

上顎緩徐拡大装置による下顎臼歯の自然適応と口腔機能の関連について

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

森本 葵

(指導：根岸 慎一教授)

本まとめ論文は、下記の参考論文をまとめたものである。

(主となる参考論文)

Aoi Yoshizawa, Kaori Ishii, Yusuke Suzuki, Sho Kuroe, Toshio Wani, Shohei Komatsu,
Shinichi Negishi

A prospective study on the effect of oral function on the natural adaptation of
mandibular molars during maxillary slow expansion

2024 impress

International Journal of Oral-Medical Sciences

(副となる参考論文)

Aoi Yoshizawa, Kaori Ishii, Toshio Wani, Haruka Koyama, Yui Fujiwara, Yuri Shirai,
Shinichi Negishi

Growth change of the palate width and depth: A longitudinal study -Evaluations of
expansion amount using different Types expansion devices.

2024 impress

International Journal of Oral-Medical Sciences

【Abstract】

Oral function affects the growth of the dentition and jawbone, resulting in functional decline. Oral function in Japanese children in recent years have reportedly decreased due to softening of food and dietary changes, and the incidence of malocclusion has increased because of insufficient growth of the jawbone and narrow dental arches. Maxillary lateral expansion is often the treatment of choice for narrowing of the dental arch width during the mixed dentition period. Rapid maxillary expansion (RME) is used to move the skeleton itself laterally by releasing the median palatal suture, while slow maxillary expansion (SME) is mainly used for expansion by the tooth axis, but there are few detailed reports on this. Although there are some reports on morphological and functional changes before and after expansion treatment, there are few reports on the adaptation of the mandibular dentition without the use of appliances. The purpose of this study is to investigate the effect of different expansion devices and different starting periods of treatment in Study 1, and to investigate the relationship between natural adaptation and oral function of mandibular molars before and after SPE in Study 2. This study was approved by the Ethics Committee of Nihon University School of Dentistry at Matsudo (approval numbers: EC 19-022-A, EC 20-038).

In Study 1, Sixty patients who underwent orthodontic treatment at the Nihon University Matsudo School of Dentistry Hospital were included in this study to investigate the effect of treatment beginning at different ages on the expansion effect of RPE and SPE. In the RME group (Expansion amount: 7.7 ± 0.8 mm, Treatment period: approximately 3 weeks), the expansion screw was turned half a rotation per day (0.4 gmm). The group that started treatment in the early mixed dentition period was defined as RME - I (7 boys, 8 girls, 7.8 ± 0.9 years), while the group that started in the late mixed dentition period was defined as RME - II (6 boys, 9 girls, 11.8 ± 0.8 years). In the SME group (Expansion amount: 3.4 ± 0.9 mm, Treatment period: approximately 20 weeks), half a turn per week (0.4 mm) was performed. The group that started treatment in the early mixed dentition period was defined as SME - I (5 boys, 10 girls, 7.7 ± 0.4 years), while the group that started in the late mixed dentition period was defined as SME - II (7 boys, 8 girls, 12.1 ± 0.9 years). The pre- and post-treatment dental models were converted into STL data using a 3D shape measuring device (Maestro 3D Ortho System, Yasunaga, Fukui, Japan). The STL data were then processed using software (3D-Rugle version 8, Medic Engineering, Kyoto, Japan) to measure the palatal width diameter in three dimensions. The results showed a significant increase in the expansion rate of RME compared to SME in DA and MA. No significant difference was observed in SA. In the age comparison, a significant difference was observed between RME - I

and II in DA.

In Study 2, the research focused on 19 patients (9 boys, 10 girls, mean age 8.9 ± 1.1 years) diagnosed with narrow dental arches at the same clinic. Measurements were taken at the initial visit (t1), three months after the start of expansion (t2), and six months later (t3). Morphological measurements included palatal height, widths of the upper and lower first molars (U6-6, L6-6), palatal width, buccolingual inclination angles of the upper and lower first molars (UR inc, UL inc). Functional measurements included occlusal contact area, bite force, and masticatory path width. Additionally, the habitual chewing side was determined based on patient interviews and videos of free chewing. From the diagnosis of the habitual chewing side, patients were classified into the Grinding-type group (8: 3 boys, 5 girls) with a wide masticatory path width and the Chopping-type group (11: 6 boys, 5 girls) with a narrow masticatory path width. As a result, the lower first molars (L6-6) showed a significant increase after maxillary expansion treatment. This is speculated to indicate an adaptation of the lower molars to the expansion treatment. Comparing based on masticatory types, there was no significant result obtained. Although, a positive correlation was observed between the masticatory path width at t1 and the changes in L6-6 before and after treatment.

In conclusion, Study 1 suggests that RME expanded the palate morphology into a square shape, while SME expanded it into a V-shape, indicating differences in the expansion effects between the devices. In Study 2, the natural adaptation of the lower first molars due to SME was shown to be related to the masticatory path width.

【緒言】

小児の心身の健康を守ることは、現代の日本社会において重要な課題である。歯列の異常や不正咬合は、う蝕や歯周病を引き起こし、全身の健康に影響を及ぼす¹⁾。咀嚼、嚥下、発音などの口腔機能が歯列や顎骨の成長に影響を与え可能性がある²⁾。また、近年の日本人小児の口腔機能は食の軟化や食生活の変化により低下し、顎骨の成長不足や歯列弓の狭小化による不正咬合が増加しており^{3,4)}、Araujo ら⁵⁾は不正咬合患者の咬合力が健常者と比較して脆弱であると述べており、Ichikawa ら⁶⁾は小児期における舌力と咀嚼能力には密接な関係性があり、口蓋正中縫合部の軟骨細胞の発達にも関連があると報告している。

矯正歯科治療では、混合歯列期の狭窄歯列弓患児に対して上顎歯列の側方拡大治療（以下、拡大治療）を行うことが多い。拡大治療にはいくつかの方法があり、固定式の急速拡大装置（Rapid Maxillary Expansion 以下、RME）（図 1A）と取り外し式の緩徐拡大装置（Slow Maxillary Expansion 以下、SME）（図 1B）が頻繁に使用される。RME は正中口蓋縫合部の離開による骨格そのものを側方へ移動させ顎矯正力を働かせることができ、口蓋基底部の形態変化を期待することができる⁷⁾。一方、SME は可撤式であることが多く口腔衛生面で優れており⁸⁾、正中口蓋縫合部に穏やかな力を加えることで歯周組織への刺激が少ないという報告もある^{8,9)}。いくつかの動物実験においては RME よりも SME の方が長期的に安定することが報告されている^{10,11)}が、これらのサンプル数は非常に少なく、詳細な報告は少ない。また、Murat ら¹²⁾は RME により舌位が変化したと報告しており、Wani ら¹³⁾は、SME による治療で最大咬合力が増加したと述べており、拡大治療による口腔機能の変化に関する報告も散見される¹²⁻¹⁴⁾。さらに、拡大治療による下顎歯列の自然適応に関して、McNamara ら¹⁵⁾は、RME による治療後、下顎臼歯が直立に傾斜し、下顎歯列の側方拡大が生じたと報告している。また、Gryson ら¹⁶⁾は、RME による治療後、咬合力によって下顎歯列弓幅が有意に拡大することを報告しており、拡大治療による下顎歯列の適応と口腔機能の関係を示唆している。

本研究の目的は、研究 1 として、拡大装置別および治療開始時期の違いによる拡大効果を明らかにし、研究 2 では SME 治療中の下顎大臼歯の自然適応と口腔機能の関連を解明することである。

研究 1.

【方法】

I. 対象

被験者は 2015 年～2019 年までの期間に、日本大学松戸歯学部付属病院矯

正歯科にて拡大治療を行った患者 60 名（来院順に連続的に抽出した）を対象とし、RME および SME における治療開始時期の違いによる拡大効果について検討した。RME（拡大量： 7.7 ± 0.8 mm，治療期間約 3 週間）使用群では、1 日あたり拡大ねじを 1/2 回転（0.4mm）させた。混合歯列期前期に治療開始した群を RME - I（男児 7 名，女児 8 名， 7.8 ± 0.9 歳），混合歯列期後期に開始した群を RME - II（男児 6 名，女児 9 名， 11.8 ± 0.8 歳）とした。SME（拡大量： 3.4 ± 0.9 mm，治療期間約 20 週間）使用群では、1 日 20 時間以上使用し、1 週間に拡大ねじを 1/2 回転（0.4mm）させた。混合歯列期前期に治療開始した群を SME - I（男児 5 名，女児 10 名， 7.7 ± 0.4 歳），混合歯列期後期に開始した群を SME - II（男児 7 名，女児 8 名， 12.1 ± 0.9 歳）とし、混合歯列期前期および後期における拡大効果の違いについて比較を行った。拡大治療開始前（T1），拡大治療終了後（T2）に歯列模型を採取した。選考基準は、上下顎骨に著しい前後的な不一致がないもの、先天性欠損歯や歯の形態異常がないもの、矯正歯科治療の既往がない者とした。除外基準は、骨格性不正咬合，側方歯の交叉咬合，顎顔面奇形を伴う先天性疾患，歯冠崩壊を伴う重度のう蝕，永久歯の先天性欠損，上咽頭および舌疾患の外科治療の既往がある，異常な口腔習癖を有する小児とした。

本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認（承認番号：EC19-022-A，EC-20-038）を得ており，すべての被験者および被験者の保護者からインフォームド・コンセントを得た。

II. 口蓋形態計測

口蓋形態の計測は上顎歯列模型を非接触型三次元形状測定装置（マエストロ 3D オルソシステム，安永コンピュータシステム，福井）によりデジタル化（standard triangulated language 以下，STL）し，三次元計測ソフト（3D-Rugle，株式会社メディックエンジニアリング，京都）にて計測を行った。基準平面を上顎左右側中切歯間の歯冠乳頭頂点と上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点の 3 点を通る平面とし，治療前後の重ね合わせの評価に使用した。口蓋幅径の計測は，口蓋基底部から第一大臼歯歯頸部にかけて評価を行うため，図 2 に示す左右側第一大臼歯口蓋歯頸部最深点間に引いた直線に沿って基準平面に垂直に冠状面を作成した。さらに，上顎第一大臼歯口蓋側歯頸部最深点間を結ぶ直線上から口蓋最深部への垂線を引き，それを 10 等分し，その後 10 等分した各々の高さから基準平面に平行な直線を引き，口蓋側壁との交点間距離を測定した。口蓋基底部から 3 番目の直線距離を，口蓋深部幅径（Deep Area 以下，DA），6 番目を口蓋中央部幅径（Middle Area 以下，MA），9 番目を口蓋浅部幅径（Shallow Area 以下，SA）とした（図 3）。

III. 拡大率

拡大効果の評価は各被験者により拡大量が違うため、以下の式により拡大率を算出し評価を行った。なお、口蓋拡大量は三次元計測ソフト（3D-Rugle, 株式会社メディックエンジニアリング, 京都）を用いて治療前後の歯列模型の計測し、T2 から T1 の差とした。装置拡大量は電子デジタルノギス（MAX-CAL, 株式会社ミットヨ, 神奈川）にて計測した。

$$\text{拡大率 (\%)} = (\text{口蓋拡大量 [mm]} / \text{装置拡大量 [mm]}) \times 100$$

IV. 統計解析

すべてのデータ解析は JMP 14 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を使用し行った。検査者内の信頼性を評価するために、無作為に選んだ 10 人の被験者からスキャンを再測定した。検査者の信頼性は、クラス内相関係数 (ICC) を用いて計算され、ICC は 90% (範囲: 92~99%) となり、信頼度が統計的に確認できた。Shapiro-wilk の正規性検定によりすべての変数が正規分布ではないことが示されたため、ノンパラメトリック検定統計量を適用した。混合歯列前期および後期における各拡大装置の拡大治療効果の違いについて Mann-Whitney U 検定により統計解析を行った。P<0.05 にて有意性を示すものとした。

【結果】

表 1 に、2 種類の拡大装置による拡大率の比較を示す。混合歯列期前期である RME-I と SME-I の比較では、DA と MA において RME-I が SME-I より拡大率が有意に大きく、SA では有意差は認められなかった。混合歯列期後期においても同様の結果となった。また、同じ装置における拡大時期の違いに関する比較では有意差は認められないが全ての領域で混合歯列前期が後期に比べて拡大率は高い傾向となった。

研究 2.

【方法】

I. 対象

被験者は 2020 年~2022 年までの期間に、日本大学松戸歯学部附属病院矯正歯科にて、緩徐拡大治療を行った連続抽出患者 19 名 (男児 9 名, 女児 10 名, 平均年齢 8.9 ± 1.1 歳) とした (来院順に連続的に抽出)。SME は 1 日 20 時間以上使用し、1 週間に拡大ねじを 1/2 回転 (0.4mm) させた¹⁷⁾。選考基準は、上下顎骨に著しい前後的な不一致がないもの、先天性欠損歯や歯の形

態異常がないもの、矯正歯科治療の既往がない者とした。除外基準は、骨格性不正咬合、側方歯の交叉咬合、顎顔面奇形を伴う先天性疾患、歯冠崩壊を伴う重度のう蝕、永久歯の先天性欠損、上咽頭および舌疾患の外科治療の既往がある、異常な口腔習癖を有する小児とした。事前に保護者に研究の目的と内容を十分に説明し、同意を得た者のみを対象とした。

本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認（承認番号：EC 20-03）を得ており、すべての被験者および被験者の保護者からインフォームド・コンセントを得た本研究にあたって事前に被験者およびすべての被験者の保護者からインフォームド・コンセントを得た。

II. 計測項目

資料採得は初診時 (t1)、拡大開始 3 か月後 (t2) と 6 か月後 (t3) に行った。t3 においては一部の患者がブラケット矯正を開始したため n 数が減少し 8 名 (男児 3 名, 女児 5 名, 平均年齢 9.0 ± 0.9 歳) となった。

i) 歯列模型測定

歯列模型は、非接触型三次元形状測定装置 (マエストロ 3D オルソシステム, 安永コンピュータシステム, 福井) を用いて STL 化し、三次元画像解析ソフトウェア Body-Rugle (メディックエンジニアリング, 京都) にて計測を行った。基準平面を上顎左右側中切歯間の歯冠乳頭頂点と上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点の 3 点を通る平面とした¹⁸⁾。(図 4)

以下各計測項目を列挙する。

口蓋高径 (palatal depth) (図 5A)

上顎左右側第一大臼歯口蓋側歯頸部の最深点間を結ぶ直線が基準平面に対する垂線と交わる点と、口蓋最深点との距離¹⁸⁾。

上顎第一大臼歯近心頬側咬頭間幅径 (upper molar width 以下, U6-6) (図 5B)

上顎左右側第一大臼歯頬側咬頭頂間の距離^{18,19)}。

上顎口蓋幅 (palatal width) (図 5B)

上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点間の距離¹⁹⁾。

下顎第一大臼歯近心頬側咬頭間幅径 (lower molar width 以下, L6-6) (図 6)

下顎左右側第一大臼歯頬側咬頭間の距離¹⁹⁾。

下顎第一大臼歯歯頸部幅径 (width diameter of mandibular cer¹⁹⁾。

上顎左側第一大臼歯軸傾斜角 (upper left molar inclination 以下, UL inc.) (図 7A)

上顎左側第一大臼歯の頬面溝から咬合面への移行点と口蓋面溝から咬合面への移行点の2点を通るベクトルが基準平面に対する垂線となす角¹⁹⁾。

下顎右側第一大臼歯軸傾斜角 (lower right molar inclination 以下, LR inc.)

(図 7B)

下顎右側第一大臼歯の頬面溝から咬合面への移行点と舌面溝から咬合面への移行点の2点を通るベクトルが基準平面に対する垂線となす角度¹⁹⁾。

下顎左側第一大臼歯軸傾斜角 (lower left molar inclination 以下, LL inc.)

(図 7B)

下顎右側第一大臼歯の頬面溝から咬合面への移行点と舌面溝から咬合面への移行点の2点を通るベクトルが基準平面に対する垂線となす角度¹⁹⁾。

ii) 口腔機能測定

ii -A) 咬合接触面積 (Occlusal Contact Area 以下, OCA)

ii -B) 咬合力 (Occlusal Force 以下, OF)

咬合力測定システム (デンタルプレスケール II, (株) ジーシー, 東京) を用いて測定した²⁰⁻²²⁾。被験者は, フランクフルト平面が床と平行になるように背筋を伸ばした状態で椅子に深く座り, 中心咬合位で咬合することを数回練習した。咬合の安定を確認した後, 最大咬合力で3秒間フィルムを咬合した。フィルムの大きさは被験者の歯列に応じて決定し, これを3回繰り返した²⁰⁾。測定終了後, フィルムは遮光し冷蔵庫で保管した。採取後24時間以内にソフトウェア (Bite Force Analyzer, 株式会社ジーシー, 東京) を用いて分析した²³⁻²⁴⁾。(図 8)

iii) 咀嚼経路幅 (Mastication Path Width 以下, MPW)

咀嚼運動の計測には光学式モーションキャプチャーを応用した簡易型顎運動計測器 (DigiGnatho, ライズ (株), 宮城) を用いた。対象者の鼻尖部および軟組織メントンに直径 8.0 mm のマーカーを取り付け, ガム (ポスカ・エフ, 江崎グリコ (株), 大阪) を自由咀嚼させた。咀嚼開始後第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分析を行った。図9に示す平均咀嚼経路の分割点について, 便宜的に咬頭嵌合位を Level 0, 最大開口位を Level 10 と定めて, Level 1 から Level 9 にそれぞれ相当する開口路から閉口路までの距離を求め, それらの平均値を咀嚼経路幅とした²⁵⁾。

また, 咀嚼運動パターンによる拡大効果の影響を調査するため, t1 における咀嚼経路幅の平均値に基づいて2つのグループに分けた。咀嚼経路幅が平均値より大きいものをグライインディングタイプ群8名 (男児3名, 女

児 5 名), 咀嚼経路幅が平均値より小さいものをチョッピングタイプ 11 名群 (男児 6 名, 女児 5 名) とした²⁶⁾。

iv) 習慣性咀嚼側

拡大治療開始前に患者および保護者に対して問診を行った際に, 咀嚼運動時に最も使用する側を確認した²⁷⁾。また, 咀嚼運動のビデオ撮影から 20 ストローク中使用頻度の高い側を確認した²⁸⁾。その結果, 右側を習慣性咀嚼側としたものは 14 名 (男児 6 名, 女児 8 名), 左側を習慣性咀嚼側としたものは 5 名 (男児 3 名, 女児 2 名) であった。

III. 統計解析

計測値の信頼度の検証として, 測定中に発生した誤差を評価するため最初の測定から 1 か月後に 2 回目の計測を行い, 19 の変数を対応ある t 検定 (信頼区間 95%) により系統的な誤差を求め, Dahlberg²⁹⁾ の double determination method (measurement error= $\sqrt{(\Sigma d^2/2n)}$) を用いて全分散に対する誤差分散の割合 (誤差%) を求めた。測定誤差は 0.1%~1.1% の範囲となった。

t1-t2 における歯列形態と口腔機能に関する計測値の男女比較と, 咀嚼タイプ別での各計測値変化量の比較を Wilcoxon Test を用い, t1, t2, t3 における各計測値の比較を Friedman's Test を用いて検討した。また, t1 の口腔機能と拡大治療前後での歯列形態変化量の関係を Spearman の相関係数を用いて評価した。P<0.05 にて有意性を示すものとした。

これらの計算は SPSS version 28.0 (IBM Corp., NY, USA) を用いた。

【結果】

表 2, 表 3 に, t1-t2 における歯列形態と口腔機能に関する計測値の男女比較を示す。すべての計測項目で男女間に有意差は認められなかった。

表 4 に, t1, t2 および t3 における歯列形態の比較を示す。U6-6 は t1-t2, t1-t3 において有意に増加しており, 上顎口蓋幅は t2-t3, t1-t3 において有意に増加した。また, L6-6 は t1-t2, t1-t3 において有意に増加した。UR inc. および LR inc. は t1-t3 で有意に減少を認めた。

表 5 に t1, t2 および t3 における口腔機能に関する計測値の比較を示す。OCA は t1-t2, t1-t3 において有意に減少し, OF では全ての期間で有意差は認められなかった。MPW は t1-t2, t1-t3 において有意に増加した。

表 6 に t1-t2 における咀嚼タイプ別歯列形態の変化量の比較を示す。すべての計測項目で咀嚼タイプ別での変化量に有意差は認められなかった。

表 7 に t1 の口腔機能に関する計測値と t1-t2 における歯列形態の変化量の相

関を示す。t1でのOCAと上顎口蓋幅の変化量で中等度の負の相関を、t1でのMPWとL6-6の変化量で強い正の相関を示した。

【考察】

(研究1)

側方拡大治療は、成人矯正歯科治療において小臼歯抜歯や外科的矯正治療を避けるために混合歯列期に多く行われる³⁰⁾。側方拡大装置を対象としたいくつかの研究では、上顎側方歯の頬側傾斜を引き起こすことで治療後に後戻りが生じることが報告されている^{31,32)}。また、外科的に急速な口蓋拡大を行うと、口蓋形態が骨格的に変形するため、長期的な安定が得られない³³⁾。Lemosら⁷⁾は、HaasタイプとHyraxタイプの拡大装置を比較し、Hyraxタイプは臼歯に直接矯正力がかかるため、大臼歯の歯根吸収のリスクが高いと報告している。歯科矯正用アンカースクリューを使用した外科的な正中口蓋縫合の拡大治療の臨床的効果を示した報告がいくつかあり、これは成人に対する上顎骨側方拡大治療として効果的であることが示されている。これらの結果から、長期的に安定した治療効果を得るためには、大臼歯の頬側への歯軸傾斜ではなく、口蓋深部を拡大する必要があることが示されている。

Godoyら³³⁾は、Quad-helix（固定式緩徐拡大装置）による上顎拡大治療において下顎の自然拡大も生じたが、拡大効果の後戻りも多かったと報告している。また、Petreら³⁴⁾は、RMEとSMEを比較した場合、3年間の経過観察における拡大量、後戻りの頻度は同じであったと報告している。Lagravèreら³⁵⁾は、RME後の上顎第一大臼歯歯軸傾斜の後戻りは30%であったと述べており、どのような拡大装置においても、拡大治療後に大臼歯は歯軸傾斜を生じ、拡大後の傾斜は後戻りしやすいことが報告されている。よって、現在日本において混合歯列期に広く用いられている拡大装置であるRMEとSMEにおいて、これらの拡大効果の違いを口蓋基底部分から大臼歯歯頸部までの領域で三次元的に検証する必要があると考えた。また、年齢層別の拡大治療効果の違いについても検討されている報告が少ないため混合歯列期前期および後期を対象として比較を行った。本研究結果より、SAではRMEとSMEはI・IIともに同程度の拡大率であったが、DAおよびMAではRMEの方がSMEよりもI・IIともに拡大率が有意に大きかった。RMEでは口蓋基底部分から歯頸部までの3領域の拡大率がIでは36~45%、IIでは30~42%であったが、SMEではIで11~43%、IIで10~40%と基底部分から歯頸部領域までの拡大率に大きな差を認めた。また、年齢層別による比較においても有意差は認められなかったものの、正中口蓋縫合が化骨する年齢に近い混合歯列期後期の方が拡大効果は低い傾向となった。これらの結果から、RMEは口蓋形態

が方形型に拡大し、SMEは口蓋形態がV字型に拡大することが示唆され、さらに混合歯列期前期の拡大治療が効果的であることが示された。

(研究2)

葛西ら³⁾は日本の一般集団における9歳児のU6-6は 52.2 ± 2.4 mmであると報告しており、本研究被験者のU6-6は 49.3 ± 2.9 mmであることから上顎拡大治療の適応であった。SMEは主に臼歯の側方傾斜が中心であると言われていたが^{8,9)}、Festucaら³⁶⁾は、RMEとSMEでは拡大様相が異なるにもかかわらず、拡大後の口蓋縫合部の骨密度に有意差はないと報告している。本研究においても、上顎口蓋幅がt2-t3およびt1-t3で有意に増加しており、拡大治療前後において正中口蓋縫合部への拡大効果も確認された。また、装置を装着していない下顎のL6-6は観察期間中に2.0mmの増加を認めた。葛西ら³⁾が報告している9歳から10歳の日本人児童の年間平均成長量が0.09mmであることから、L6-6は同年齢における日本人平均成長量を超える有意な側方拡大が認められた。Skiellerら³⁷⁾は、上下顎歯列は咬合関係に適応するように歯の位置変化を継続すると述べており、下顎歯列形態は上顎側方拡大治療によって適応するように変化したことが示唆される。さらに、UR inc.およびLR inc.も平均年間成長と比較し有意に減少しており、上下顎第一大臼歯は、拡大治療後に頰側に傾斜したことが示された。

拡大治療の効果と口腔機能の関連についてはこれまで報告は少ないが、Muratら¹²⁾は、RMEによる治療後、口腔容積が増加したことで舌位が適応するように挙上したと報告しており、当講座のWaniら¹³⁾は、SMEの使用により最大咬合力が増加したことを報告している。小児の口腔機能の測定は、成人の測定よりも難しく、測定結果にばらつきが生じる可能性がある。本研究では咬合接触面積および咬合力を評価するためデンタルプレスケールIIを用いた。拡大治療は解剖学的特徴として縫合部が存在する上顎歯列に行われることが多いが、結果として咬合関係が崩れ、咀嚼機能を低下させてしまうことも少なくない。本結果からもt1-t2、t1-t3において咬合接触面積が減少を示した。Waniら¹³⁾は 9.0 ± 3.9 か月間のSMEによる拡大治療により最大咬合力は増加し、咬合接触面積と咬合力の増加は密接に関連していると報告しており、本研究とは逆の結果となっている。これは、先行研究で評価した咬合力の測定にはオクルーザルフォースメーターを使用し、第一大臼歯のみの最大咬合力を評価しているため咬合接触面積に依存せず、本研究のデンタルプレスケールIIとは違った結果となったのではないかと推察する。また、咀嚼運動の評価に関して、光学式モーションキャプチャーを応用した簡易顎運動計を用いて口腔機能の一つである咀嚼運動パターンを測定した。根岸ら²⁶⁾は

咀嚼運動の評価を咀嚼経路幅で行い、下顎の側方運動成分が大きく臼歯ですり潰し運動をしているものをグライディングタイプ咀嚼、側方成分が小さく縦噛み傾向にあるものをチョッピングタイプ咀嚼と定義している。

Hayashi ら³⁸⁾はグライディングタイプ咀嚼をしているものはチョッピングタイプ咀嚼のものに比べて下顎大臼歯が直立している傾向にあり歯列幅径が広く狭窄歯列が予防可能であることを示唆している。さらに咀嚼トレーニングによりグライディングタイプ咀嚼を学習したものは下顎大臼歯が自然成長よりも直立し良好な咀嚼運動と歯列成長の関連も報告されている²⁶⁾。これらの背景より、本研究では咀嚼運動パターンの違いによる上顎緩徐拡大治療中の下顎大臼歯の適応について検討したが、2群間での有意性のある結果は得られなかった。この比較はt2で行っているものであり、今後被験者数を増やし、t3およびさらに長期の検討を行うべきと考えた。

咀嚼運動は頻繁に咀嚼する側とそうではない側があり⁴¹⁾、頻繁な咀嚼側は習慣性咀嚼側と定義されている²⁸⁾。習慣性咀嚼側の判定には、患者による自己申告⁴⁰⁾、自由咀嚼時の動画より割合を計算する方法^{39,40)}、綿ロールやチューインガムを用いて最初のストローク側を目視で確認する方法^{41,42)}、利き手や効き目で判定する方法⁴¹⁾など、多くの方法が用いられてきた。本研究で採用した問診によるチェックおよびチューインガムを用いた動画での計測判定については高い確率で一致することが報告されている^{28,43)}。本研究では14名が右側を、5名が左側を習慣性咀嚼側としていた。表4のt1、t2およびt3における歯列形態の比較では下顎大臼歯の歯軸傾斜角は右側のみ有意差を示した。これらの結果から拡大治療における下顎側方歯の自然適応は習慣性咀嚼側と関連していること可能性がある。

表7では拡大治療による歯列形態の適応変化と口腔機能の関係を調査するため、t1の口腔機能に関する計測値とt1-t2における歯列形態の変化量の相関関係を示している。t1の咀嚼経路幅とL6-6の変化量には強い正の相関が認められた。これは前述した咀嚼運動と歯列の良好な自然成長の報告を支持する結果となり、拡大治療中の咀嚼トレーニングによるグライディングタイプ咀嚼の学習が下顎大臼歯の自然適応を促す可能性が認められた。

しかしながら、拡大治療後の長期間の観察を行っていないことやサンプル数が少ないことなどから本研究で得られた知見は限定的なものであり、今後の研究で、より大規模な追跡調査が必要であると考えられる。

【結論】

本研究より、急速拡大装置は緩徐拡大装置に比べて口蓋深部および中央部の拡大効果が高く、口蓋基底部の側方拡大を必要とする場合は RME が適しており、口蓋形態が方形型かつ狭窄歯列を伴う症例に対しては SME で治療できることが示された。上顎緩徐拡大治療において、下顎第一大臼歯近心頬側咬頭間幅径は平均成長以上の拡大を示したことは自然適応と推察され、t1 の咀嚼経路幅と t1-t2 の下顎第一大臼歯近心頬側咬頭間幅径の変化量に正の相関が認められたことより、上顎緩徐拡大治療における下顎第一大臼歯の自然適応には咀嚼運動が関係している可能性が示された。

【参考文献】

- 1) 日本学術会議（健康・生活科学委員会）：日本の子どものヘルスプロモーション,8-10,東京,2010.
- 2) 朝田芳信: 小児期における口腔機能の育成について,Ann Jpn Prosthodont Soc ,13 : 99-104, 2021
- 3) 葛西一貴, 根岸慎一, 林亮助, 他: 成長期児童における歯列弓形態の成長変化に関する研究, Orthod Waves-Jpn Ed, 69(1): 23-35, 2010.
- 4) Shinichi N, Lindsay CR, Kazutaka K.: Relation of dietary preference to masticatory movement and masticatory exercises in Japanese children. Archives of Oral Biology: 108:104540,2019.
- 5) Araujo DS, Marquezin MC, Barbosa TS, et al.: Evaluation of masticatory parameters in overweight and obese children, Eur J Oral Sci, 38:393-397, 2016.
- 6) Ichikawa M, Fujita Y, Hamaguchi A, et al.: Association of tongue pressure with masticatory performance and dental conditions in Japanese children, Pediatr Dent J, 26:51-59, 2016.
- 7) Lemos, R.M., Azeredo, F., Martinelli, L.E.,et al,: Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,154,504-516,2018.
- 8) Elsdon S. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod*; 64:229-247,1973
- 9) Katarina MJ, Claude FM. Slow maxillary expansion:a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod*: 11, 67-76,1989.
- 10) Lagravere, M.O., Major, P.W., Flores, M.C.: Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: a systematic review. *J Am Dent Assoc*,136:194-199,2005.
- 11) Mew, J. : Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod*,83:56–61,1983.
- 12) Murat MO, Ufuk TM, Ayse TA, et al.: Stability of Maxillary Expansion and Tongue Posture. *Angle Orthod*,79(2):214-20,2009.
- 13) Toshio W, Kaori I, Shinichi N. et al.: The relationship between morphological changes and oral function before and after slow palate expansion. *Clinical and Investigative Orthodontics*, 82(1):7-14,2023.
- 14) Austin P, Manish V, Suchitra N, Kingan PS, Mark H.: Changes in hyoid bone position following rapid maxillary expansion in adolescents. *Angle Orthod*,81(4):632-8,2011.
- 15) McNamara JA.: Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod*,117(5):567-570,2000.

- 16) Gryson JA.: Changes in mandibular interdental distance concurrent with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*, 47(3):186-92,1977.
- 17) 小村隆志, 村上充子, 大嶋隆, 他 : 混合歯列期における上顎側方緩徐拡大が上下顎の各歯間幅径に及ぼす影響. *小児歯科学雑誌*, 30 (4):843-848,1992.
- 18) 山下大輔, 林亮助 : 上顎歯列拡大における下顎歯列および顎口腔機能の変化について. *日大口腔科学*,36(2) :106-114,2010.10.
- 19) 平手亮次, 根岸慎一, 斎藤 勝彦,他 : 下顎歯列の成長変化と上顎歯列および口蓋の成長変化との関係. *Orthodontic Waves-Japanese Edition*,73(1):18-27,2013.
- 20) 苅部洋行, 小方清和, 菊池進 : デンタルプレスケールを用いた小児の咬合診査に関する基礎的研究. *小児歯科学雑誌*, 35(3):441-446,1997.
- 21) 志賀博, 小林義典, 中島邦久, 他 : デンタルプレスケールシステムで表示される咬合力の信頼性. *顎機能誌*. 9:191-195,2003.
- 22) 服部佳功 : 高齢者の口腔機能評価に咬合力測定値をどう活かすか. *日本顎口腔機能学会雑誌*, 26 (2): 90-96,2019
- 23) Hiroshi S, Marie K, Masaoki Y, et al: Relationship between age and occlusal force in adults with natural dentition. *Odontology*,111(2):487-492,2023.
- 24) 中村美どり, 中山聡, 中村浩志, 他 : デンタルプレスケールによる小児の咬合の変化. *松本歯学*, 24:206-213,1998.
- 25) 中條雅之, 菅原準二, 友寄裕子, 他 : 外科的矯正治療後のガム咀嚼訓練が顎変形症患者の咀嚼機能に及ぼす効果. *日本顎変形症学会雑誌*,14(3),170-179, 2004.
- 26) 根岸慎一, 林亮助, 斎藤勝彦, 他 : 硬性ガムトレーニングが混合歯列期児童の咀嚼運動および第一大臼歯植立に与える影響. *日本矯正歯科学会雑誌* ,69(3):156-162,2010.
- 27) 家入美香, 松尾浩一, 沖本公繪, 他 : 習慣性咀嚼側と歯牙ガイドの関連性についての検討, *日本補綴歯科学会雑誌*, 37(5):961-973,1993.
- 28) 佐々木誠, 吉川 健美, 細井 敏夫 : 正常歯状被験者の咀嚼側嗜好に関する研究. *日本咀嚼科学と健康増進学会誌*, 12(1) :43-48,2002.
- 29) Dahlberg G.: *Statistical methods for medical and biological students*. London: George Allen and Unwin Ltd, 1940
- 30) McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA: Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod*,73(4):344-53,2003.
- 31) Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA: Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod*,75(4):548-57,2005.
- 32) Chamberland S, Proffit WR: Short-term and long-term stability of surgically assisted

- rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,139(6):815-822,2011.
- 33) Godoy F, Godoy-Bezerra J, Rosenblatt A: Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: a community-based trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,139(1):45-52,2011.
- 34) Petrán S, Bjerklin K, Bondemark L: Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,139(1):73-81,2011.
- 35) Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW: Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137(3):304-5,2010
- 36) Fastuca R, Michelotti A, Nucera R, D'Antò V, Portelli M, et al. Midpalatal Suture Density Evaluation after Rapid and Slow Maxillary Expansion with a Low-Dose CT Protocol. A Retrospective Study. *Medicina*,56(3):112,2020.
- 37) Skieller V, Björk A, Linde-Hansen T. Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *Am J Orthod*,86(5):359-70, 1984.
- 38) Ryosuke H, Akira K, Kazutaka K.: Relationship between masticatory function, dental arch width, and bucco-lingual inclination of the first molars. *Orthod Waves-Jpn Ed*,65:120–126,2006.
- 39) 上田直克, 弓場直司, 田中昌博,他: 咀嚼得手側の自覚に関する調査. *日本補綴歯科学会雑誌*, 35(4):708-714,1991.
- 40) Wilding RJ, Lewin A. A model for optimum functional human jaw movements based on values associated with preferred chewing patterns. *Arch Oral Biol*.36(7):519-23,1991.
- 41) Hoogmartens MJ, Caubergh MA. Chewing side preference during the first chewing cycle as a new type of lateral preference in man. *Electromyogr Clin Neurophysio*,27:3-6,1987.
- 42) Pond LH, Barghi N, Barnwell GM: Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent*,55(4):498-500, 1986.
- 43) 尾崎 宏嘉 : 顎口腔機能の左右差と習慣性咀嚼側に関連する因子についての研究. *広島大学歯学雑誌*,34(1):48-59,2002.

【図】

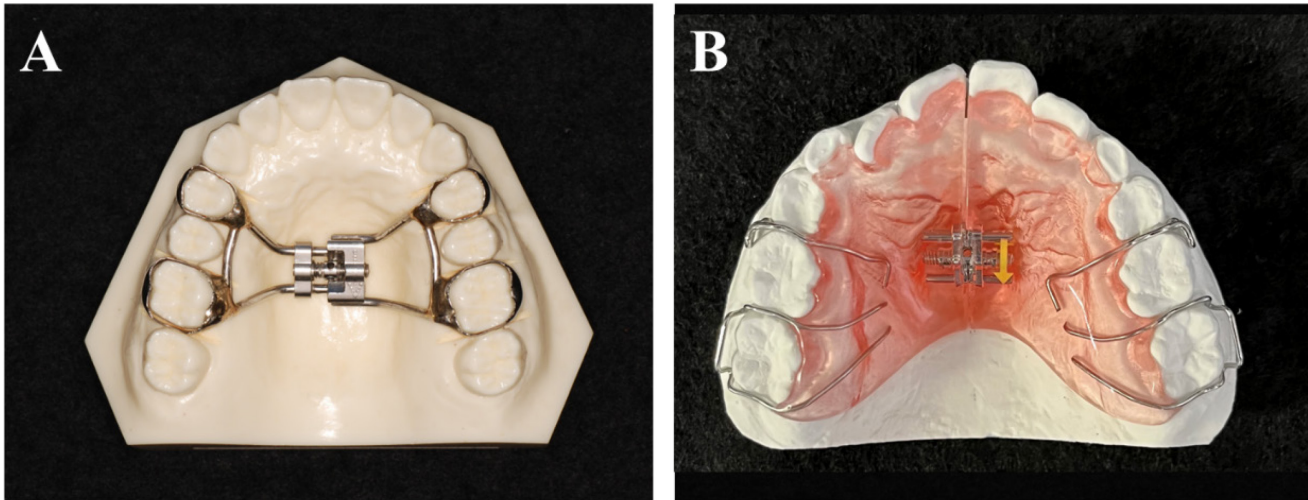


図 1 上顎側方拡大装置

(A) 上顎急速拡大装置 (Rapid Maxillary Expansion)

(B) 上顎緩徐拡大装置 (Slow Maxillary Expansion)

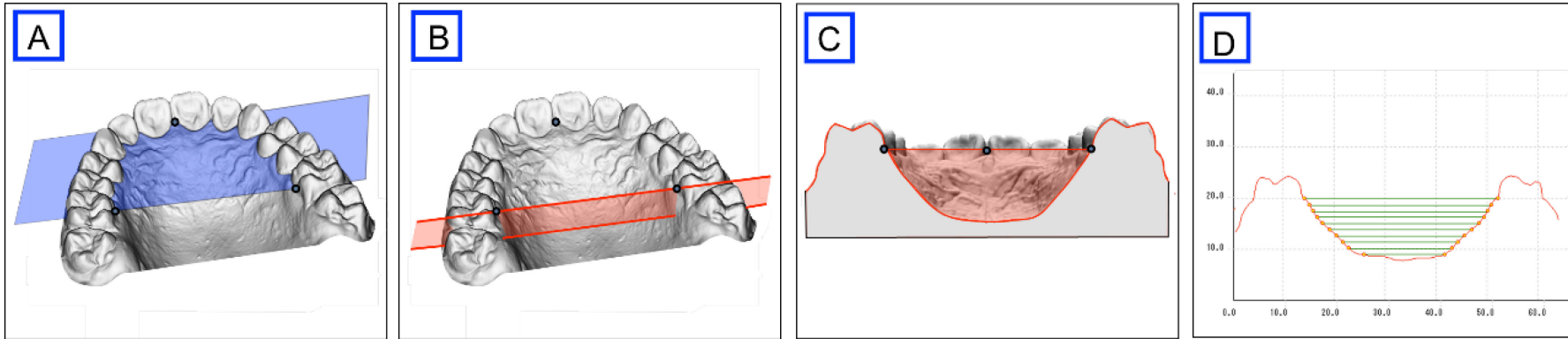


図2 口蓋幅径計測方法

各被験者の拡大開始前の模型上に基準平面を作成した。基準平面は、上顎左右側中切歯間の歯冠乳頭頂点と上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点を通る3点を通る平面とした。

(A)上顎模型上に3点(黒)を配置し、基準平面(青)を作成する。

(B)左右側第一大臼歯口蓋側歯頸部最深点を引いた線に沿って基準平面に垂直に冠状面を作成する。

(C)作成された冠状面。

(D)専用ソフトにより基準平面から口蓋最深部までを10等分し、作成した口蓋幅径。

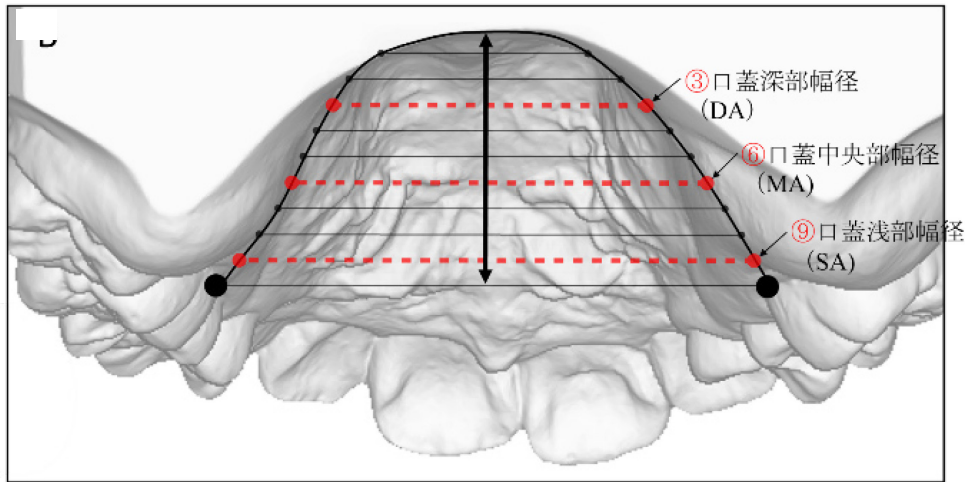
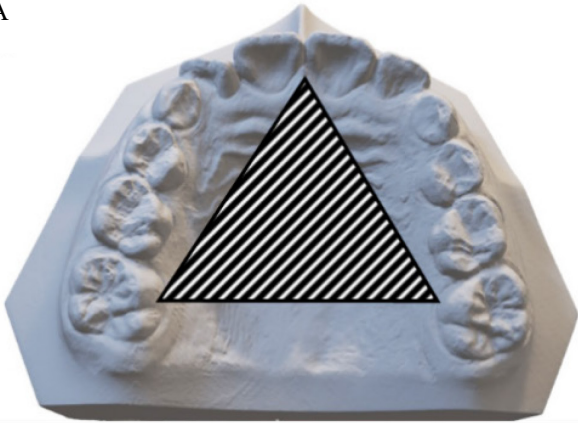


図3 口蓋幅径および口蓋高径の計測方法

口蓋高径 (PD) を 10 等分し、口蓋基底部から 3 番目を③口蓋深部幅径 (DA)、6 番目を⑥口蓋中央幅径 (MA)、9 番目を⑨口蓋浅部幅 (SA) とした。

A



B

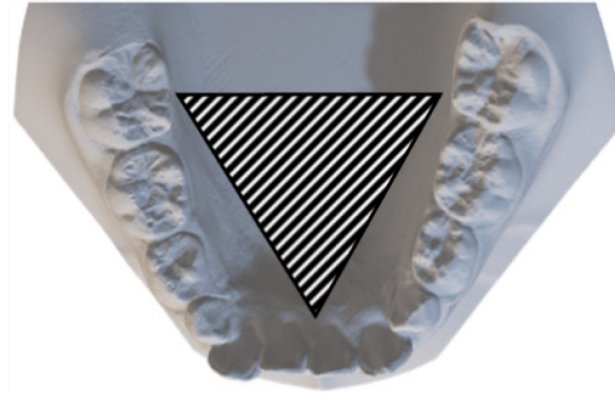


図4 基準平面の設定

- (A) 上顎：上顎左右側中切歯間の歯冠乳頭頂点と、上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点の3点を通る平面を基準面とした。
- (B) 下顎：下顎左右側中切歯間の歯冠乳頭頂点と、下顎左右側第一大臼歯の舌側歯頸部最深点の3点を通る平面を基準面とした。

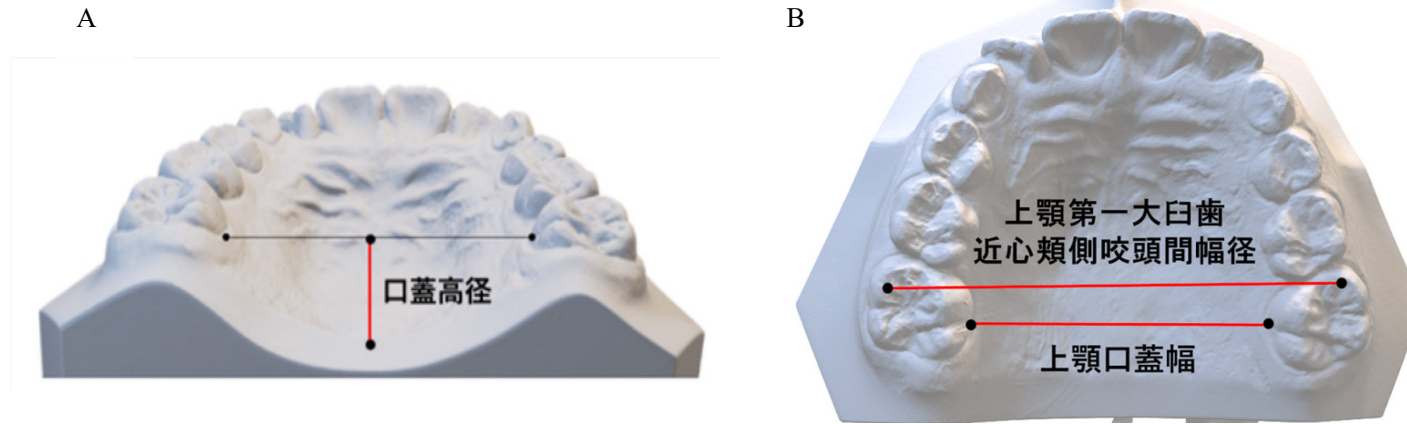


図5 上顎計測項目

- (A) 口蓋高径：上顎左右側第一大臼歯口蓋側歯頸部の最深点間を結ぶ直線と基準平面に対する垂線が交わる点と、口蓋最深点との距離。
- (B) 上顎近心頬側咬頭間幅径（U6-6）：上顎左右側第一大臼歯の頬側咬頭頂間距離。
- 上顎口蓋幅：上顎左右側第一大臼歯の口蓋側歯頸部最深点間距離。

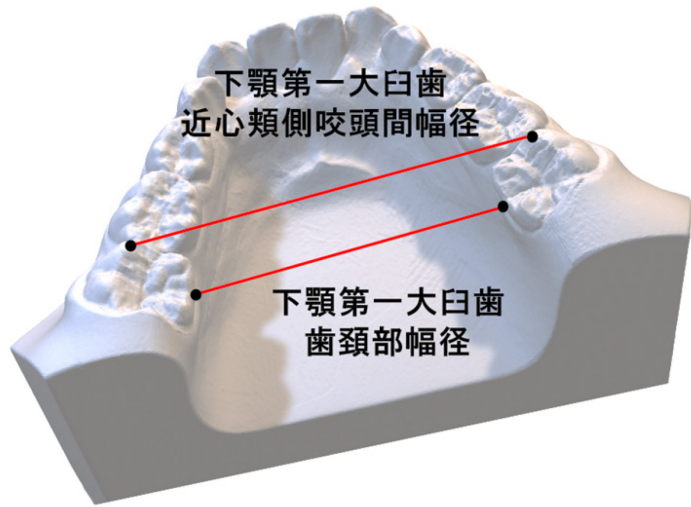


図6 下顎計測項目

下顎第一大臼歯近心頬側咬頭間幅径 (L6-6) : 下顎左右側第一大臼歯の頬側咬頭頂間の距離。

下顎第一大臼歯齒頸部幅径 (W.M.C) : 下顎左右側第一大臼歯の舌側齒頸部最深点間の距離。

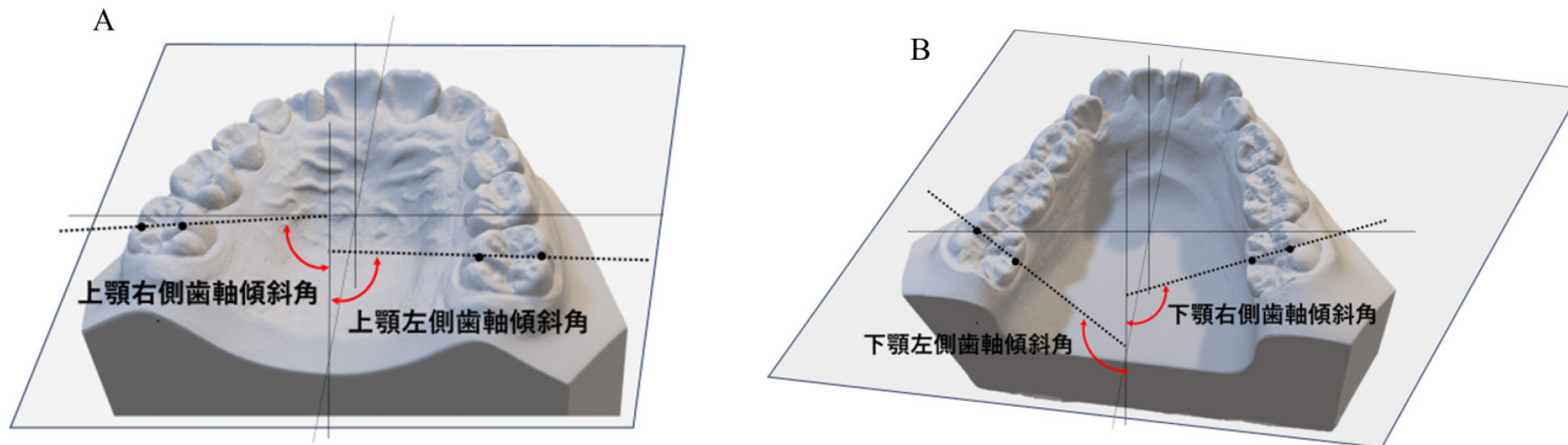


図7 歯軸傾斜角の計測方法

(A) 上顎左右側第一大臼歯軸傾斜角 (UR inc. ・ UL inc.)

: 上顎左右側第一大臼歯の頬面溝から咬合面への移行点と口蓋面溝から咬合面への移行点の2点を通るベクトルが基準平面に対する垂線となす角度。

(B) 下顎左右側第一大臼歯軸傾斜角 (LR inc. ・ LL inc.)

: 下顎左右側第一大臼歯の頬面溝から咬合面への移行点と舌面溝から咬合面への移行点の2点を通るベクトルが基準平面に対する垂線となす角度。

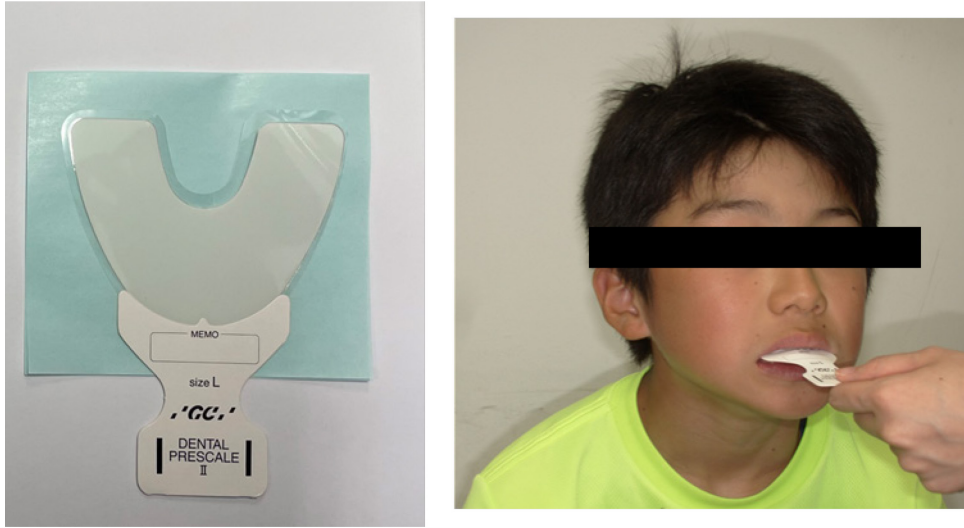


図8 咬合力測定システム用フィルム（デンタルプレスケールⅡ，（株）GC社，東京）

被験者は，フランクフルト平面が床と平行になるように背筋を伸ばした状態で椅子に深く座り，最大咬合力で3秒間フィルムを咬合した。資料採取後24時間以内にソフトウェア（Bite Force Analyzer，株式会社ジーシー，東京）を用いて分析を行った。

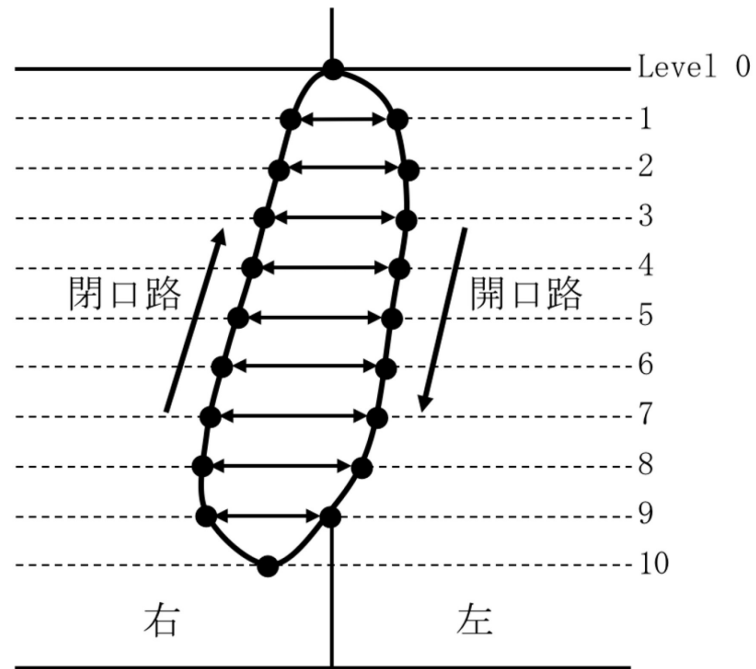


図9 咀嚼経路幅の計測方法

咬頭嵌合位を Level 0, 最大開口位を Level 10 と定めて, Level 1 から Level 9 にそれぞれ相当する開口路から閉口路までの距離を求めて, それらの平均値を前頭面における咀嚼経路幅とした。

【表】

表 1 2 種類の拡大装置による拡大率の比較

	RME- I			SME- I			RME- II			SME- II		
	Pre	Post	Rate	Pre	Post	Rate	Pre	Post	Rate	Pre	Post	Rate
	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
	Median [interquartile range25-75]			Median [interquartile range25-75]			Median [interquartile range25-75]			Median [interquartile range25-75]		
Deep Area	16.4 (15.4-17.2)	19.4 (18.0-20.3)	38.9 (37.4-39.5)	16.0 (15.0-17.1)	16.4 (15.4-17.3)	11.2 (9.8-12.4)	16.2 (15.2-16.9)	18.5 (16.9-19.0)	29.9 (26.2-31.2)	15.8 (14.9-17.0)	16.6 (15.7-17.8)	9.8 (7.2-11.9)
Middle Area	24.0 (22.8-25.4)	26.8 (25.4-27.9)	36.3 (35.0-38.4)	23.7 (22.8-24.6)	24.4 (23.7-25.9)	19.8 (18.6-21.5)	23.4 (22.0-24.6)	25.7 (24.2-26.8)	30.4 (29.0-32.5)	24.1 (23.0-24.9)	25.3 (24.2-26.8)	15.2 (11.8-18.8)
Shallow Area	30.5 (28.2-31.5)	34.0 (32.9-35.0)	45.4 (44.0-46.3)	30.4 (29.6-31.4)	31.9 (30.5-33.0)	43.0 (42.3-44.1)	30.7 (28.1-31.7)	33.9 (32.5-34.9)	42.2 (40.0-44.2)	31.2 (30.2-32.5)	34.3 (33.3-36.0)	40.2 (37.0-44.8)

Pre: 拡大治療開始前

Post: 拡大治療開始後

RME: 急速拡大装置 (Rapid maxillary expansion device)

SME: 緩徐拡大装置 (Slow maxillary expansion device)

I :混合歯列期前期, II :混合歯列期後期

Statistical Analysis Methods: Mann-Whitney U test

* P< 0.05; †P< 0.01.

表 2 t1-t2 における歯列形態の男女比較

	男児		女児	
	t1	t2	t1	t2
	Median [min-max]		Median [min-max]	
Palatal depth (mm)	10.4 (7.6-12.5)	9.5 (7.8-13.0)	9.5 (8.32-11.7)	10.5 (7.9-12.4)
U6-6(mm)	52.2 (49.1-50.2)	49.1 (50.7-53.2)	49.1 (47.1-50.5)	51.5 (50.2-53.7)
Palatal width (mm)	32.9 (30.2-36.2)	31.5 (31.5-35.5)	31.5 (30.2-32.6)	32.4 (30.5-34.0)
L6-6(mm)	45.7 (41.9-51.5)	42.8 (43.2-51.3)	42.8 (40.5-47.2)	44.1 (41.3-48.5)
W.M.C(mm)	33.7 (30.1-38.2)	32.7 (31.3-37.8)	32.7 (29.9-34.8)	33.5 (31.5-36.2)
UR inc. (°)	80.6 (75.34-86.8)	84.6 (75.9-85.3)	84.6 (79.4-88.1)	81.9 (79.1-86.6)
UL inc. (°)	80.0 (75.3-98.3)	82.9 (71.0-89.4)	82.9 (78.1-87.1)	79.6 (76.6-83.6)
LR inc. (°)	110.3 (93.8-127.3)	112.1 (99.4-127.4)	112.1 (101.3-123.3)	108.3 (100.9-118.1)
LL inc. (°)	110.8 (94.2-119.9)	112.7 (96.0-118.3)	112.7 (105.0-123.2)	109.3 (100.6-121.1)

Palatal depth: 口蓋高径

U6-6 : 上顎近心頬側咬頭間幅径

Palatal width: 上顎口蓋幅

L6-6 : 下顎近心頬側咬頭間幅径

W.M.C : 下顎第一大臼歯齒頸部幅径

UR inc. : 上顎右側第一大臼歯軸傾斜角

UL inc. : 上顎左側第一大臼歯軸傾斜角

LR inc. : 下顎右側第一大臼歯軸傾斜角

LLinc. : 下顎左側第一大臼歯軸傾斜角

Statistical Analysis Methods: Wilcoxon signed-rank test

表3 t1-t2における口腔機能に関する計測値の男女比較

	男児		女児	
	t1	t2	t1	t2
	Median [min-max]		Median [min-max]	
OCA(mm ³)	17.1 (7.1-29.8)	16.0 (7.4-24.2)	17.2 (8.0-36.0)	18.2 (9.2-33.7)
OF(N)	552.5 (254.1-978.6)	626.5 (267.2-1010.5)	699.0 (260.8-1251.8)	767.9 (328.4-1369.2)
WPM(mm)	2.1 (0.4-3.9)	2.9 (0.6-6.7)	2.5 (1.0-4.1)	2.8 (0.6-5.5)

OCA : 咬合接触面積

OF : 咬合力

WPM : 咀嚼経路幅

Statistical Analysis Methods:Wilcoxon signed-rank test

表4 t1, t2 および t3 における歯列形態の比較

	t1	t2	t3	Friedman test		
	Median [min-max]			t1-t2	t2-t3	t1-t3
Palatal depth(mm)	9.8 (7.6-12.5)	10.5 (7.8-13.0)	11.6 (9.4-14.1)	NS	NS	NS
U6-6(mm)	49.3 (47.1-50.5)	51.8 (50.2-53.7)	53.3 (50.1-58.2)	*	NS	*
Palatal width(mm)	31.9 (30.2-36.2)	32.6 (30.5-35.5)	33.6 (32.1-36.4)	NS	*	*
L6-6(mm)	43.9 (40.5-51.5)	44.8 (41.3-51.3)	45.9 (41.3-50.4)	*	NS	*
W.M.C(mm)	33.1 (29.9-38.2)	33.6 (31.3-37.8)	33.3 (31.0-36.8)	NS	NS	NS
UR inc. (°)	82.9 (75.4-88.1)	81.3 (75.9-86.6)	77.0 (73.4-82.4)	NS	NS	*
UL inc. (°)	82.7 (75.3-98.3)	79.8 (71.0-89.4)	79.5 (76.2-89.9)	NS	NS	NS
LR inc. (°)	111.4 (93.8-127.3)	109.3 (99.4-127.4)	104.6 (96.5-110.8)	NS	NS	*
LL inc. (°)	112.0 (94.2-123.2)	110.0 (96.0-121.1)	107.6 (96.0-110.8)	NS	NS	NS

Palatal depth: 口蓋高径

U6-6 : 上顎近心頬側咬頭間幅径

Palatal width: 上顎口蓋幅

L6-6 : 下顎近心頬側咬頭間幅径

W.M.C : 下顎第一大臼歯齒頸部幅径

UR inc. : 上顎右側第一大臼歯軸傾斜角

UL inc. : 上顎左側第一大臼歯軸傾斜角

LR inc. : 下顎右側第一大臼歯軸傾斜角

LLinc. : 下顎左側第一大臼歯軸傾斜角

* P< 0.05

表 5 t1, t2 および t3 における口腔機能に関する計測値の比較

	t1	t2	t3	Friedman test		
	Median [min-max]			t1-t2	t2-t3	t1-t3
咬合接触面積(mm ²)	14.8 (8.0-28.6)	11.7 (6.9-19.1)	12.3 (5.6-14.7)	*	NS	*
咬合力(N)	569.5 (254.1-1251.8)	689.3 (267.2-1369.0)	418.3 (273.8-847)	NS	NS	NS
咀嚼経路幅(mm)	2.0 (0.4-4.1)	2.6 (0.6-6.7)	3.6 (2.8-4.8)	*	NS	*

OCA : 咬合接触面積
 OF : 咬合力
 WPM : 咀嚼経路幅

* P< 0.05

表 6 t1-t2 における咀嚼タイプ別歯列形態の変化量

	グライディングタイプ	チョッピングタイプ	Wilcoxon test
	Median [min-max]		
Palatal depth(mm)	0.7 (-0.3-3.3)	0.6 (0.1-3.3)	NS
U6-6(mm)	2.1 (1.0-3.3)	2.4 (1.0-3.1)	NS
Palatal width(mm)	0.8 (0.1-1.9)	1.0 (-0.9-2.5)	NS
L6-6(mm)	1.1 (0.6-1.4)	0.9 (-0.2-1.7)	NS
W.M.C(mm)	0.7 (-0.2-1.5)	0.5 (-0.4-1.6)	NS
UR inc. (°)	-1.8 (-7.2-0.5)	-1.5 (-7.2-1.7)	NS
UL inc. (°)	-2.2 (-6.9-0.1)	-3.8 (-9.0-0.1)	NS
LR inc. (°)	-2.5 (-5.7-0.1)	-3.2 (-9.9-2.7)	NS
LL inc. (°)	-2.9 (-8.4-0.9)	-2.2 (-6.0-1.8)	NS

Palatal depth:口蓋高径

U6-6 : 上顎近心頬側咬頭間幅径

Palatal width:上顎口蓋幅

L6-6 : 下顎近心頬側咬頭間幅径

W.M.C : 下顎第一大臼歯歯頸部幅径

UR inc. : 上顎右側第一大臼歯軸傾斜角

UL inc. : 上顎左側第一大臼歯軸傾斜角

LR inc. : 下顎右側第一大臼歯軸傾斜角

LLinc. : 下顎左側第一大臼歯軸傾斜角

表7 t1の口腔機能に関する計測値とt1-t2における歯列形態の変化量の相関

	Palatal depth (mm)	U6-6 (mm)	Palatal width (mm)	L6-6 (mm)	W.M.C (mm)	UR inc. (°)	UL inc. (°)	LR inc. (°)	LL inc. (°)
t1 咬合接触面積(mm ²)	-0.27	-0.01	-0.51*	0.05	-0.22	0.12	0.24	-0.12	-0.08
t1咬合力(N)	0.21	-0.13	-0.42	0.17	-0.28	0.01	-0.09	-0.21	-0.25
t1 咀嚼経路幅(mm)	0.17	0.12	0.33	0.76*	0.33	-0.18	0.03	-0.3	0.06

Significant levels for the Spearman's rank

*P < 0.05

Palatal depth: 口蓋高径

U6-6: 上顎近心頬側咬頭間幅径

Palatal width: 上顎口蓋幅

L6-6: 下顎近心頬側咬頭間幅径

W.M.C: 下顎第一大臼歯歯頸部幅径

UR inc.: 上顎右側第一大臼歯軸傾斜角

UL inc.: 上顎左側第一大臼歯軸傾斜角

LR inc.: 下顎右側第一大臼歯軸傾斜角

LLinc.: 下顎左側第一大臼歯軸傾斜角