

下顎側方偏位における咀嚼運動パターンと大白歯の歯軸傾斜の関連性について

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

鈴木 雄士

(指導：葛西 一貴 教授)

[ABSTRACT]

【Introduction】

A lateral deviation of the mandible leads to aesthetic problems and impaired mastication because it can result in a molar crossbite. Previous studies on participants with lateral deviations of the mandible have identified characteristic patterns of masticatory movement (e.g., reversed and crossover chewing patterns) that indicate that the masticatory movement exhibited by these individuals is asymmetric. In addition, a previous study reported that chewing movements after orthognathic surgery were similar to those in individuals with normal occlusion. Other reports indicated that chewing patterns are not changed before and after orthognathic surgery. Thus, no consistent findings have been obtained on how chewing movements are improved with orthognathic surgery. Therefore, the aim of the this study was to determine the change in chewing pattern after improvement in occlusion with orthognathic surgery and the relationship of improvement status in chewing pattern after treatment with relapse.

The present study was conducted in the following two parts;.in the study 1, to investigate the relationship between molar occlusion and chewing patterns in individuals with laterally deviated mandibles and to, and in the study 2, to investigate the relationship between changes of masticatory movement and changes of inclination of first molars was investigated in individuals after one year retention.

【Materials and Methods】

The six degrees of freedom jaw-tracking system (Gnatho-Hexagraph III, GC, Tokyo Japan)was used to measure the masticatory movement. The chewing pattern was classified as normal(N Type), reversed(R Type), or crossover(C Type). And a three-dimensional digital scanner was used to obtain 3D data of Dental models, and to measure the axial inclination of the maxillary and mandibular first molars.The study 1: 23 patients with mandibular deviation from the midline (4 mm or more) and skeletal class I ($0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$), were divided into two groups: normal bite (NB group: mean age:

19.5±4.5 years) and crossbite (CB group: mean age: 25.1±5.1 years). The percentage of chewing patterns on the affected side and the unaffected side were calculated. The chewing patterns were found to be normally distributed in each group. Student's t-test was used to test for the significant differences between the groups for the width of the maxillary and mandibular dentition, palatal width, and axial inclination of the maxillary and mandibular first molars on the affected side and the unaffected side. In the study 2: 21 participants (mean age: 23.2±5.4 years) with a menton deviation ≥ 4 mm from the midline. Changes in the masticatory movement patterns were measured from before treatment (T1) to after treatment (T2) and from T2 to after 1 year or more retention (T3). The changes in the masticatory movement patterns were analyzed using McNemar's test. The differences in the axial inclination of the maxillary and mandibular first molars and width of the dentition between cases involving normal, crossover, and reversed chewing patterns were analyzed using Kruskal–Wallis and Mann–Whitney U tests.

【Results】

- 1) In normal occlusion on the affected side, chowing pattern showed normal type, on the contrary, in crossbite on the affected side, chowing pattern showed crossover type and reverse type chowing patterns.
- 2) The width of the maxillary dentition and palatal width were significantly larger in normal bite group than those in crossbite group. Also the difference maxillary dentition and mandibular dentition was significantly larger in normal bite group than that in crossbite group.
- 3) In the inclination of mandibular molar axis on the affected side, normal bite group showed more lingually inclination than that crossbite group. There was no significant difference on unaffected side between two groups.
- 4) Six of the 15 participants with reversed chewing patterns on the affected side at T1 changed their chewing patterns to normal chewing patterns by T2. There was a significant difference between T1 and T2 in the masticatory movement patterns on the affected sides. On the contrary, two of the 5 participants with reversed chewing patterns on the unaffected side at T1 changed their chewing

patterns to normal chewing patterns by T2. There were no significant differences in the patterns between T1 and T2 on the unaffected sides.

5) On the affected side between T2 and T3, the changes in the inclination of the teeth and dental arch widths were significantly greater for patients with reversed chewing patterns compared to those with normal or crossover chewing patterns. Reversed chewing patterns showed a tendency to relapse.

【Conclusion】

A normal chewing pattern may lead to lingual inclination of the mandibular molars on the affected side, and it may be a factor that prevents the onset of crossbite. After orthognathic surgery, in the reverse type chewing pattern, the change of the tooth axis was large and a tendency of relapse was observed. These results suggested that the masticatory movement pattern might be associated with the stability of occlusion after orthognathic surgery.

[緒 言]

顔面非対称を呈する顎変形症には下顎側方偏位を有する者が 25%存在する¹⁾。下顎側方偏位は上顎咬合平面の傾斜，下顎枝の長さや下顎骨体および下顎頭形態の左右差，臼歯の缺状咬合や crossbite などの問題を有している²⁻⁴⁾。下顎側方偏位に伴い偏位側臼歯部に crossbite がみられる症例が多いものの，crossbite がみられない症例もみうけられる。Crossbite は遺伝的および環境的な要因によって発症するが環境的要因の一つとして片咀嚼があり，咀嚼運動が関与している可能性があると考えられる^{5,6)}。Crossbite における咀嚼運動について，成人の crossbite では咀嚼運動パターンが逆サイクルになるという報告⁷⁻¹⁰⁾や，小児期の crossbite では咀嚼運動パターンが逆サイクルを示していたが，crossbite 改善後に咀嚼運動パターンが正常になったとの報告¹¹⁾がみられる。また外科的矯正治療においては，治療後に咀嚼運動が正常咬合者の咀嚼運動に類似していたとの報告^{12,13)}があるが，一方，術前後での咀嚼運動パターンが変化しない¹⁴⁾との報告もある。このように外科的矯正治療によって咀嚼運動がどのように改善するかについて，一定の知見が得られていないのが現状である。治療が長期に及ぶ矯正歯科治療後に咬合が改善することで咀嚼機能が改善する¹⁵⁻¹⁷⁾と言われているものの，短期間で咬合が顕著に変わる外科的矯正治療では不明な点が多い。さらに，術前に大臼歯の歯軸を適正に改善した後に骨切り手術を行うが，外科的矯正治療後の咀嚼運動パターンの変化が大臼歯歯軸ほどの程度影響しているか検討した報告は見られない。

そこで，外科的矯正治療による咬合改善後に咀嚼運動パターンがどのように変化し，また，治療後の咀嚼運動パターンの変化が歯列の後戻りとどのように関連しているか明らかにするため，研究 1 として，下顎側方偏位における大臼歯 crossbite の有無と咀嚼運動および大臼歯歯軸傾斜の関連性について調査し，研究 2 では外科的矯正治療前後と保定開始 1 年後の咀嚼運動パターンの変化と大臼歯歯軸傾斜の関係について検討した。

【資料および方法】

1. 被験者

研究 1

被験者は、本学付属病院矯正歯科を受診した顎変形症患者 23 名である。選定条件は、正面・側面セファロによる計測結果から鶏冠と前鼻棘を結ぶ直線を正貌の正中線(VRL)から Menton が 4mm 以上偏位を認めた下顎側方偏位^{2,3)}、 Skeletal Class I ($0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$)とした。前頭断において上下顎第一大臼歯が偏位側で正常咬合しているものを NB 群(14 名：男性 2 名，女性 12 名，平均年齢 19.5 歳 \pm 4.5)，偏位側で crossbite を呈するものを CB 群(9 名：男性 1 名，女性 8 名，平均年齢 25.1 歳 \pm 5.1)とし，2 群に分類した。

研究 2

被験者は、本学付属病院矯正歯科を受診した顎変形症患者のうち治療を終了し，保定開始 1 年以上経過しているもの 21 名(男性 5 名，女性 16 名 平均年齢 23.2 歳 \pm 5.4)，である。選定条件として，術前正面・側面セファロによる計測結果から研究 1 と同様に Menton が 4mm 以上偏位を認めた下顎側方偏位のうち^{2,3)}， Skeletal Class I および III ($-2^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$)を選択した。また，外科手術を執刀した術者は同一人物で行った症例とした。

研究 1 および 2 の除外条件を下記に示す。

- ① 顎関節の疼痛，開口障害などの顎関節症状が認められる。
- ② 歯科矯正治療の既往歴がある。
- ③ 臼歯部に補綴装置(ブリッジ，義歯およびインプラント)を認める場合やカリエス，1 歯以上の欠損が認められる場合がある。
- ④ 先天的奇形や症候群，外傷などの既往がある。
- ⑤ 機能性交叉咬合を認める。

なお，本研究は，日本大学松戸歯学部倫理委員会にて研究倫理の承認を得ている。

(承認番号：研究 1: EC16-14-042-1，研究 2: EC16-15-004-2)

2. 方法

1) 頭部エックス線規格写真

研究 1, 2 において正面および側面頭部エックス線規格写真を通法に従い撮影し、分析方法は、Steiner analysis に準じて行った¹⁸⁻²¹⁾。なお、計測点、基準線ならびに計測項目は Figure 1 と Figure 2 に示した。

2) 咀嚼運動の記録・分類

咀嚼運動の計測は研究 1, 2 ともに 3 次元 6 自由度顎運動測定装置(ナソヘキサグラフ III, ((株)GC,東京)を用いた。被験者の下顎前歯部にクラッチを装着し、頭部を固定せずリラックスした状態でフランクフルト平面が水平になるように椅子に座らせた後、ヘッドフレームおよびフェイスボウを装着した。基準平面である両側外耳孔上縁および左側眼窩下縁の 3 点よりなるフランクフルト平面と両側下顎頭、下顎左右第一大臼歯近心頬側咬頭と下顎左右中切歯を計測点とした²²⁾。被験者には自由咀嚼を行わせて十分に軟性ガムを軟化させた後、被験者に左右片側ずつ咬頭嵌合位からの軟性ガム咀嚼を 30 秒間行わせ、その咀嚼運動を記録した。なお、被験食品には軟性ガム(100% キシリトールガム, (株)オーラルケア, 東京:以下, 軟性ガム) 1 粒(1.5g)を使用した。咀嚼運動の解析は、下顎切歯点における主咀嚼側の咀嚼開始第 5 ストロークから第 14 ストロークまでの計 10 ストロークを対象として^{9,23)}、咀嚼運動経路形態について顎運動測定器付属の解析ソフトを用いて咀嚼運動を解析した。研究 1, 2 において咀嚼運動パターンは、Normal Type (N Type: 中心咬合位から咀嚼側あるいは非咀嚼側に向かって開口し、その後中心咬合位へ閉口するもの)、Cross Type (C Type: 開閉口路が交叉するもの)、および Reverse Type (R Type: 開閉口路が Normal Type と逆のもの)の 3 タイプに分類した^{24,25)} (Figure 3)。

研究 2 では初診時(T1)、矯正装置除去時(T2)、保定開始 1 年以上経過時(T3)にて咀嚼運動の計測を行い、各計測時期における咀嚼運動パターンの分類を行った。偏位側・非偏位側における T1-T2, T2-T3 での咀嚼運動パターンの変化については、N Type と C Type および R Type の変化を検定した。

3) 口腔模型計測

計測は、Eguchi ら²⁶⁾の方法に基づき、計測項目を Figure 4 と Figure 5 に示した。研究 1 では、矯正治療開始前の口腔模型にて、3D-デジタルスキャナー (マエストロ 3D オルソシステム、(株)安永社)を用いて口腔模型を 3D データにし、得られた 3D データを 3D 解析ソフト BODY-RUGLE (Medic(株))を使用し、上顎歯列幅径(U6-6CW)、下顎歯列幅径(L6-6CW)、上顎第一大臼歯口蓋幅径(U6GW)と上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角を計測した^{26~29)} (Figure 4, Figure 5)。また T1 での偏位側・非偏位側において第一大臼歯頬舌的被蓋を確認し、正常に咬合しているものを normal bite、交叉咬合しているものを crossbite とした。

研究 2 は研究 1 と同様に上顎歯列幅径(U6-6CW)、下顎歯列幅径(L6-6CW)、上顎第一大臼歯口蓋幅径(U6GW)と上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角を計測した^{27~30)}。さらに、計測項目ごとに T2 から T3 への変化量を算出し、各咀嚼運動パターンにて比較した。

研究 1,2 とともに上顎基準平面は、切歯乳頭頂および左右側第二小臼歯と第一大臼歯の歯間乳頭頂の 3 点を通る平面とした。なお、左右側第二小臼歯と第一大臼歯歯間乳頭頂を通る直線を X 軸、X 軸と直交する直線を Y 軸、基準平面上で X 軸と Y 軸の交点と直交する直線を Z 軸とした。下顎基準平面は、下顎左右側中切歯間乳頭頂、下顎左右側第二乳臼歯 (第二小臼歯) と第一大臼歯の歯冠乳頭頂の 3 点を通る平面上とした。計測部位は、第一大臼歯の頬側面の溝から咬合面の頬側溝への移行点と舌側面の溝から咬合面の舌面溝への移行点 2 点を通る直線が Z 軸となす角度を歯軸傾斜角とし偏位側第一大臼歯歯軸傾斜角、非偏位側第一大臼歯歯軸傾斜角とした。

研究 2 において計測項目ごとに T2-T3 における上下顎偏位側・非偏位側第一大臼歯歯軸傾斜角から各咀嚼運動パターンでの変化量を算出し比較した。また、T2-T3 における偏位側同一咀嚼運動パターンでの歯列幅径変化量(U6-6CW, L6-6CW, U6GW)を絶対値として算出した。変化量は計測項目ごとに T3 から T2 を引いた数値を変化量とした。

4) 統計方法

研究1では、偏位側、非偏位側の咀嚼運動パターンを Type 別に発現頻度(%)を算出した。各群は、正規分布を認め2群間における上下顎歯列幅径、上顎第一大臼歯口蓋幅径、上下偏位側・非偏位側第一大臼歯歯軸傾斜角について Student *t*-test による有意差検定を行った。

研究2では、T1-T2、T2-T3の咀嚼運動パターンの変化と変化割合(%)を算出した (Figure 6(a), (b))。T1-T2、T2-T3の咀嚼運動パターンの変化は、McNemar's test による有意差検定を行った。N Type、C Type、R Typeの3群間でのT2-T3における同一咀嚼タイプによる偏位側上下顎第一大臼歯歯軸変化量、上顎第一大臼歯口蓋幅径変化量、上下顎歯列幅径変化量について Bonferroni による Kruskal-Wallis と Mann-Whitney U tests の有意差検定を行った。統計分析ソフトは IBM[®] SPSS[®] Statistics 21 (SPSS-IBM 社, MD, 米国)を用い、有意水準は5%とした。

【結 果】

研究 1

1) 正面セファロによる計測結果 (Table 1)

正面セファロにより Me 偏位量は, NB 群で $7.3\text{mm}\pm 2.2\text{mm}$, CB 群では $8.9\text{mm}\pm 4.2\text{mm}$ であり差は認められなかった。また, Occlusal plane angle も同様に差は認められなかった。NB 群の Col-Me, Col-Go, Go-Me において偏位側より非偏位側の方が値は大きいものの有意差はみられなかった。一方, CB 群では, 非偏位側の Col-Me, Col-Go が偏位側より有意に大きかった。

2) 咀嚼運動パターンの結果 (Table 2)

NB 群の偏位側では N Type が 100%, 非偏位側では N Type が 92.8%, R Type が 7.2% で 1 症例のみ認められた。C Type は偏位側, 非偏位側ともに 0%であった。一方, CB 群の偏位側では N Type が 0%, R Type は 55.6%, C Type は 44.4%であり, 非偏位側では N Type が 55.6%, R Type は 33.3%, C Type は 11.1%であった。

3) 上下顎歯列幅径と上顎第一大臼歯口蓋幅径および上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角の比較 (Table 3)

上顎歯列幅径(U6-6CW)および上顎第一大臼歯口蓋幅径(U6GW)は NB 群が CB 群より大きい値を示し, 上下顎歯列幅径較差(U6-L6CW)では NB 群が CB 群より有意に大きかった。下顎歯列幅径では差は認められなかった。偏位側上顎第一大臼歯歯軸傾斜角においては差が認められなかったが, 非偏位側上顎第一大臼歯歯軸傾斜角では CB 群は NB 群に比べ有意に小さい値を示した。偏位側下顎第一大臼歯歯軸傾斜角においては, NB 群は CB 群に比べ有意に小さい値を示したが, 非偏位側下顎第一大臼歯歯軸傾斜角では差は認められなかった。

研究 2

1) 正面セファロによる計測結果

正面セファロにより Me 偏位量は $7.8\text{mm}\pm 3.1\text{mm}$ 、Occlusal plane angle は $2.4\text{mm}\pm 1.4\text{mm}$ であった。

2) T1-T2, T2-T3 における咀嚼運動パターンの変化について (Figure 6(a))

偏位側 T1-T2 において、[C Type および R Type]は[N Type]へ変化した比率は 15 症例中 6 症例であり、9 症例は[C Type および R Type]のままであった。McNemar 検定の結果、偏位側 T1-T2 における変化は有意であった($p = 0.03$)。非偏位側 T1-T2 では[C Type および R Type]から[N Type]へ変化した比率は 5 症例中 2 症例であり、3 症例は[C Type および R Type]のままに有意な変化を認めなかった。また偏位側・非偏位側ともに T2-T3 における咀嚼運動パターンの変化はごく少数であり有意な変化を認めなかった。

3) 偏位側・非偏位側における咀嚼運動パターンの変化 (Figure 6(b))

T1-T2 および T2-T3 における咀嚼運動パターンの変化とその割合(%)を(Fig.6)に示す。これらの咀嚼運動パターンの変化を Type 別に検討した結果、偏位側の T1 における咀嚼運動パターンは、21 名中 6 名(28.5%)に N Type を認め、C Type は 3 名(14.2%)、R Type は 12 名(57.1%)認めた。そのうち、crossbite を認めたのは N Type 2 名、C Type 1 名、R Type 7 名であった。T2 における咀嚼運動パターンは、N Type が 12 名(57.1%)、C Type が 3 名(14.2%)、R Type が 5 名(28.5%)であった。また、T3 では N Type は 12 名(57.1%)、C Type は 4 名(19.0%)、R Type は 5 名(23.8%)認めた。

偏位側 T1-T2 における変化では、N Type において全く変化を認めなかったが、C Type では 3 名中 2 名(⑤, ⑱)が R Type となり、1 名は変化しなかった。R Type では、12 名中 6 名(②, ④, ⑦, ⑨, ⑩, ⑰)が N Type となり、2 名(⑬, ⑯)が C Type、4 名が変化せずに R Type のままであった。偏位側 T2-T3 における変化では、N Type と C Type は変化を認めなかったが、R Type は 6 名中 5 名が R Type のままであり、1 名(⑱)が C Type へ変化した。

非偏位側において T1 は 21 名中 16 名(76.1%)が N Type を認め、C Type は 2 名(9.5%)、R Type は 3 名(14.2%)認めた。T2 では N Type は 15 名(71.4%)、C Type は 3 名(14.2%)、R

Type は 3 名(14.2%)認めた。また, T3 では N Type は 17 名(80.9%), C Type は 2 名(9.5%), R Type は 2 名(9.5%)認めた。非偏位側 T1-T2 における変動では N Type では 16 名中 13 名, C Type では 2 名中 2 名が変化しなかったが, R Type は 2 名(④, ⑥)が N Type へ変化し, 1 名は変化しなかった。非偏位側 T2-T3 における変動では, 100% N Type のままであり, C Type では 3 名中 2 名がそのままであり, 1 名(⑫)が N Type へ変化した。R Type は 3 名中 2 名が変化せずに R Type のままであり, 1 名(⑳)が N Type となった。

以上のことから, 偏位側 T1-T2 における変化は, C Type および R Type が N Type へと有意な変化を認めたが非偏位側 T1-T2 および偏位側・非偏位側 T1-T2, T2-T3 は有意な変化はなく咀嚼運動パターンは変化しないことを認めた。

4) T2-T3 における大臼歯歯軸変化量 (Figure 7(a), (b))

N Type, C Type, R Type の 3 群での有意差検定を行った結果, 偏位側では上下顎ともに大臼歯歯軸変化量は R Type が N Type および C Type より有意に大きい値を認め, 非偏位側では上下顎ともに大臼歯歯軸変化量に有意差を認めなかった。

5) T2-T3 における歯列幅径変化量 (Figure 8)

N Type, C Type, R Type の 3 群での有意差検定を行った結果, U6-6CW, L6-6CW ならびに U6GW において R Type が N Type および C Type より有意に大きい値を示した。

【考 察】

1. 大臼歯咬合と咀嚼運動の関連性について (研究 1)

不正咬合における咀嚼運動パターンについて、YANO ら⁶⁾、Proeschel ら³¹⁾の報告は全体の約 80%以上が N Type , C Type ならびに R Type の 3 つの咀嚼運動パターンであり、詳細に検討した Nie ら⁹⁾は 8 パターンに分類している。本研究では咀嚼運動パターンの特徴をより明瞭に分類するために代表的な N Type , C Type , R Type の咀嚼運動パターンに分類した。

N Type は大臼歯正常被蓋の偏位側、非偏位側において認められることが多く、研究 1 において NB 群の咀嚼運動パターンでは、ほぼ N Type を認めた。Jemt ら³²⁾は、骨格性、歯性ともに正常咬合での咀嚼運動パターンは、規則的で安定しているとし、3 つの咀嚼運動パターンの中で N Type は最も安定していると考えられる。

C Type は咀嚼運動中に開閉口路が交叉するものである。本研究 1 の結果から CB 群のみに C Type を認めた。過去に咀嚼運動中に開閉口路が交叉するものは側方運動干渉時や顎関節症患者に認められる^{33,34)}と報告がある。また、下顎側方偏位は顎関節症を生じやすいといった報告³⁾もある。本研究の被験者は開口障害や疼痛などを認めない下顎側方偏位であるが、下顎側方偏位であるため開口障害や疼痛など顎関節症状がなくとも側方運動干渉時に顎運動として C Type が認められた可能性があると考えられる。

R Type は開閉口路が N Type と逆のものを示し、臼歯 crossbite になりやすい下顎側方偏位や下顎前突でよく認められる。本研究 1 の結果より、CB 群の咀嚼運動パターンは偏位側において N Type を認めず、R Type(55.6%)、C Type(44.4%)認めた。また非偏位側は N Type(55.6%)も認めるが R Type(33.3%)、C Type(11.1%)であった。中南ら⁶⁾は、臼歯部 crossbite の症例において R Type が高率で出現する傾向にあるとし、Tomonari ら⁷⁾は臼歯部被蓋と咀嚼運動との関係について、crossbite の咀嚼運動パターンとして開口路と閉口路が逆転していると述べている。また大臼歯 crossbite を認めないケースでも前歯部や小臼歯部にも crossbite があることで R Type を生じるとの報告⁷⁾がある。このことから、臼歯部 crossbite により偏位側咀嚼時に臼歯部による咬頭干渉が生じることで咀嚼運動路が制限され、N Type と比較して咀

嚼経路幅が狭い Re Type と C Type が出現したと考えられた。

上下顎大白歯歯軸傾斜角では、非偏位側上顎大白歯歯軸傾斜角において CB 群は NB 群より有意に小さい値を認め舌側傾斜がみられ、上下顎歯列幅径において NB 群は CB 群より上顎歯列幅径、上顎第一大臼歯口蓋幅径、上下顎歯列幅径較差が有意に大きい値となった。

Figure 9 に示すように、上顎大白歯歯軸傾斜角の変化に付随して NB 群と CB 群の上顎歯列幅径、上顎第一大臼歯口蓋幅径に差が生じたと考えられる。また、偏位側下顎大白歯歯軸傾斜角において NB 群は CB 群より有意に小さい値を認めたことから CB 群に比較して NB 群の偏位側下顎大白歯は舌側傾斜をしていることがわかった。

また、顎骨の偏位に対する歯牙補償機構³⁵⁾の観点から、顔面非対称者における口腔内圧力と下顎第一大臼歯の傾斜との間に有意な正の相関があり、下顎歯列の非対称および歯牙補償機構に関連していること³⁶⁾や歯牙補償機構は顎骨の前後的不調和に生じるだけでなく、水平的不調和に対しても生じ³⁵⁾、被蓋を維持することに関わっている^{37,38)}と考えられている。

2) 外科的矯正治療後の咀嚼運動と大白歯歯軸傾斜について (研究 2)

外科的矯正治療後咀嚼運動パターンの変化において、偏位側 T1-T2 では有意な咀嚼運動パターンの変化を認めたが、非偏位側では変化は認められなかった。これにより、T2-T3 すなわち保定期間において咀嚼運動パターンは変化しないことが明らかになった。

咬合の改善による咀嚼運動パターンの変化において、小児期の crossbite を改善した後、逆サイクルが改善した報告^{10,39)} や Skeletal Class III における外科的矯正治療前後では R Type が術後減少したとの報告がある⁴⁰⁾。このことから T1-T2 にかけて咀嚼運動パターンに変化が生じる原因として骨切り手術終了後、偏位側・非偏位側ともに臼歯被蓋関係は正常になることから、咬合接触の変化に伴い咬合干渉などが軽減することで咀嚼運動パターンが改善したと考えられる。

一方、非偏位側 R Type の T1-T2 では 33%において変化を認めず、同様に非偏位側 C Type でも T1-T2 にかけて変化はみられなかった。既報告によれば咀嚼運動パターンは、橋

と延髄に位置する central pattern generator(CPG)により生成され⁴¹⁾、成人の場合では CPG が確立されてから変化することが少ないと報告⁴²⁾されており、動物においても咀嚼サイクルの形状は大部分が不変のままであると報告されている^{43,44)}。従って、T1-T2にて咬合接触の変化が生じてても、CPGが術前の状態のまま維持されており、咀嚼運動パターンの変化は認められなかった可能性がある。

T2-T3 大白歯歯軸変化量において、N Type, C Type, R Type の偏位側上下顎大白歯歯軸変化量を比較した結果、R Type が有意な大きい値を認めた。また、上下顎歯列幅径変化量および上顎第一大臼歯口蓋幅径においても N Type, C Type と比較し R Type は有意な大きい値を認めた。従って、保定期間において R Type は歯軸の傾斜の変化に伴い歯列幅が変化しており、術前の状態に戻るいわゆる後戻り傾向が示唆された。

R Type は N Type, C Type と異なり咬合接触時に加わる咬合力の方向が逆であり、咬合の安定が得られにくいことが考えられる。このように咀嚼運動と歯軸傾斜の変化は密接に関係していた。外科的矯正治療による咀嚼運動パターンの変化は偏位側のみ認められ、R Type から N Type へと変化し、非偏位側の変化は認められなかった。また保定後の咀嚼運動パターンの変化は偏位側・非偏位側ともに変化しないことが明らかになり、外科的矯正治療後においても咀嚼運動パターンが R Type の状態であると後戻り傾向が示唆された。

【結 論】

下顎側方偏位における大臼歯 crossbite の有無と咀嚼運動および大臼歯歯軸傾斜の関連性ならびに外科的矯正治療後における咀嚼運動パターンの変化と大臼歯歯軸傾斜の関係について検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 下顎側方偏位において大臼歯が正常咬合の場合、咀嚼運動パターンは N Type であった。一方、大臼歯が crossbite の場合では咀嚼運動パターンは、C Type および R Type であった。
- 2) 上顎歯列幅径および上顎第一大臼歯口蓋幅径は NB 群が CB 群より有意に大きい値を示し、上下顎歯列幅径較差も NB 群が CB 群より有意に大きかった。
- 3) 偏位側下顎大臼歯歯軸傾斜角は、NB 群は CB 群に比べ有意に小さく舌側傾斜していたが、非偏位側下顎大臼歯歯軸傾斜角では差は認められなかった。
- 4) T1-T2 の偏位側において、C Type および R Type から N Type へ変化したものは 15 症例中 6 症例であり変化は有意($p = 0.03$)であったが、非偏位側では 5 症例中 2 症例で有意な変化を認めなかった。また偏位側・非偏位側ともに T2-T3 において咀嚼運動パターンの有意な変化を認めなかった。
- 5) T2-T3 の大臼歯歯軸変化量において、R Type の偏位側上下顎大臼歯歯軸変化量は N Type および C Type より有意に大きく、また歯列幅径変化量も同様に有意に大きい値を認め、R Type は後戻り傾向が示唆された。

以上のことから、下顎側方偏位において N Type 咀嚼運動は偏位側下顎大臼歯を舌側傾斜させ crossbite の発症を防ぐ要因となること。また外科的矯正治療後において、R Type 咀嚼運動では大臼歯歯軸変化量が大きく後戻り傾向がみられ、下顎側方偏位における外科的矯正治療後の咬合の安定性に咀嚼運動が関与していることが示唆された。

【文 献】

1. Severt TR, Proffit WR : The Prevalence of Facial Asymmetry in the Dentofacial Deformities Population at the University of North Carolina, *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*, 12 : 171-176, 1997.
2. Uesugi S, Yonemitsu I, Kokai S, et al : Features in Subjects with the Frontal Occlusal Plane Inclined Toward the Contralateral Side of the Mandibular Deviation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 149 : 46-54, 2016.
3. 山田恭平, 大森浩子, 桐本博章ほか : 下顎側方偏位を伴う顎変形症患者における顎関節雑音と下顎頭形態との関連, *Orthod Waves Jpn Ed*, 75 : 1-7, 2016.
4. Takeshita N, Ishidad M, Watanabe H, et al : Improvement of Asymmetric Stomatognathic Functions, Unilateral Crossbite, and Facial Esthetics in a Patient with Skeletal Class III Malocclusion and Mandibular Asymmetry, Treated With Orthognathic Surgery, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144 : 441-454, 2013.
5. 佐藤貞雄, 高木建雄, 後藤幹子ほか : 下顎骨の側方偏位を伴う骨格性交叉咬合の成立機序に関する考察, *神奈川歯学*, 25, 93-98, 1990.
6. 矢野圭介, 久保田雅人, 篠原親ほか : 顎の非対称を伴う骨格性下顎前突症における下顎頭長軸角と習慣性咀嚼との関連性について, *顎変形誌*, 102 : 110-116, 2000.
7. 中南国史, 西尾公一, 宮内修平ほか : 臼歯部交叉咬合が顎口腔機能に及ぼす影響に関する研究, *顎機能*, 6 : 87-96, 1988.
8. Tomonari H, Ikemori T, Kubota T, et al : First Molar Cross-bite is More Closely Associated with a Reverse Chewing Cycle Than Anterior or Pre-molar Cross-bite During Mastication, *J Oral Rehabil*, 41 : 890-896, 2014.
9. Nie Q, Kanno Z, Xu T, et al : Clinical Study of Frontal Chewing Patterns in Various Crossbite Malocclusions, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138 : 323-329, 2010.
10. Riloa B, Silvaa JL, Moraa MJ, et al : Unilateral Posterior Crossbite and Mastication, *Archives of Oral Biology*, 52 : 474-478, 2007.

11. Kwak YY, Jang I, Choi DS, et al : Functional Evaluation of Orthopedic and Orthodontic Treatment in a Patient with Unilateral Posterior Crossbite and Facial Asymmetry, *Korean J Orthod*, 44 : 143-153, 2014.
12. Wang D, Fu H, Zeng R, et al : Changes of Mandibular Movement Tracings after the Correction of Mandibular Protrusion by Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy, *J Oral Maxillofac Surg*, 67 : 2238-2244, 2009.
13. Ko EWC, Huang CS, Lo LJ, et al : Longitudinal Observation of Mandibular Motion Pattern in Patients with Skeletal Class III Malocclusion Subsequent to Orthognathic Surgery, *J Oral Maxillofac Surg*, 70 : e158-e168, 2012.
14. 橋本志織, 菅原準二, 友寄裕子ほか : 下顎非対称を伴う骨格性下顎前突症の外科的矯正治療後における顎顔面形態および咀嚼運動経路の評価, *東北矯歯誌*, 12 : 3-12, 2004.
15. Nagai I, Tanaka N, Noguchi M, et al : Changes in Occlusal State of Patients with Mandibular Prognathism after Orthognathic Surgery: A Pilot Study, *Br J Oral Maxillofac Surg*, 39 : 429-433, 2001.
16. Ohkura K, Harada K, Morishima S, et al : Changes in Bite Force and Occlusal Contact Area after Orthognathic Surgery for Correction of Mandibular Prognathism, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 91 : 141-145, 2001.
17. Iwase M, Ohashi M, Tachibana H, et al : Bite Force, Occlusal Contact Area and Masticatory Efficiency Before and After Orthognathic Surgical Correction of Mandibular Prognathism, *J Oral Maxillofac Surg*, 35 : 1102-1107, 2006.
18. Proffit WR ; 高田健治, 北井則行, 山城隆 (訳) : 新版プロフィットの現代歯科矯正学, 175-177, クインテッセンス出版, 東京, 2004 ; *Contemporary orthodontics*, 3rd ed, Mosby, Canada, 2000.

19. Damstra J, Fourie Z, Ren Y : Evaluation and Comparison of Postero-Anterior Cephalograms and Cone-Beam Computed Tomography Images for the Detection of Mandibular Asymmetry, *Eur J Orthod*, 35 : 45–50, 2013.
20. Janson G, Lima KJRS, Woodside DG, et al : Class II Subdivision Malocclusion Types and Evaluation of Their Asymmetries, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131 : 57–65, 2007.
21. Masuoka N, Muramatsu A, Ariji Y, et al : Discriminative Thresholds of Cephalometric Indexes in the Subjective Evaluation of Facial Asymmetry, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131 : 609–613, 2007.
22. Hayashi R, Kawamura A, Kasai K : Relationship Between Masticatory Function, Dental Arch Width, and Bucco-Lingual Inclination of the First Molars, *Orthod Waves*, 65 : 120–126, 2006.
23. Shiga H, Kobayashi Y, Arakawa I, et al : Relationship Between Pattern of Masticatory Path and State of Lateral Occlusal Contact, *J Oral Rehabil*, 36 : 250–256, 2009.
24. 秋山仁志, 志賀博, 小林義典 : 咀嚼運動の機能的分析- 正常咬合者における前頭面でみた切歯点の経路のパターン, *補綴誌*, 35 : 609–621, 1991.
25. Proschel P, Hofmann M : Frontal Chewing Patterns of the Incisor Point and Their Dependence on Resistance of Food and Type of Occlusion, *J Prosthet Dent*, 59 : 617–624, 1988.
26. Eguchi S, Townsend GC, Togy H, et al : Genetic and Environmental Contributions to Variation in the Inclination of Human Mandibular Molar, *Orthod Waves*, 63 : 95–100, 2004.
27. Oliveira NL, Silveira ACD, Kusnoto B, et al : Three-Dimensional Assessment of the Maxilla: A Comparison of 2 Kinds of Palatal Expanders, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126 : 354–362, 2004.

28. Veli I, Yuksel B, Uysal T, et al : Longitudinal Evaluation of Dental Arch Asymmetry in Class II Subdivision Malocclusion with 3-Dimensional Digital Models, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 145 : 763-770, 2014.
29. 岡野 美紀 : 第一大臼歯の頬舌的歯軸傾斜と歯列幅の成長パターンについて, 日本人と南太平洋諸国の2集団との比較, *Orthod Waves Jpn Ed*, 65 : 112-121, 2006.
30. Langberg BJ, Arai K, Miner RM : Transverse Skeletal and Dental Asymmetry in Adults with Unilateral Posterior Crossbite, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127 : 6-16, 2005.
31. Proeschel PA : Chewing Patterns in Subjects with Normal Occlusion and with Malocclusions, *Semin Orthod*, 12 : 138-149, 2006.
32. Jemt T, Hedegard B : Reproducibility of Chewing Rhythm and of Mandibular Displacements During Chewing, *J Oral Rehabil*, 9 : 531-537, 1982.
33. 伊藤陽介, 志賀博, 児玉秀夫ほか : 実験的咬合干渉が咀嚼運動に及ぼす影響, 第6報前頭面における干渉付与前後の咀嚼パターンの変化, *顎機能*, 7 : 165-170, 1989.
34. Kuwahara T, Miyauchi S, Maruyama T : Characteristics of Condylar Movements During Mastication in Stomatognathic Dysfunction, *Int J Prosthodont*, Nov/Dec 3, 555-566, 1990.
35. 阿部朗子, 玉置幸雄, 尾崎正雄ほか : 顎態模型の三次元形状計測による下顎側方偏位症例における歯系の補償の検討, *Orthod Waves Jpn Ed*, 70 : 97-110, 2011.
36. Takada J, Ono T, Miyamoto J, et al : Association Between Intraoral Pressure and Molar Position and Inclination in Subject with Facial Asymmetry, *Eur J Orthod*, 33 : 243-249, 2010.
37. Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, et al : Dentoalveolar Compensation Related to Variations in Sagittal Jaw Relationships, *Angle Orthod*, 69 : 534-538, 1999.
38. Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, et al. Dentoalveolar Compensation in Negative Overjet Cases, *Angle Orthod*, 70 : 145-148, 2000.

39. Piancino MG, Fallab D, Merloc A, et al : Effects of Therapy on Masseter Activity and Chewing Kinematics in Patients with Unilateral Posterior Crossbite, *Arch of Oral Biol*, 67 : 61–67, 2016.
40. Piancino MG, Frongia G, Dalessandri D, et al : Reverse Cycle Chewing Before and After Orthodontic-Surgical Correction in Class III Patients, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 115 : 328–331, 2013.
41. Lund JP, Kolta A : Generation of the Central Masticatory Pattern and its Modification by Sensory Feedback, *Dysphagia*, 21 : 167–174, 2006.
42. Gibbs CH, Wickwire NA, Jacobson AP, et al : Comparison of Typical Chewing Patterns in Normal Children and Adults, *JADA*, 105 : 33–42, 1982.
43. Byrd KE, Luschei ES : Cerebellar Ablation and Mastication in the Guinea Pig (*Cavia Porcellus*), *Brain Res*, 197 : 577–581, 1980.
44. Huang X, Zhang G, Herring SW : Alterations of Muscle Activities and Jaw Movements after Blocking Individual Jaw-Closing Muscles in the Miniature Pig, *Arch Oral Biol*, 38 : 291–297, 1993.

【図および表】

Table 1 正面セファロによる分析結果 (mm)

	偏位側		非偏位側	
	mean	s.d.	mean	s.d.
NB group (N=14)				
Col-Me	112.1	9.8	117.6	9.5
Col-Go	60.9	5.3	64.1	4.0
Go-Me	60.8	6.7	65.0	8.5
CB group (N=9)				
Col-Me	110.1	6.0	118.6	5.6
Col-Go	59.5	5.2	65.4	4.0
Go-Me	58.4	4.4	63.1	6.5

NS: no significant

*: p < 0.05

* *: p < 0.01

NB 群: Normal bite 群, CB 群: Crossbite 群

Col-Me: Col と Me の距離

Col-Go: Col と Go の距離

Go-Me: Go と Me の距離

Table 2 咀嚼運動パターンの結果 (%)

	Normal bite 群 (N=14)		Crossbite 群 (N=9)	
	偏位側	非偏位側	偏位側	非偏位側
N Type	100 (14/14)	92.8 (13/14)	0 (0/9)	55.6 (5/9)
C Type	0 (0/14)	0 (0/14)	44.4 (4/9)	11.1 (1/9)
R Type	0 (0/14)	7.2 (1/14)	55.6 (5/9)	33.3 (3/9)

N Type: Normal Type

NB 群: Normal bite 群, CB 群: Crossbite 群

C Type: Cross Type

R Type: Reverse Type

上下顎第一大臼歯歯列幅径と上顎第一大臼歯口蓋幅

Table 3 径および上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角の比較

		Normal bite 群 (N=14)		Crossbite 群 (N=9)	
		mean	s.d.	mean	s.d.
距離計測(mm)					
上顎歯列幅径	(U6-6CW)	53.3	3.5	50.0	3.7
		_____*			
下顎歯列幅径	(L6-6CW)	45.8	3.0	46.1	2.6
上下顎歯列幅径較差	(U6-L6CW)	7.5	2.8	3.9	2.8
		_____**			
上顎第一大臼歯 口蓋幅径	(U6GW)	36.9	2.9	33.6	3.3
		_____*			
角度(degree)					
偏位側上顎第一大臼歯歯軸傾斜角		96.0	4.8	98.6	4.0
非偏位側上顎第一大臼歯歯軸傾斜角		90.8	6.1	86.0	2.9
		_____*			
偏位側下顎第一大臼歯歯軸傾斜角		64.6	5.0	71.0	5.4
		_____**			
非偏位側下顎第一大臼歯歯軸傾斜角		74.1	8.1	70.8	6.5

NS : no significant

* : p < 0.05

** : p < 0.01

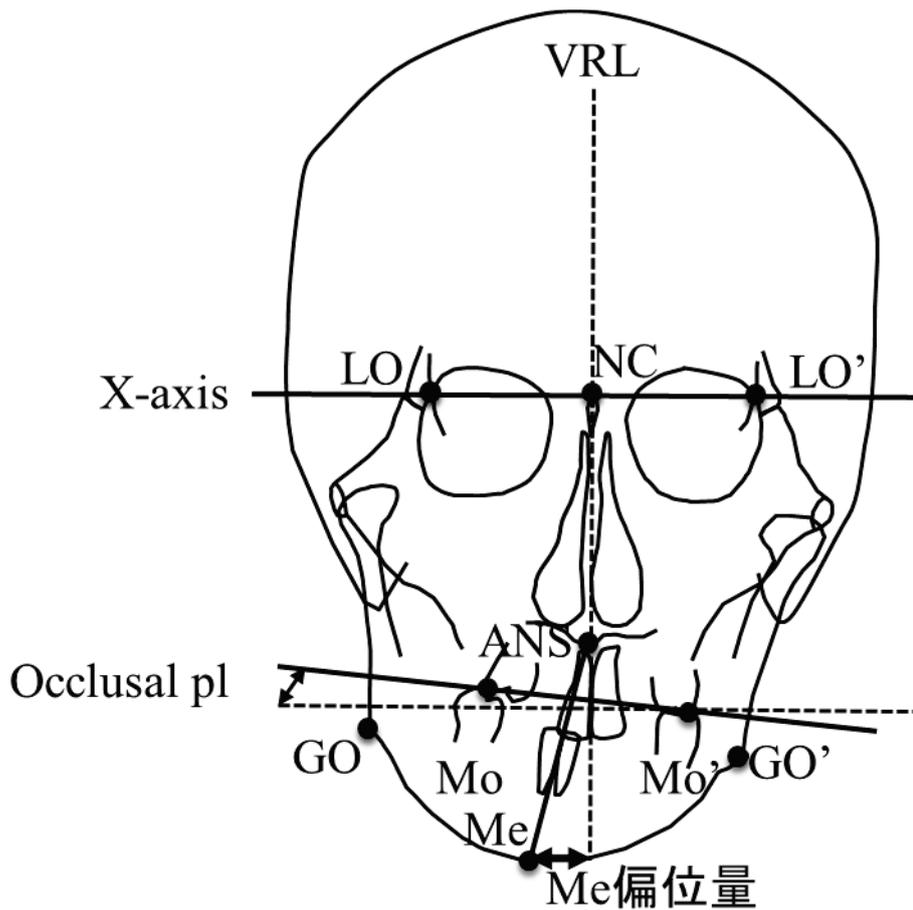


Figure 1. 正面セファロの計測点および基準線

LO : Latero-Orbitale(Right side)

LO' : Latero-Orbitale(Left side)

ANS : anterior nasal spine

GO' : 非偏位側 Gonion

GO : 偏位側 Gonion

Me : Menton

MO: 偏位側 first molar

Mo' : 非偏位側 first molar

NC : 鶏冠頸部の最狭窄部

VRL: NC を通り水平基準線と直行する直線

X-axis(水平基準線): LO-LO'

Me 偏位置量: VRL と Me の距離

Occlusal pl: Mo-Mo' と X-axis のなす角度

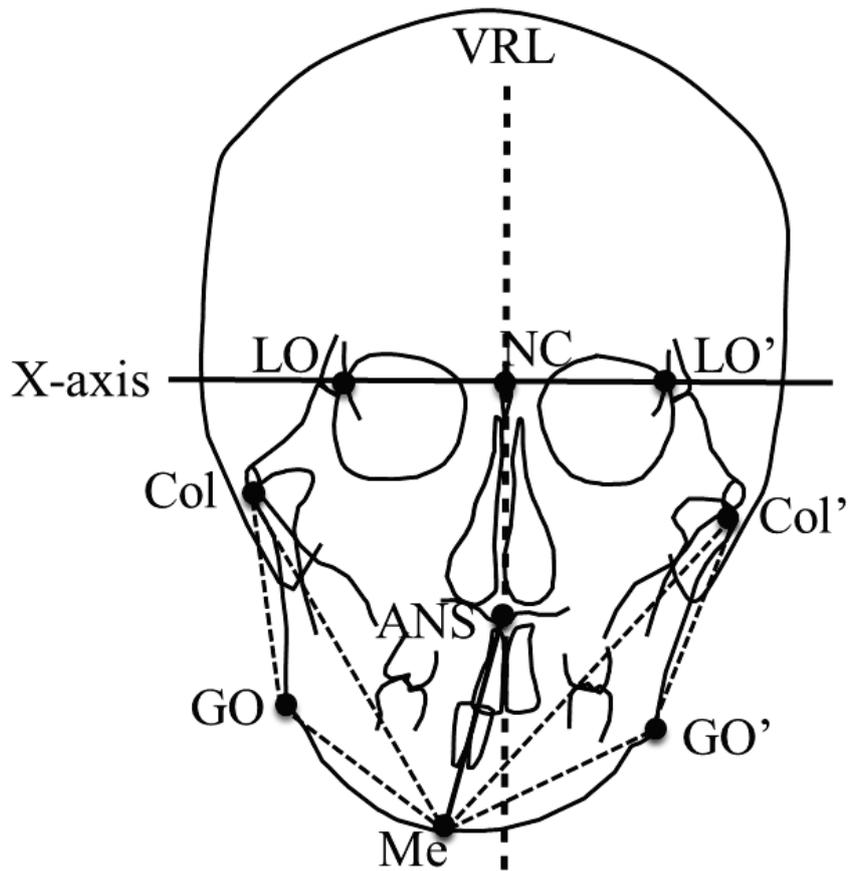


Figure 2. 正面セファロの計測項目

Col-Go: Col と GO の距離

GO-Me: GO と Me の距離

Col-Me: Col と Me の距離

Col' -Go' : Col' と GO' の距離

GO' -Me: GO' と Me の距離

Col' -Me: Col' と Me の距離

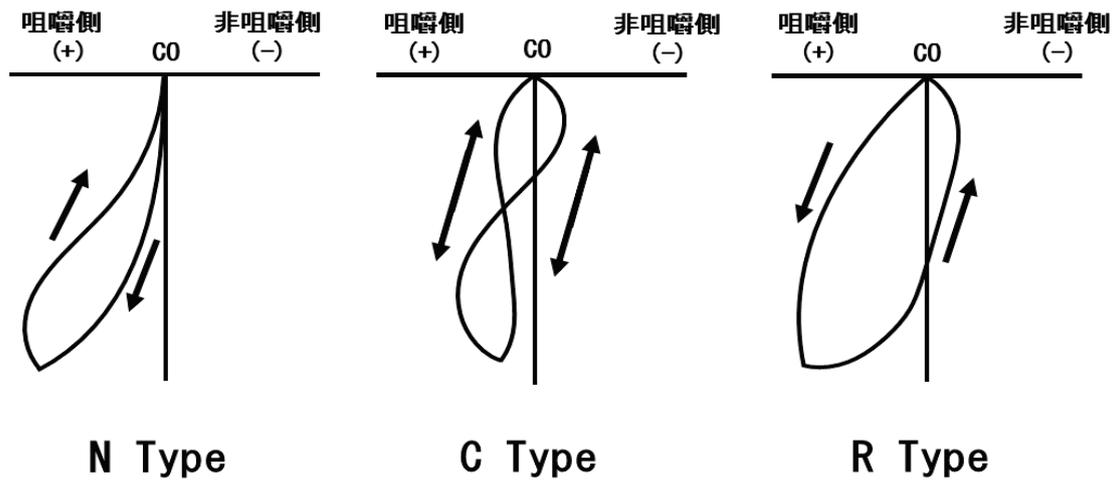


Figure 3. 咀嚼運動パターン分類

N Type: 中心咬合位から咀嚼側あるいは非咀嚼側に向かって開口し、その後中心咬合位へ閉口する運動パターン

C Type: 開閉口路が交叉する運動パターン

R Type: 開閉口路がNormal Type と逆の運動パターン

Centric occlusion : (CO)

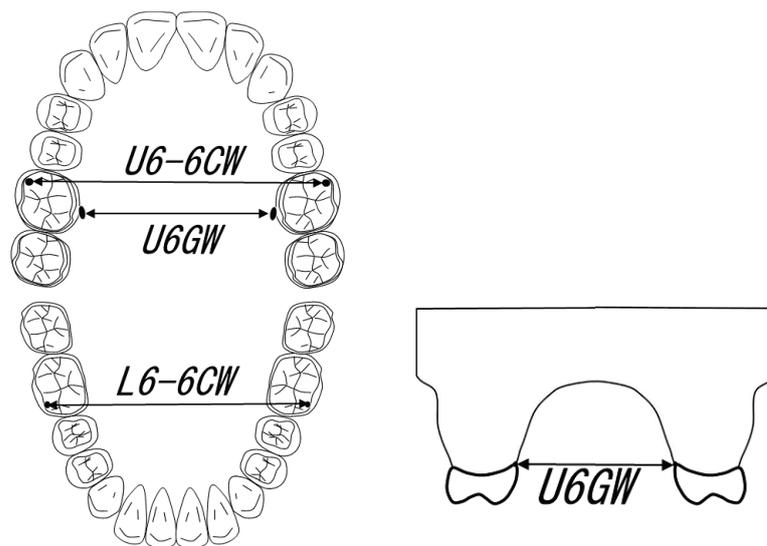


Figure 4. 上下顎歯列における計測項目

上顎左右第一大臼歯近心頬側咬頭頂間距離 (U6-6CW)

上顎左右第一大臼歯舌面溝直下の歯頸部最深点間距離 (U6GW)

下顎左右第一大臼歯近心頬側咬頭頂間距離 (L6-6CW)

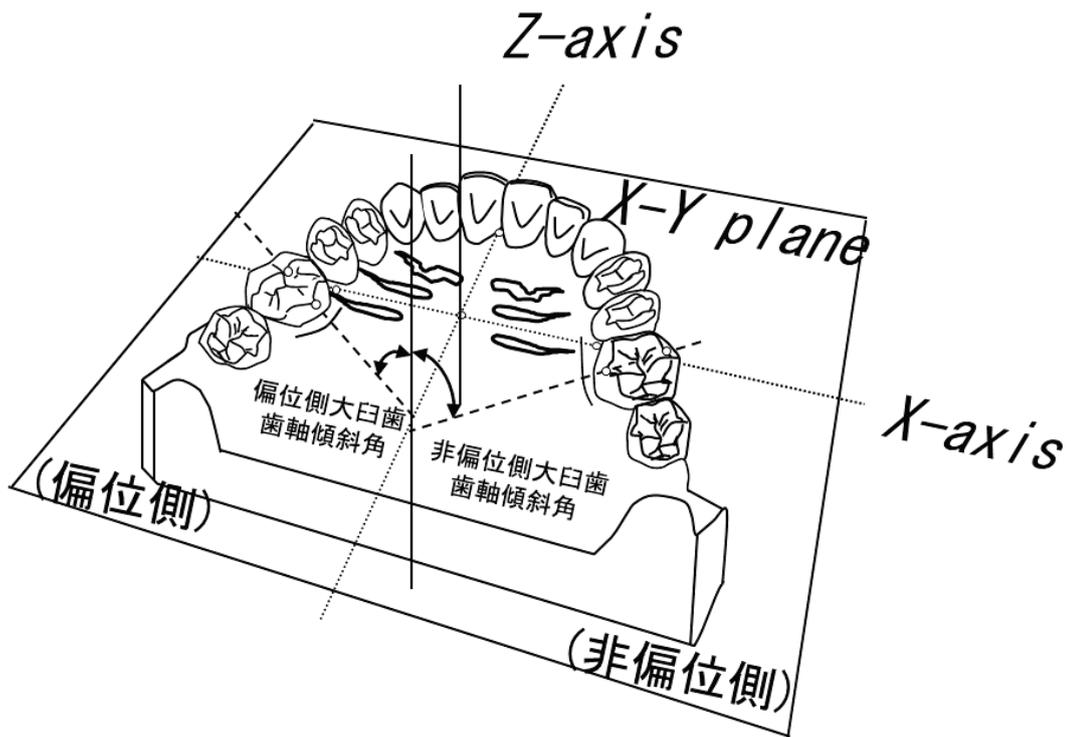


Figure 5. 口腔模型の計測項目

第一大臼歯齒軸傾斜角は上下顎第一大臼歯の頬舌側面の溝から咬合面の頬面溝への移行点と舌側面の溝から咬合面の舌面溝への移行点の2点を通る直線がZ軸となす角度。

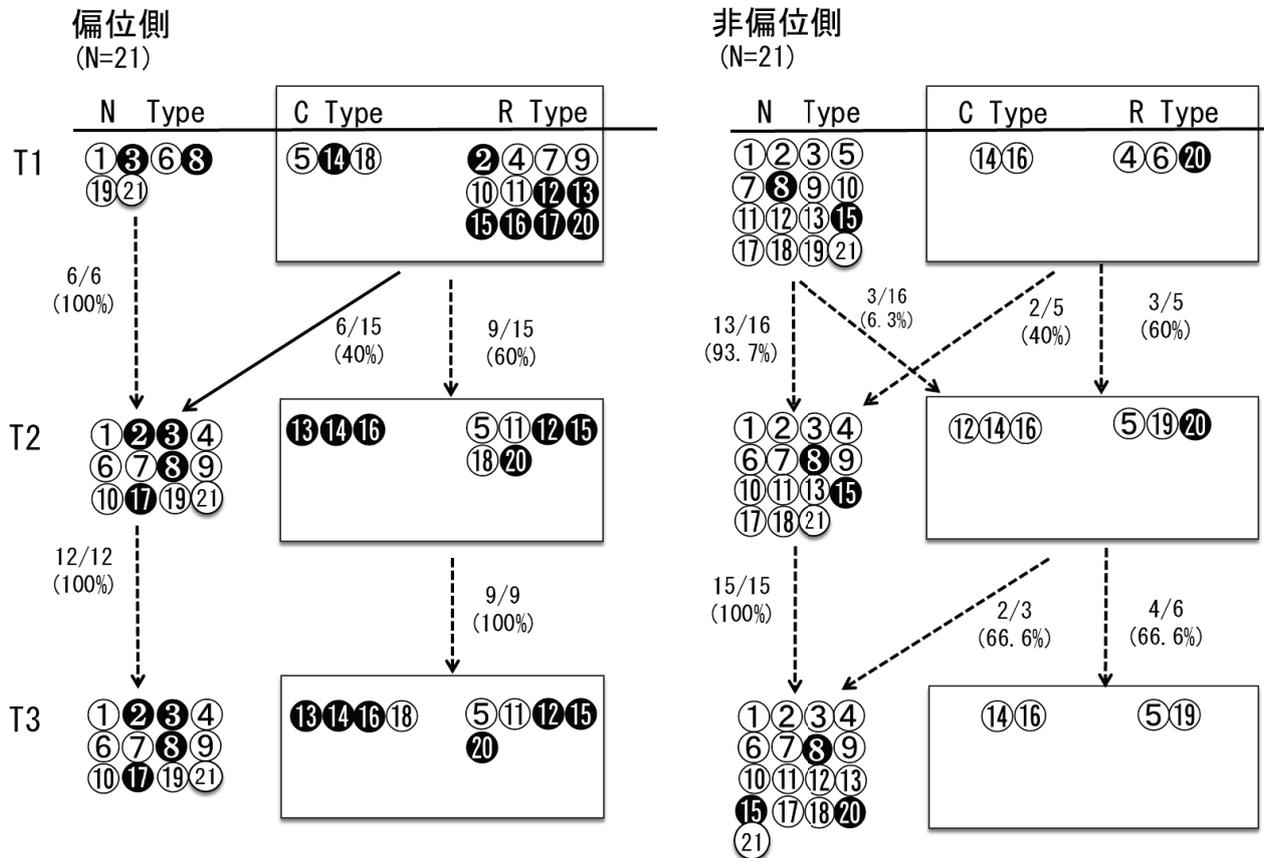


Figure 6(a). T1-T2, T2-T3における咀嚼運動パターンの変化

T1: 初診, T2: 矯正装置除去時, T3: 保定開始1年以上経過時

○: 初診時 normal bite

●: 初診時 crossbite

←: 変化に有意あり

←-----: 変化に有意なし

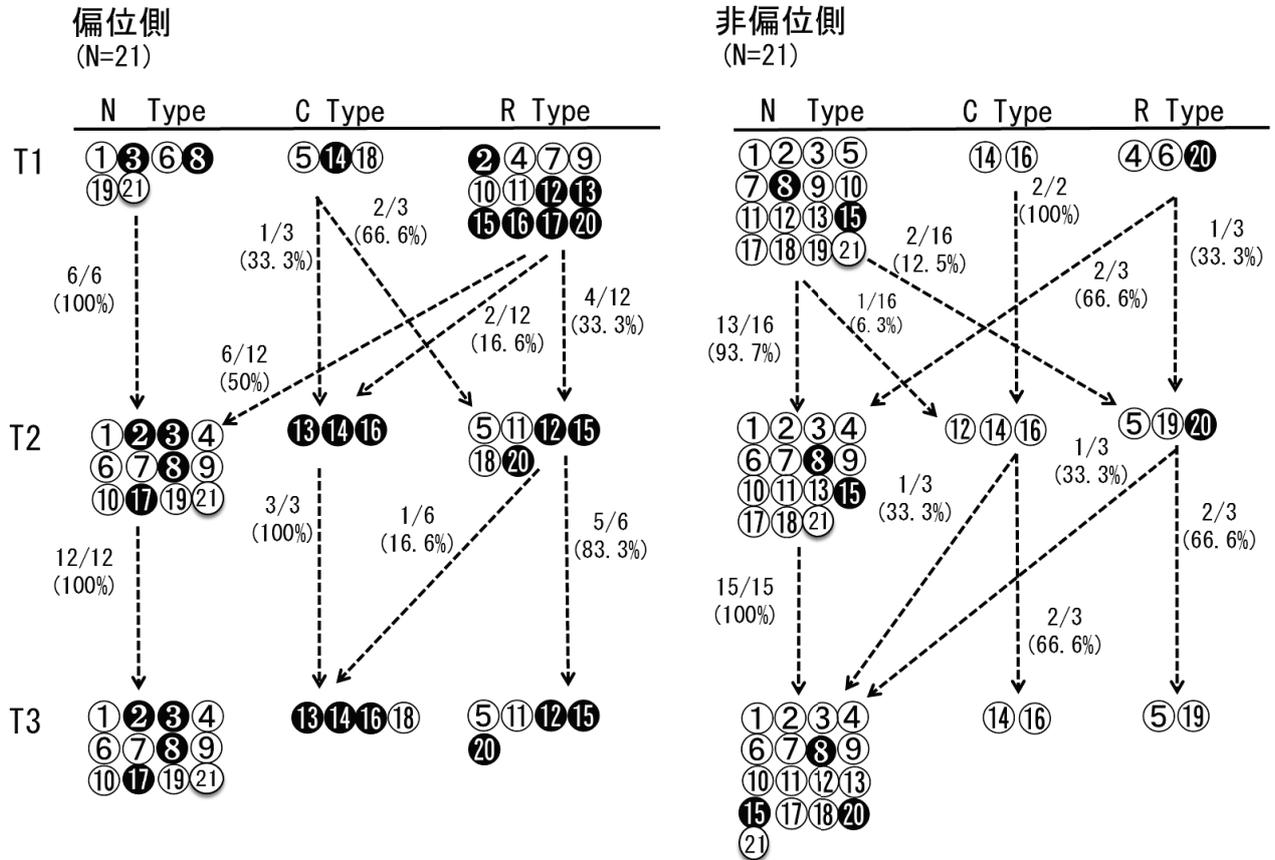


Figure 6(b). 各 case の偏位側・非偏位側における咀嚼タイプの変化割合 (%)

T1: 初診, T2: 矯正装置除去時, T3: 保定開始 1 年以上経過時

○ : 初診時 normal bite

● : 初診時 crossbite

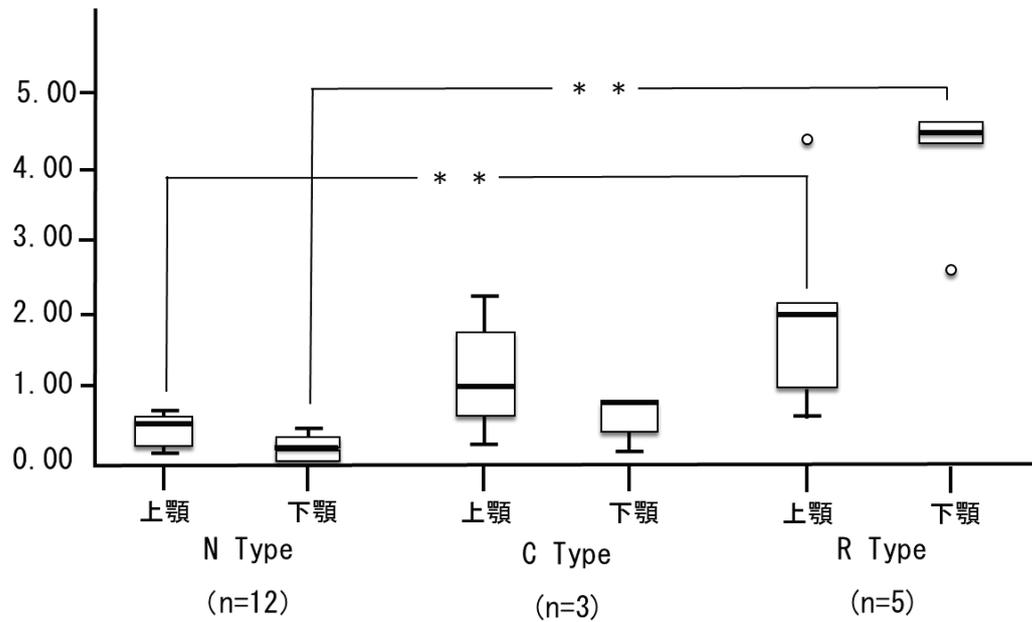


Figure 7(a). 偏位側・第一大臼歯歯軸傾斜角の T2-T3 の変化量

偏位側では上下顎ともに第一大臼歯歯軸変化量は R Type が N Type および C Type より有意に大きい値を認めた。

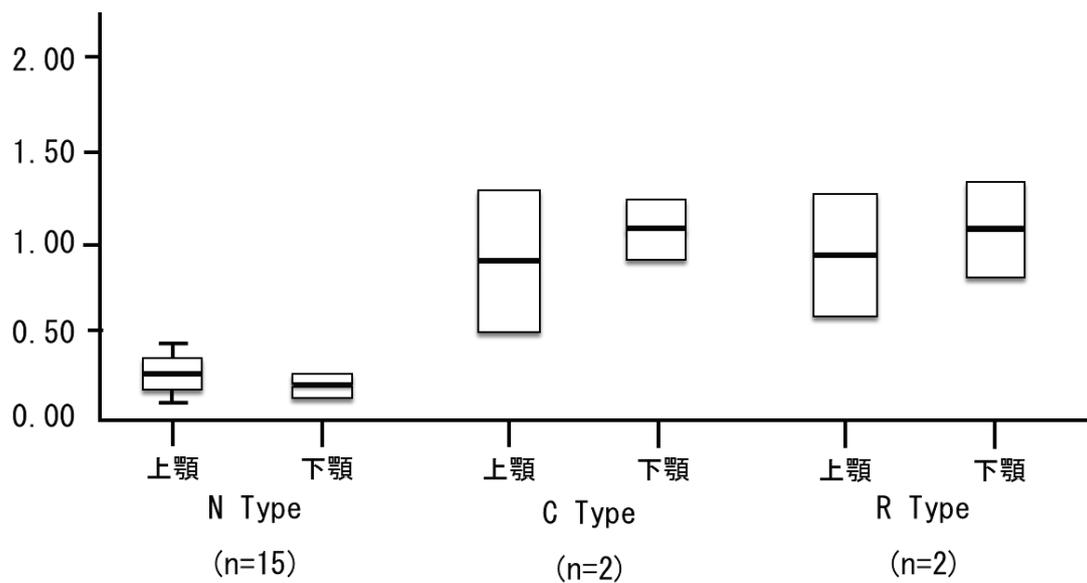


Figure 7(b). 非偏位側・第一大臼歯歯軸傾斜角の T2-T3 の変化量

非偏位側では上下顎ともに第一大臼歯歯軸変化量に有意差を認めなかった。

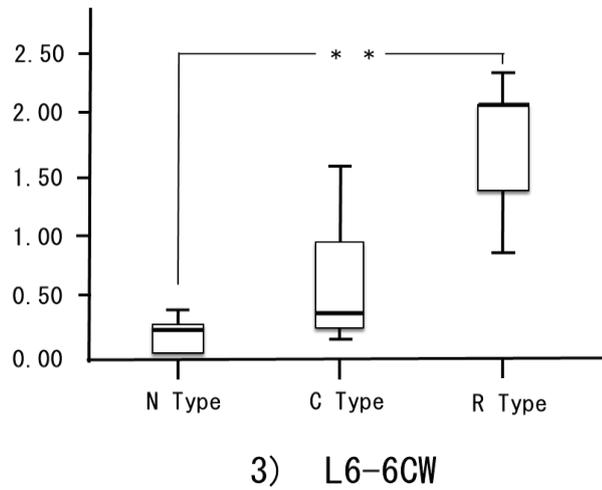
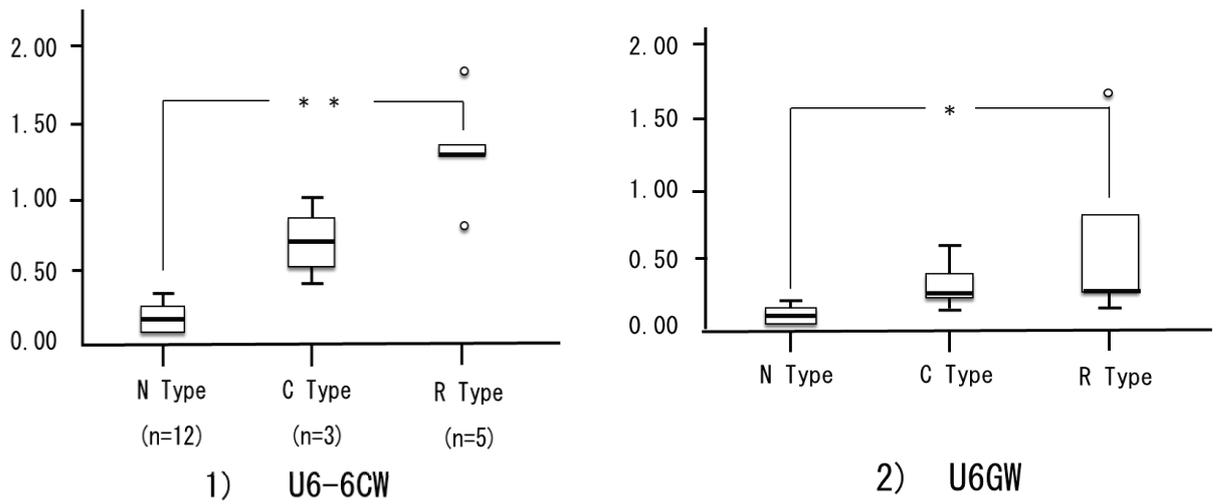


Figure 8. 上下顎歯列幅径変化量の T2-T3 の変化量

U6-6CW, U6GW ならびに L6-6CW において R Type が N Type および C Type より有意に大きい値を示した。

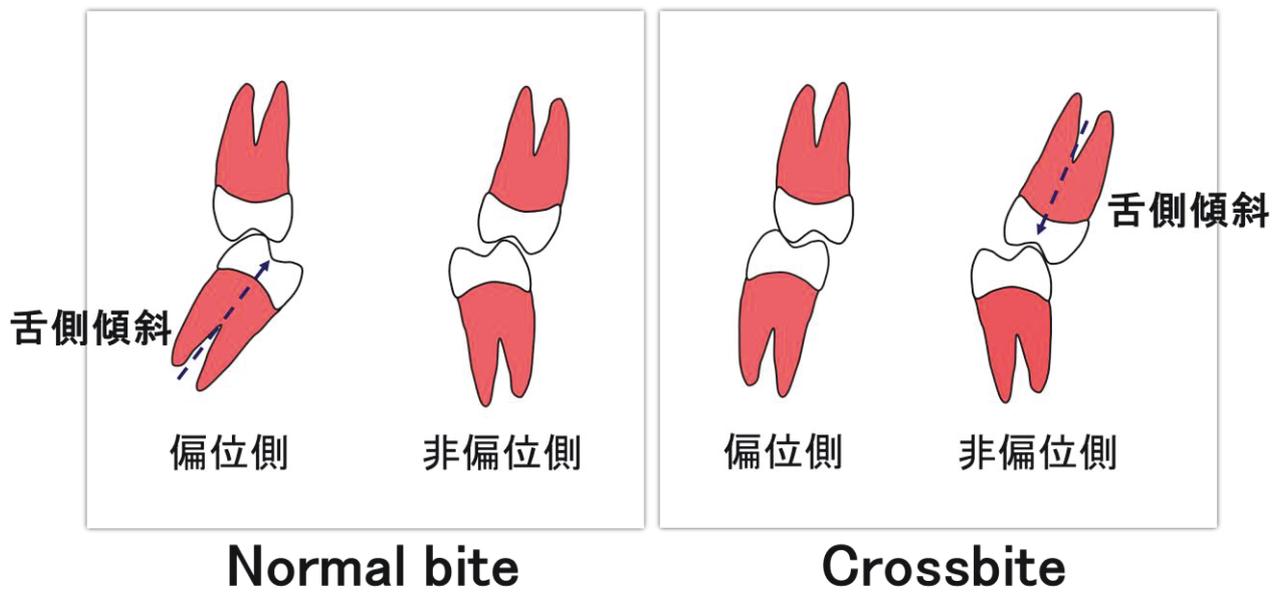


Figure 9. 大臼齒齒軸傾斜

偏位側下顎大臼齒舌側傾斜，非偏位側上顎大臼齒舌側傾斜を認めた。