

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17115

研究課題名（和文）口腔内圧を指標とした上顎顎義歯の封鎖性評価

研究課題名（英文）The sealing effect assessment of obturator in maxillectomy patients with intraoral air pressure

研究代表者

小飯塚 仁美 (koizuka, hitomi)

新潟大学・医歯学総合病院・医員

研究者番号：80783349

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：顎義歯を装着した上顎欠損患者と健常者を対象として、小型大気圧センサを口腔内に設置し/pa/音を発音した時の口腔内圧を測定した。同時に普通騒音計による発音時の音圧を測定し、口腔内圧と音圧の関係について検討を行った。

最大音圧と最大口腔内圧は、上顎欠損患者は顎義歯の装着の有無にかかわらず健常者との間に有意差を示さなかったが、顎義歯装着により口腔内圧は有意に増加した。また、発音時の口腔内圧と音圧には相関関係があり顎義歯の装着により相関が変化した。その結果、相関係数と回帰式の傾きの変化より、顎義歯の適合性による封鎖効果について推測する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

上顎腫瘍切除術後の患者は鼻腔・副鼻腔に交通する実質欠損を生じ、咀嚼・嚥下・構音に障害を抱える。顎義歯を装着し機能回復を図るが、顎義歯の適合による封鎖効果は発音に必要な口腔内圧産生に影響を与える。従来、臨床において顎義歯の封鎖効果は、発音時や嚥下時の呼気や液体の鼻孔からの漏出にて評価されてきた。これに対し、口腔内圧を指標として顎義歯の封鎖性を評価した報告はこれまでに見られなかった。本研究は、大気圧センサを用いて発音時の口腔内圧を測定し、口腔内圧と音圧から顎義歯の適合による封鎖効果について推測する可能性を得たことは有意義であり、臨床での治療効果の客観的評価方法としての可能性を得ることができた。

研究成果の概要（英文）： We attached miniature digital atmospheric pressure sensors in the oral cavity of maxillectomy patients with obturators and healthy volunteers and measured intraoral air pressure when / pa / sound was pronounced. At the same time, the sound pressure was measured using a voice-level meter. The relationship between IAP and SP was investigated.

The maximum SP and the maximum IAP did not show a significant difference between maxillectomy patients with/without obturators and healthy volunteers. IAP was significantly increased by wearing obturator in maxillectomy patients. In addition, there was a correlation between IAP and SP at the time of pronunciation, and the correlation changed when wearing obturator in maxillectomy patients. As a result, changes in the correlation coefficient and the slope of the regression equation suggested the possibility of inferring the sealing effect due to the suitability of the obturator in maxillectomy patients.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：上顎欠損 口腔内圧 音圧

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

上顎腫瘍切除術後の患者は、鼻腔・副鼻腔に交通する実質欠損を生じ、咀嚼・嚥下・構音に重篤な障害を抱えている。顎義歯を装着することで機能回復が図られるが、顎義歯の封鎖性は術後のQOLやADLに響影を与える。ことに、発音時の鼻からの息漏れはコミュニケーションを障害する。堀ら[1]は、コミュニケーションにおける意思伝達の障害が発話に関する満足度の予測因子として抽出されたことを報告している。顎義歯の封鎖性は発音や構音に必要な口腔内圧産生に重要な影響を与えているといえる。従来、顎義歯の封鎖性は、発音時や嚥下時の呼気や液体の鼻腔への漏出にて評価され、患者や術者の主観的評価によるものが多かった。よって、顎義歯の封鎖性を客観的に評価する方法は今までに無く、発音時の口腔内圧を測定することで、顎義歯の封鎖性を客観的に評価することは画期的といえる。

[1]堀 一浩, 小野高裕, 耕田英樹, 野首孝祠: 上顎顎義歯装着者の発話に対する満足度に影響を及ぼす因子. 顎顔面補綴 26巻2号, 9-16, 2003.

### 2. 研究の目的

小型大気圧センサを用いて、上顎顎義歯装着患者の発音時の口腔内圧を測定し、「顎義歯による欠損部の封鎖性が良好であれば高い口腔内圧が認められる」という仮説を検証した。さらに、口腔内圧と音圧の関係を分析し、健常者と比較することにより、顎義歯の封鎖効果を評価する指標としての可能性について検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 対象者

上顎腫瘍切除術後に顎義歯を装着した患者7名(以下、上顎欠損患者群, 男性6名, 女性1名, 平均年齢 $69.0 \pm 16.1$ 歳)とした。術後1年以上経過し、顎義歯装着後初期の調整を終えている者とした。また、患者の主観的に咀嚼・嚥下障害がなく、HS分類のH4以上の硬口蓋欠損であること、軟口蓋に欠損がない者とした。対照は、顎口腔ならびに発音機能に異常のない若年健常者15名(以下、健常者群, 男性8名, 女性7名, 平均年齢 $31.8 \pm 6.2$ 歳)とした。

#### (2) 口腔内圧測定

口腔内圧は、小型デジタル大気圧センサ(MPL1151A1,  $5.0 \times 3.0 \times 1.2$  mm, Freescale社)(図1A)を用いて測定した。上顎欠損患者は、顎義歯非装着時と装着時において計測を行った。センサは義歯安定剤(タッチコレクト, シオノギ製薬社)を用いて口腔内に貼付した。貼付位置は、健常者は口蓋正中線上の切歯乳頭より15 mm後方とした(図1B)。上顎欠損患者は健常者に準じた位置とし、顎義歯非装着時は健側硬口蓋に、装着時は顎義歯研磨面の口蓋部とした。採得された気圧データは、キャリブレーション信号と共に、データ処理機を介してPCに記録した。

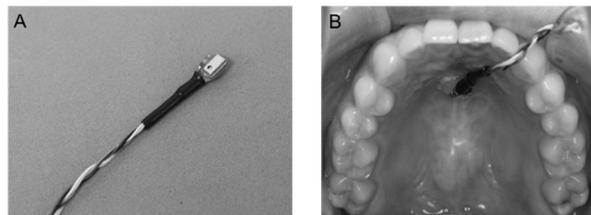


図1 小型デジタル大気圧センサ (A) と、センサを貼付した口腔内写真 (B)

#### (3) 音圧測定

口腔内圧測定と同時に、普通騒音計(NL-26, RION社)を用いて音圧測定を行った。測定場所は静粛な部屋とし、対象者を、部屋の中央に、頭部を固定しない状態で椅子に座らせた。騒音計は対象者の正面に設置し、マイクロホンから口唇までの距離を30 cmとした(図2)。音圧データは、発音の音声と共に騒音計の表示画面をビデオカメラで撮影し記録した。

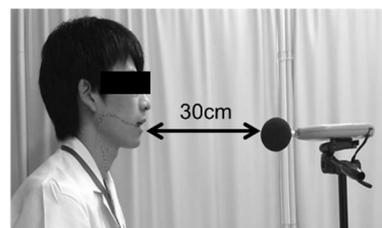


図2 測定風景と騒音計

#### (4) 測定タスク

発音は、歯列状態、舌の可動状態の影響を受けにくく、構音時に舌と口蓋の接触が無く、発音に際して口唇閉鎖により口腔内で圧力産生が行われるものとし、破裂音である/pa/発音とした。発音タイミングと声の大きさは、1回の発音ごとに測定者が指示し、小さい声(50 ~ 60 dB)、普段の声(65 dB前後)、大きい声(75 dB以上)を目安に測定者が発音状況を判断して10回の発音を指示した。

### (5) データ分析および統計解析

測定で得られた口腔内圧データは、波形解析ソフト (Spike2 version6, CED 社) を用いて分析した。まず、キャリブレーション信号を元にデータを kPa 単位に換算した (図 3A)。次に、フーリエ変換を行い、得られたパワースペクトルより、50 Hz にて Low pass filter を適応し波形を整えた。個々の /pa/ 発音時波形を選出し、最大振幅と Baseline の差を口腔内圧として算出した (図 3B)。音圧データは、音圧測定時の動画をもとに各 /pa/ 発音時の音圧を記録した。

発音時波形は、大きい声で最も明瞭な波形となった。そのため、口腔内圧と音圧の最大値を代表値として選択し比較を行った。対象者ごとに口腔内圧と音圧の最大値を選択し、健常者群と上顎欠損患者群の顎義歯装着時・非装着時の 3 群に対して、一元配置分散分析を行った。有意差が認められた場合には Tukey's post hoc test を用いて多重比較検定を行った。また、上顎欠損患者群における顎義歯の有無に対して paired t-test を用いて比較した。さらに、各対象者において 10 回分の発音データをもとに、口腔内圧と音圧の関係をピアソンの相関係数を用いて検定し、その関係における回帰式を算出した。統計解析は SPSS 20.0J (IBM) を用い、有意水準を 5% とした。

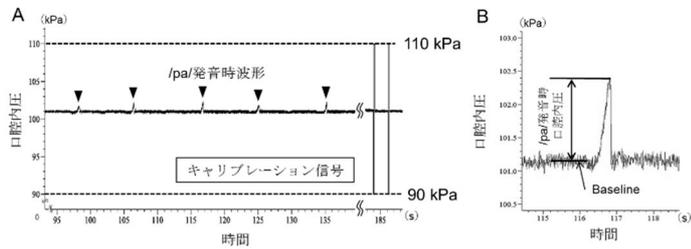


図3 /pa/ 発音時口腔内圧波形例 (A: 全波形, B: 1 回発音)

## 4. 研究成果

### (1) 結果

#### 最大口腔内圧

各対象者の最大口腔内圧より、各群において平均をもとめ、3 群を比較した (図 4A)。最大口腔内圧の平均 ( $\pm$ SD) は、健常者群は  $1.5 \pm 0.7$  kPa, 上顎欠損患者群の顎義歯非装着時は  $0.9 \pm 0.7$  kPa, 顎義歯装着時は  $2.0 \pm 0.9$  kPa だった。上顎欠損患者群の顎義歯非装着時は、健常者群との有意差は認められなかったが、顎義歯装着により口腔内圧は有意に増加した。上顎欠損患者群は、顎義歯装着により全ての対象者の最大口腔内圧が増加した (図 4B)。顎義歯装着による口腔内圧の増加量は、最少で 0.4 kPa, 最大で 1.6 kPa となり、患者による個人差を認めた。

#### 最大音圧

最大音圧の平均は、上顎欠損患者群の顎義歯非装着時で  $83.1 \pm 7.0$  dB, 顎義歯装着時は  $83.8 \pm 6.5$  dB, 健常者群は  $83.9 \pm 2.5$  dB であった (図 5A)。3 群間において有意差は無く、上顎欠損患者では顎義歯装着の前後で有意差を認めなかった。患者ごとの比較は、顎義歯の装着により最大で 4.2 dB 増加, 最小で 3.5 dB の減少となり、変化量は少なく、ほぼ同じ大きさだった (図 5B)。

#### 口腔内圧と音圧の関係

音圧と口腔内圧の関係を明示するため、対象者ごとに散布図を作成した。図 6 に健常者と上顎欠損患者の顎義歯の有無についての散布図をそれぞれ代表例として示す。散布図をもとに、線形近似を行い回帰式と傾きを算出し、合わせて、口腔内圧と音圧の相関関係を算出し検討を加え

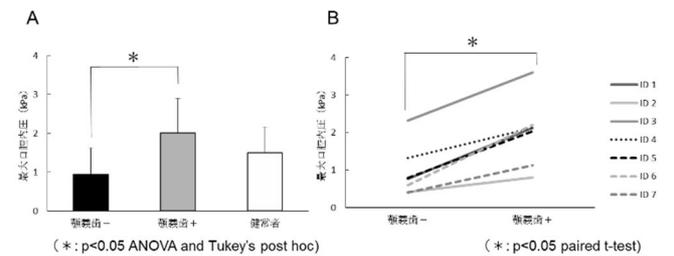


図4 最大口腔内圧 (A: 各群における平均  $\pm$ SD, B: 上顎欠損患者群における個別最大口腔内圧)

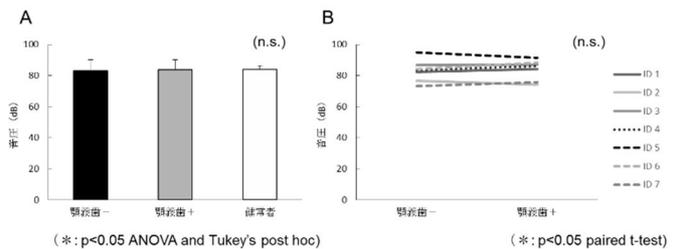


図5 最大音圧 (A: 各群における平均  $\pm$ SD, B: 上顎欠損患者群における個別最大音圧)

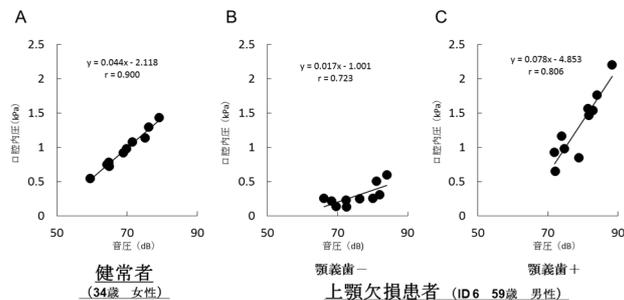


図6 口腔内圧と音圧の関係 (A: 健常者の一例 (34 歳女性), B: 上顎欠損患者群の一例 (ID6, 顎義歯非装着時), C: 上顎欠損患者群の一例 (ID6, 顎義歯装着時))

た．散布図より得た相関係数と回帰式の傾き(表1)より,健常者の相関係数は平均  $0.771 \pm 0.144$  で中等度から強い相関関係を認めた．また,上顎欠損患者群の顎義歯非装着時は,相関係数が最大  $0.859$ , 最小  $0.723$  で,いずれも中等度から強い相関を示した．一方で,顎義歯装着時は,強い相関関係を維持するグループA (ID 1, 3, 5, 6) と,相関が弱くなるグループB (ID 2, 4, 7) の2つに分けられた．グループAは,相関係数が最大  $0.907$  最小  $0.806$  と強い相関関係となったが,グループBは最大  $0.457$ , 最小  $0.220$  となり相関関係は弱くなった．さらに,強い相関関係を維持したグループAは回帰式の傾きが大きくなったが,相関関係が弱くなるグループBの回帰式の傾きは小さくなった．

表1 口腔内圧と音圧との関係 (健常者群は平均値  $\pm$  SD)

ID	相関係数		回帰式傾き	
	顎義歯-	顎義歯+	顎義歯-	顎義歯+
1	0.810*	0.907*	0.018	0.044
2	0.740*	0.220 (p=0.244)	0.011	0.004
3	0.859*	0.841*	0.065	0.084
4	0.836*	0.457*	0.047	0.027
5	0.726*	0.896*	0.015	0.053
6	0.723*	0.806*	0.019	0.066
7	0.840*	0.270 (p=0.240)	0.028	0.016
健常者群平均	0.771 $\pm$ 0.144		0.033 $\pm$ 0.020	

(\*: p<0.05 Peason's correlation coefficient test)

## (2) 考察

これまで顎義歯の封鎖性に関する検討として,発音時や嚥下時における呼気や液体の鼻腔への漏出が評価されてきた．発音時に関しては,アンケート調査,鼻息鏡,ナゾメーター,呼気流量トランスデューサなどによる評価が行われている．今回用いた大気圧センサは小型であるためセンサ装着時の対象者への拘束が少なく,口蓋に貼付するのみと比較的簡便である．加えて,直接,口腔内圧の測定ができるという利点を有している．また,本研究では普通騒音計を使用して音圧の測定が可能であったことから,無響室や防音室といった特別な環境を必要としないことも利点と考えられる．

まず,健常者と上顎欠損患者の顎義歯非装着時の最大口腔内圧に有意差を認めなかった．このことより,顎欠損状態により発音の明瞭さや構音の正確さが低下し,鼻からの息漏れが生じていても,健常者に近い口腔内圧を発現することが可能であることを確認した．次に,最大口腔内圧において,上顎欠損患者は顎義歯装着により有意に口腔内圧が上昇し,顎義歯による封鎖効果が確認された．すべての上顎欠損患者において顎義歯装着時に口腔内圧は上昇していたが,その上昇量は  $0.4$  kPa から  $1.6$  kPa にわたっており患者による個人差がみられた．これは,顎欠損の形態や口腔周囲器官の可動性の違いによって鼻腔への呼気流出量が異なることに加えて,顎義歯の封鎖効果の違いがあったためと考えられる．一方で,最大音圧の平均は,3群のいずれの間にも有意差を認めなかった．健常者,上顎欠損患者の顎義歯の有無による声の大きさに差がなかったことより,顎欠損状態でも発音の明瞭さや構音の正確さとは別に,健常者と同等の音圧の発生が可能だと確認できた．しかし,最大口腔内圧と最大音圧において3群間の測定値の比較からでは,顎義歯の封鎖効果の有無の推定にとどまり,口腔内圧もしくは音圧だけの評価では,顎義歯の封鎖効果を評価するには不十分であると思われた．

そこで,我々は顎義歯装着前後による相関係数と回帰式の傾きの変化に着目し,上顎欠損患者を2つのグループに分けた．一般に,両唇破裂音の発生時においては,両口唇の閉鎖と鼻咽腔閉鎖により一時的に口腔内圧が高まるグループAにおいては,口腔内圧と音圧との間に中等度から強い相関関係が認められたことから,口腔内圧の増減によって音圧は安定的かつ効率的に調整されているものと考えられた．なお,顎義歯非装着時には,両口唇と鼻咽腔の閉鎖は良好であったとしても,顎欠損により破裂音発音時に呼気は鼻腔もしくは副鼻腔へ流出する．しかし,顎義歯非装着時においても,口腔内圧と音圧の間に弱い正の相関関係(図6B)が認められたのは,音圧を増加させるために代償的に呼気量を増加させたことによるものと考えられる．

一方,グループBでは,顎義歯装着によって口腔内圧は増加したものの,音圧との相関係数は弱くなり,回帰式の傾きも小さくなった．このことは,顎義歯による封鎖効果が低いために音圧に対する口腔内圧の発生が不安定かつ非効率的であることを示しており,その背景因子として,破裂音発音時に口腔および口腔周囲器官の動きにより生じた顎義歯との隙間,もしくは顎義歯そのものの動揺によって生じた隙間など,目視不可能な隙間からの圧力漏れの関与が推察される．以上,グループAとBの差異から,口腔内圧と音圧の相関関係と回帰式の傾きの変化によって,顎義歯の封鎖効果を推測する可能性があると考えられた．本研究の限界として,対照群として若年健常者を用いたことが挙げられる．口腔腫瘍の好発年齢は60代から70代であり,本研究での上顎欠損患者群の平均年齢は69歳であったことから,対照群として健常高齢者における口腔内圧の測定と比較についても検証が必要と考えられる．また,内視鏡検査による鼻咽腔閉鎖機能の評価や動的状況での適合診査が必要であると思われた．今回の研究では,主観的・客観的なものを含めて顎補綴治療の最終的なアウトカムである発語の明瞭性に関する評価を行っていない．特に,呼気漏出による音声変化に感度が高いとされるサウンドスペクトログラムと口腔

内圧との関係について検討が必要と思われる。被験音についても、顎義歯の有無や口蓋形態、歯・人工歯の影響や、舌とセンサの接触によるアーチファクトを考慮し、両唇音かつ低舌位母音を選択したが、後続母音の違い、他の単音についても検討が必要と思われる。さらに、不適合な顎義歯が装着されていた場合には臨床的に粘膜調整材や義歯裏装材（リライン材）などを用いて栓塞子部を調整する手法がとられる。このような顎義歯の調整や製作の前後で封鎖性の比較を行い、治療効果を検出しうるかどうかを検証する必要がある。これらの検証に加えて、適合性を評価するためのカットオフ値や具体的基準については、今後の課題としたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小飯塚仁美 堀 一浩 小野高裕	4. 巻 43(2)
2. 論文標題 上顎欠損患者の顎義歯装着・非装着時における発音時口腔内圧と音圧の関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 顎顔面補綴	6. 最初と最後の頁 21(65) - 28(72)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小飯塚仁美、堀 一浩、小野高裕
2. 発表標題 上顎顎義歯装着患者の発音時口腔内圧
3. 学会等名 日本補綴歯科学会関越支部平成30年度学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野ホームページ <a href="http://www.1hotetsu-niigata-univ.net/">http://www.1hotetsu-niigata-univ.net/</a> 小飯塚仁美, 堀 一浩, 小野高裕: 上顎欠損患者の顎義歯装着時・非装着時における発音時口腔内圧と音圧の関係. 優秀論文賞, 顎顔面補綴学会, 2021年6月3日
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------