間)、②咽頭期移送時間(下顎枝後縁を通過してから食堂入口部をバリウム後端が通過するまでの時間)、③全移送時間(口腔期+咽頭期)について、それぞれ下顎枝矢状分割術前後に計測を行った。定性的評価にあたっては舌可動

結 果

性、嚥下前咽頭流入、軟口蓋挙上、喉頭可動性、喉頭蓋谷残留、嚥下後口腔内残留について調べた。VF 検査動画は WinDVD Creator(インタービデオジャパン社、東京)を使用して分析した。

4. 分析方法

セファロ分析は術前後のデータを平均±標準誤差で表し、2群間の有意差検定は Student's t-test を用いた。また、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

舌骨位置と咽頭気道前後径および VF 検査での移送時間との相関関係は、それぞれの検討項目の術前後の変化率を求め、その変化率について相関関係を検討した。変化率の計算式は下記のように求めた。

Δ (各変化率)

$$= (\text{術後の計測値}) - (\text{術前の計測値}) / (\text{術前の計測値})$$

舌骨位置の術前後の変化率、咽頭気道前後径および VF 検査の移送時間の各変化率の相関関係を検討した。相関関係は Pearson の相関係数を用いて有意確率の検定を行い $p < 0.05$, $p < 0.001$ を有意差ありと判定した。各々の検定は統計ソフト Dr. SPSS(Dr. SPSS II for Windows; SPSS ジャパン社、東京)を用いて行った。

本研究の主旨を十分に説明し書面による同意のもと、日本大学歯学部倫理委員会の承認を経て(倫許 2015-2)本研究を施行した。

1. セファロ分析

骨格系のセファロ分析において下顎枝矢状分割術を行い下顎骨の後方移動をしたため \angle SNB, \angle ANB が術前後に有意差を認めた。 \angle SNA は上顎骨に対する手術は行っていないため変化はなかった。舌骨の位置の変化は、 \angle HSN, S-H, C3-H, M-H とも有意に角度および距離の増加し、咽頭気道前後径はいずれの項目も有意に狭小化を認めた(表1)。

2. 嚥下機能検査

図2および表2に VF 検査バリウム移送時間の結果を示す。口腔期移送時間では術前 $0.346 \pm 0.155 \text{ sec}$. 術後 $0.510 \pm 0.233 \text{ sec}$. で移送時間は有意に延長していた。咽頭期移送時間は術前 $0.299 \pm 0.079 \text{ sec}$. 術後 $0.242 \pm 0.233 \text{ sec}$. と移送時間は有意に短縮していた。全移送時間においては術前 $0.649 \pm 0.140 \text{ sec}$. 術後 $0.743 \pm 0.231 \text{ sec}$. で口腔期移送時間の影響を大きく受け、術後に有意に延長した。

定性的評価では、術前に比べ術後で舌可動性、軟口蓋挙上および喉頭可動性の不良症例が多くみられた。また、喉頭可動性不良症例が多いため喉頭蓋谷残留症例が多くみられた。嚥下前咽頭流入は術前後ともみられなかったが、術後で嚥下後口腔内残留症例が多くみられた(表3)。

3. 各変化率の相関関係について

1) 舌骨位置と咽頭気道前後径の変化率の相関

表3に舌骨位置と咽頭気道前後径、舌骨位置と嚥下時間および嚥下時間と咽頭気道幅径の変化率の相関を示す。 Δ \angle HSN と Δ EPS に正の相関関係を認めた。また、

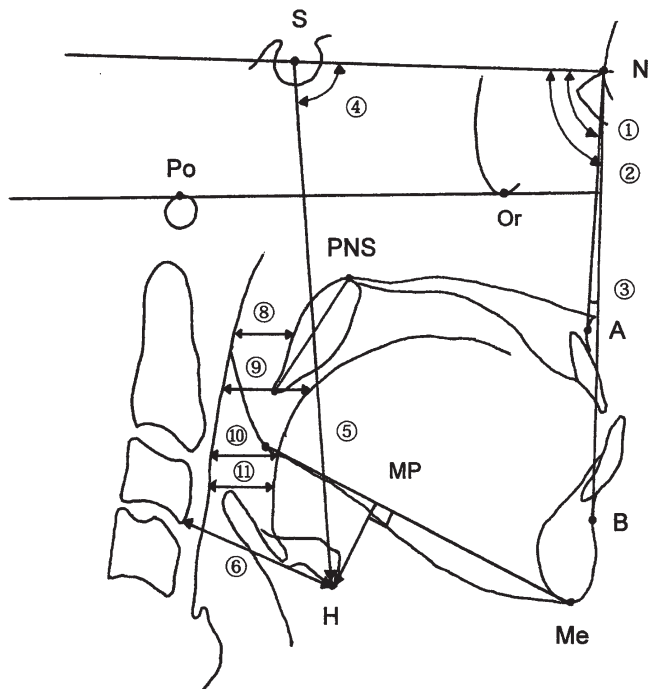


図1 セファロ分析測定項目

- ① SNA, ② SNB, ③ ANB, ④ \angle HSN, ⑤ S-H, ⑥ C3-H,
- ⑦ M-H, ⑧ SPPS, ⑨ MPS, ⑩ IPS, ⑪ EPS で計測を行った。

表1 セファロ分析の結果

	術前	術直後	有意差
\angle SNA	81.56 ± 3.61	81.48 ± 3.74	
\angle SNB	84.26 ± 3.62	80.24 ± 3.34	*
\angle ANB	-2.00 ± 3.01	1.796 ± 1.82	*
\angle HSN	89.25 ± 3.79	92.07 ± 3.41	*
S-H	119.3 ± 9.56	130.1 ± 9.96	*
C3-H	41.49 ± 5.64	44.94 ± 6.64	*
M-H	16.86 ± 5.19	25.41 ± 6.77	*
SPPS	17.06 ± 3.32	14.30 ± 3.05	*
MPS	21.81 ± 5.55	18.00 ± 4.83	*
IPS	17.48 ± 3.62	15.67 ± 3.79	*
EPS	17.44 ± 3.73	15.65 ± 3.44	*

骨格系のセファロ分析において、 \angle SNB, \angle ANB が術前後に有意差を認めた。 \angle SNA の値は変化がなかった。舌骨の位置の変化は、 \angle HSN, S-H, C3-H, M-H とも有意に角度および距離の増加し、咽頭気道前後径はいずれの項目も有意に減少を認めた。

△ C3-H と △ SPPS との間で負の相関を認めた(図 3)。

2) 舌骨位置と嚥下時間の変化率の相関

△ S-H および △ M-H と口腔期移送時間とに正の相関関係を認めた。また、咽頭期移送時間との間に負の相関関係を認めた。また、△ M-H と咽頭期移送時間との間に負の相関関係を認めた(図 4)。

3) 嚥下時間と咽頭気道前後径の変化率の相関

△ MPS と口腔期移送時間との間に負の相関関係を認めた(図 5)。

考 察

嚥下障害は口腔癌術後に多く認められ、腫瘍の占拠範囲、切除範囲、切除方法、再建方法などの重症度に左右される¹⁹⁾。口腔癌手術で舌骨上筋群が切除されると、舌骨は舌骨下筋群に牽引され下方に移動する。下方に移動することで嚥下障害が発生する²⁰⁾。下顎枝矢状分割術においても下顎骨後方移動の症例では舌骨が後下方に移動する。この舌骨の後下方移動が嚥下動態と咽頭気道前後径にどのような関係があるかを検討した。

セファロ分析では、下顎の後方移動のみの症例のため、∠ SNA は変化なく、∠ SNB および ∠ ANB が変化し、下顎前突症は改善されていた。舌骨の位置を計測した ∠ HSN、S-H、C3-H、M-H は術前に比べ値が有意に大きくなっており、このため舌骨は後下方に移動したと考えられる。また、咽頭気道前後径を計測した SPPS、MPS、IPS、EPS の各数値はそれぞれ有意に小さくなっており、咽頭気道前後径は狭小化したことが示された。つまり下顎枝矢状分割術による下顎骨後方移動は舌骨を後下方に

移動させ、咽頭気道前後径を狭小化させた。

VF 検査の定量的評価において、口腔期移送時間は有意に延長し、反対に咽頭期移送時間は有意に短縮した。また全移送時間では、口腔期移送時間が大きく影響して延長した。

VF 検査定性的評価において、術後に舌可動性、軟口蓋挙上の不良症例が多くみられた。この現象は、下顎が後退することによって口腔容積の狭小化を誘導し、舌および軟口蓋の運動障害が生じたためと考えられた。また、喉頭可動性も不良症例が多くみられた。セファロ分析では喉頭の変化について計測していないが、下顎の後退によって舌骨が後下方に移動し、さらに喉頭蓋も下方に移動していた。舌骨の位置の変化と喉頭蓋の位置の変化²¹⁾のため、舌骨上筋群および下筋群の運動障害が生じることで、喉頭蓋可動性の不良症例が多くみられた。

舌骨位置と咽頭気道前後径の変化の関係性は、∠ HSN と EPS の変化率に正の相関性、C3-H と SPPS の変化率に負の相関性がみられた。∠ HSN が大きくなると舌骨は後方に移動し、C3-H が大きくなると頸椎から舌骨が

表 2 VF 検査による定量的評価

	術 前	術直後	有意差
口腔期移送時間	0.346 ± 0.155	0.510 ± 0.233	*
咽頭期移送時間	0.299 ± 0.079	0.242 ± 0.050	*
全移送時間 (口腔期+咽頭期)	0.649 ± 0.140	0.743 ± 0.231	*

術前および、術直後の各計測部分のバリウム通過時間の値を示す。

表 3 VF 検査による定性的評価

	術 前		術直後	
舌可動性	良 : 25	不良 : 2	良 : 9	不良 : 18
嚥下前咽頭流入	無 : 26	有 : 1	無 : 24	有 : 3
軟口蓋挙上	良 : 27	不良 : 0	良 : 14	不良 : 13
喉頭可動性	良 : 27	不良 : 0	良 : 9	不良 : 18
喉頭蓋谷残留	無 : 22	有 : 5	無 : 11	有 : 16
嚥下後口腔内残留	無 : 16	小 : 11	無 : 6	小 : 14 大 : 7

術前に比べ術直後で舌可動性、軟口蓋挙上および喉頭可動性、喉頭可動性の不良症例が多くみられた。また喉頭蓋谷残留症例が多くみられ、嚥下前咽頭流入は術前後ともみられなかったが、術後で嚥下後口腔内残留症例が多くみられた。

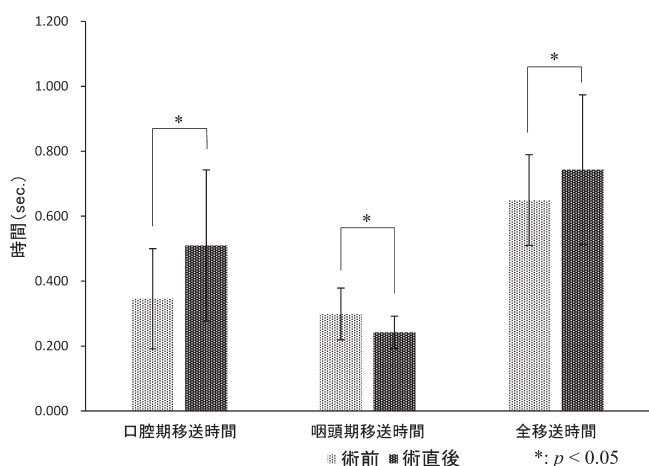


図 2 VF 検査による嚥下時間のグラフ結果

口腔期移送時間では術前と比較して、術直後の移送時間が有意に延長していた。咽頭期移送時間は術前と比較して、術直後の移送時間が有意に短縮していた。全移送時間においては術前と比較して、術直後の移送時間が口腔期移送時間の影響を大きく受け、術後に有意に延長した。

遠くなり、舌骨が後下方に移動する。これらの結果から、舌骨の位置は前後的变化よりも下方移動による変化が大きくなり、咽頭気道前後径への影響を与えたと考えられた。

舌骨位置と嚥下時間の変化の関係性は、口腔期移送時間とS-HおよびM-Hの変化率で正の相関性、咽頭期移送時間とS-HおよびM-Hとの変化率で負の相関性がみられた。S点から舌骨位置の距離が大きくなることで舌骨が下方に移動した。その結果、下顎下縁平面と舌骨の距離が大きくなり、舌骨が後下方へ大きく移動するほど口腔期移送時間は延長し、咽頭期移送時間は短縮することが示唆された。

咽頭気道前後径と嚥下時間の変化率の関係性は、MPS

表4 舌骨位置と咽頭気道前後径の変化率の相関性

相関係数 'r'	$\Delta\angle$ HSN	Δ S-H	Δ C3-H	Δ M-H
Δ SPPS	-0.0550	-0.2340	-0.5010**	-0.3627
Δ MPS	0.1439	-0.1904	0.0914	0.0154
Δ IPS	0.2503	0.0770	0.3088	0.1364
Δ EPS	0.4494*	-0.0451	0.3018	-0.2733

$\Delta\angle$ HSN と Δ EPS, Δ C3-H と Δ SPPS との間だけに相関性を認めた。

表5 舌骨位置と嚥下時間の変化率の相関性

相関係数 'r'	$\Delta\angle$ HSN	Δ S-H	Δ C3-H	Δ M-H
Δ 口腔期移送時間	0.0075	0.6202**	0.2058	0.4393*
Δ 咽頭期移送時間	-0.1885	-0.5774**	-0.0416	-0.4291*
Δ 全移送時間 (口腔期+咽頭期)	-0.0722	-0.0180	0.1662	-0.1411

Δ S-H および Δ M-H と口腔期移送時間, Δ S-H および Δ M-H と咽頭期移送時間との間に関係を認めた。

表6 嚥下時間と咽頭気道前後径の変化率の相関性

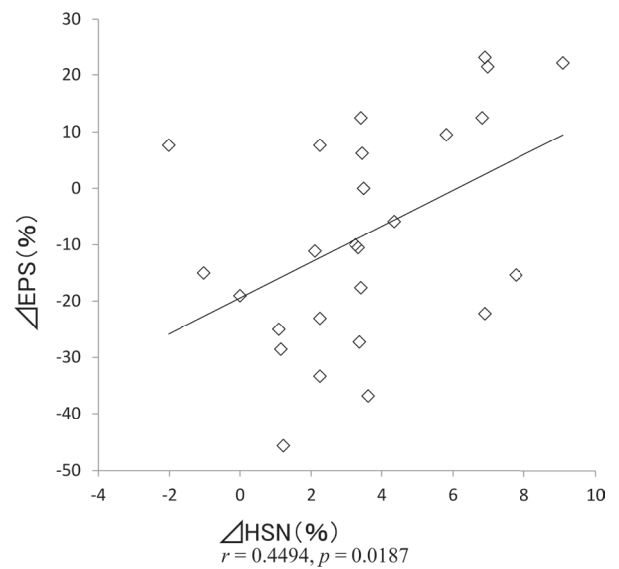
相関係数 'r'	Δ SPPS	Δ MPS	Δ IPS	Δ EPS
Δ 口腔期移送時間	-0.1815	-0.3937*	-0.1164	-0.0828
Δ 咽頭期移送時間	-0.0877	0.1454	0.0600	0.1306
Δ 全移送時間 (口腔期+咽頭期)	-0.2262	-0.3185	-0.2010	0.1299

Δ MPS と口腔期移送時間との間だけに相関性を認めた。

と口腔期移送時間との変化率で負の相関性がみられた。下顎枝矢状分割術によって下顎が後方に移動し、さらに舌が後方に移動する。舌と咽頭後壁との距離が縮まり、口腔期移送時間は延長することが示唆された。下顎枝矢状分割術による下顎骨の後方移動は、定性的評価においても多くの症例で舌可動性の不良がみられたことから、口腔容積が狭小化し、舌の運動制限が生じたと考えられた。

以上のことから、下顎枝矢状分割術によって口腔容積

a. $\Delta\angle$ HSNとEPSの変化率の関係



b. Δ C3-HとSPPSの変化率の関係

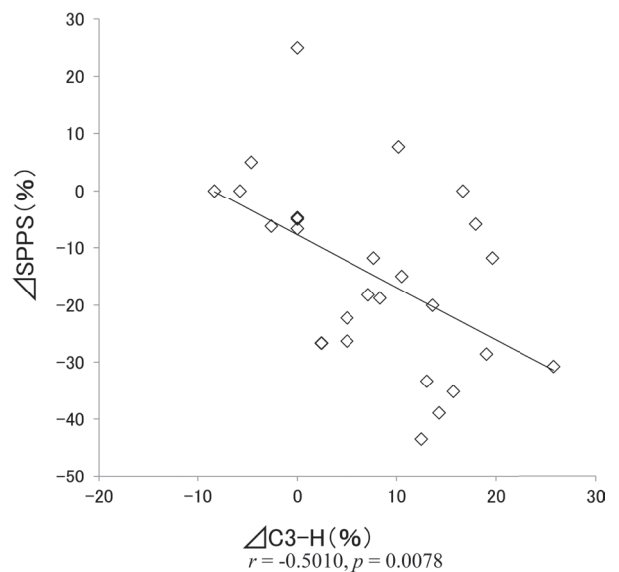
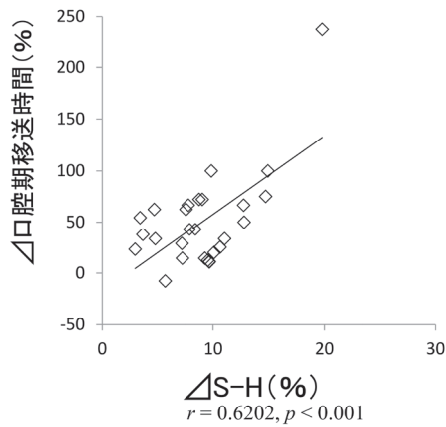
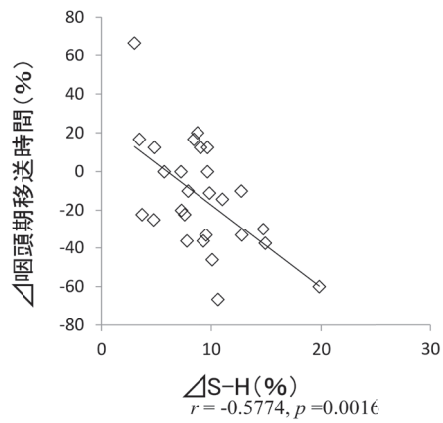


図3 舌骨位置と咽頭気道前後径の変化率の相関性 $\Delta\angle$ HSN と Δ EPS に正の相関関係を認め、 Δ C3-H と Δ SPPS との間で負の相関性を認めた。

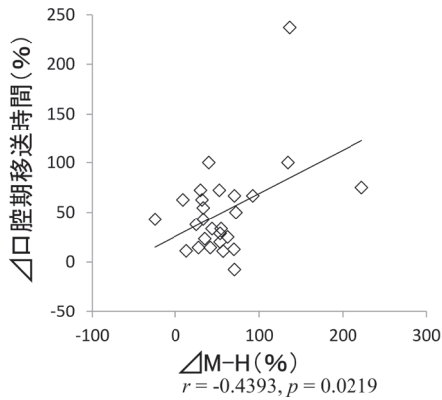
a. S-Hと口腔期移送時間の変化率の関係



b. S-Hと咽頭期移送時間の変化率の関係



c. M-Hと口腔期移送時間の変化率の関係



d. M-Hと咽頭期移送時間の変化率の関係

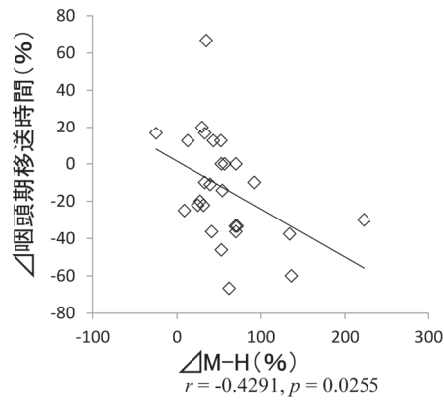


図 4 舌骨位置と嚥下時間の変化率の相関性

ΔS-H および ΔM-H と口腔期移送時間とに正の相関関係を認め、ΔS-H および ΔM-H と咽頭期移送時間との間に負の相関関係を認めた。

MPSと口腔期移送時間の変化率の関係

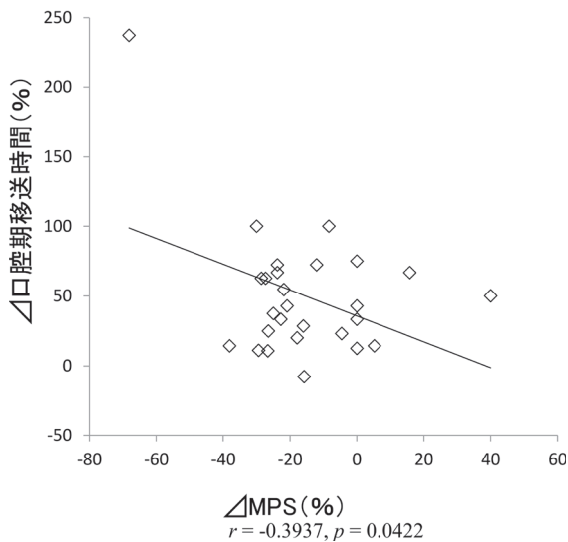


図 5 嚥下時間と咽頭気道前後径の変化率の相関性

ΔMPS と口腔期移送時間との間に負の相関関係を認めた。

の狭小化、舌骨の後下方への移動、咽頭気道前後径の狭小化が生じ、嚥下時間、特に口腔期移送時間の延長がみられるようになった。定性的評価においても舌、軟口蓋、喉頭蓋の可動性が不良になり、バリウムの嚥下後口腔内残留や喉頭蓋谷残留などがみられるようになった。顎変形症、特に下顎前突症患者に対する下顎枝矢状分割術は下顎の後退に伴い、舌骨は後下方へ移動し、舌、舌骨、舌骨上筋群および舌骨下筋群の位置変化が嚥下動態に影響を与えることが示唆された。

結 論

骨格性下顎前突症に対する下顎枝矢状分割術が嚥下動態に与える影響について検討した結果、以下の結論を得た。

1. 骨格系セファロ分析において術後、下顎は後方に移動した。
2. 骨格系セファロ分析において術後、舌骨は有意に後下方に移動した。

3. 咽頭部セファロ分析において術後、咽頭気道前後径は有意に狭小化した。
4. 嚥下時間において術後、口腔期移送時間は有意に延長した。
5. 嚥下時間において術後、咽頭期移送時間は有意に短縮した。
6. VF検査の定性的評価において術後、舌、軟口蓋、喉頭蓋の可動性の不良症例が多くみられた。また、バリウムの喉頭蓋谷残留、嚥下後口腔内残留がみられる症例が多かった。
7. 舌骨位置と咽頭気道幅径の変化率の関係性は \angle HSNとEPSの変化率で正の相関性、C3-HとSPPSの変化率に負の相関性がみられた。
8. 舌骨位置と嚥下時間の変化の関係性は、口腔期移送時間とS-HおよびM-Hの変化率で正の相関性、咽頭期移送時間とS-HおよびM-Hとの変化率で負の相関性がみられた。
9. 咽頭気道前後径と嚥下時間の変化率の関係性は、MPSと口腔期移送時間との変化率で負の相関性がみられた。
10. 舌、舌骨、舌骨上筋群および舌骨下筋群の位置変化は嚥下動態に影響を与えることが示唆された。

稿を終えるにあたり、格別なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部口腔外科学第II講座 米原啓之教授、生木俊輔専任講師に心より感謝申し上げます。また、本研究の遂行に際し、多大なるご協力とご支援を頂いた日本大学歯学部口腔外科学第II講座の皆様には厚く御礼を申し上げます。

本研究に関して、利益相反はない。

文 献

- 1) Lee TS, Park S (2019) Clockwise rotation of the occlusal plane for aesthetic purposes by double jaw surgery without orthodontic treatment. *Plast Reconstr Surg* 144, 1010-1013.
- 2) Kitagawara K, Kobayashi T, Goto H, Yokobayashi T, Kitamura N, Saito C (2008) Effects of mandibular setback surgery on oropharyngeal airway and arterial oxygen saturation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37, 328-333.
- 3) Kitahara T, Hoshino Y, Maruyama K, In E, Takahashi I (2010) Changes in the pharyngeal airway space and hyoid bone position after mandibular setback surgery for skeletal class III jaw deformity in Japanese women. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138, 708.e1-708.e10.
- 4) Klug C, Berzaczy D, Voracek M, Nell C, Ploder O, Millesi W, Ewers R (2009) Preoperative radiochemotherapy in the treatment of advanced oral cancer: outcome of 276 patients. *J Craniomaxillofac Surg* 37, 344-347.
- 5) Namaki S, Tanaka T, Hara Y, Ohki H, Shinohara M, Yonehara Y (2011) Videofluorographic evaluation of dysphagia before and after modification of the flap and scar in patients with oral cancer. *J Plast Surg Hand Surg* 45, 136-142.
- 6) Pauloski BR (2008) Rehabilitation of dysphagia following head and neck cancer. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 19, 889-928.
- 7) Jacobson MC, Franssen E, Fliss DM, Birt BD, Gilbert RW (1995) Free forearm flap in oral reconstruction Functional outcome. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 121, 959-964.
- 8) Zu Y, Narayanan SS, Kim Y-C, Nayak K, Bronson-Lowe C, Villegas B, Ouyoung M, Sinha UK (2013) Evaluation of swallow function after tongue cancer treatment using real-time magnetic resonance imaging. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 139, 1312-1319.
- 9) Hirai H, Omura K, Harada H, Tohara H (2010) Sequential evaluation of swallowing function in patients with unilateral neck dissection. *Head Neck* 32, 896-904.
- 10) Eggenesperger N, Smolka W, Iizuka T (2005) Long-term changes of hyoid bone position and pharyngeal airway size following mandibular setback by sagittal split ramus osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 33, 111-117.
- 11) Hwang S, Chung CJ, Choi YJ, Huh JK, Kim KH (2010) Changes of hyoid, tongue and pharyngeal airway after mandibular setback surgery by intraoral vertical ramus osteotomy. *Angle Orthod* 80, 302-308.
- 12) Gonçalves ES, Duarte MAH, Palmieri Jr C, Zakhary GM, Ghali GE (2014) Retrospective analysis of the effects of orthognathic surgery on the pharyngeal airway space. *J Oral Maxillofac Surg* 72, 2227-2240.
- 13) Aoki J, Shinozuka K, Yamagata K, Nakamura R, Sato T, Ohtani S, Ogisawa S, Yanagawa K, Tonogi M (2019) Cephalometric analysis of the pharyngeal airway space after maxillary advancement surgery. *J Oral Sci* 61, 529-533.
- 14) Meisami T, Musa M, Keller MA, Cooper R, Clokie CM, Sándor GK (2007) Magnetic resonance imaging assessment of airway status after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103, 458-463.
- 15) Jakobsone G, Neimane L, Krumina G (2010) Two-and three-dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of class III malocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 110, 234-242.
- 16) Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I (2007) Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131, 372-377.
- 17) Namaki S, Maekawa N, Iwata J, Sawada K, Namaki M, Bjornland T, Yonehara Y (2014) Long-term evaluation of swallowing function before and after sagittal split ramus osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 43, 856-861.
- 18) 二藤隆春, 勝又明敏, 小山珠美, 高橋浩二, 武原 格, 弘中祥司, 藤原百合, 山本弘子, 藤島一郎, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会(2014) 嚥下造影の検査法(詳細版)日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会 2014年度版. *日摂食嚥下リハ会誌* 18, 166-186.
- 19) Mittal BB, Pauloski BR, Haraf DJ, Pelzer HJ, Argiris A, Vokes EE, Rademaker A, Logemann JA (2003)

- Swallowing dysfunction-preventative and rehabilitation strategies in patients with head-and-neck cancers treated with surgery, radiotherapy, and chemotherapy: a critical review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 57, 1219-1230.
- 20) Smith JE, Suh JD, Erman A, Nabili V, Chhetri DK, Blackwell KE (2008) Risk factors predicting aspiration after free flap reconstruction of oral cavity and oropharyngeal defects. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134, 1205-1208.
- 21) Gokce SM, Gorgulu S, Gokce HS, Bengi AO, Karacayli U, Ors F (2014) Evaluation of pharyngeal airway space changes after bimaxillary orthognathic surgery with a 3-dimentional simulation and modeling program. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 146, 477-492.