骨格型分類による日本人小児の
舌圧と顎顔面形態との関係

奥羽大学大学院歯学研究科
顎顔面口腔矯正学専攻

双石　博之

（指導教員：福井　和徳）

Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology among skeletal classes in Japanese children

Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,
Ohu University, Graduate School of Dentistry

Hiroyuki KURABEISHI

(Director: Kazunori FUKUI)

Abstract

Objective: The functions of the perioral muscles are deeply involved in the appearance of malocclusion during childhood. To clarify the effects of tongue functions on maxillofacial morphology in children, we measured tongue pressure and maximum lip closing force and evaluated relationship between functions of the perioral muscles and maxillofacial morphology by skeletal classifications.

Materials and methods: The subjects were 100 children from stages IIIA to IIIC according to Hellman's dental stages. Maximum tongue pressure and tongue pressure during swallowing were measured on the anterior palatine rugae using a JMS tongue pressure measurement device. The maximum lip closing force resisting tongue pressure was also measured using LIP DE CUM® LDC-110R. Lateral cephalograms were analyzed to classify the subjects into three groups: skeletal I, II and III group. Correlations of tongue pressure and maximum lip closure force with skeletal classification were examined; additionally, correlations of the items analyzed in lateral cephalograms with palatal volume measured with a three-dimensional optical scanner were evaluated.

Results: Maximum tongue pressure was significantly lower in skeletal II group compared with skeletal I and III group. Tongue pressure during swallowing was significantly lower in skeletal II group compared with class III group. Maximum lip closing force was significantly higher in skeletal III group compared with skeletal I and II group. Moreover, positive correlations were observed between maximum tongue pressure and tongue pressure during swallowing,

and between tongue pressure during swallowing and palatal volume.
Conclusion: Correlations were observed between tongue pressure and anteroposterior skeletal classification, suggesting the importance of quantitative assessment of tongue functions. The results of this study indicate that tongue pressure could be a clinically useful indicator in children with malocclusion.

Key words: tongue pressure, lip closing force, maxillofacial morphology, palatal volume, malocclusion in children

抄　録

目的：小児期の不正咬合の発現には，口腔周囲筋の機能が深く関与している。そこで，小児の舌の機能が顎顔面形態に与える影響を明らかにするため，舌圧および最大口唇閉鎖力を測定し，顎顔面形態との関連性を骨格型分類別に評価した。

資料および方法：Hellmanの咬合発育段階によるIIIA期からIIIC期の小児100名を対象とした。口蓋皺襞前方部における最大舌圧および嚥下時舌圧をJMS舌圧測定器により測定した。また，舌圧と拮抗する最大口唇閉鎖力をLIP DE CUM® LDC-110Rを用いて測定した。被験者を側面頭部エックス線規格写真の分析によりSkeletal I群，Skeletal II群，Skeletal III群の3群に分類し，舌圧および最大口唇閉鎖力と骨格との関係を明らかにするとともに，側面頭部エックス線規格写真の計測項目と非接触型三次元形状計測による口蓋容積との関連性を評価した。

結果：最大舌圧は，Skeletal I群，Skeletal III群と比較して，Skeletal II群は有意に小さかった。嚥下時舌圧においても，Skeletal III群と比較して，Skeletal II群は有意に小さかった。Skeletal III群の最大口唇閉鎖力は，Skeletal I群，Skeletal II群と比較して，統計学的に有意な差を認め，最も大きかった。また，最大舌圧と嚥下時舌圧，嚥下時舌圧と口蓋容積との間に正の相関が認められた。

結論：小児期における舌圧と前後的な骨格型分類との関連性が明らかとなったことから，舌の機能評価を定量的に行う重要性が示唆され，本研究の結果は，不正咬合を有する小児の舌圧の指標として臨床応用が可能と考えている。

緒　言

舌に対する口輪筋，頰筋のバランスは，咬合の維持に大きく関与しており[1,2]，舌に機能異常を有する場合は，構音障害[3]，咀嚼能率の低下[4]ならびに嚥下障害[5,6]を引き起こすだけでなく，不正咬合の発現[7]にも大きく影響を及ぼす。

Rogers[8,9]が口腔周囲筋の機能と歯列形態との関連性に着目し，筋機能を利用したトレーニング法を提唱して以来，Zickefooseらの方法[10]を中心とした口腔筋機能療法が矯正歯科治療で行われている。特に顎顔面の成長発育が旺盛な小児期は，口腔周囲筋の機能の影響が不正咬合の発現に大きく関与することから，口腔周囲筋の機能的診断および治療効果の客観的評価を行うことは重要である。

これまで舌の評価に関する研究は，側面頭部エックス線規格写真[11,12]やMRI[13,14]，超音波検査[15]などによる舌の形態的評価が行われてきた。近年，医療機器の技術の進歩より普及しているコーンビームコンピュータ断層撮影（CBCT）[16]や3次元超音波検査[17]では，舌の3次元的な形態的評価が可能である。一方，舌の機能的評価においては，舌圧[18-25]，嚥下造影検査（以下，VF）[26,27]およびパラトグラフ[28]などが使用されてきた。VFは，X線の被曝を伴い被験者の侵襲が大きく，パラトグラフは，舌機能の定量的評価が難しい。それに対し舌圧は，侵襲が少なく定量的評価が可能であり，検査が簡便であるため低年齢児の舌機能の評価に適している。しかしながら，小児期の舌圧の評価基準は確立しておらず，不正咬合を有する小児の舌圧と顎顔面形態との関係には不明な点が多い。

そこで本研究では，小児の舌圧を測定することで舌の

機能を定量的に評価し，顎顔面形態との関連性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

1．対象

被験者は，奥羽大学歯学部附属病院矯正歯科を受診したHellmanの咬合発育段階によるIIIA期からIIIC期の患児100名：平均年齢9.09±1.50歳(男児34名：平均年齢9.26±1.22歳，女児66名：平均年齢9.07±1.47歳)を対象とした。先天性疾患，舌小帯や歯数に異常を有する者および可撤式矯正装置や固定式矯正装置を使用中，もしくは使用した既往のある者を対象から除外した。被験者および保護者は，研究の趣意および内容について説明を受け，参加の同意を得た。なお，本研究は奥羽大学倫理審査委員会の承認を得て実施された。(承認番号110号)

2．骨格型分類

顎顔面形態との関連を評価するためUtsuno[29]らの分類基準に従い側面頭部エックス線規格写真計測項目の上下顎歯槽基底の前後的関係を表すANB角によりにSkeletal I群，Skeletal II群およびSkeletal III群に分類した（表１）。

3．舌圧測定

舌圧測定は，バルーン式舌圧測定器(JMS舌圧測定器；JMS社，Tokyo, Japan)を使用した。被験者はフランクフルト平面（以下，FH平面）を床面に平行にした座位姿勢にてバルーンを口腔内に挿入し，硬質リング部を上下顎中切歯で軽くくわえることでバルーンを口蓋皺襞前方部に固定した[18]（図１）。

被験者に7秒間，最大の力で舌を挙上するよう指示し最大舌圧測定を行った。また，水5mlを口腔内に含ませ，同様にバルーンを固定した後，嚥下を指示し嚥下時舌圧を測定した。それぞれ2回の練習をした後に，3回ずつ測定し，その平均値を患児の最大舌圧および嚥下時舌圧とした。1回の測定ごとに30秒間の休息を設けた。

4．最大口唇閉鎖力測定

最大口唇閉鎖力測定は，口唇閉鎖力測定器LIP DE CUM® LDC-110R（コスモ計器社製，Tokyo, Japan）を使用した。被験者は，FH平面を床面に平行にした座位姿勢にて測定した。吉田ら[30]の方法に従い，センサー部に口唇の台座(ダックリン®)を取り付け，口唇に装着し，咬頭嵌合位における5秒間の最大口唇閉鎖力を測定した（図2）。2回の練習を行った後に，3回測定し，その平均値を被験者の最大口唇閉鎖力とした。1回の測定ごとに30秒間の休息を設けた。

5．口蓋容積の計測

Primozicら[31]の方法に従い，上顎歯列模型を用いて口蓋容積を計測した。歯列石膏模型を非接触三次元形状計測器のVivid 910（KONICA MINOLTA, Tokyo, Japan）で計測し，得られた三次元表面形状データを基にRapidform 2006（INUS Technology Inc, Seoul, Korea）を用いて歯列模型の表面形状を表すサーフェイスモデル（ポリゴンデータ）を構築した。口蓋の体積を計測するため，歯頸部平面（平面A）と遠心平面（平面B）を口蓋との境界面に設定した。歯頸部平面は，全萌出歯の歯頸部の最深点をプロットし近似平面を作製した。遠心平面は，上顎左右側第一大臼歯の歯頸部最遠心点の2点を通

り，歯頸部平面に対し垂直な平面を作製した。これらの平面により構築される口蓋部の体積を口蓋容積として算出した（図３）。

６．側面頭部エックス線規格写真の撮影条件

計測には，初回検査時の側面頭部エックス線規格写真を用いた。

側面頭部エックス線規格写真の撮影条件を以下に述べる。

1) 立位でFH平面と床面が平行になる姿勢とする。
2) 下顎位は咬頭嵌合位とする。
3) 口唇は閉鎖させる。
4) 舌位は安静にして嚥下を行わない。
5) 呼吸様式は規定せず，安静な状態とする。

７．側面頭部エックス線規格写真の計測項目

側面頭部エックス線規格写真の計測項目は11項目を設定した(図４)。側面頭部エックス線規格写真のトレースは通法に従って行い，トレースおよび計測は計測誤差をなくすため全て同一の矯正歯科医が行った。

1) SNA
2) SNB
3) ANB
4) Facial angle
5) FH−MP
6) Gonial angle
7) Occlusal plane（以下，Occ. P.）
8) U1−FH
9) L1−MP
10) Overbite

11)Overjet

８．統計学的分析

骨格型分類の各群内における舌圧と最大口唇閉鎖力の性差を Mann-Whitney U-test を用いて評価した。舌圧，最大口唇閉鎖力，側面頭部エックス線規格写真の計測項目および口蓋容積における骨格型分類による群間の比較を，Kruskal Wallis 検定を用いて評価し，有意差が認められた項目に対して，Mann-Whitney U-test with Bonferroni correction により分析した。また，舌圧，口唇閉鎖力および口蓋容積と側面頭部エックス線規格写真の計測項目との関連性について Spearman の順位相関係数を用いて評価した。有意水準は５％未満とした。解析には，統計解析ソフトウェア（SPSS 22.0J, SPSS 社，Chicago）を使用した。

結　果

1．最大舌圧および嚥下時舌圧

骨格型分類による各群の舌圧および最大口唇閉鎖力の性差を表２に示す。Skeletal I 群，II 群および III 群のすべての群内において，最大舌圧，嚥下時舌圧，および最大口唇閉鎖力に統計学的に有意な差は認められなかった。そこで本研究では，男女合計の測定値で統計学的評価を行った。

骨格型分類による舌圧および最大口唇閉鎖力の比較を表３に示す。Skeletal I 群の最大舌圧は平均 35.55±4.92kPa，嚥下時舌圧は平均 16.55±5.53kPa，Skeletal II 群の最大舌圧は平均 31.12±5.70kPa，嚥下時舌圧は平均 14.15±5.99kPa，Skeletal III 群の最大舌圧は平均 36.97±5.52kPa，嚥下時舌圧は平均 19.10±5.86kPa であっ

た。最大舌圧において Skeletal I 群，Skeletal III 群と比較して，Skeletal II 群は有意に小さかった(P<0.01)。また，Skeletal I 群と Skeletal III 群との間には，有意な差は認められなかった。最大舌圧の平均値は，Skeletal III 群，Skeletal I 群，Skeletal II 群の順に大きかった。

嚥下時舌圧においても，Skeletal III 群と比較して，Skeletal II 群は有意に小さかった(P<0.01)。Skeletal I 群と Skeletal II 群および Skeletal I 群と Skeletal III 群との間には，有意な差は認められなかった。嚥下時舌圧の平均値は，最大舌圧と同様に Skeletal III 群，Skeletal I 群，Skeletal II 群の順に大きかった。

2. 最大口唇閉鎖力

最大口唇閉鎖力は，Skeletal I 群は平均 9.55±2.08N，Skeletal II 群は平均 9.08±2.12N，Skeletal III 群は平均 11.46±1.92N であった。Skeletal III 群の最大口唇閉鎖力は，Skeletal I 群，Skeletal II 群と比較して，統計学的に有意に大きく(P<0.01)，Skeletal II 群が最も小さかった。Skeletal I 群と Skeletal II 群の間には，有意差は認められなかった。

3. 側面頭部エックス線規格写真分析

骨格型分類による側面頭部エックス線規格写真分析の比較を表 4 に示す。骨格型分類の基準となる ANB は，Skeletal I 群は平均 3.03±0.79°，Skeletal II 群は平均 6.19±1.58°，Skeletal III 群は平均 -0.61±1.80° であった。

Skeletal I 群は Skeletal II 群と比較し，SNB(P<0.05)，Facial angle(P<0.05)で有意に大きく，ANB(P<0.01)，overjet(P<0.05)で有意に小さかった。Skeletal II 群は，SkeletalIII 群と比較し，ANB，FH-MP，L1-MP，overjet で有

意に大きく(P<0.01), SNB, Facial angleで有意に小さかった(P<0.01)。また, Skeletal I群はSkeletal III群と比較し, ANB(P<0.01), L1-MP(P<0.05), overjet(P<0.01)で有意に大きく, SNBで有意に小さかった(P<0.01)。

3群間の全てにおいてSNB, ANB, およびoverjetに統計学的に有意な差を認め, 骨格型分類は, 主に下顎の前後的位置と深く関係していた。Skeletal III群のL1-MPは他の群と比較し, 有意に小さく下顎中切歯の舌側傾斜を示した。また, Skeletal II群のFH-MPは, Skeletal III群と比較し有意に大きく, 骨格型分類の中で最も大きかった。

4. 口蓋容積

骨格型分類による口蓋容積の比較を表5に示す。Skeletal I群の口蓋容積は平均5659.30mm^3, Skeletal II群は平均5442.39mm^3, Skeletal III群は平均5314.70mm^{3}であった。骨格型分類による3群間に統計学的な有意差は認められなかった。

5. 舌圧および最大口唇閉鎖力の相関関係

不正咬合を有する患児全体における最大舌圧と嚥下時舌圧の相関関係を明らかにするため, Spearmanの順位相関係数を用いて評価した。最大舌圧と嚥下時舌圧の散布図を図5に示す。最大舌圧と嚥下時舌圧との間に比較的強い正の相関を示した(r=0.671)。最大舌圧と最大口唇閉鎖力の散布図を図6に示す。最大舌圧と最大口唇閉鎖力の間に弱い正の相関を示した(r=0.357)。嚥下時舌圧と最大口唇閉鎖力の散布図を図7に示す。嚥下時舌圧と最大口唇閉鎖力の間に弱い正の相関を示した(r=0.327)。

6. 口蓋容積と側面頭部エックス線規格写真分析の相関

関係

不正咬合を有する患児全体における口蓋容積と側面頭部エックス線規格写真分析の相関係数を表6に示す。口蓋容積とU1-FHとの間に弱い正の相関を示した(r=0.281)。その他の側面頭部エックス線規格写真計測項目と口蓋容積との間に有意な相関は認められなかった。

7. 舌圧および最大口唇閉鎖力と顎顔面形態の相関関係

不正咬合を有する患児全体における舌圧および最大口唇閉鎖力と顎顔面形態の相関係数を表7に示す。最大舌圧は，SNB(r=0.448)との間に比較的強く，Facial angle(r=0.213)との間に弱い正の相関を示し，ANB(r=-0.420) との間に比較的強く，overjet(r=-0.219)との間に弱い負の相関を示した。嚥下時舌圧は，口蓋容積(r=0.487)との間に比較的強く，SNB(r=0.363), U1-FH(r=0.209)との間に弱い正の相関を示し，ANB(r=-0.315)との間に弱い負の相関を示した。また，最大口唇閉鎖力は，ANB(r=-0.412)との間に比較的強く，SNA(r=-0.254), U1-FH(r=-0.233), L1-MP(r=-0.269)およびoverjet(r=-0.374)との間に弱い負の相関が認められた。

考　察

1. 舌圧および口唇閉鎖力の測定方法

これまで舌機能の評価には，舌圧[18-25]やVF[26,27]，パラトグラフ[28]など多くの方法が用いられてきた。VFは嚥下および発音時の検査に用いられており，舌動態をリアルタイムに評価することが可能である。しかしながら，VFはX線を用いているため検査に被曝を伴い，特殊な装置や読影に熟練を要する。また，パラトグラフは，舌の発音時の口蓋に対する接触部位の評価が可能であるが，

検査の評価は客観的であり定量的評価が困難であるため，治療効果の評価が難しく，矯正歯科の臨床で使用するには適していない。そこで本研究では，小児期における舌機能の評価に安全で再現性が高く，定量的評価が可能な舌圧を使用することとした。

本研究では，舌圧の測定にJMS舌圧測定器を使用した。Tsugaら[22]は，JMS舌圧測定器を用いた口腔機能圧の高い再現性を報告している。また，本測定器は，安全性が高く[18]，持ち運びが容易であり測定に難しい技術を必要としないため，日常の臨床に使用することが可能である。日本では，嚥下障害を認め，舌接触補助床を使用する患者の舌機能の評価に本測定器を用いた舌圧の測定が保険治療で認められている。本研究は6.67～12.42歳の小児を対象としている。そのため，バルーン式舌圧測定器は，指示内容がわかりやすく測定が簡便なため，小児の舌圧測定においても有用であると考えられた。

口唇閉鎖力の測定には，LIP DE CUM® LDC-110Rを使用した。本測定器は，口唇の垂直方向の閉鎖力が測定できる。LIP DE CUM® LDC-110Rは，JMS舌圧測定器と同様に測定は簡便で，ダックリンはディスポーザブルとしており，安全に口唇閉鎖機能を評価できることから臨床応用が可能であると考えた。本測定器を用いて口唇の閉鎖力を測定している吉田ら[30]は，1回の測定時間を5秒間とし，1回の測定ごとに30秒間の休息を設定した理由について，測定を繰り返すごとに筋疲労が起こり，適正な口唇閉鎖力の測定が難しいためであると述べている。また，初めての測定では上手く口唇が閉鎖できない小児もいると報告していることから，我々は，測定の練習を2回行った後に，3回の測定を行うこととした。本研究において舌圧および最大口唇閉鎖力測定の指示内容を理

解できず，測定ができない患児はいなかったことから，測定の練習を行うことは重要であると考えられた。

2．舌圧と顎顔面形態との関連性について

本研究の Skeletal Ⅱ群の最大舌圧は，Skeletal I 群，Skeletal III 群と比較し有意に小さかった。また，Skeletal II 群の嚥下時舌圧は，Skeletal III 群と比較し有意に小さく，骨格型分類において最大舌圧，嚥下時舌圧ともに Skeletal II 群が最も小さかった。根津[11]らは，Hellman の咬合発育段階による IIIA 期から IIIB 期の不正咬合を有する患児 70 名を対象に，舌および舌骨の位置と顎顔面形態との関連性を調査した。その結果，舌尖，舌根および舌骨の前後的位置と SNB に相関を示し，下顎が後退している患児の舌と舌骨は，後方に位置していると報告している。本研究の Skeletal II 群の SNB は，骨格型分類の他の群と比較し最も小さいことから，患児の舌および舌骨は後方に位置していると推察され，舌および舌骨の位置が口蓋皺襞前方部の舌圧に影響していると考えられた。

本研究の Skeletal III 群の最大舌圧および嚥下時舌圧は，Skeletal II 群と比較し有意に大きく，骨格型分類の 3 群の中で最も大きな値を示した。Ihan ら[17]は，Skeletal III 群の舌の大きさについて，3 次元超音波検査により評価した。その結果，Skeletal III 群は正常咬合群と比較し，有意に舌が大きいことを報告している。本研究の Skeletal III 群の最大舌圧および嚥下時舌圧が大きいという結果は，舌，舌骨が前方に位置していることに加え，舌の大きさが関与している可能性がある。今後舌圧の評価に加え，舌位や舌骨位，舌の大きさについても検討していきたい。

JMS 舌圧測定器を使用している Utanohara ら[19]は，日本人成人における最大舌圧の標準値を示している。彼ら

は，20～79歳の嚥下障害を有さない853名の成人を対象に最大舌圧を測定した。成人の標準値と比較して，本研究で得られた小児不正咬合者の最大舌圧の平均値は，骨格型分類によるすべての群で，20歳代の標準値（41.7±9.7kPa）よりも小さいことから，今後の成長発育にともない最大舌圧は，増加していくものと考えられた。また，彼らは20～49歳の最大舌圧において，男性が女性よりも有意に大きかったと報告している。しかしながら，本研究の最大舌圧に有意な性差は，骨格型分類によるすべての群で認められなかった。これは本研究の被験者がHellmanの咬合発育段階によるIIIA期からIIIC期の小児期であり，現在は性差が認められないものの，今後成人に近づくにつれて性差が発現されると推察された。

本城ら[25]は，JMS舌圧測定器を用いて8～11歳の小児期の正常咬合者ならびに開咬を有する不正咬合者の最大舌圧を測定し，その比較を行っている。その結果，正常咬合者は平均32.0±6.9kPa，開咬を有する不正咬合者は平均30.1±4.3kPaであり，正常咬合者の最大舌圧は，開咬を有する不正咬合者と比較し，最大舌圧は大きい傾向を示したものの，両群間に有意差は認められなかったと報告している。本研究では，最大舌圧においてSkeletal I群，Skeletal III群と比較し，Skeletal II群で有意に小さな値を示した。さらにSkeletal II群は他の群と比較し，下顎下縁平面角が有意に大きかった。したがって舌圧が下顎の垂直的な成長方向においても関与している可能性がある。今後，我々は顎顔面の骨格形態を前後的分類だけでなく垂直的分類を加えて，舌圧の評価を行いたいと考えている。

3．口唇閉鎖力と顎顔面形態との関連性について

Skeletal I 群の最大口唇閉鎖力は，平均 9.55±2.08N，Skeletal II 群は，平均 9.08±2.12N，Skeletal III 群は，平均 11.46±1.92 N であった。吉田ら[30]は 3 ～ 12 歳の小児 621 名を対象に，本研究と同じ方法で最大口唇閉鎖力を測定し，口唇閉鎖力と年齢の関係について調査した。その結果，すべての年齢において男女間に有意差は認められなかったと報告している。本研究においてもすべての群で性差を認めず同様の結果を示した。

最大口唇閉鎖力において Skeletal III 群は，Skeletal I 群，Skeletal II 群と比較し有意に大きく，Skeletal II 群で最も小さな値を示した。Jung ら[32]は，成人を対象に垂直方向の上唇，下唇の口唇閉鎖力を別々に測定することができる Y メーターを用いて上唇および下唇の最大口唇閉鎖力と Angle 分類の関連性を評価した。その結果，Angle II 級群の最大口唇閉鎖力は，上唇，下唇ともに Angle I 級群と比較し有意に小さかったと報告している。また，Lambrechts ら[21]は，矯正歯科治療を希望した 7～45 歳の 107 名の口唇圧を測定し，AngleII 級 1 類群の口唇圧は，Angle I 級群と比較し有意に小さいと報告している。これらの報告は，被験者の分類に Angle 分類を使用しており，第一大臼歯の前後的位置関係による分類であるため，顎骨の前後的位置関係は反映されていない。しかしながら，AngleII 級不正咬合の口唇閉鎖力が小さいという結果は，Skeletal II 群の最大口唇閉鎖力が最も小さな値を示した本研究の結果と類似しており，上顎骨および下顎骨の前後的位置関係に影響を受けていることが示唆された。

Sabashi ら[33]は，多くの骨格性 II 級不正咬合者が鼻閉を呈し，鼻閉が口唇閉鎖力の低下を引き起こすことを報告しており，上顎骨および下顎骨の前後的位置関係に加え，呼吸様式も最大口唇閉鎖力の低下に大きく影響して

いる可能性がある。今後，最大口唇閉鎖力と顎顔面形態の評価に加え，呼吸様式との関連性を明らかにすることも重要であると考えている。

4．口蓋容積について

Primozicら[34]によると，口蓋の容積は，乳歯列および混合歯列期に増大すると述べており，上顎の狭窄を示す患児の口腔周囲筋の機能を改善し，上顎の成長を促すことは重要であると考えられる。Lioneら[35]は，骨格性I級の患児を対象とした鼻呼吸群およびアレルギー性鼻炎を有する口呼吸群の口蓋容積を比較した結果，口呼吸群は有意に口蓋容積が小さいことを報告しており，鼻疾患および呼吸様式と口蓋容積との関連性を報告している。

本研究では，舌が収められる口蓋の特徴を評価するため，上顎歯列模型の3次元解析による口蓋容積の計測を行った。その結果，IIIAからIIIC期の小児期における口蓋容積は，骨格型分類によるすべての群間において統計学的に有意な差は示さなかった。Primozicら[31]は，成人の口蓋容積において，骨格性I級と骨格性III級との間に有意な差は認められなかったと報告しており，我々の結果と同様であった。

本研究で測定した最大舌圧は，術者の指示により行われる舌機能である。それに対し嚥下時舌圧は，日常生活により行われる嚥下時の舌機能を表すと考えられる。

本研究において，口蓋容積は，嚥下時舌圧とU1-FHとの間に正の相関を示した。また，嚥下時舌圧とU1-FHとの間にも正の相関が認められた。Hashimotoら[23]は，Down症候群の成人を対象に嚥下時舌圧と口蓋形態の関連性を評価し，口蓋正中部の中央部における嚥下時舌圧が有意に小さいことから，舌の運動障害がDown症候群

に狭窄した口蓋形態をもたらし，嚥下を困難にしていると報告している。これらのことから，嚥下時の舌の挙上圧が上顎口蓋部の形成を促進し，上顎中切歯の歯軸に影響を与えることが示唆された。現在，口腔筋機能療法において，安静時は口蓋前方部のスポットに舌尖を位置させ，嚥下時に舌をしっかり挙上させるトレーニングが行われている[10]。本研究の結果から，これらのトレーニングにより嚥下時の舌挙上圧を増強させることで，口蓋容積の拡大を促す可能性があると考えられた。

口蓋の狭窄をともなう患児に対し，矯正歯科治療では急速拡大装置を用いて口蓋容積の拡大を行っている。Phoenixら[36]は，口蓋の急速拡大後に舌骨位が高位へ変化することを報告している。またOzbekら[37]は，急速拡大後の舌位の安定性を評価し急速拡大後に舌位は上昇し，挙上された安静時の舌位は急速拡大後も安定していることを示した。さらにTakiら[38]は，急速拡大装置と上顎前方牽引装置を使用することで鼻咽頭および口腔咽頭気道の改善をもたらすことを示している。これらの過去の報告は，矯正歯科治療によって口蓋容積を良好に変化させることは，舌の機能改善につながることを述べている。

本研究において嚥下時舌圧と口蓋容積との間に正の相関を示したことは，口腔機能と顎骨形態とが相互に深く関連していることを示しており，矯正歯科治療において上顎の拡大および成長促進に加えて，口腔筋機能療法を行うことにより患児の顎骨形態と口腔機能を改善させていくことが重要であると考えられた。

5. 最大舌圧と嚥下時舌圧および口唇閉鎖力の関連性

本研究の不正咬合を有する患児全体における最大舌圧

と嚥下時舌圧の関連性を評価した結果，最大舌圧と嚥下時舌圧に比較的強い正の相関を示した。また，最大舌圧，嚥下時舌圧ともに，下顎の前後的位置と密接に関係していたことから，舌圧と下顎の前後的位置との関連が認められた。

また，嚥下時舌圧は，口蓋容積や U1-FH と正の相関を示したが，最大舌圧においては，口蓋容積や切歯の歯軸との相関は示さなかった。このことは，日常行われている嚥下時の舌挙上圧が口蓋の形成および上顎切歯の歯軸に影響を与えていることを示している。このことから，成長発育期の舌機能の評価に舌圧測定を用いる場合，最大舌圧に加え嚥下時舌圧の測定を行うことで骨格系と歯系に舌機能が与える影響を明確に評価できると考えられた。

本研究において，最大舌圧と最大口唇閉鎖力，嚥下時舌圧と最大口唇閉鎖力との間に弱い正の相関を示した。Shiono ら[24]は，小児の正常咬合および反対咬合を有する患児の舌圧と口唇閉鎖力の関連性を評価した。その結果，正常咬合群および反対咬合群ともに，舌圧と口唇閉鎖総合力に弱い正の相関を示したと報告しており，同様の結果を示していた。

本研究で用いた Skeletal III 群の歯軸は，上顎中切歯の歯軸は標準範囲で下顎中切歯は舌側傾斜を示していた。これは大きな舌挙上圧と口唇閉鎖力の拮抗作用により，上顎中切歯の歯軸傾斜は維持されていると考えられた。これに対し，下顎中切歯は Skeletal III 群の最大口唇閉鎖力が Skeletal I 群，Skeletal II 群と比較して有意に大きいことから，下顎中切歯が口唇圧の影響を受け舌側に傾斜したものと推測された。

また，舌圧および最大口唇閉鎖力と側面頭部エックス

線規格写真の骨格系の計測項目との関連性をみてみると，最大舌圧，嚥下時舌圧ともにSNBと正の相関を示し，ANBとは負の相関を示した。一方，最大口唇閉鎖力は，SNA, ANBと負の相関を示した。このことは，舌機能が下顎の成長に関与し，口唇機能が上顎の成長と深く関連していることを示している。以上のことから成長発育期の小児不正咬合者における検査および矯正歯科治療に，口腔周囲筋の機能評価を活用できることが明らかとなった。本研究の結果は，不正咬合を有する小児の舌圧の指標として臨床応用が可能と考えている。

結　論

1. 小児期における最大舌圧，嚥下時舌圧および最大口唇閉鎖力ともに，Skeletal Ⅲ群と比較しSkeletal Ⅱ群で有意に小さく，前後的な骨格型分類と深く関連していた。
2. 最大舌圧と嚥下時舌圧に強い正の相関を認め，これらは舌の機能評価に有用であると考えられた。
3. 嚥下時舌圧と口蓋容積との間に正の相関が認められたことから，口蓋形成に舌の機能圧の関与が示唆された。

今後，本研究で得られた知見を矯正歯科治療における患児の舌の機能評価に反映させていきたいと考えている。

謝　辞

本研究の遂行にあたり口蓋容積の3次元的計測にご協力を頂いたコニカミノルタジャパン株式会社の神谷氏に厚く御礼申し上げます。さらに，ご協力頂いた奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野の医局員各位に感謝いたします。

学会発表の記録

本研究の要旨の一部は，第74回日本矯正歯科学会大会（平成27年11月20日，福岡県），第61回奥羽大学歯学会（平成28年6月18日，福島県），第75回日本矯正歯科学会大会（平成28年11月8日，徳島県）において発表した。

利益相反

本論文に関連し，開示すべきCOI状態はない。

文　献

1) Brodie, A. G. : Consideration of Musculature in Diagnosis, Treatment and Retention. Am J Orthod. **38** ; 823-835　1952.

2) Graber, T. M. : Orthodontics. principles and practice. 2nd ed. Philadelphia•London, W. B. Saunders Co. ; 317-354　1967.

3) Solomon, N. P., Clark, H. M., Makashay, M. J., Newman, L. A. : Assessment of Orofacial Strength in Patients with Dysarthria. J. Med. Speech Lang. Pathol. **16** ; 251-258　2008.

4) Takahashi, M., Koide, K., Arakawa, I., Mizuhashi, F. : Association between perioral muscle pressure and masticatory performance. J Oral Rehabil. **40** ; 909-915 2013.

5) Hirota, N., Konaka, K., Ono, T., Tamine, K., Kondo, J., Hori, K., Yoshimuta, Y., Maeda, Y., Sakoda, S., Naritomi, H. : Reduced tongue pressure against the hard palate on the paralyzed side during swallowing predicts dysphagia in acute stroke patients. Stroke. **41** ; 2982-2984　2010.

6) Hori, K., Taniguchi, H., Hayashi, H., Magara, J., Minagi, Y., Li, Q., Ono, T., Inoue, M. : Role of tongue pressure production in oropharyngeal swallow biomechanics. Physiol Rep. **1(6)** ; e00167　2013.

7) Thompson, J. R. : The Roentgenographic Study of Tongue Position. Angle Orthod. **8** ; 100-125　1938.

8) Rogers, A. P. : Exercises for the development of the fcce, with a view to increasing their functional activity. Dent. Cosmos. **60** ; 857　1918.

9) Rogers, A. P. : Muscle training and its relation to orthodontia. Int. J. Orthod. **4** ; 555-577 1918.

10) Zickefoose, W. E., Zickefoose, J., Zickefoose. T. : Techniques of oral myofunctional therapy. O. M. T. Materials. Sacramento. 1989.

11) 根津 允，竜 立雄，双石博之，海老澤聡一，福井和徳 : 混合歯列期における不正咬合者の舌位に関する計測学的評価．東北矯正誌 **23(1)** ; 3-10 2015

12) Tarkar, J. S., Parashar, S., Gupta, G., Bhardwaj, P., Maurya, R. K., Singh, A., Singh, P. : An Evaluation of Upper and Lower Pharyngeal Airway Width, Tongue Posture and Hyoid Bone Position in Subjects with Different Growth Patterns. J Clin Diagn Res. **10(1)** ; ZC79-83 2016.

13) Vijay Kumar, K. V., Shankar, V., Santosham, R. : Assessment of swallowing and its disorders-a dynamic MRI study. Eur J Radiol. **82** ; 215-219 2013.

14) Yanagisawa, Y., Matsuo, Y., Shuntoh, H., Mitamura, M., Horiuchi, N. : Change in tongue morphology in response to expiratory resistance loading investigated by magnetic resonance imaging. J Phys Ther Sci. **25** ; 667-669 2013.

15) Parthasarathy, V., Stone, M., Prince, J. L. : Spatiotemporal visualization of the tongue surface using ultrasound and Kriging (SURFACES). Clin Linguist Phon. **19** ; 529-544 2005.

16) Uysal, T., Yagci, A., Ucar, F. I., Veli, I., Ozer, T. : Cone-beam computed tomography evaluation of relationship between tongue volume and lower incisor irregularity. : Eur J Orthod. **35** ; 555-562 2013.

17)Ihan Hren, N., Barbič, U. : Tongue volume in adults with skeletal Class III dentofacial deformities. Head, Face Medicine. **12** ; 12 2016.

18)Hayashi, R., Tsuga, K., Hosokawa, R., Yoshida, M., Sato, Y., Akagawa, Y. : A novel handy probe for tongue pressure measurement. Int J Prosthodont. **15** ; 385-388 2002.

19)Utanohara, Y., Hayashi, R., Yoshikawa, M., Yoshida, M., Tsuga, K., Akagawa, Y. : Standard Values of Maximum Tongue Pressure Taken Using Newly Developed Disposable Tongue Pressure Measurement Device. Dysphagia. **23** ; 286 2008.

20)Taslan, S., Biren, S., Ceylanoglu, C. : Tongue pressure changes before, during and after crib appliance therapy. Angle Orthod. **80** ; 533-539 2010.

21)Lambrechts, H., De Baets, E., Fieuws, S., Willems, G. : Lip and tongue pressure in orthodontic patients. Eur J Orthod. **32** ; 466-471 2010.

22)Tsuga, K., Maruyama, M., Yoshikawa, M., Yoshida, M., Akagawa, Y. : Manometric evaluation of oral function with a hand-held balloon probe. J Oral Rehabil. **38** ; 680-685 2011.

23)Hashimoto, M., Igari, K., Hanawa, S., Ito, A., Takahashi. A., Ishida, N., Koyama, S., Ono, T., Sasaki, K. : Tongue Pressure During Swallowing in Adults with Down Syndrome and Its Relationship with Palatal Morphology. Dysphagia. **29** ; 509-518 2014.

24)Shiono, Y., Morikawa, K., Maki, K. : Comparative clinical study evaluating lip-closure forces in

association with tongue pressure in children. ResearchGate. **25** ; 19-25 2015.

25)本城孝浩，森川和政，佐伯　桂，長尾怜美，秀島　治，牧　憲司：小児における口唇閉鎖力と舌圧に関連する臨床研究．小児歯誌 **53** ; 60-68 2015.

26)Oh, J. C., Park, J. W., Cha, T. H., Woo, H. S., Kim, D. K. : Exercise using tongue-holding swallow does not improve swallowing function in normal subjects. J Oral Rehabil. **39** ; 364-369 2012.

27)Park, J. S., Kim, H. J., Oh, D. H. : Effect of tongue strength training using the Iowa Oral Performance Instrument in stroke patients with dysphagia. J Phys Ther Sci. **27** ; 3631-3634 2015.

28)Eslamian, L., Leilazpour, A. P. : Tongue to palate contact during speech in subjects with and without a tongue thrust. Eur J Orthod. **28** ; 475-479 2006.

29)Utsuno, H., Kageyama, T., Uchida, K., Kibayashi, K. : Facial soft tissue thickness differences among three skeletal classes in Japanese population. Forensic Sci. Int. **236** ; 175-180 2014.

30)吉田良成，大塚章仁，坂井志穂，眞鍋視里，鬼頭佳子，小野俊朗，神谷省吾，土屋友幸：小児の口唇閉鎖力に関する研究．小児歯誌 **42** ; 436-440 2004.

31)Primozic, J., Farcnik, F., Perinetti, G., Richmond, S., Ovsenik, M. : The association of tongue posture with the dentoalveolar maxillary and mandibular morphology in Class III malocclusion: a controlled study. Eur J Orthod. **35** ; 388-393 2013.

32)Jung, M. H., Yang, W. S., Nahm, D. S. : Maximum closing force of mentolabial muscles and type of malocclusion. Angle Orthod. **80** ; 72-79 2010.

33)Sabashi, K., Washino, K., Saitoh, I., Yamasaki, Y., Kawabata, A., Mukai, Y., Kitai, N. : Nasal obstruction causes a decrease in lip-closing force. Angle Orthod. **81** ; 750-753 2011.

34)Primozic, J., Perinetti, G., Richmond, S., Ovsenik, M. Three-dimensional longitudinal evaluation of palatal vault changes in growing subjects. Angle Orthod. **82** ; 632-636 2012.

35)Lione, R., Franchi, L., Ghislanzoni, L. T. H., Primozic, J., Buongiorno, M., Cozza, P. : Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts-a controlled study. Eur J Orthod. **37** ; 101-104 2015.

36)Phoenix, A., Valiathan, M., Nelson, S., Strohl, K. P., Hans, M. : Changes in hyoid bone position following rapid maxillary expansion in adolescents. Angle Orthod. **81** ; 632-638 2011.

37)Ozbek, M. M., Memikoglu, U. T. T., Altug-Atac, A. T., Lowe, A. A. : Stability of maxillary expansion and tongue posture. Angle Orthod. **79** ; 214-220 2009.

38)Taki, A. A., Thabit, A. : Changes in Pharyngeal Airway Dimensions, Hyoid position, and Head Posture after Rapid Palatal Expansion and Face Mask Therapy. J Am Sci. **10(10)** ; 259-263 2014.

図表の解説

図１．舌圧の測定方法

バルーン式舌圧測定器(JMS舌圧測定器；JMS社，Tokyo, Japan)を用いて最大舌圧および嚥下時舌圧を測定した。FH平面を床面に平行にした座位姿勢にてバルーンを口腔内に挿入し，硬質リング部を上下顎中切歯で軽くくわえることでバルーンを口蓋皺襞前方部に固定した。

図２．口唇閉鎖力の測定方法

口唇閉鎖力測定器（LIP DE CUM® LDC-110R; コスモ計器社製，Tokyo, Japan）を用いて最大口唇閉鎖力を測定した。FH平面を床面に平行にした座位姿勢にて被験者はフランクフルト平面を床面に平行にした座位姿勢にてダックリン®を口唇に装着し，咬頭嵌合位における最大口唇閉鎖力を測定した。

図３．サーフェイスモデルと口蓋容積の算出方法

歯頸部平面（平面A）と遠心平面（平面B）を口蓋との境界面と設定した。平面Aと平面Bにより構成される口蓋部の体積を口蓋容積（青）として算出した。

平面A：全萌出歯の歯頸部の最深点を結んだ近似平面

平面B：左右側上顎第一大臼歯の歯頸部最遠心点の２点を通り，歯頸部平面に対し垂直な平面

図４．側面頭部エックス線規格写真の計測項目

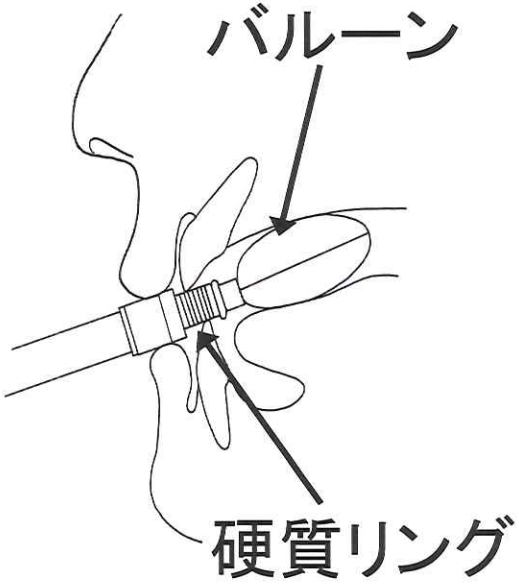
1. SNA　2. SNB　3. ANB　4. Facial angle　5. FH-MP　6. Gonial angle　7. Occ. P.　8. U1-FH　9. L1-MP　10. Overbite　11. Overjet

図５．不正咬合を有する患児全体における最大舌圧と嚥下時舌圧の散布図

図６．不正咬合を有する患児全体における最大舌圧と最大口唇閉鎖力の散布図

図７．不正咬合を有する患児全体における嚥下時舌圧と

最大口唇閉鎖力の散布図
表１．骨格型分類
表２．骨格型分類による各群の舌圧および最大口唇閉鎖力の性差
表３．骨格型分類による舌圧および最大口唇閉鎖力の比較
表４．骨格型分類による側面頭部エックス線規格写真分析の比較
表５．骨格型分類による口蓋容積の比較
表６．不正咬合を有する患児全体における口蓋容積と側面頭部エックス線規格写真分析の相関係数
表７．不正咬合を有する患児全体における舌圧および最大口唇閉鎖力と顎顔面形態の相関係数



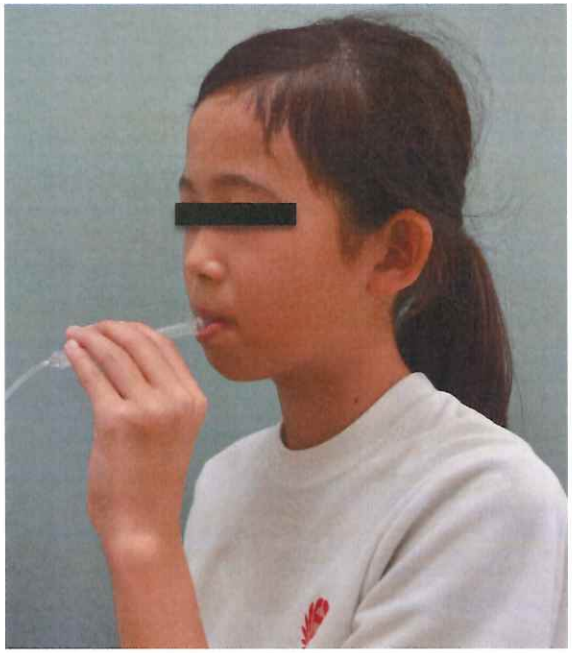


図1. 舌圧の測定方法
バルーン式舌圧測定器(JMS舌圧測定器; JMS社, Tokyo, Japan)を用いて最大舌圧および嚥下時舌圧を測定した。
FH平面を床面に平行にした座位姿勢にてバルーンを口腔内に挿入し,
硬質リング部を上下顎中切歯で軽くくわえることでバルーンを口蓋皺襞前方部に固定した 。

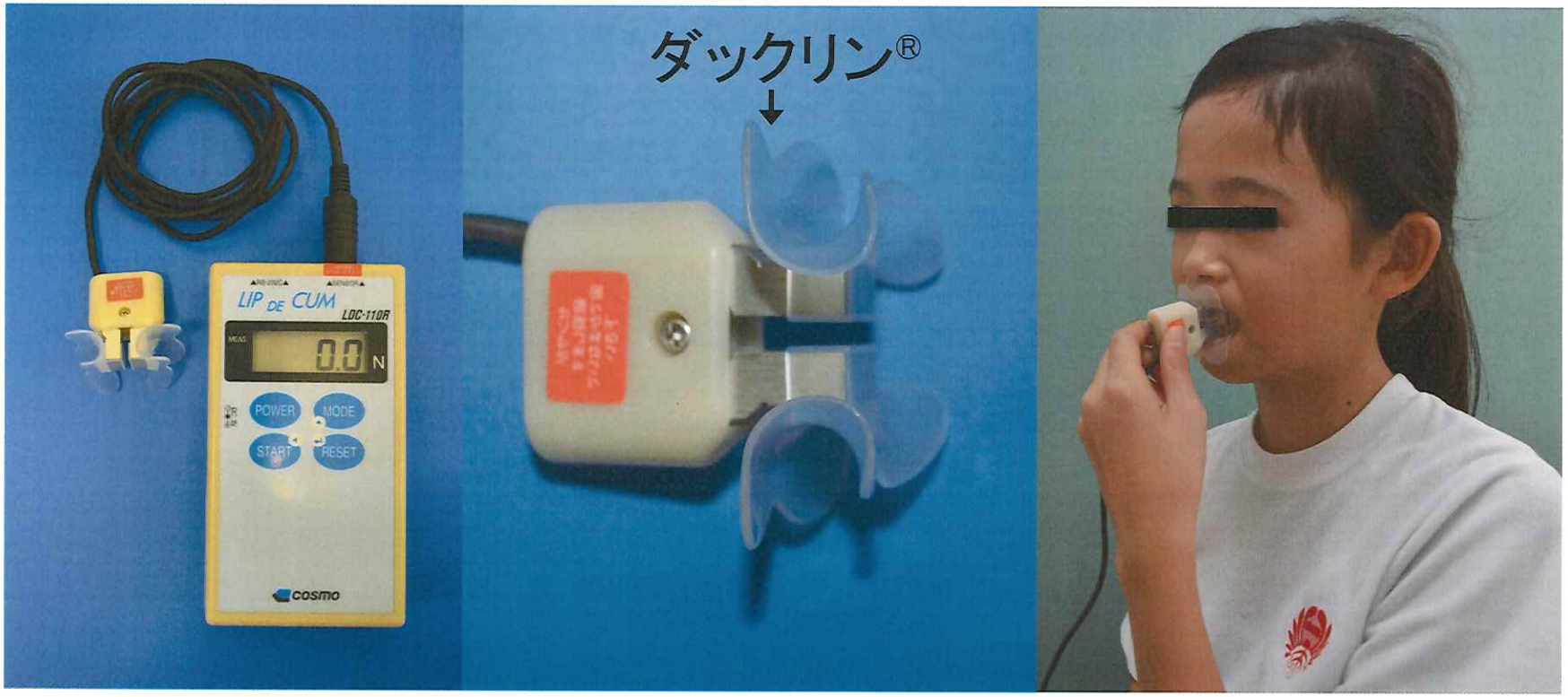


図2. 口唇閉鎖力の測定方法
口唇閉鎖力測定器(LIP DE CUM® LDC-110; コスモ計器社製, Tokyo, Japan)を用いて最大口唇閉鎖力を測定した。
FH平面を床面に平行にした座位姿勢にて被験者はFH平面を床面に平行にした座位姿勢にてダックリン®を口唇に装着し,
咬頭嵌合位における最大口唇閉鎖力を測定した。

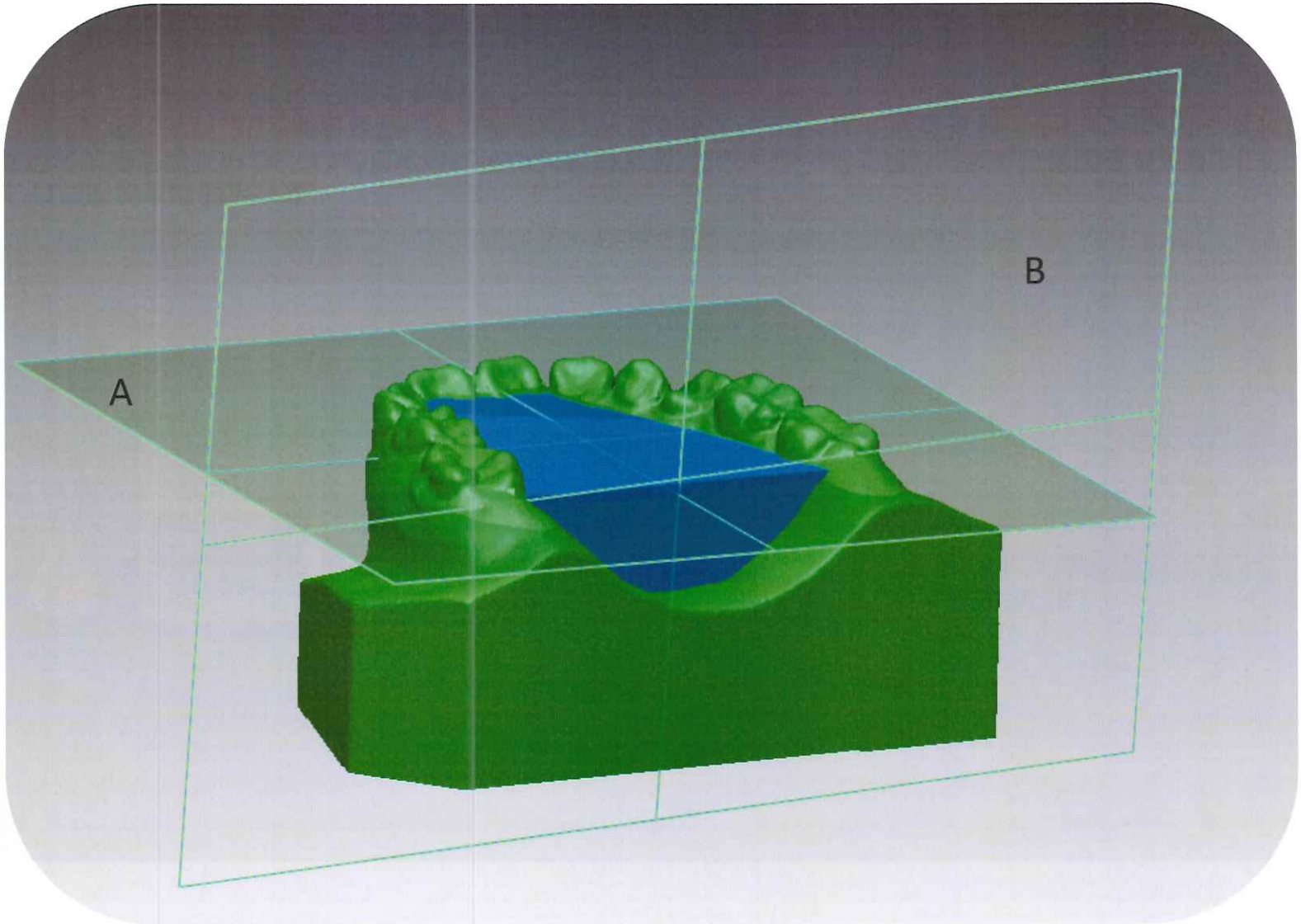


図3. サーフェイスモデルと口蓋容積の算出方法
歯頸部平面（平面A）と遠心平面（平面B）を口蓋との境界面と設定した。
平面Aと平面Bにより構成される口蓋部の体積を口蓋容積（青色領域）として算出した。
平面A：全萌出歯の歯頸部の最深点を結んだ近似平面
平面B：左右側上顎第一大臼歯の歯頸部最遠心点の2点を通り，歯頸部平面に対し垂直な平面

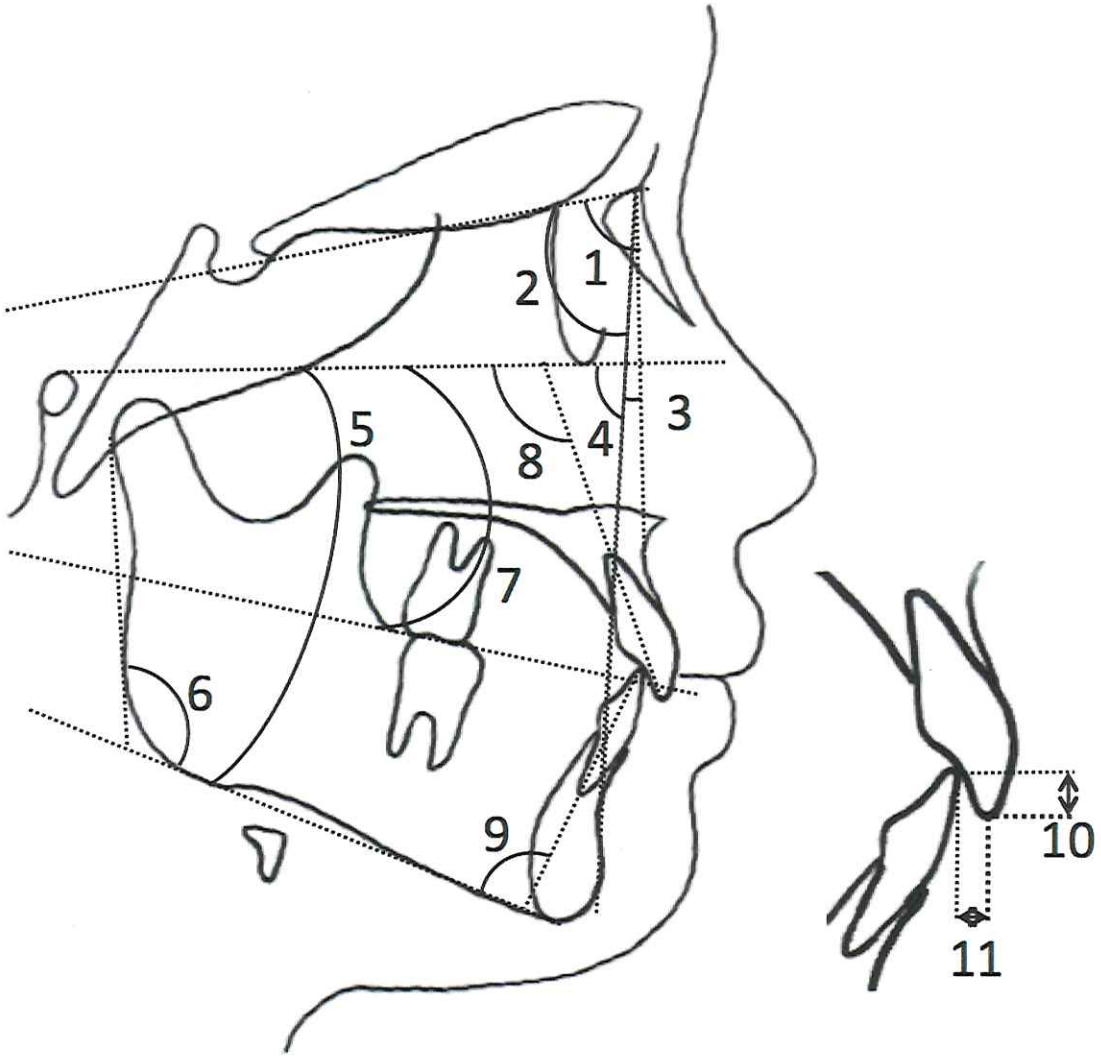


図4. 側面頭部エックス線規格写真の計測項目
1. SNA 2. SNB 3. ANB 4. Facial angle 5. FH-MP 6. Gonial angle
7. Occ. P. 8. U1-FH 9. L1-MP 10. Overbite 11. Overjet

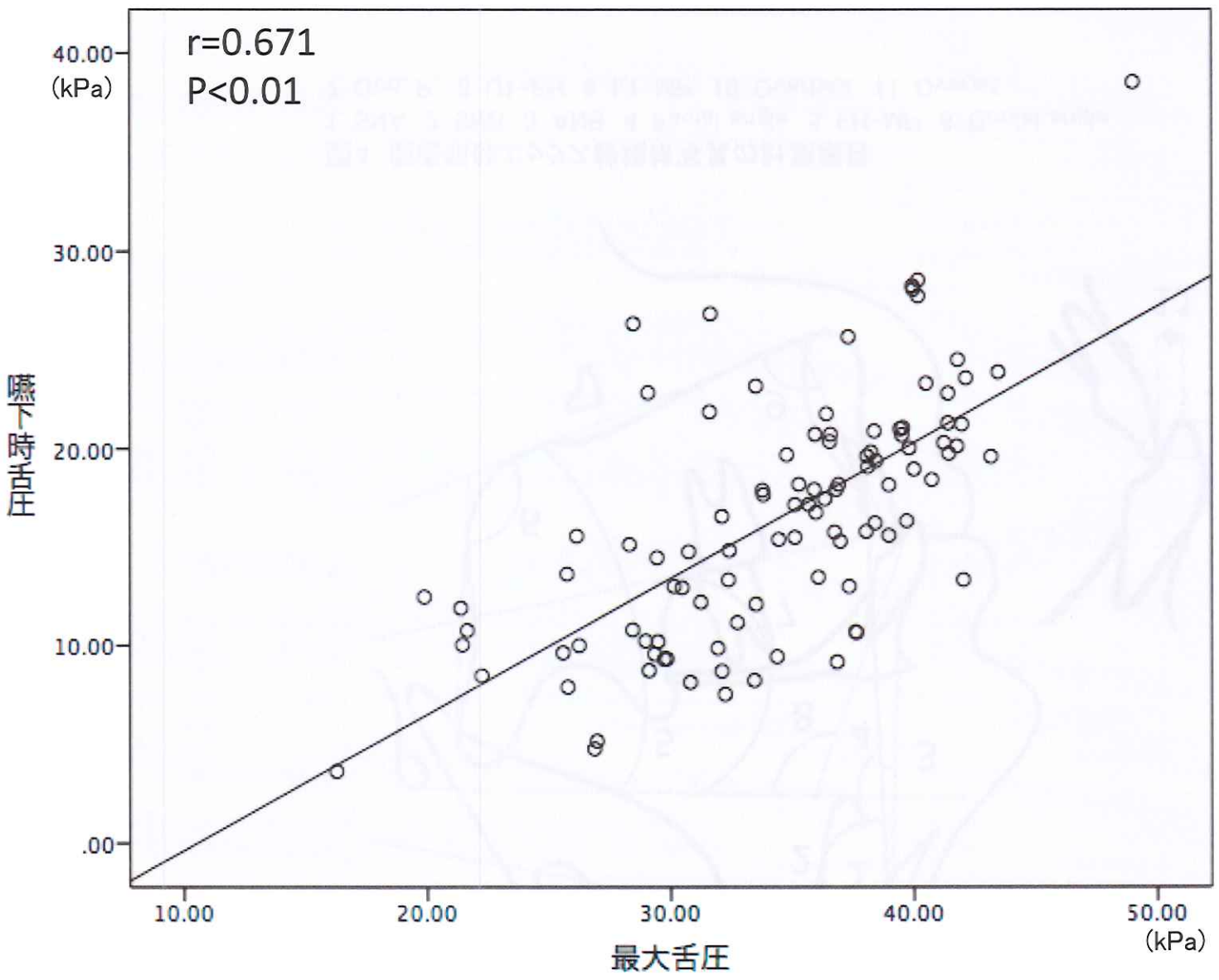


図5. 不正咬合を有する患児全体における最大舌圧と嚥下時舌圧の散布図

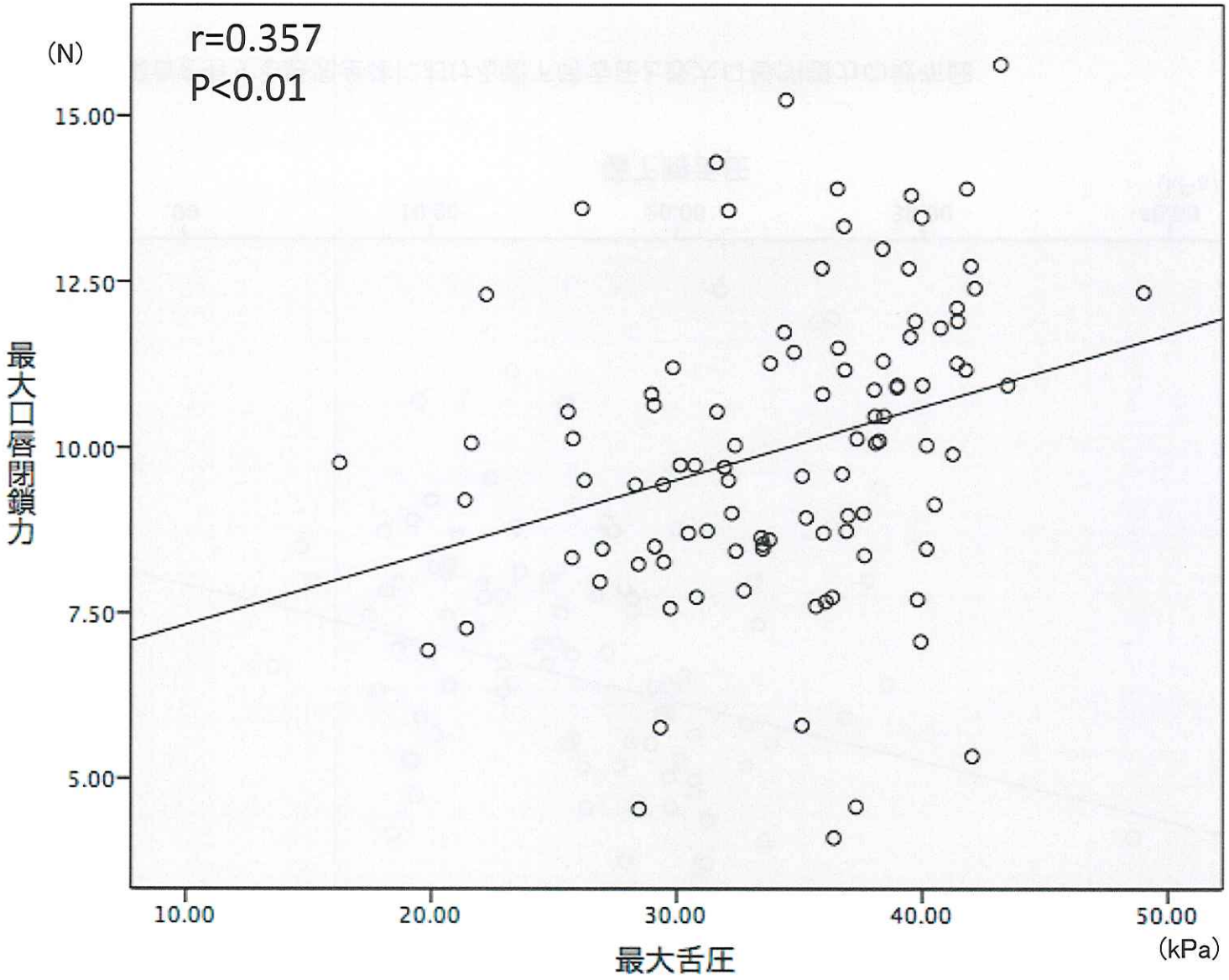


図6. 不正咬合を有する患児全体における最大舌圧と最大口唇閉鎖力の散布図

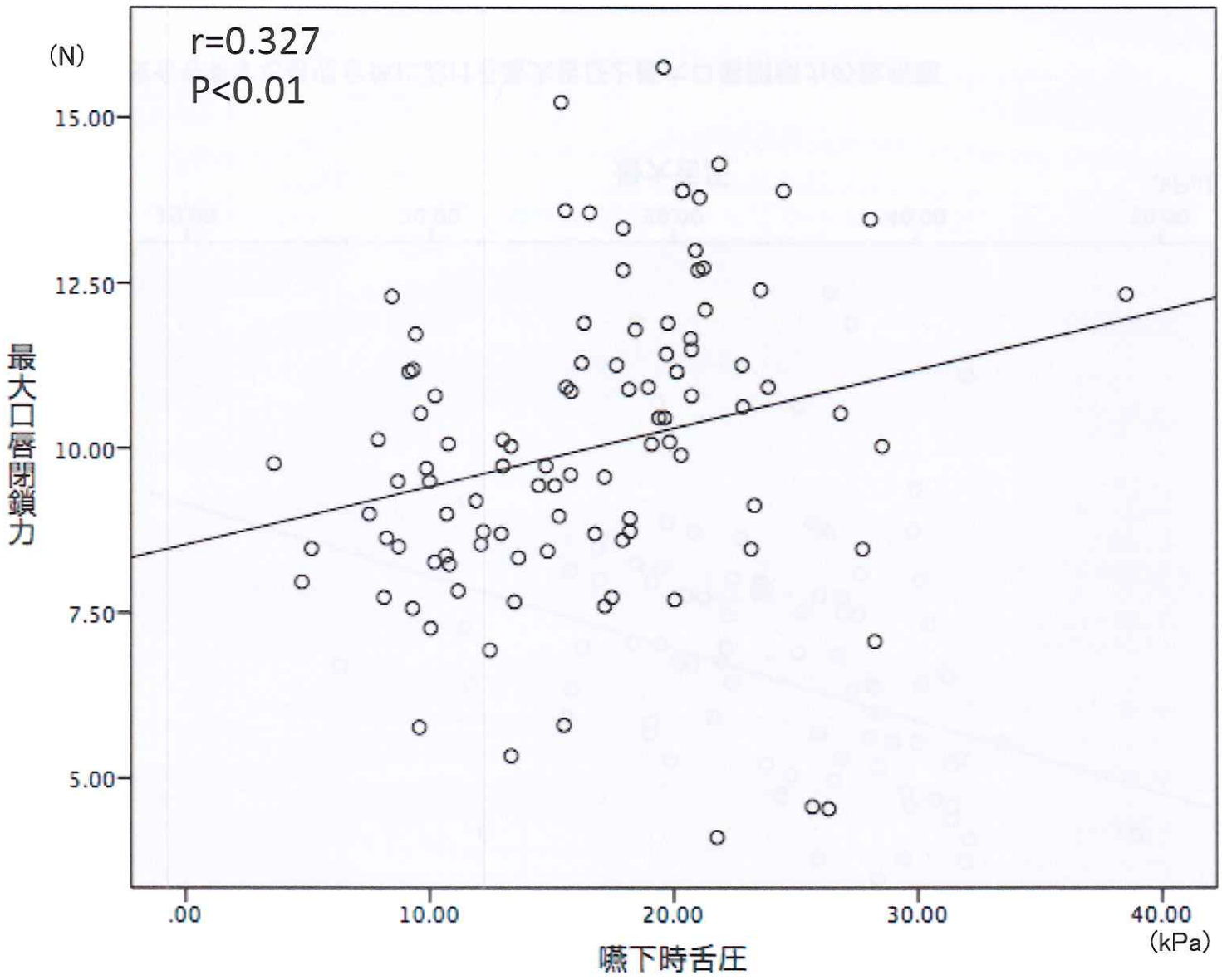


図7. 不正咬合を有する患児全体における嚥下時舌圧と最大口唇閉鎖力の散布図

表1. 骨格系分類

Group	分類基準	男児 (n)	女児 (n)	合計
Skeletal Ⅰ群	2° ≦ANB≦4°	13	19	32
Skeletal Ⅱ群	ANB＞4°	10	26	36
Skeletal Ⅲ群	ANB＜2°	11	21	32
合計		34	66	100

表2. 骨格系分類による各群の舌圧および最大口唇閉鎖力の性差

	Skeletal Ⅰ群			Skeletal Ⅱ群			Skeletal Ⅲ群		
	男児 (n=13)	女児 (n=19)	男VS.女	男児 (n=10)	女児 (n=26)	男VS.女	男児 (n=11)	女児 (n=21)	男VS.女
	Med (IQR)	Med (IQR)	*P*	Med (IQR)	Med (IQR)	*P*	Med (IR)	Med (IR)	*P*
最大舌圧 (kPa)	37.15 (4.34)	36.08 (9.73)	NS	32.17 (6.25)	29.78 (9.56)	NS	37.07 (7.11)	38.23 (3.99)	NS
嚥下時舌圧 (kPa)	16.18 (5.17)	16.67 (10.40)	NS	15.17 (10.76)	12.00 (7.92)	NS	17.80 (7.27)	19.28 (4.41)	NS
最大口唇閉鎖力 (N)	9.88 (1.17)	8.97 (2.69)	NS	8.53 (1.75)	9.07 (2.15)	NS	11.58 (2.62)	11.22 (1.38)	NS

Med: median, IQR: interquartile range, NS: Not Significant.

表3. 骨格系分類による舌圧および最大口唇閉鎖力の比較

	Skeletal Ⅰ群 (n=32)		Skeletal Ⅱ群 (n=36)		Skeletal Ⅲ群 (n=32)		*P*		
	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Ⅰ VS. Ⅱ	Ⅱ VS. Ⅲ	Ⅰ VS. Ⅲ
最大舌圧 (kPa)	35.55 ± 4.92	36.93 (8.05)	31.12 ± 5.70	31.20 (7.70)	36.97 ± 5.52	38.15 (5.29)	**	**	NS
嚥下時舌圧 (kPa)	16.55 ± 5.53	16.18 (7.65)	14.15 ± 5.99	13.20 (8.79)	19.10 ± 5.86	18.70 (4.68)	NS	**	NS
最大口唇閉鎖力 (N)	9.55 ± 2.08	9.65 (1.96)	9.08 ± 2.12	8.67 (1.98)	11.46 ± 1.92	11.27 (2.18)	NS	**	**

Med: median, IQR: interquartile range, **: $p < 0.01$, NS: Not Significant.

表4. 骨格系分類による側面頭部エックス線規格写真分析の比較

	Skeletal Ⅰ群 (n=32)		Skeletal Ⅱ群 (n=36)		Skeletal Ⅲ群 (n=32)		*P*		
	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Ⅰ VS. Ⅱ	Ⅱ VS. Ⅲ	Ⅰ VS. Ⅲ
SNA (°)	79.52 ± 2.96	80.00 (4.00)	81.00 ± 2.97	80.00 (4.00)	78.95 ± 2.83	79.00 (3.50)	NS	NS	NS
SNB (°)	76.48 ± 3.10	76.25 (5.00)	74.81 ± 3.17	74.00 (3.00)	79.56 ± 3.10	78.75 (4.25)	*	**	**
ANB (°)	3.03 ± 0.79	3.00 (2.00)	6.19 ± 1.58	6.00 (2.00)	−0.61 ± 1.80	−0.25 (3.00)	**	**	**
Facial angle (°)	85.11 ± 3.23	85.00 (4.25)	83.33 ± 4.49	83.00 (4.00)	86.97 ± 3.11	87.25 (2.50)	*	**	NS
FH-MP (°)	28.84 ± 5.06	29.00 (6.88)	30.54 ± 5.88	31.00 (4.25)	26.81 ± 3.54	27.25 (5.00)	NS	**	NS
Gonial angle (°)	124.72 ± 7.69	125.50 (11.75)	122.64 ± 11.30	123.50 (7.50)	123.17 ± 5.01	124.00 (7.00)	NS	NS	NS
Occ. P. (°)	12.95 ± 4.26	13.50 (6.00)	14.69 ± 3.43	15.00 (3.25)	13.00 ± 4.08	13.00 (3.75)	NS	NS	NS
U1-FH (°)	116.14 ± 5.45	117.00 (6.25)	114.14 ± 7.08	112.50 (10.00)	113.08 ± 6.06	113.75 (8.25)	NS	NS	NS
L1-MP (°)	93.59 ± 6.60	92.00 (7.63)	95.76 ± 6.12	95.50 (7.25)	88.84 ± 5.32	88.50 (3.38)	NS	**	*
Overbite (mm)	2.72 ± 1.74	2.75 (2.25)	2.53 ± 2.37	3.00 (3.13)	2.64 ± 2.79	2.50 (3.00)	NS	NS	NS
Overjet (mm)	3.31 ± 2.57	3.50 (3.00)	5.50 ± 3.16	5.00 (3.13)	−1.45 ± 2.56	−2.00 (3.25)	*	**	**

Med: median, IQR: interquartile range, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, NS: Not Significant.

表5. 骨格系分類による口蓋容積の比較

	Skeletal Ⅰ群 (n=32)		Skeletal Ⅱ群 (n=36)		Skeletal Ⅲ群 (n=32)		*P*		
	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Mean ± SD	Med (IQR)	Ⅰ VS. Ⅱ	Ⅱ VS. Ⅲ	Ⅰ VS. Ⅲ
口蓋容積 (mm^3)	5659.30 ± 751.94	5488.34 (1214.29)	5442.39 ± 1116.52	5305.51 (1325.91)	5314.70 ± 961.71	5456.38 (1444.15)	NS	NS	NS

Med: median, IQR: interquartile range, NS: Not Significant.

表6. 不正咬合を有する患児全体における口蓋容積と
側面頭部エックス線規格写真分析の相関係数

	口蓋容積 (n=100)
SNA	0.082
SNB	0.040
ANB	−0.001
Facial angle	0.043
FH−MP	0.031
Gonial angle	−0.013
Occ. P.	−0.141
U1−FH	0.281**
L1−MP	0.020
Overbite	−0.012
Overjet	0.085

**: $p < 0.01$

表7. 不正咬合を有する患児全体における舌圧および最大口唇閉鎖力と顎顔面形態の相関係数

	最大舌圧 (n=100)	嚥下時舌圧 (n=100)	最大口唇閉鎖力 (n=100)
SNA	0.165	0.177	−0.254*
SNB	0.448**	0.363**	0.141
ANB	−0.420**	−0.315**	−0.412**
Facial angle	0.213*	0.181	0.099
FH−MP	−0.162	−0.092	−0.060
Gonial angle	−0.072	−0.039	0.051
Occ. P.	−0.140	−0.096	−0.021
U1−FH	0.174	0.209*	−0.233*
L1−MP	−0.072	−0.048	−0.269**
Overbite	−0.096	−0.035	−0.086
Overjet	−0.219*	−0.141	−0.374**
口蓋容積	0.177	0.487**	−0.003

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$