下顎枝矢状分割術における骨性治癒形態の経時的観察

長谷川 巧実¹⁾ 立石 千鶴²⁾ 内田 玲子²⁾
古土 井春吾¹⁾ 澁谷 恭之¹⁾ 横尾 聡¹⁾
古森 孝英¹⁾

Observation of Osseous Healing after Sagittal Splitting Ramus Osteotomy (SSRO)

TAKUMI HASEGAWA¹⁾, CHIZU TATEISHI²⁾, RYOKO UCHIDA²⁾,
SHUNGO FURUDOI¹⁾, YASUYUKI SHIBUYA¹⁾, SATOSHI YOKOO¹⁾
and TAKAHIDE KOMORI¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between the cleavage of bone fragments and the stability of osseous healing after performing sagittal split ramus osteotomy (SSRO).

The subjects were 11 patients with mandibular prognathism who underwent SSRO on both sides (22 rami). These rami were studied immediately after surgery, 6 months thereafter, and 1 year after surgery by computed tomography. The plane passing through the mandibular foramen was designated as the upper plane, while the plane passing through the root furcation of the first and second molars of the mandible was designated as the lower plane. Examining the cleavage at the anterior and posterior borders of distal and proximal bone fragments, the cleaved planes were classified into three types (smooth, stairway, concave) by a modification of the methods of Nemoto T, et al. (Jpn Stomatol Soc 50 : 227-241, 2001).

Many of the concave type anterior borders changed to the stairway type between 6 months to 1 year after surgery, but few changed to the smooth type. Almost all of the stairway and concave type of posterior borders changed to the smooth type between 6 months to 1 year after surgery. Regarding the posterior borders at 1 year

after surgery, the cleavage of distal and proximal bone fragments demonstrated stable osseous healing (smooth type) in cases in which the length and width between the bone fragments were large. In order to achieve a stable state of osseous healing at the anterior border, it is therefore important to consider the length between the bone fragments and delete the projection of the distal bone fragment. On the other hand, in order to achieve a stable state of osseous healing of the posterior border, it is important to carefully consider the width between the bone fragments. Sufficient bone contact is necessary for the cleavage of distal and proximal bone fragments in both the anterior and posterior border.

The increased distance of the mandibular ramus due to the posterior movement of the SSRO and the clear absorption of the projection of both distal and proximal bone fragments was not observed from 6 months to 1 year after surgery. Therefore, the remodeling in the cleavage between the bone fragments is considered to play a major role in the osseous healing which occurs after SSRO.

Key words: Sagittal splitting ramus osteotomy (SSRO) (下顎枝矢状分割術), Osseous healing (骨性治癒), Remodeling (リモデリング)

[Received Aug. 4, 2008]

¹⁾ 神戸大学大学院医学研究科外科系講座口腔外科学分野 (主任: 古森孝英教授)

²⁾ 神戸大学医学部附属病院歯科口腔外科矯正歯科診療班 (主任: 立石千鶴)

¹⁾ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine (Chief: Prof. Takahide KOMORI)

²⁾ Department of Orthodontics, Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Kobe University Hospital (Chief: Chizu TATEISHI)

緒 言

下顎枝矢状分割術 (Sagittal splitting ramus osteotomy (SSRO)) は、分割骨片間の広い接触面積を確保できることから下顎骨移動術として適応頻度の高い手術法である^{1,2)}。分割した骨片は一般的にスクリューやプレートなどで固定され、後戻りについては多くの報告がなされている³⁻⁸⁾。しかし、分割部骨片のリモデリングの様相、特に分割部骨片の経時的な治癒形態について詳細に観察した報告は少ない^{9,10)}。

そこで、本研究では、SSRO 術後のより詳細な骨性治癒形態を知る目的で、分割部骨片の治癒形態の経時変化を観察し、検討した。

研究方法

1. 対象

対象は、2003 年 8 月から 2006 年 2 月までの期間に神戸大学医学部附属病院歯科口腔外科において、骨格性下顎前突症と診断され、両側に SSRO (Obwegeser-Dal Pont 法に準ず) が施行された 11 例 22 側 (女性 9 例、男性 2 例) とした。対象者の手術時年齢は 22 歳～36 歳 (平均年齢 28.8 歳) であった。本研究では下顎枝前縁の形態変化を正確に評価するために、下顎枝前縁を削除していない症例を選択した。骨固定法による内訳は、チタンミニプレート 9 例、吸収性 PLLA プレート 2 例であった。顎間固定期間は、最短 5 日、最長 14 日間で平均 11 日間であった。顎間固定は、上下アーチワイヤーのブラケット間を結紮し行っ

た。また、入院中には全例に弾性包帯を可及的長時間装着するように指示した。

2. 方法

1) computed tomography (CT) 撮影

対象に対して、術直後、術後 6 か月および術後 1 年の CT を撮影した。CT 撮影は東芝メディカルシステムズ社製 Aquilion64[®]を用いて行った。

患者を撮影台に仰臥位に寝かせ、CT 撮影を施行した。CT 撮影は、管電圧 120kv、管電流 100mA として、咬合平面に平行に、眼窩下孔から下顎下縁まで断層幅 2 mm で行った。

2) 下顎枝分割部形態分類

撮影した CT 画像を用いて、下顎枝分割部の外形について経時的観察を行った。対象は下顎移動様態に従って、Deviation case と Non-deviation case に分類した。

横尾ら¹¹⁾は Menton (以下 Me) が 3.5mm 以上偏位のある場合に自覚的および他覚的に非対称を認識することを過去に報告している。したがって、Me 移動量が 3.5mm 以上の症例を Deviation case (7 例)、3.5mm 未満の症例を Non-deviation case (4 例) とし、さらに Deviation case を術前のオトガイの位置で偏位側、非偏位側に分類した。スライスは咬合平面に平行で下顎孔を通るスライス (上断面) と下顎第一、第二大臼歯根分岐部を通るスライス (下断面) の 2 平面を選択し、その前縁形態 (計測部位数: $n = 44$)、後縁形態 ($n = 44$) について分析した (Fig. 1)。術後の下顎枝分割部形態は Nemoto らの方法¹⁰⁾を参考に、分割部の骨性治癒形態が平坦な平滑型 (smooth type (以

Fig. 1 The cleavage at the anterior and posterior borders of distal and proximal bone fragments.

Modification of methods of Nemoto T, et al. (J Jpn Stomatol Soc 50: 227-241, 2001)

Fig. 2 Three types classification of cleaved plane (smooth, stairway, concave) by the modification of methods of Nemoto T, et al.

Fig. 3 The method of measuring the length and width between bone fragments.

下 A type)), 分割部のステップが 90° 以上を示す階段型 (stairway type (以下 B type)), および分割部のステップが 90° 以下の陥凹型 (concave type (以下 C type)) に分類した (Fig. 2)。

3) 下顎枝分割部骨片間距離の計測

上断面および下断面における術直後の骨片間の断端間距

離, 縦径, 幅径を計測し, 治癒形態との関連を検討した。近位骨片断端と遠位骨片断端との距離を断端間距離, 遠位 (近位) 骨片切断面最前方 (後方) 点から近位 (遠位) 骨片への最短距離を幅径, その最短距離となる点から近位 (遠位) 骨片最前方 (後方) 点までの距離を縦径と定義した。距離の計測はノギス (最大精度 0.05mm) を用いて,

Fig. 4 The method of measuring the ratio of the distance of mandibular ramus (%).

それぞれ3回行い、その平均を測定値とした (Fig. 3)。

4) 下顎枝前後径の計測

近位骨片前方断端と遠位骨片後方断端との距離を下顎枝前後径と定義し、上断面および下断面において、術直後、術後6か月および術後1年の下顎枝前後径をそれぞれ計測し、以下のように変化率を算出した。

$$\text{変化率 (\%)} = \frac{Y(Z) - X(Y)}{X(Y)} \times 100$$

X: 術直後の下顎枝前後径, Y: 術後6か月の下顎

枝前後径, Z: 術後1年の下顎枝前後径

距離の計測はノギス (最大精度 0.05mm) を用いて、それぞれ3回行い、その平均を測定値とした (Fig. 4)。

3. 統計処理

得られたデータに関して、統計解析ソフトウェア Stat-View-J 4.5 software (HULINKS Inc., Tokyo, Japan) を用い、analysis of variance (ANOVA) および Fisher's protected least significant difference (PLSD) による多重比較検定を行い、有意水準 5% 以下で統計処理を行った。

結 果

1. 下顎移動様態別平均後方移動量

下顎移動様態別平均後方移動量は、Me 移動量が 3.5mm 未満の症例である Non-deviation case (4 例) では 7.8 ± 2.4 mm であった。Me 移動量が 3.5mm 以上の症例である Deviation case (7 例) の偏位側で 6.8 ± 2.5 mm, 非偏位側で 10.7 ± 3.2 mm であった。

2. 下顎枝前縁

1) 骨性形態の変化

術後6か月の下顎枝前縁における骨性形態は Non-deviation case (n = 16) で A type 6.3%, B type 18.8%, C type 75.0% であった。Deviation case の偏位側 (n = 14) で、A type 0%, B type 35.7%, C type 64.3%, 非偏位側 (n = 14) で A type 0%, B type 28.6%, C type 71.4% であった (Fig. 5)。

術後1年の下顎枝前縁における骨性形態は Non-deviation case (n = 16) で A type 6.3%, B type 37.5%, C type 56.3% であった。Deviation case の偏位側 (n = 14) で、A type 14.3%, B type 50.0%, C type 35.7%, 非偏位側 (n = 14) で A type 7.1%, B type 50.0%, C type 42.9% であった (Fig. 5)。

いずれも、術後1年で C type が減少し、B type に移行していたが、A type への形態変化はほとんどなかった。

2) 術後骨片間距離と骨性形態の変化

術後1年の下顎枝前縁における骨性形態が A type である顎側の術後骨片間の平均断端距離は A type と B type, A type と C type において有意差が認められた ($p < 0.05$)。術後骨片間縦径は A type と B type, A type と C type において有意差が認められた ($p < 0.05$)。術後骨片間幅径は全てにおいて有意差は認められなかった (Table 1)。

3. 下顎枝後縁

1) 骨性形態の変化

術後6か月の下顎枝後縁における骨性形態は Non-devia-

Fig. 5 The classification of osseous healing of anterior planes of the mandibular ramus.

Table 1 The relationship between the classification of osseous healing of anterior planes and the distance of bone fragments.

	distance	length	width
A type (n=4)	1.50 ± 0.54mm	1.35 ± 0.53mm	0.85 ± 0.74mm
B type (n=20)	5.00 ± 2.29mm	4.71 ± 2.37mm	1.60 ± 0.82mm
C type (n=20)	4.48 ± 2.11mm	4.22 ± 2.17mm	1.51 ± 0.62mm

*P < 0.05

tion case (n = 16) で A type 31.3%, B type 31.3%, C type 37.5%であった。Deviation case の偏位側 (n = 14) で, A type 50.0%, B type 42.9%, C type 7.1%, 非偏位側 (n = 14) で A type 50.0%, B type 42.9%, C type 7.1%であった (Fig. 6)。

術後1年の下顎枝後縁における骨性形態は Non-deviation case (n = 16) で A type 75.0%, B type 12.5%, C type 12.5%であった。Deviation case の偏位側 (n = 14) で, A type 85.7%, B type 14.3%, C type 0%, 非偏位側 (n = 14) で A type 78.6%, B type 14.3%, C type 7.1%であった (Fig. 6)。

いずれも, 術後6か月から1年で C type, B type が大きく減少し, A type に移行していた。

2) 術後骨片間距離と骨性形態の変化

術後1年の下顎枝後縁における骨性形態が A type である顎側の術後骨片間の平均断端距離は A type と B type, A type と C type において有意差が認められた (p < 0.05)。

術後骨片間縦径は A type と C type において有意差が認められた (p < 0.05)。術後骨片間幅径は A type と B type, A type と C type において有意差が認められた (p < 0.05) (Table 2)。

4. 下顎枝前後径

下顎枝前後径の変化率は, 術直後から術後6か月では, 上断面で -3.85 ± 3.76%, 下断面で -0.75 ± 3.33%, 術後6か月から1年では, 上断面で -1.23 ± 2.33%, 下断面で -0.98 ± 2.06%であった (Fig. 7)。

考 察

1. 研究資料 (CT)

SSRO による下顎の移動は, 顎変形の三次元的な状態に対応するため, 骨片を前後的, 垂直的および左右的と, 三次元的に移動させるものである。このような三次元的な状態の評価は, 二次元的な X 線検査では困難な場合があり, CT 検査が最も有用な手段の一つとなる。SSRO 術後の骨

Fig. 6 The classification of osseous healing of posterior planes of the mandibular ramus.

Table 2 The relationship between the classification of osseous healing of posterior planes and the distance of bone fragments.

	distance	length	width
A type (n=35)	$4.97 \pm 2.75\text{mm}$	$4.91 \pm 2.73\text{mm}$	$0.43 \pm 0.62\text{mm}$
B type (n=6)	$7.67 \pm 4.30\text{mm}$ *	$6.73 \pm 3.79\text{mm}$ *	$1.37 \pm 0.86\text{mm}$ *
C type (n=3)	$10.77 \pm 3.71\text{mm}$	$10.40 \pm 4.05\text{mm}$	$2.27 \pm 0.72\text{mm}$

*P < 0.05

	upper plane	lower plane
immediately → 6 months	-3.85%	-0.75%
6 months → 1 year	-1.23%	-0.98%

Fig. 7 The ratio of change of the distance of mandibular ramus (%).

Fig. 8 The clear absorption of the projection of distal and proximal bone fragments was not observed.

性治癒に関する検討の多くは、パノラマ X 線および側面頭部 X 線規格写真によるものである^{3,4,6,8,9,12)}。しかしながら、これらは 2 次元であり、さらには近位骨片と遠位骨片が重なっており、術後の骨性治癒の評価としては適切ではない。そのため、今回、われわれは CT を用いて検討を行った。

2. 下顎枝前縁の骨性形態の変化

後縁、特に下顎角の骨性形態の変化に関しては、いくつかの報告^{1,2,7,9,12,13)}があるが、前縁に関する報告は少ない¹⁰⁾。しかしながら、前縁の骨性形態は、口腔前庭の狭小化による違和感など、臨床に大きく関与しており、その形態変化を知ることは非常に重要である。

下顎枝前縁における術後 6 か月から 1 年の骨性形態の変化は、C type が減少し、B type に移行していたが、A type への形態変化はほとんどなかった。このことより、術後 6 か月において、下顎骨前縁の形態変化は、継続している可能性が示唆された。また、骨分割部前縁の形態変化は、近位骨片と遠位骨片のステップが中心で、近位骨片突出部の著明な吸収は認められなかった (Fig. 8)。これが術後 1 年の時点で A type へ移行しない要因であると考えられた。つまり、下顎枝前縁において、分割部が平坦で安定した骨性治癒形態である A type に早期に移行するためには、手術の段階でその骨切り法に工夫を加える必要がある

と考えられた。そのため、われわれは、術後骨片間距離と骨性形態の経過の関係を検討した。

術後骨片間の平均断端距離は、1 年後に A type である顎側と比較して、B type, C type である顎側が有意に大きかった。このことから、術後骨片間の断端距離が大きいほど、B type, C type に移行することが示された。また、術後骨片間縦径は、A type である顎側と比較して、B type, C type である顎側が有意に大きかった。術後骨片間幅径は、全てにおいて有意差は認められなかった。これらのことにより、下顎枝前縁において、A type の骨形態を得るためには、骨片間の断端距離、特に縦径を考慮した手術の工夫、すなわち後方移動量が多く、前縁に大きなステップが存在する場合は、手術の時点で近位骨片突出部を削合する必要があると考えられた。

3. 下顎枝後縁の骨性形態の変化

下顎枝後縁における術後 6 か月から 1 年の骨性形態の変化は、C type, B type が大きく減少し、A type に移行していた。下顎枝前縁に比較し、後縁がより早期に形態変化が終了し、術後 1 年では、そのほとんどが安定形態である A type の骨形態になると考えられた。手術後早期の分割部の形態的变化は、遠位骨片下顎角部の骨吸収および骨片変位によるものであり、その安定化は 6 か月前後であるとの報告^{8,9)}もあるが、われわれの検討では、術後 6 か月の

時点で、分割部の形態変化は継続していた。これは、Nemoto らの報告¹⁰⁾と一致しており、側面頭部 X 線規格写真ではなく、CT によるステップの形態変化も検討している結果と考えられる。Hendricksen らは、下顎角部の急速なモデリングに関して、血液供給が骨の形態変化に大きく関与していると報告しており¹³⁾、今回の検討においても、咬筋や内側翼突筋の再付着の際に急速にモデリングが起こることが、後縁が早期に A type となる要因の一つと考えられる。また、後縁は、遠位骨片の分割面、海綿骨の露出が多いことも要因の一つと考えられる。また、内側翼突筋を含む顎角部周囲軟組織の強い緊張が、術後の骨片の移動や下顎角のモデリングに関与していることを示唆している報告がある^{1, 2, 7, 9, 10, 13)}。しかし、今回、われわれの検討では、下顎枝後縁の骨性形態の経時的変化は、前縁と同様に、ステップの形態変化が中心で、後方移動した遠位骨片突出部の明らかな吸収は認められなかった (Fig. 8)。したがって、後縁が著しく突出する可能性のある移動量の大きい症例においては、後戻りだけでなく、治療形態も考慮した上で Epker 法¹⁴⁾を検討するべきであると思われる。

術後骨片間の平均断端距離は、1 年後に A type である顎側と比較して、B type, C type である顎側が有意に大きかった。このことから、術後骨片間の断端距離が大きいほど、B type, C type に移行することが示された。また、術後骨片間縦径は、A type である顎側と比較して、C type である顎側が有意に大きかった。術後骨片間幅径は、A type である顎側と比較して、B type, C type である顎側が有意に大きかった。これらのことから、下顎枝後縁においては、前縁に比較して、縦径、幅径が比較的大きくても、A type の骨形態を得られると考えられるが、骨片間の断端距離、特に幅径を考慮した手術の工夫、すなわち十分な骨接触が必要である。ただし、SSRO において、rigid fixation による下顎枝後縁の骨接触の際には、当然のことながら、下顎頭に無理な力が加わらないよう考慮すべきである。

4. 下顎枝前後径

近位骨片および遠位骨片突出部の形態変化をさらに検討するために、下顎枝前後径を術直後、術後 6 か月および術後 1 年においてそれぞれ計測し変化率を算出した。その変化率は、上断面で -1.23%、下断面で -0.98% と低く、術後 6 か月から 1 年の下顎枝前後径の変化はほとんど見られなかった。つまり、下顎後退移動により増大した下顎枝前後径は、術後 6 か月から 1 年では変化なく、近位骨片および遠位骨片突出部の骨吸収は認められなかった (Fig. 7)。このことから、骨分割部の形態変化は、ステップが中心であると考えられ、既述のように手術の段階でその骨切り法に工夫を加える必要があると考えられた。

結 語

本研究において、SSRO 術後のより詳細な骨性治療形態を知る目的で、分割部治療形態の経時的変化を観察、検討し、以下のことが示された。

1. 下顎枝前縁の骨性形態の変化

1) Non-deviation case, Deviation case の偏位側、非偏位側において、いずれも術後 1 年で C type が減少し、B type に移行していたが、A type への形態変化はほとんどなかった。

2) 骨分割部前縁の形態変化は、近位骨片と遠位骨片のステップが中心で、近位骨片突出部の著明な吸収は認められなかった。

3) 下顎枝前縁において、A type の骨形態を得るためには、骨片間の断端距離、特に縦径を考慮した手術の工夫、すなわち近位骨片突出部の削除や十分な骨接触が必要であると考えられた。

2. 下顎枝後縁の骨性形態の変化

1) Non-deviation case, Deviation case の偏位側、非偏位側において、いずれも C type, B type が大きく減少し、A type に移行していた。

2) 下顎枝前縁に比較し、後縁がより早期に形態変化が終了し、術後 1 年では、そのほとんどが A type の骨形態になると考えられた。

3) 下顎枝後縁の骨性形態の経時的変化は、前縁と同様に、ステップの形態変化が中心で、後方移動した遠位骨片突出部の明らかな吸収は認められなかった。

4) 下顎枝後縁においては、前縁に比較して、縦径、幅径が比較的大きくても、A type の骨形態を得られると考えられるが、骨片間の断端距離、特に幅径を考慮した手術の工夫、すなわち十分な骨接触が必要である。

3. 下顎枝前後径

1) 下顎後退移動により増大した下顎枝前後径は、術後 6 か月から 1 年では変化なく、近位骨片および遠位骨片突出部の骨吸収は認められなかった。このことから、骨分割部の形態変化は、ステップが中心であると考えられ、手術の段階でその骨切り法に工夫を加える必要があると考えられた。

本論文の要旨は、第 18 回日本顎変形症学会総会において報告した。

文 献

- 1) Jönsson, E., et al.: Sagittal split technique. III. Postoperative rest conditions. A radiographic follow-up study, *Int J Oral Surg*, 8 : 89-94, 1979.
- 2) Shepherd, J.P., et al.: Changes in the mandibular ramus following osteotomy-a long-term review, *Br J Oral Surg*, 18 : 189-201, 1980.

- 3) Komori, E., et al.: Cause of early skeletal relapse after mandibular setback, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95 : 29-36, 1989.
- 4) 福井和徳, 他: 下顎枝矢状分割法を施行した骨格性下顎前突症の術後評価, *日矯歯誌*, 48 : 48-58, 1989.
- 5) 氷室利彦, 他: 下顎枝矢状分割法を施行した骨格性下顎前突症の顎間固定期間中の変化について, *東北歯大誌*, 11 : 156-164, 1984.
- 6) 渡辺八十夫, 他: 下顎前突者の下顎枝矢状分割手術後の顎間固定中に生ずる下顎骨骨片の移動についての考察, *広歯誌*, 20 : 329-333, 1988.
- 7) Vijayaraghavan, K., et al.: Post-operative relapse following sagittal split osteotomy, *Br J Oral Surg*, 12 : 63-69, 1974.
- 8) 山田建二郎, 他: 下顎枝矢状分割法を施した骨格性下顎前突者の手術後短期間における下顎骨の位置変化, *日矯歯誌*, 45 : 667-673, 1986.
- 9) 福井和徳, 他: 下顎枝矢状分割法施行後における離断部の形態的变化, *日顎変形誌*, 1 : 80-91, 1991.
- 10) Nemoto, T., et al.: Osseous Healing after Sagittal Splitting Ramus Osteotomy in Mandibular Prognathism: Three-dimensional CT Measurement, *J Jpn Stomatol Soc*, 50 : 227-241, 2001.
- 11) 横尾 聡, 他: 顎変形症患者の非対称認知に関する診断学的検討 術後の非対称性自己認識に影響を与える因子の解析, *日口診誌*, 13 : 357-366, 2000.
- 12) Reitzik, M., et al.: Skeletal and dental changes after surgical correction of mandibular prognathism, *J Oral Surg*, 38 : 109-116, 1980.
- 13) Hendricksen, R.P., et al.: Changes in the gonial region induced by alterations of muscle length, *J Oral Surg*, 40 : 570-577, 1982.
- 14) Epker, B.N., et al.: Middle-third facial osteotomies: their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities, *J Oral Surg*, 33 : 491-514, 1975.