

—原著—

健常女子大学生における口唇閉鎖力と口腔機能との関連

濱 清華¹⁾・高松邦彦^{2),3),4)}

中田康夫⁵⁾・足立了平^{1),3)}

- 1) 神戸常盤大学短期大学部口腔保健学科
- 2) 神戸常盤大学保健科学部医療検査学科
- 3) 神戸常盤大学 KTU 大学研究開発センター
- 4) 神戸常盤大学ライフサイエンス研究センター
- 5) 神戸常盤大学保健科学部看護学科

2018年3月15日

全国大学歯科衛生士教育協議会雑誌 第7号(通算第22号)

- 原著 -

健常女子大学生における口唇閉鎖力と口腔機能との関連

濱 清華¹⁾、高松 邦彦^{2),3),4)}、中田 康夫⁵⁾、足立 了平^{1),3)}

Sayaka HAMA¹⁾, Kunihiko TAKAMATSU^{2),3),4)}, Yasuo NAKATA⁵⁾, Ryohei ADACHI^{1),3)}

- 1) 神戸常盤大学短期大学部口腔保健学科
- 2) 神戸常盤大学保健科学部医療検査学科
- 3) 神戸常盤大学 KTU 大学研究開発センター
- 4) 神戸常盤大学ライフサイエンス研究センター
- 5) 神戸常盤大学保健科学部看護学科

¹⁾ Department of Oral Health, Kobe Tokiwa College

²⁾ Department of Medical Technology, Faculty of Health Sciences, Kobe Tokiwa University

³⁾ Center for the Promotion of Excellence in Research and Development of Higher Education, Kobe Tokiwa University

⁴⁾ Life Science Center, Kobe Tokiwa University

⁵⁾ Department of Nursing, Faculty of Health Sciences, Kobe Tokiwa University

要旨

本研究は、健常女子大学生を対象に、口腔機能の指標の1つである口唇閉鎖力と、その他の口腔機能として舌圧、オーラルディアドコキネシスを測定し、これら3指標間の関連について明らかにすることを目的とした。

研究に同意が得られた69名を対象に、口唇閉鎖力として垂直方向の口唇閉鎖力、水平方向の口唇閉鎖力の2項目、口腔機能として舌圧、オーラルディアドコキネシスの2項目を測定した。その結果、水平方向の口唇閉鎖力、舌圧は先行研究に比べ低値を示した。そして、垂直方向の口唇閉鎖力 ($\rho=0.370$, $p<0.01$)、水平方向の口唇閉鎖力 ($\rho=0.405$, $p<0.001$) とが舌圧との間に正の相関が認められたが、オーラルディアドコキネシとの間には相関が認められなかった。以上のことより、今後は、口呼吸との関連を検討し、若年者の口唇閉鎖力の低下の実態について調査する必要があると考える。さらに今回、2項目間の相関係数を用いて、各項目間がどのような関係にあるのかを可視化するためにネットワーク解析を行った。その結果、水平方向の口唇閉鎖力、垂直方向の口唇閉鎖力、舌圧のグループと、/pa/、/ta/、/ka/のグループの2つのグループに分割された。そのうち一方のグループは、オーラルディアドコキネシスの項目のみで構成されていたことから、本解析方法が確かに有効であり、ネットワーク解析が今後、口腔保健領域の研究において有効な解析方法の1つとなり得る可能性が示唆された。

キーワード : 口唇閉鎖力、口腔機能、健常女子大学生、ネットワーク解析

緒言

高齢者のフレイル、オーラル・フレイル対策として口腔機能の維持・向上が注目されているが、これは小児期・成人期からの口腔機能管理も影響を与える一因であると考えられている。近年、若年者における口唇閉鎖力の低下が指摘されている¹⁾が、その実態は十分には解明されていない。口唇閉鎖力の低下は、歯肉炎、歯周病などの歯周疾患が進行する要因²⁾や不正咬合の誘発になる^{3,4,5)}。また、口呼吸の徴候と考えられる口唇閉鎖不全には口唇閉鎖力の低下が関与しているといわれており¹⁾、アレルギー疾患や睡眠時無呼吸症候群といった全身への影響や作業能率への影響も示唆されている^{1,6)}。

口唇機能は、構音、摂食、咀嚼、嚥下などと密接に関連しており、口腔機能を評価する際には口唇機能である口唇閉鎖力の評価が重要である⁷⁾。

口唇閉鎖力と口腔機能に関する研究は小児・高齢者での報告が多く^{7,8,9)}、若年者を対象とした研究は少ない。健常若年者における咬合力と口唇閉鎖力の関連について検討しているもの¹⁰⁾もあるが、咬合力と口唇閉鎖力には相関関係が認められなかった。

本研究は、健常女子大学生を対象に、口腔機能の指標の1つである口唇閉鎖力と、その他の口腔機能として舌圧、オーラルディアドコキネシスを測定し、これら3指標間の関連について明らかにすることを目的とした。

今回、女子学生のみ限定して調査した理由は、野呂ら¹⁾の成人における口唇閉鎖力の推移の報告で男性では30~40歳での口唇閉鎖力の上昇がみられたが、女性においては、20歳頃までに成長がほぼ完成するため、30歳代以降での口唇閉鎖力の上昇はみられないとされており、20歳前後の若年者を対象とする本研究においては、先行研究などで示されている平均値と比較することができると考えたためである。

対象および方法

1. 対象

対象は、本研究への参加に同意したX大学Y学科の女子大学生69名であった。このうち、上顎前突によりボタン保持が困難なため水平方向の口唇閉鎖力の測定値が得られなかった者3名、水平方向の口唇閉鎖力の測定機器の上限値である15Nを超えたため測定を中止した者2名の計5名を除外した64名(19.9±0.5歳)を解析対象とした。

2. 測定項目と方法

以下の測定は、すべて平成29年1月に実施した。

1) 口唇閉鎖力

口唇閉鎖力の測定はいずれの方法においても、座位にてフランクフルト平面を床面と平行にし、上下顎の歯牙を咬合せない状態で3回実施し、その平均値を研究参加者の値とした。

(1) 垂直方向の口唇閉鎖力

垂直方向の口唇閉鎖力は、口唇閉鎖力測定器(LIP DE CUM[®]、LDC-110R、コスモ計器)¹¹⁾を用いて測定した。測定方法は、口唇に台座(ダックリン[®]、コスモ計器)を装着し、上唇と下唇を最大の力で閉鎖させ測定した。

(2) 水平方向の口唇閉鎖力

水平方向の口唇閉鎖力は、口唇閉鎖力測定器(りっぷるくん[®]、松風)¹²⁾を用いて測定した。測定方法は、横3cm、幅2cmの測定器専用ボタンを口腔前庭に装着し、ボタンを水平にゆっくり牽引し、口腔外に引き出されるまでの最大力を測定した。

2) 舌圧

舌圧は、舌圧測定器(JMS舌圧測定器[®]、ジェイ・エム・エス)¹³⁾を用いて測定した。測定方法は、座位にてフランクフルト平面を床面と平行にし、舌圧プローブの硬質リングを前歯で把持し、舌を挙上してバルーンを口蓋に5秒間押し当て、バルーンを圧迫させて、「最大値」と表示された数値を測定した。研究参加者が疲労しないよう休憩を挟んで3回測定し、その平均値を研究参加者の値とした。

3)オーラルディアドコキネシス

測定は、口腔機能測定機器(健口くん[®]、T.K.K.3350、竹井機器工業)を用いて行った。測定方法は、/pa/、/ta/、/ka/の順番でそれぞれを5秒間できるだけ早く繰り返し発音し、1秒間あたりの発音回数を1回のみ測定した。事前に測定中であっても途中で息継ぎをしてもよいことを説明し実施した。

3. 解析方法

口唇閉鎖力と口腔機能の関連をみるために、今回測定した項目のすべての組み合わせについて相関係数を算出した。2変量の相関解析は、2変量の両方が正規分布(Normal distribution)に従っているかどうかによって手法が異なる。

そこでまず、すべての測定項目に対して正規分布性の検定を行うことで各項目が正規分布に従っているかを確認した。正規分布性検定は、標本サイズが2,000以下のときはShapiro-Wilkの検定を、標本サイズが2,000より大きいときはKSL(Kolmogorov-Smirnov Lilliefors)の検定が行われる。本研究では、すべての測定項目の標本サイズが64で2,000以下のため、正規性の適合度検定としてShapiro-Wilkの検定を行った。

そして上記の結果を踏まえ、まず、測定項目が両方も正規分布の項目の場合はパラメトリック解析のPearsonの相関係数(r)を、正規分布ではない場合はノンパラメトリック解析のSpearmanの順位相関係数(ρ)を算出した。次に、測定項目間の関連を可視化するために、算出した相関係数からネットワーク解析を行った。

なお、統計解析には探索的データ分析ソフトウェア(JMP 13[®]、SAS Institute Inc.)を、また、ネットワーク解析にはネットワーク可視化&解析プラットフォーム(Cytoscape 3.5.1、オープンソース)¹⁴⁾を使用し、有意水準を5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は、神戸常盤大学・同短期大学部研究倫理委員会の承認を受けて実施した(神常短研倫第16-10号)。研究参加予定者に対して、研究の目的、方法、

自由意思での同意取り消しが可能なことなどを説明し、同意を得られた者のみを研究参加者とした。入手した個人情報は匿名化し、データ処理はネットワークに接続されていない特定のパソコンを用いて行った。また、直接的な研究目的の侵襲性を伴う行為は一切行わないようにした。さらに測定にあたり、準備を十分に行い、研究参加者が測定中に疲労しないように十分配慮した。研究参加者が測定中に負担に感じる場合には直ちに測定を中止するようにした。

結果

1. 測定結果

正規性の適合度検定としてShapiro-Wilkの検定を行った結果、垂直方向の口唇閉鎖力、/pa/、/ta/の3項目が正規分布に従っており、残りの水平方向の口唇閉鎖力、舌圧、/ka/は正規分布に従っていなかった。そこで、本稿での各測定項目の代表値は、垂直方向の口唇閉鎖力、/pa/、/ta/の3項目については平均値、水平方向の口唇閉鎖力、舌圧、/ka/の3項目については中央値とした。

1) 口唇閉鎖力

(1)垂直方向の口唇閉鎖力

垂直方向の口唇閉鎖力の平均値は9.2N(標準偏差2.8N)であった。

(2)水平方向の口唇閉鎖力

水平方向の口唇閉鎖力の中央値は6.4N(四分位範囲2.3N)であった。

2) 舌圧

舌圧の中央値は33.0kPa(四分位範囲12.6kPa)であった。

3) オーラルディアドコキネシス

/pa/の平均値は6.1回/秒(標準偏差0.8回/秒)、/ta/の平均値は6.8回/秒(標準偏差0.9回/秒)、/ka/の中央値は6.7回/秒(四分位範囲1.2回/秒)であった。

2. 解析結果

(1)項目間の相関係数

上記の解析方法に従い、Pearsonの相関係数(r)

あるいは Spearman の順位相関係数 (ρ) を算出した (表)。その結果、/ta/と/ka/の間に $\rho=0.788$ ($p<0.001$) と強い正の相関が、/pa/と/ta/の間に $r=0.466$ ($p<0.001$)、水平方向の口唇閉鎖力と舌圧の間に $\rho=0.405$ ($p<0.001$) と正の相関が、/pa/と /ka/の間に $\rho=0.373$ ($p<0.01$)、垂直方向の口唇閉鎖力と舌圧の間に $\rho=0.370$ ($p<0.01$)、水平方向の口唇閉鎖力と垂直方向の口唇閉鎖力の間に $\rho=0.309$ ($p<0.05$) と弱い正の相関が認められた。

表 測定項目間の相関係数

	垂直方向の口唇閉鎖力	水平方向の口唇閉鎖力	舌圧	/pa/	/ta/	/ka/
垂直方向の口唇閉鎖力	1.000					
水平方向の口唇閉鎖力	0.309*	1.000				
舌圧	0.370**	0.405***	1.000			
/pa/	0.185	-0.117	-0.040	1.000		
/ta/	0.194	-0.007	0.127	0.466***	1.000	
/ka/	0.008	-0.147	-0.077	0.373**	0.788***	1.000

網掛け部分は Pearson の相関係数 (r)、それ以外は Spearman の順位相関係数 (ρ)
* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

(2)項目間の関係の可視化

上記(1)で得られた 2 項目間の相関係数を用いて、各項目間がどのような関係にあるのかを可視化するために行ったネットワーク解析の結果が図である。図は、ノード (円) が項目を示し、エッジ (線) が相関を表している。エッジには、3 種類の太さがあり、太い方からそれぞれ、強い正の相関、正の相関、弱い正の相関を表している。

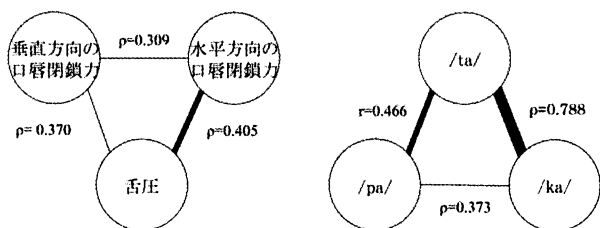


図 測定項目間のネットワーク解析

考察

1. 口唇閉鎖力と舌圧

今回、垂直方向の口唇閉鎖力と水平方向の口唇閉鎖力がともに舌圧との間に正の相関が認められた。

口唇閉鎖力と舌圧との関連については、8 歳から 15 歳では、舌機能の発達の差から相関が認められず^{8,15)}、本研究とは口唇閉鎖力の測定方法が異なるが橋口ら¹⁵⁾の報告では 18 歳以上で相関が認められている。また、高齢者を対象とした島田ら⁹⁾の報告においても相関が認められている。歯の位置や歯列の形は外側の口輪筋・頬筋、翼突下顎縫線を介して頬筋につながる上咽頭収縮筋と内側の舌筋のバランスによって大きな影響を受けるとされており¹⁶⁾、歯列内外の筋圧のバランス¹⁷⁾が重要とされていることから、力 (power) として表される口唇閉鎖力と舌圧は、身体の成長発育が完成した成人においては相関が認められ、両者は補完関係にあると考えられる。今回、口唇閉鎖力の測定は垂直方向の口唇閉鎖力と水平方向の口唇閉鎖力で測定を行った。口唇機能と舌を挙上する機能は咀嚼と嚥下を行ううえで密接に関係しており、咀嚼時に口唇と頬、舌が同時に機能し、口腔内陰圧を形成することで嚥下が可能となる。水平方向の口唇閉鎖力は、口腔前庭に挿入したボタンを前方に牽引する力を測定するため、垂直方向の口唇閉鎖力と比べると口腔内に陰圧がかかると推測される。したがって、垂直方向よりも水平方向の口唇閉鎖力が舌圧と高い相関があったと考えられる。また今回、舌圧の測定値は、先行研究に示されている成人女性の最大舌圧の基準値¹³⁾よりも低い値であった。舌圧は口腔機能を表す指標としてよく用いられるため、水平方向の口唇閉鎖力の低下は口腔機能の低下と関連していると考えられる。

2. 口唇閉鎖力とオーラルディアドコキネシス

口唇閉鎖力とオーラルディアドコキネシスとの間には相関が認められなかった。オーラルディアドコキネシスは、舌、口唇、軟口蓋などの運動速度や巧緻性を、発音を用いて評価し、/pa/は口唇の機能を評価する。このことから、/pa/と口唇閉鎖力に関係があるのではないかと推測し検証を行ったが、今回の測定ではそれを裏付ける結果は得られなかった。

オーラルディアドコキネシスは、筋力よりも運動速度を測定するものであり、機能 (Function) に属

する。/pa/の発音自体には大きな口唇圧を必要としないと考えられる。発音時の口唇圧が口唇閉鎖力よりも低いことから、機能が完成された今回の健常女子大学生においては、筋力の大小が機能には影響を与えなかった可能性がある。しかし、より高い年齢層を対象とした過去の研究においては、口唇閉鎖力と/pa/の発音回数との相関が認められたという報告もある^{9,18,19)}。機能低下が疑われる高齢者においては、より顕著な相関が認められる可能性があることから対象者の特性を考慮した評価が必要である。/ta/と/ka/については、/ta/は舌の前方の機能、/ka/は舌の後方の機能を評価するものであり、過去の研究においても口唇閉鎖力との相関が認められていない^{9,18,19)}。

3. 口唇閉鎖力の測定

口唇閉鎖力の測定については、従来いくつかの方法が提唱されている。そのうち今回は、LIP DE CUM[®]を用いて測定した垂直方向の口唇閉鎖力とリップくん[®]を用いて測定した水平方向の口唇閉鎖力の2種類の測定方法により測定した。先行研究では、LIP DE CUM[®]と多方位口唇閉鎖力測定装置のいずれか一方で行われており、本研究のように2種類の測定方法を同時に用いている研究はみあたらない。2種類の方法を選択した理由は、いずれも簡易的に測定できるからである。研究結果の臨床適用を考えると、簡便さは測定方法を選択する重要な要因となる。本研究の結果では、垂直方向の口唇閉鎖力の平均値は9.2Nであり、水平方向の口唇閉鎖力の中央値は6.4Nであった。先行研究では、女性の口唇閉鎖力は、垂直方向が10.7±3.2N(対象者は15~20歳の928名)²⁰⁾、水平方向が10.2±3.0N(20~64歳、平均年齢34歳±11歳の148名)¹⁸⁾とされている。本研究の結果を先行研究と比較すると、垂直方向の口唇閉鎖力は比較的近い値であるが、水平方向の口唇閉鎖力においてより低い値となった。口唇が発揮する力は歯列を押さえようとする力と口唇を閉鎖しようとする力であると考えられる。また、口唇は口輪筋によって調節されており、口唇をすぼめる動作に寄与している。さまざまな口唇の運動には頬筋、大頬骨筋、口角下制筋、笑筋などを含む口裂周囲の筋群が関わ

っており、口唇閉鎖力は閉じる方向によって関与する筋肉が異なる。したがって、口唇閉鎖力を測定する際には、一方向のみの測定では十全ではなく、現状においては垂直方向と水平方向の2つの方向を同時に図ることが望ましいと考えられる。口唇閉鎖力は他の身体機能とは異なり、年齢による影響を受けにくいとされている^{7,21)}。その要因として、会話、捕食、咀嚼、嚥下などが長年にわたり繰り返し行われてきたことが考えられ、日常生活の様式によって、加齢とともに個人差が大きくなることが推測される。よって、口唇閉鎖力が完成した若年者を対象に研究することは重要である。今後は、生活習慣などから口呼吸との関連を検討し、若年者の口唇閉鎖力の低下の実態について調査していくことが必要であると考える。また現在、口唇機能の定量的評価の方法については、口唇が歯列を押さえようとする力と口唇を閉鎖しようとする力を測定する2通りの方法がある²³⁾ため、測定方法についても検討する必要がある。

今回、2項目間の相関係数を用いて、各項目間がどのような関係にあるのかを可視化するために行ったネットワーク解析の結果をみると、全体が2つのグループに分割された。1つ目は、垂直方向の口唇閉鎖力、水平方向の口唇閉鎖力、舌圧のグループと、2つ目は、/pa/、/ta/、/ka/のグループである。特に、2つ目のグループは、オーラルディアドコネシスの項目がすべて入っており、そのみで構成されていることから、本解析方法が確かに有効であったことを示していると考えられる。

データの関連を調べる方法としては、従来型のアソシエーション分析、クロス集計分析、因子分析、クラスター分析、ロジスティック回帰分析、線形回帰分析、主成分分析、独立性の検定などが存在し、近年急速に進歩を遂げているAI分野においては、機械学習やDeep Learningなどが存在している。また、近年のデータ量の急増により、データサイエンスという新領域も急速に拡大している。

従来、相関行列を可視化しようとした場合、MDSやt-SNEなどの線形・非線形で次元削減した後に、スキャッタープロットを行うか、またはクラスタリング後に可視化するなどの方法がとられてきた。前

者のように、次元削減で得られた (x,y) 成分を可視化しようとした場合、 x 軸と y 軸への意味づけが難しいという特徴が挙げられる。さらに、次元削減された場合、高次元の空間内の距離(情報)が、低次元へと次元が削減されるにため、情報量が失われることも考慮しなければならない。後者のように、グループ間の距離を求めたいような場合は、まずいわゆるクラスタリングを行う必要がある。前者の次元削減法と同様に、クラスタリングも、部分集合に分割された情報が得られるだけであり、クラスタリング後には、得られた結果を可視化する必要がある。たとえば、階層的なクラスタリングを可視化する場合は、生物学などで利用される系統樹や、遺伝子発現解析で使われるヒートマップなどが知られている。次元削減やクラスタリングを用いた相関行列の可視化方法は、その原理・方法をある程度正確に理解していなければ、可視化された図から正確に意味を理解することが難しい。

そこで今回、われわれは、相関行列の関係の可視化方法として、従来の次元削減後にスクATTERプロットを行う、またはクラスタリング後の可視化などは使用しない、ネットワークで表示する新たな解析方法 Visualization using Network with both parametric and non-parametric Correlation Coefficient (VNCC 法)を開発した²⁴⁾。VNCC 法は次元削減とクラスタリングによる可視化ではなく、相関行列自体の中から、有意確率 (p 値) が有意水準よりも小さいものだけを、強い相関、相関がある、弱い相関に分類し、ネットワークを用いて可視化する新しい解析手法である。われわれは、VNCC 法を利用することで、相関行列を、次元削減とクラスタリングによる可視化と異なり、直感的に理解することを可能とした。そして、われわれは実際に VNCC 法により、相互関係を直感的に理解できることを示し、ネットワーク解析が今後、口腔保健領域の研究において有効な解析方法の1つとなり得る可能性を示唆した。

また、ここで特に気をつけなくてはならない点は、この相関関係は、因果関係と異なるということである。近年、統計の一分野である統計的因果推論が急速に発展しつつある。因果推論においては、「相関関

係」と「因果関係」は明確に異なるものと定義される。たとえば、A が大きく (小さく) なれば B が大きく (小さく) なるという関係が「A と B に相関関係がある」と呼ばれるものであり、A に変化があった場合 B が変化する関係が「A と B に因果関係があり、A は B の原因である」と呼ばれるものである。

今回のわれわれが示した結果は、オーラルディアドコキネシスの3項目の相関関係を示しているだけで、因果関係は示されていない点に注意する必要がある。もし、ある1つの項目が他の2項目の原因であるという因果関係が示された場合は、他の2項目を測定する必要がなくなることも考えられる。オーラルディアドコキネシスの各項目は、口腔における別箇の器官の機能を評価するものである。われわれの結果では、測定項目の結果が相互に、/ta/と/ka/の間に $\rho=0.788$ ($p<0.001$) と強い正の相関が、/pa/と/ta/の間に $r=0.466$ ($p<0.001$)、/pa/と /ka/の間に $\rho=0.373$ ($p<0.01$) と弱い正の相関が認められた。測定項目間に相関があるため、読者は全項目を測定することに意味がないように感じてしまうかもしれない。しかし、一見の感覚では、それが正しいと誰もが感じてしまうが、実際は正しくない。なぜならば、弱い相関が含まれ、また因果関係も示されていないからである。本研究の限界点は、まさにそこにある。

本研究で示された相関関係に、どのような因果関係があるかどうかを明らかにするためには、まず、各項目間に直接的な因果関係があるのか、もしくは間接的な因果関係があるのかを明らかにしなければならない。後者の場合は、何か共通するような因子(交絡因子)の存在も考えられる。交絡によって生じる相関関係は「疑似相関 (spurious correlation)」と呼ばれる。疑似相関なのか、直接的な因果関係があるかどうかを明らかにするためには、層別解析や、回帰モデルの利用、傾向スコアを用いたマッチングなどの方法を利用できる。

今回、われわれは口唇閉鎖力と舌圧との間に正の相関があることを明らかにした。今後は、これらの間に因果関係があるかどうか、もし因果関係があるならば、直接的な因果関係なのか、もしくは交絡因子が絡んだ疑似相関なのかを明らかにするために、

統計的因果推論が利用できる実験モデルを構築し、明らかにしていきたい。

結語

健常女子大学生を対象に、口唇閉鎖力と舌圧、オーラルディアドコキネシスの3つの口腔機能の関連について検討した。水平方向の口唇閉鎖力、舌圧は先行研究に比べ低値を示した。口唇閉鎖力と舌圧については正の相関が認められ、特に水平方向の口唇閉鎖力と舌圧に高い相関が認められたが、口唇閉鎖力とオーラルディアドコキネシスとの間には相関が認められなかった。

本研究は、平成29年度神戸常盤大学テーマ別研究費の助成を受けて実施した。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

文献

- 1) 野呂明夫, 細川壮平, 高橋潤一, 秋廣良昭, 西本幸仁, 細川伊平, 槇石武美, 平井義人: 新規口腔リハビリ器具による口腔筋(口輪筋・頬筋)機能療法的基础と臨床(第2報) 若年者から高齢者における口唇閉鎖力の経年変化の評価, 日本歯科保存学雑誌, 45(5): 817-828, 2002.
- 2) 笠井宏記, 堤武士, 中村陽, 井上弘子, 牧野正敬, 佐藤奈緒, 原田依美, 野間則徳, 横田誠: 学童期における歯周疾患と口唇閉鎖力との関係, 九州歯科学会雑誌, 60(2/3): 66, 2006(抄).
- 3) 永山純一郎: 口呼吸と不正咬合のエビデンスを探る 上顎前突, 開咬を通じた垂直的咬合異常の診断と治療, 九州歯科学会雑誌, 64(4): 110-121, 2010.
- 4) 小野俊朗, 青山哲也, 村田宜彦, 井鍋太郎, 神谷省吾, 大塚章仁, 徳倉健, 王陽基, 柴田宗則: 小児の口唇閉鎖力に関する研究(第6報) -各咬合における小児から成人までの最大口唇閉鎖力の推移-, 小児歯科学雑誌, 47(4): 568-575, 2009.
- 5) 小野俊朗, 吉田良成, 大塚章仁, 青山哲也, 村田宜彦, 相澤節世, 阿知波恒仁, 神谷省吾, 土屋友幸: 小児の口唇閉鎖力に関する研究(第2報) -咬合状態との関係-, 小児歯科学雑誌, 42(3): 441-446, 2004.
- 6) 岩鍋光希子, 野代悦生, 長岩みほ: 実験的口呼吸が作業能率に及ぼす影響について, 九州歯科学会雑誌, 68(5/6): 84-91, 2014.
- 7) 山口正人, 足立忠文, 大石めぐみ, 中塚久美子, 横井磯子, 吉成伸夫, 黒岩昭弘, 増田裕次: 健常高齢者における多方位口唇閉鎖力 その特性と体格・握力・残存歯との関係, 日本顎口腔機能学会雑誌, 17(2): 125-134, 2011.
- 8) 本城孝治, 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, 小児歯科学雑誌, 53(1): 60-68, 2015.
- 9) 島田美恵子, 保坂誠, 麻賀多美代, 麻生智子, 鈴鹿祐子, 西牟田守, 岡村太郎, 林安希子, 雄賀多聡, 堀之内若名, 中島悠介, 中島一郎: 高齢者における口腔機能と体力の関係, 全国大学歯科衛生士教育協議会雑誌, 3: 21-27, 2014.
- 10) 佐藤寿晃, 鈴木貴寿, 植村健一郎, 渡部真紀: 健常若年者における咬合力と口唇閉鎖力の関係, 形態・機能, 15(1): 2-7, 2016.
- 11) 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 第1報 口唇閉鎖力と年齢の関係, 小児歯科学雑誌, 42(3): 436-440, 2004.
- 12) 森山毅: 口腔周囲筋と顔面歯列の成長: 気になりませんか? おくちポカンー口唇閉鎖力測定器「りっふるくん」の使用方法和測定原理一, 小児歯科臨床, 7: 39-42, 2015.
- 13) 津賀一弘, 吉川峰加, 久保隆靖, 赤川安正, 吉田光由: 「舌圧」という新しい口腔機能の評価基準が歯科医療にもたらす可能性一医療機器として初めて承認された「舌圧測定器」と臨床応用

- , GC CIRCLE, 139 : 28-34, 2011 .
https://www.gcdental.co.jp/watching/pdf/139_4.pdf
(2017年9月1日アクセス)
- 14) Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N. S., Wang, J. T., Ramage, D., Amin, N., Schwikowski, B., Ideker, T.: Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks, *Genome Res*, 13(11): 2498-2504, 2003.
- 15) 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.
- 16) 天野修: 第三の手ー舌ー, *小児保健研究*, 75(suppl) : 72-72, 2016.
- 17) Berry, D. C.: The buccinator mechanism, *J Dent*, 7(2): 111-114, 1979.
- 18) 上田貴之, 沖剛至, 小林健一郎, 桜井薫: 成人の口唇閉鎖力と関連因子の検討, *日本老年歯科医学会第28回学術大会プログラム・抄録集*, 166, 2017 (抄).
- 19) 沖剛至, 上田貴之, 小林健一郎, 桜井薫: 高齢者における口唇閉鎖力と舌圧およびオーラルディアドコキネシスとの関連, *日本老年歯科医学会第28回学術大会プログラム・抄録集*, 166, 2017 (抄).
- 20) Takahasi, J., NORO, A., AKIHIRO, Y., TAKAHASHI, K.: The Growth of Labial-Closure-Strength in Youths, *Journal of International Society of Life Information Science*, 20(2): 422-425, 2002.
- 21) 福井智子, 菊谷武, 田村文誉, 稲葉繁: 機能時垂直性口唇圧と年齢との関係, *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, 9(3) : 265-271, 2005.
- 22) 増田裕次, 竹花快恵: 咀嚼と口唇機能, *日本顎口腔機能学会編, 新よくわかる顎口腔機能 咬合・摂食嚥下・発音を理解する*, 医歯薬出版, 東京, 第1版, 2017, 146-147.
- 23) Takamatsu, K., Kozaki, Y., Hama, S., Adachi, R., Shoji, Y., Ozaki, Y., Sasao, H., Bannaka, K., Noda, I., Mitsunari, K., Nakata, Y.: New analysis of

visualization in edinformatics using a network with parametric and nonparametric correlation coefficients with threshold, *Proceeding of 3rd International Conference on Teaching, Education & Learning (ICTEL)*, 2018, GICICTEL 1801062