

JMS舌圧測定器の 小児矯正のスクリーニングへの応用

舌圧と顎顔面形態の関連

奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野

講師

双石博之

講師

竜立雄

助手

根津允

教授

福井和徳



はじめに

2016年の歯科疾患実態調査によると、12～20歳における不正咬合は依然として多く、歯列に叢生を認めるのは全体の1/4以上、オーバージェットが過大もしくは過小である者はおよそ半数もいるそうです。これらの不正咬合の原因には、舌や口腔周囲筋の機能を含む環境的要因が深く関与しており、特に成長発育が旺盛な小児期では、口腔周囲筋機能が顎顔面の発育に影響を及ぼすと考えられています。このような背景から、口腔筋機能療法

(MFT)や口腔周囲筋を活性化させる器具が多く開発され、注目を集めています。また、2018年度の診療報酬改定では小児口腔機能管理加算が新設され、歯科医療従事者は小児の口腔機能の改善を社会的に求められているといえるでしょう。しかしながら、口腔周囲筋の評価法は、熟練を要する主観的な評価や施設特有の装置による評価が多く、評価基準が確立されていない現状があります。

我々は、2013年からJMS舌圧測定

器を用いた小児期における舌の運動機能評価を行ってきました。舌圧測定は再現性が高く、特殊な技術や大きな施設を必要とせず、安全に測定できることから舌の機能的診断および治療効果の評価に最も有用であると考えています。今回は、JMS舌圧測定器を用いた小児期における舌機能の定量的評価と顎顔面形態に関する研究¹⁾について紹介いたします。

JMS舌圧測定器の特徴

JMS舌圧測定器は、広島大学の津賀先生らの研究チームにより開発された、バルーン式舌圧測定器(図1)です。舌の運動機能を舌圧として測定するもので、口腔機能検査のスクリーニングの指標として、日本で初めて医療機器として承認されました。これまで臨床では評価が困難であった舌の力を圧力として測定することで舌の機能評価を簡単に行うことができます。

本測定器の特徴は、連結チューブ(図1②)と舌圧プローブ(図1③)は取り外しが可能で、舌圧プローブはディスプレイが測定できることです。舌で加圧するバルーン部(図1A)は、平たい風船の形態であるため、「風船をつぶしてくだ

さい」と指示内容が患者さんにわかりやすいのも良いところです。また、舌圧測定データ表示用ソフトウェア(図1④)を用いることで測定データの平均値

の算出や患者さんごとに目標舌圧の設定が可能となり、測定データを患者さんにわかりやすくご提示できます。

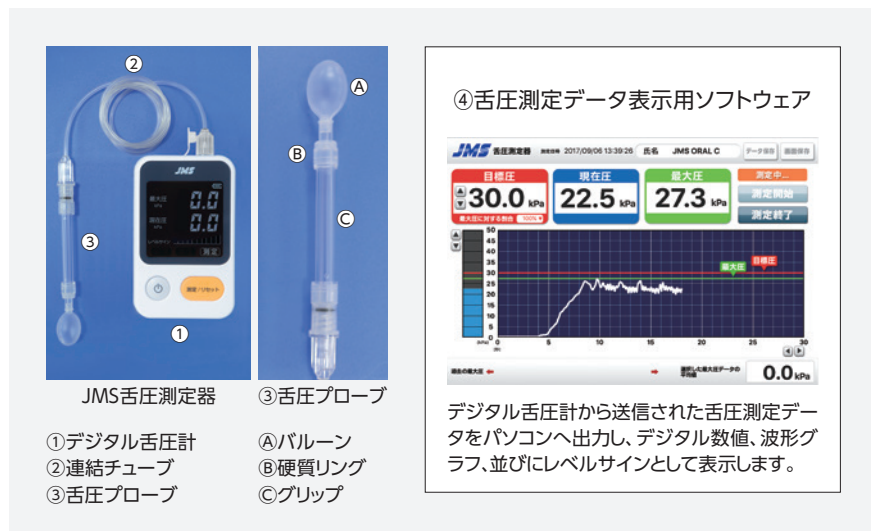


図1 JMS舌圧測定器とその構成。

測定方法と対象者

最大舌圧の測定方法

患児には、フランクフルト平面を床面と平行にした座位姿勢をとってもらいます。バルーンを患児の口腔内に挿入したら、硬質リング部を上下顎中切歯で軽くくわえてもらい、バルーンを口蓋皺襞前方部に固定させます(図2)。その後、最大の力で舌を挙上して

7秒間バルーンを押しつぶすよう指示します²⁾。

我々は、測定エラーを極力少なくするため、2回の練習をした後に3回測定し、その平均値を患児の最大舌圧として評価しています。

最大舌圧は、患者さんが意識的に行

うことができる最大の舌挙上圧です。そのため測定者は「舌を上挙げて思いきり風船を押し付けてつぶしてください」とわかりやすく指示内容を伝え、本来の力を引き出すことが重要です。

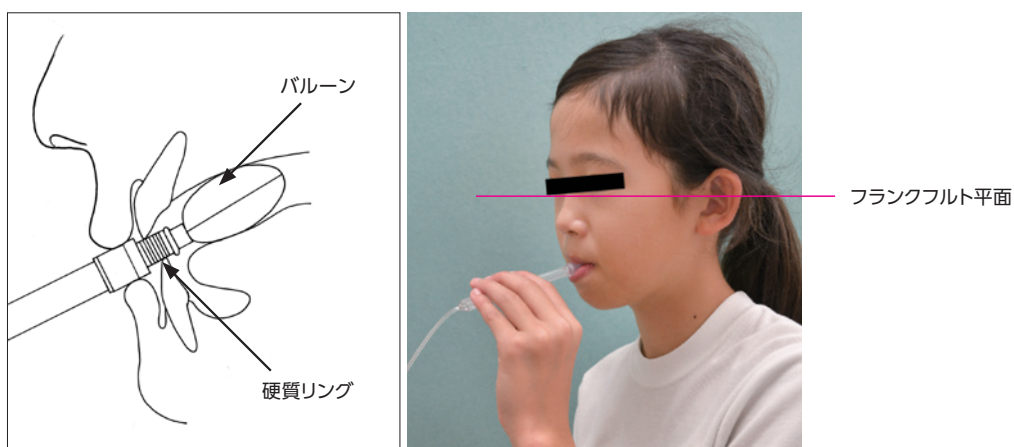


図2 バルーンを固定した模式図および実際の舌圧の測定時の様子。

嚥下時舌圧の測定方法

口腔内に水5mlを含んでもらい、その後最大舌圧測定時と同じ方法でバルーンを固定させます。口唇閉鎖後、自由に嚥下するように患児に指示して、嚥下時の舌圧を測定します²⁾。最大舌圧測定時と同様に2回の練習を

設け、3回測定した嚥下時の最大舌圧の平均値を患児の嚥下時舌圧としています。

最大舌圧が術者の指示により発揮される舌の最大の力であるのに対し、嚥下時舌圧は日常生活で通常行われ

る舌の運動機能を評価することが目的です。そのため、バルーンを押しつぶすことに集中させるのではなく、リラックスした状態で自然に水を飲み込ませることが重要です。

対象および舌圧測定項目

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～ⅢC期の患児100名(平均

年齢9.1±1.5歳、男児34名、女児66名)を対象に、小児期の患児の最大舌圧および嚥下時舌圧についてJMS舌圧測

定器を用いて測定しました。

顎顔面形態の評価法と骨格系分類

顎顔面形態の評価は、側面頭部エックス線規格写真を用いて11項目のセファロ分析を行いました(図3)。また、舌圧と顎顔面形態との関連を骨格系分類別に評価するため、Utsuno³⁾らの分類基準に従い、セファロ分析項目の上下顎の前後的な関係を表すANBに

より3つのグループに分類しました。

1つ目のグループは、Skeletal I群(上下顎の前後的位置関係に異常のない叢生の患児)です。2つ目のグループはSkeletal II群(上顎前突を示す患児)、そして3つ目のグループはSkeletal III群(反対咬合を示す患

児)に分類しました(表1)。

図4に各群の顔貌写真と口腔内写真を示します。大臼歯関係はSkeletal I群はAngle I級を示し、Skeletal II群はAngle II級1類の上顎前突、Skeletal III群はAngle III級の反対咬合を示す症例です。

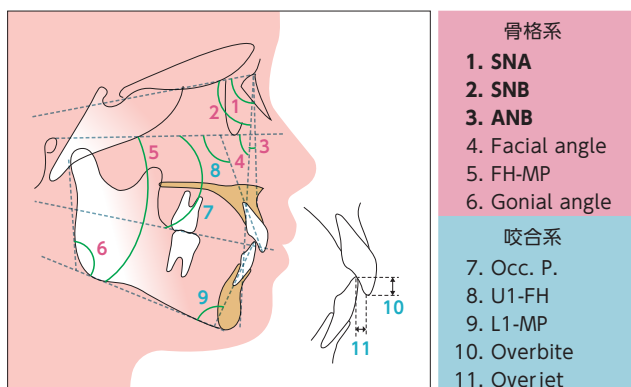


図3 側面頭部エックス線規格写真を用いたセファロ分析の項目。

	分類基準	男児 (n)	女児 (n)	合計
Skeletal I群	$2^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$	13	19	32
Skeletal II群	$\text{ANB} > 4^{\circ}$	10	26	36
Skeletal III群	$\text{ANB} < 2^{\circ}$	11	21	32
合計		34	66	100

ANB (上下顎の前後的な関係) =
 SNA (上顎骨の前後的な位置) - SNB (下顎骨の前後的な位置)

表1 今回用いた骨格系分類の基準とその患児数。



図4 骨格系分類における各群の側貌写真と側面口腔内写真の1例。

統計学的解析

骨格型分類による舌圧の比較を、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 Bonferronicorrectionにより分析しました。有意水準は5%未満とし、統計解

析ソフトウェア (SPSS 22.0J, SPSS社、Chicago) を使用して解析しました。

結果

1. 最大舌圧および嚥下時舌圧

図5は、上下顎骨の水平的な骨格型分類ごとの舌圧測定値と、それらと比較したものです。最大舌圧はSkeletal II群が最も小さく平均31.1kPa、Skeletal I群は平均35.6kPa、Skeletal III群は最も

大きく平均37.0kPaでした。嚥下時舌圧も同様の順序で、Skeletal II群は平均14.2kPa、Skeletal I群は平均16.6kPa、Skeletal III群は平均19.1kPaでした。最大舌圧においてSkeletal I群、

Skeletal III群と比較して、Skeletal II群は有意に小さく ($P<0.01$)、また嚥下時舌圧においても、Skeletal III群と比較して、Skeletal II群は有意に小さいという結果になりました ($P<0.01$)。

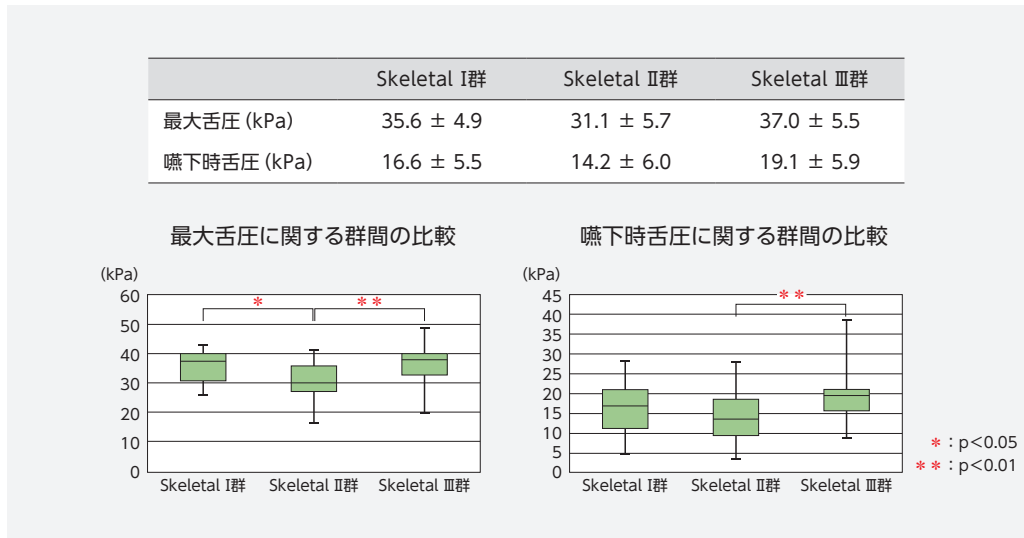


図5 各群の最大舌圧および嚥下時舌圧測定値の平均値と、それぞれの値の骨格系分類による比較。

2. 舌圧と顎顔面形態との関連性

各舌圧測定値と顎顔面形態の関連性を総合的に評価するため、すべての患児の最大舌圧、嚥下時舌圧とセファロ分析値との相関係数を求めました(表2)。最大舌圧や嚥下時舌圧が大きい場合、あるいは小さい場合に顎顔面形態のど

こに関与するかを図6に示します。表2からわかるように、下顎骨の前後的位置(SNB)は、最大舌圧および嚥下時舌圧との間に正の相関を認めました。これは、下顎が前方位にある場合は舌圧が大き

く、下顎が後方位にある場合は舌圧が小さくなる、ということを表しています。また、上顎前歯の歯軸(U1-FH)は、嚥下時舌圧と正の相関を認め、上顎前歯が唇側傾斜を示す場合に嚥下時舌圧は大きくなり、舌側傾斜を示す場合は嚥下時舌圧が小さくなることを表しています。

	最大舌圧 (n=100)	嚥下時舌圧 (n=100)
SNA	0.165	0.177
SNB	0.448**	0.363**
ANB	-0.420**	-0.315**
Facial angle	0.213*	0.181
FH-MP	-0.162	-0.092
Gonial angle	-0.072	-0.039
Occ. P.	-0.140	-0.096
U1-FH	0.174	0.209*
L1-MP	-0.072	-0.048
Overbite	-0.096	-0.035
Overjet	-0.219*	-0.141

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

表2 患児全体における舌圧とセファロ分析項目の相関係数。

相関関係の目安	
相関係数	相関の強さ
0.7~ 1.0	強い正の相関
0.4~ 0.7	正の相関
0.2~ 0.4	弱い正の相関
-0.2~ 0.2	ほとんど相関がない
-0.4~-0.2	弱い負の相関
-0.7~-0.4	負の相関
-1.0~-0.7	強い負の相関

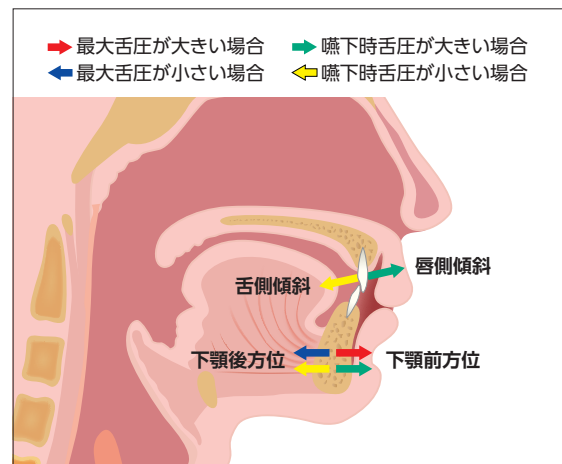


図6 最大舌圧および嚥下時舌圧と顎顔面形態の関連。

3. 最大舌圧測定値の他施設データとの比較

Utanoharaらは嚙下障害のない成人の最大舌圧測定値の基準値を報告⁴⁾しており、20代で41.7±9.7kPa、30代で41.9±9.9kPaと最も大きく、その後減少を示すと報告しています。また橋口らは正常咬合者の最大舌圧測定値を報告⁵⁾しており、Hellmanの咬合発育段階によるⅢA～ⅢB期(平均年齢9.0±0.7歳、15名)では28.9±5.3kPa、ⅢC～ⅣA期(平均年齢13.7±4.4歳、15名)で

は34.7±11.0kPa、ⅣA期以降の18歳以上(平均年齢21.9±4.0歳、15名)では40.4±8.6kPaであったと報告しています。今回我々の研究で得たⅢA～ⅢC期の不正咬合全体の最大舌圧測定値は平均で34.0±6.4kPa(平均年齢9.1±1.5歳)でした。この値はUtanoharaらが示した20代の測定値よりも小さく、橋口らが示したⅢA～ⅢB期とⅢC～ⅣA期との間に位置しており、我々が示した

不正咬合者の全体の平均値は、正常咬合者と近似した値を示しました。

図7に本研究で得られた小児期の骨格系分類別の最大舌圧測定値、成人における正常嚙下者の最大舌圧測定値および歯齢別の正常咬合者の最大舌圧測定値をまとめました。先生方が測定したデータと比べていただき、治療の目標として参考にいただければと思います。

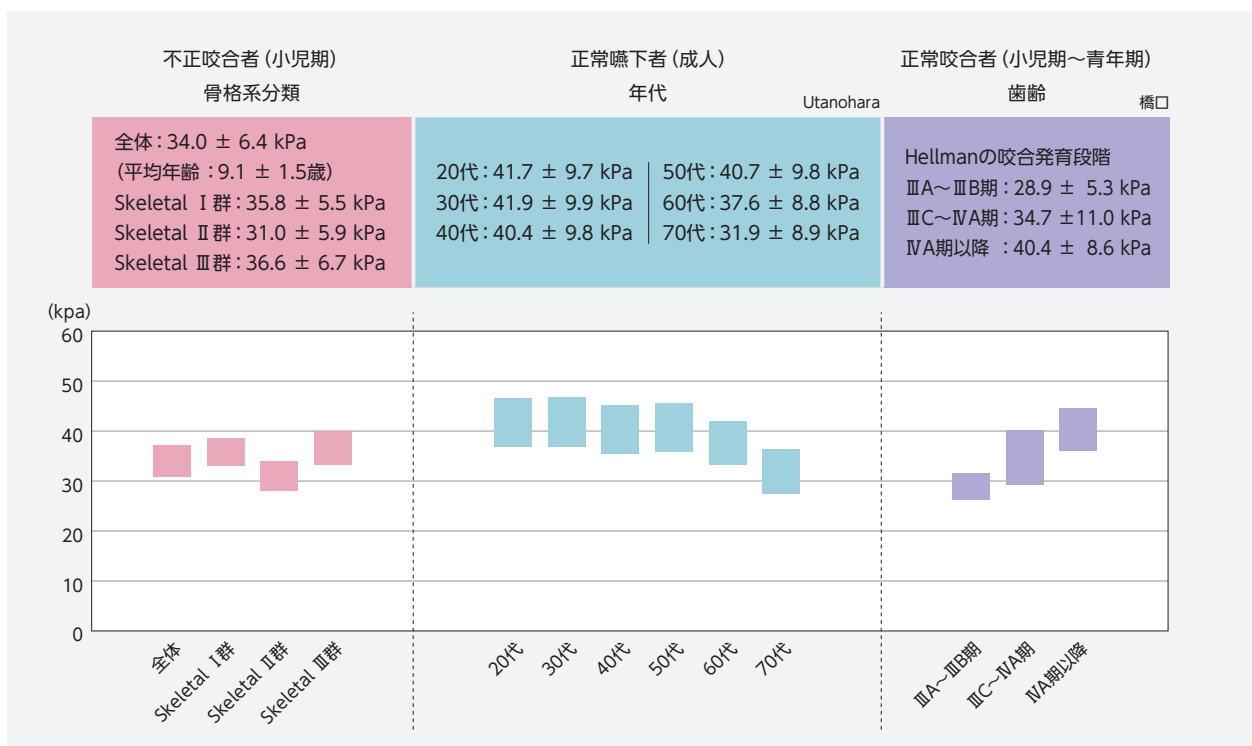


図7 最大舌圧測定値における他施設データとの比較。

考察

骨格型分類においては、最大舌圧、嚙下時舌圧ともに、Skeletal II群がSkeletal III群、Skeletal I群と比べて最も小さいという結果になりました。

根津⁶⁾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て、舌尖、舌根および舌骨が前方に位置しているとSNBが大きい傾向にあり、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ます。本研究のSkeletal II群のSNBは、骨格型分類の他の群と比べて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考えられ、こ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ました。

また、Skeletal III群の最大舌圧および嚙下時舌圧は骨格型分類の3群の中で最も大きな値を示しましたが、Skeletal III群は他の群と比較して

舌が大きい⁷⁾ことから、本研究でのSkeletal III群の舌圧が高かったという結果には、舌および舌骨が前方に位置していることに加え、舌の大きさも関与している可能性があります。

前後的な顎間関係に問題のないSkeletal I群の舌圧は、Skeletal III群とSkeletal II群との間に位置しており、正常値に近似していると推察できます。施設の研究データと比較した結果は、舌圧は身体の成長発育に伴い、

成人まで増大することを示しております。また、上下顎の前後的關係や不正咬合の種類にも左右されてくることが明らかとなりました。このため、測定した舌圧の評価を正しく行うには、患者さんの①年齢やデンタルエイジの確

認 ②咬合状態の確認 ③舌小帯や舌の大きさなど、舌の運動機能を阻害する形態的な異常の確認 ④患者さんの口腔習癖の確認 などを行い、総合的に機能評価することが重要と考えます。

今後も舌圧測定を継続し、ビックデ

ータの解析により、骨格と歯列咬合の正常な小児の舌圧と比べることで、治療目標となる基準値がさらに明らかになると考察します。

まとめ

これまで舌の位置や形態、舌運動の評価には、舌を直接観察する方法やエックス線、超音波、MRIなどが用いられてきました。しかしながら定量的な評価ができないことや、再現性の問題、さらには患者さんへの負担が大きいことなど臨床評価には課題がありました。これに対しJMS舌圧測定器は、測定の指示内容がわかりやすく低侵襲で

あることから、小児期の機能評価にも有用であると考えます。矯正歯科治療前に舌機能の評価を行うことで舌機能を考慮した治療方針や装置の選択が可能となったり、口腔筋機能療法における治療前後の評価に用いることで治療に対する患者さんのモチベーションの維持ができたりと、様々な活用が期待できます。

本研究で示した舌圧測定値は顎顔面の前後的な骨格による舌圧の特徴を示しており、小児期の舌圧の骨格系分類の基準値として臨床応用が可能であると考えています。今後は、舌圧と口腔容積および口唇閉鎖力との関連について考察していきたいと思

●参考文献

1. Kurabeishi H, Ryu T, Nezu M, Fukui K: Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. J Oral Rehabil, 45: 684-691, 2018.
2. Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, Yoshida M, Sato Y, Akagawa Y: A novel handy probe for tongue pressure measurement. Int J Prosthodont, 15: 385-8, 2002
3. 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.
4. 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.
5. 橋口 千種, 塩野 康裕, 森川 和政, 藤田 優子, 甲斐 仁美, 牧 憲司: 口唇閉鎖力と口腔機能の関連の検討. 小児歯科学雑誌, 55 (1) : 1-10, 2017.
6. 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.
7. Ihan Hren N, Barbič U: Tongue volume in adults with skeletal Class III dentofacial deformities. Head, Face Medicine, 12: 12, 2016.



双石博之(くらべいし ひろゆき)

奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 講師 歯科医師 博士(歯学)
略歴・所属団体◎2012年 奥羽大学歯学部 卒業。2013年 東北大学病院臨床研修医 修了。2017年 奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能学領域顎顔面口腔矯正学 修了。2017年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 助手。2018年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 講師
日本矯正歯科学会／東北矯正歯科学会／日本顎変形症学会／日本口蓋裂学会



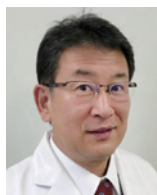
根津 允(ねづ まこと)

奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 助手 歯科医師 博士(歯学)
略歴・所属団体◎2013年 奥羽大学歯学部 卒業。2014年 奥羽大学歯学部附属病院臨床研修医 修了。2018年 奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能学領域顎顔面口腔矯正学 修了。2018年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 助手
日本矯正歯科学会／東北矯正歯科学会



竜 立雄(りゅう たつお)

奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 講師 歯科医師 博士(歯学)
日本矯正歯科学会 指導医 認定医
略歴・所属団体◎1997年 奥羽大学歯学部 卒業。1998年 奥羽大学歯学部附属病院臨床研修医 修了。2002年 奥羽大学大学院歯学研究科歯科矯正学専攻 博士(歯学)学位受領。2002年 奥羽大学歯学部歯科矯正学講座 専攻生。2003年 奥羽大学歯学部小児歯科学講座 臨床教科担当助手。2005年 奥羽大学歯学部歯科矯正学講座 病院助手。2005年 東北歯科専門学校 非常勤講師。2007年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 講師
日本矯正歯科学会／東北矯正歯科学会／日本顎変形症学会／日本口蓋裂学会／日本成人矯正歯科学会／日本舌側矯正歯科学会／日本小児歯科学会／日本アンチエイジング歯科学会／日本口腔筋機能療法(MFT)学会



福井和徳(ふくい かずのり)

奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 教授 歯科医師 博士(歯学)
日本矯正歯科学会 指導医 認定医
略歴・所属団体◎1986年 東北歯科大学歯学部 卒業。1986年 東北歯科大学歯学部歯科矯正学講座 助手。1996年 奥羽大学歯学部歯科矯正学講座 講師。2006年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 助教授。2007年 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野 教授。東北歯科専門学校 学校長
日本矯正歯科学会／東北矯正歯科学会／日本顎変形症学会／日本口蓋裂学会／日本歯科医学教育学会／日本外傷歯学会