

上顎欠損患者の発音時口腔内圧

Intraoral air pressure of maxillectomy patients during pronunciation

小飯塚仁美

Hitomi Koizuka

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻

顎顔面再建学講座包括歯科補綴学分野

Department of Tissue Regeneration and Reconstruction,

Division of Comprehensive Prosthodontics,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

指導教員：小野高裕教授

(Chief: Prof. Takahiro Ono)

和文抄録

【目的】上顎腫瘍により腫瘍切除術を受けた患者は、鼻腔・副鼻腔へと通じる実質欠損を有し、咀嚼・嚥下や発音機能に障害を生じる。発音において、鼻からの息漏れは発話の明瞭さを低下させるため、患者のQOLに大きく影響する。口腔と鼻腔を隔てる顎義歯による封鎖性は、その機能回復に不可欠である。しかし、これまでに上顎欠損患者における顎義歯の封鎖性を客観的かつ定量的に評価した報告はない。そこで本研究では、顎義歯の封鎖効果を検証することを目的として、超小型大気圧センサを用いて上顎顎義歯装着患者における発音時の口腔内圧を評価するとともに、口腔内圧と音圧との関係について検討した。

【方法】被験者は、上顎腫瘍切除術後に顎義歯を装着した患者7名、対照として顎口腔に異常のない若年健常者15名とした。測定姿勢は頭部を固定しない座位とした。超小型デジタル大気圧センサを義歯用安定剤にて口蓋部に装着し、口腔内圧を測定した。同時に、被験者の正面に普通騒音計を設置し発音時の音圧を測定した。タスクは/pa/発音とし各被験者に対して10回ずつ行った。

【結果および考察】健常者群における/pa/発音時には、平均1.5 kPaの最大口腔内圧が観察された。上顎欠損患者群では、顎義歯非装着時の最大口腔内圧は平均0.9 kPaと口腔内圧の変化をほとんど認めず、呼気が鼻腔へと漏出したためと考えられたが、顎義歯装着により平均2.0 kPaまで有意に回復した。上顎欠損患者群の最大音圧は、顎義歯の有無による差を認めず、同様に健常者群とも違いは認められなかった。口腔内圧は音圧の大きさに影響を受けており、健常者群では音圧と口腔内圧との間には中等度から強い相関が認められた。一方で、上顎欠損患者群においても相関関係が認められたが、顎義歯装着時の相関係数や回帰式の傾きには個人差が認められ、それらをもとに顎義歯の封鎖性を評価できる可能性が示唆された。

【結論】発音時の音圧は口腔内圧と相関しており、顎義歯は上顎欠損患者の口腔内圧形成に寄与していた。また、発音時の口腔内圧と音圧とは相関しており、その相関関係より顎義歯の封鎖効果の良否を評価できる可能性が示唆された。

キーワード 上顎欠損患者, 顎義歯, 口腔内圧, 発音

英文抄錄

Introduction:

Maxillectomy patients experience substantial defect that leads through to the nasal and paranasal cavities, causing mastication, swallowing, and articulatory disorders. Nasal air leakage during pronunciation reduces their quality of life. Thus, prosthodontic restoration of maxillary defect using an obturator is essential for the functional recovery of the patient. We aimed to verify the sealing effect of obturator by comparing intraoral air pressure and sound pressure between healthy people and patients with maxillary defect with and without obturator.

Materials and Methods:

The participants were 7 maxillectomy patients with obturators and 15 healthy young volunteers. Intraoral air pressure was measured by applying miniature digital atmospheric pressure sensors placed on their palates with denture adhesive. Sound pressure was measured during pronunciation using a voice-level meter. Each subject was tasked to pronounce the plosive sound “pa” 10 times.

Results & Discussion:

The mean maximum intraoral air pressure in maxillectomy patients with obturators was significantly higher than that in the same patients without obturators. Wearing obturators significantly increased intraoral air pressure, confirming the sealing effect of obturators. No differences in mean maximum sound pressure were observed among the three groups, i. e. with/without obturators and healthy volunteers, indicating no differences in voice level. Furthermore, the positive, moderate to strong correlations between intraoral air pressure and sound pressure were observed in the healthy participants and maxillectomy patients while without obturators, which indicates that intraoral air pressure is affected by sound pressure.

Conclusion:

In post-maxillectomy patients, obturators contribute to the maintenance of intraoral air pressure which is correlated with sound pressure during pronunciation.

Keywords Maxillectomy patients, Obturator, Intraoral air pressure, Pronunciation

諸言

わが国における口腔・咽頭腫瘍の罹患者数は年間約 14000 人であり、全癌に対する割合は約 2% である [1]. 口腔腫瘍に対する治療では多くの場合に外科的切除が行われ、その結果、咀嚼・嚥下・発音などの機能障害を後遺する。なかでも上顎腫瘍切除術により、口腔から鼻腔・副鼻腔へと通じる実質欠損が生じた場合、咀嚼・嚥下や構音の全てにおいて重篤な障害を抱えることになる [2]. その中でも、発音における鼻からの息漏れは、構音の明瞭さを低下させ、コミュニケーション障害の原因となっている [3, 4].

上顎欠損患者に対しては、顎義歯を装着し口腔と鼻腔を隔てることで機能回復が図られるが、顎義歯による封鎖は鼻からの息漏れを改善するうえで、重要な役割を果たしている。これまでに、上顎欠損患者において、顎義歯装着により語音明瞭度や開鼻声、発語速度などが改善することが報告されている [5, 6]. 一方で、不適合な顎義歯装着や、それに起因する構音障害をきたす場合には患者の QOL を低下させることも報告されている [3, 7]. これらの報告は、顎顔面補綴治療の良否が患者の機能回復にかかわっていることを示しており、その効果を左右する要因の一つとして顎義歯による封鎖性が挙げられる。

発音時、ことに破裂音は、音産生の前に口腔内圧を高め口唇を瞬時に開くことで圧力を開放して発音されるが、発音において口腔内圧を適切に産生することは重要な点であるといえる [8]. 上顎欠損患者においては顎義歯による封鎖性が低い場合、口腔内圧を十分に高めることができないため開鼻声となり、発音の質は低下する。そのため、顎義歯による封鎖は、発音時の口腔内圧産生に重要な影響を与えているといえる [5].

近年のセンシング技術の向上により、小型で安価なセンサが開発されており [9], 直接口腔内圧を測定できるような小型大気圧センサが販売されている。そこで、我々は小型大気圧センサを応用し、口腔内圧を測定する試みを行っている。これまでに、発音時の封鎖性を見るためにはナゾメーターなどを用いて鼻腔からの漏れる気流量を測定するものがほとんどであった [3, 10, 11]. しかし、発音時の口腔内圧を指標にして、顎義歯の封鎖性を評価した報告はこれまでに見られない。そこで、本研究では、超小型大気圧センサを用いて、健常

者と上顎顎義歯装着患者の発音時口腔内圧を測定し、「顎義歯の封鎖性が良好であれば高い口腔内圧が認められる」という仮説を検討した。さらに、口腔内圧と音圧との関係を分析比較することにより、患者個々における顎義歯の封鎖効果について検討した。

実験方法

被験者

被験者は、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 ± 16.1 歳）(Table1)、対照として顎口腔、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 ± 6.2 歳）とした。上顎欠損患者群について、診療録より術後経過年数、顎義歯装着後年数、術式、欠損範囲を調査した。上顎欠損患者群は、術後経過年数1.7から26.1年、現在使用中の顎義歯装着年数0.1から3.6年だった。硬口蓋と歯槽部の欠損は、前方欠損が1名、他6名は片側欠損だった。1名は右側上顎骨全摘術後に腹直筋皮弁移植術をうけていたが、口蓋正中部に鼻腔へとつながる欠損が残存していた（ID7）。軟口蓋は全てにおいて欠損が無く、軟口蓋拳上や鼻咽腔閉鎖機能に障害を認めなかった。

本研究は、新潟大学歯学部倫理委員会の承認（承認番号28-R1-4-7）を得て行われ、各被験者には本研究の趣旨および内容を口頭および文章にて十分に説明し、書面による同意を得た。

口腔内圧測定

口腔内圧は、超小型デジタル大気圧センサ（MPL1151A1, Freescale社, $5.0 \times 3.0 \times 1.2$ mm）(Fig. 1A)を用いて測定した。上顎欠損患者では、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II, 塩野義製薬社）にて口腔内に貼付した。センサの貼付位置は、健常者は口蓋正中線上の切歯乳頭より15mm後方とした

(Fig. 1B). 上顎欠損患者では、顎義歯非装着時には健側硬口蓋に、装着時には顎義歯研磨面の口蓋部に、それぞれ健常者群に準じた位置とした。測定の前後に、口腔内圧キャリブレーション用の電気信号 (90–110 kPa) を入力した。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 AD コンバータ (U3–HV, LabJack 社) でデジタル化し、サンプリング速度 1000 Hz で PC に記録した。

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。被験者を壁面から離れ遮蔽物を避けた部屋の中央に、頭部を固定しない状態で椅子に座らせた (Fig. 2A)。騒音計を被験者の正面に設置し、マイクロホンから被験者の口唇までの距離を 30 cm とした。マイクロホンには防風スクリーン (WS–10, RION 社) を取り付け、測定モードの周波数重み特性を A 特性、時間重み特性を Slow とした。音圧データは、発音の音声と共に騒音計の表示画面を家庭用ビデオカメラで撮影し動画として記録した (Fig. 2B)。

測定タスク

測定場所は静粛な部屋とした。発音は、歯列状態、舌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い、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。被験者には、様々な声の大きさに発音するように指示し、10 回発声させた。測定の前後に、口腔内圧キャリブレーション用の電気信号 (90–110 kPa) を入力した。

データ分析

口腔内圧測定で得られた圧力データは、波形解析ソフト (Spike 2 version 6, 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 (Fig. 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 を適応して波形を整えた。それぞれの /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 (Fig. 3B). Baseline 値 は/pa/発音時波形の前方で基線が安定している 0.5 秒間の平均値とした.

音圧データは、音圧測定時の動画より騒音計の表示画面を読み取り、各/pa/発音時の音圧として記録した.

統計解析

各被験者の最大口腔内圧と最大音圧に対し、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 群の比較には一元配置分散分析を行い、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、各被験者において、音圧と口腔内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 社) を用い、有意水準は 5 %とした。

結果

最大口腔内圧

まず被験者ごとの最大口腔内圧を、各群で平均し 3 群を比較した (Fig. 4A). 最大口腔内圧の平均は、健常者群では 1.5 ± 0.7 kPa, 上顎欠損患者群の顎義歯非装着時は 0.9 ± 0.7 kPa, 顎義歯装着時は 2.0 ± 0.9 kPa であった。上顎欠損患者群の顎義歯非装着時には、健常者群より口腔内圧が低い傾向が認められたが、顎義歯装着により口腔内圧は有意に増加した。上顎欠損患者群では、すべての被験者で顎義歯装着により最大口腔内圧は増加した (Fig. 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 であり、患者により個人差を認めた (Table 2).

最大音圧

最大音圧の平均は、上顎欠損患者の顎義歯非装着時で 83.1 ± 7.0 dB、顎義歯装着時は 83.8 ± 6.5 dB、健常者は 83.9 ± 2.5 dB であった (Fig. 5A)。上顎欠損患者群では顎義歯の有無による有意差が無く、健常者群を含めた3群間においても有意を認めなかった。患者ごとの比較でも、ほぼ同じ大きさであった (Fig. 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に、被験者ごとに散布図を作成し比較した。健常者と上顎欠損患者の代表例をそれぞれ1例と、散布図より得られた回帰式を図6に示す。健常者、上顎欠損患者の顎義歯非装着時と装着時の3群共にいずれも口腔内圧と音圧には正の相関関係が認められ、大きな音で発音する際には口腔内圧の上昇が認められた。

散布図より得た相関係数と回帰式の傾き (Table 3) より、健常者の相関係数は平均 0.77 ± 0.14 で中等度から強い相関関係を認めた。また、上顎欠損患者群における顎義歯非装着時には、相関係数が最大 0.86 、最小 0.72 でいずれも中等度から強い相関を示した。一方で、顎義歯装着時には、相関係数が非装着時と比較してほぼ変化しないもしくは大きくなり中等度から強い相関関係を維持するもの (ID 1, 3, 5, 6) と、相関係数が小さくなり相関関係が弱くなるもの (ID 2, 4, 7) の2つのグループに分けられた。さらに、顎義歯の装着時に中等度から強い相関関係を維持したグループは回帰式の傾きは大きくなり、相関関係が弱くなるグループは回帰式の傾きも小さくなった。

考察

上顎腫瘍切除などの理由による上顎欠損患者において、顎顔面補綴治療はその機能回復や社会復帰のために必要不可欠なものである [12, 13]。顎義歯の適合性や栓塞子部の封鎖性は、発音や嚥下機能に影響を与えており、封鎖性が悪いと鼻腔への食塊の侵入や開鼻声による発語の不明瞭さが起こる。今回、我々は超小型デジタル大気圧計を用いて発音時の口腔内圧を

直接測定する試みを行い、健常者および上顎欠損患者における発音時口腔内圧の変化を検討した。その結果、顎義歯装着による発音時口腔内圧の上昇を確認し、顎義歯の封鎖性の検討を行うことができた。

まず、健常者に比べ上顎欠損患者における顎義歯非装着時の口腔内圧は低い傾向が認められた。呼気の鼻腔への漏出により、口腔内圧が上昇しなかったためと考えられる。次に、最大口腔内圧の平均において、上顎欠損患者は顎義歯装着により有意に口腔内圧が高められた。このことより、顎義歯の封鎖効果を確認された。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。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るものと考えられた[11, 14]。

一方で、最大音圧の平均は、3群のいずれの間にも有意差は認めなかった。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無かったことより、顎欠損状態でも発音の明瞭さや構音の正確さとは異なり、健常者と同等の音圧を発生することが可能であると考えられた[14]。

口腔内圧と音圧の関係には、全ての被験者において正の相関があり、口腔内圧の大きさは音圧の増減に影響を受けていると考えられた。つまり、音圧が大きければ口腔内圧も高く、音圧が小さければ口腔内圧も低い。上顎欠損患者の顎義歯非装着時においても口腔内圧と音圧との相関が認められたことから、呼気が鼻腔へ漏れている状態でもある程度、口腔内圧は上昇することが考えられる。したがって、口腔内圧の評価だけでは顎義歯の封鎖性を評価することは困難と思われた。

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た。その結果、上顎欠損患者は2つのグループに分けることができると考えられた。すなわち、1つ目のグループ（ID 1, 3, 5, 6）は、顎義歯の装着により口腔内圧と音圧の相関係数はほ

ば変化しないもしくは大きくなり、相関関係は中等度から強い相関を維持していた。一方、その他の患者（ID 2, 4, 7）では、顎義歯の装着時には回帰式の傾きは小さくなり、その上、相関係数も小さくなり相関関係が弱くなった。そこで、前者を封鎖良好群、後者を封鎖不良群として以下のように考察した。

一般に、両唇破裂音の発生時には両口唇と鼻咽腔とを閉鎖することにより、一時的に口腔内圧を高めている[15]。健常者群において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、音圧の増減によって口腔内圧は安定して調整されているものと考えられた。

上顎欠損患者の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必ず呼気は鼻腔もしくは副鼻腔へ流出する。しかし、音圧によって呼気量に変化している[16, 17]ことから、小さな変化ではあるものの口腔内圧の上昇が認められた。その相関関係は健常者のものとほとんど変わらず中等度から強いものであり、回帰式の傾きは小さいものの、音圧に比例して口腔内圧は安定して微増していると考えられる。

一方、顎義歯装着により相関関係が強くなったもの（封鎖良好群）は、顎義歯による封鎖が確実に行われているため、音圧による圧力調整がより安定していると考えられる。しかし、顎義歯装着によって相関関係が弱くなったもの（封鎖不良群）は、音圧による口腔内圧の調整が不安定になっている。このことは、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が、不安定の原因になっていると考えられる。このように、相関関係の変化の違いは音圧による口腔内圧調整の安定性を示しているといえ、顎義歯による封鎖の良否と関連していると思われる。

顎義歯装着により傾きが小さくなったものは、音圧に対して口腔内圧の産生効率が低くなった。顎義歯の適合性が低いことにより圧力が漏れているため、圧力産生効率が低くなっていると考えられた。また、顎義歯装着により傾きが大きくなったものは、顎義歯の適合性が

高いため圧力の漏れが少なく、圧力産生効率が高くなっていると考えられる。つまり、回帰式の傾きの変化は顎義歯の適合性による封鎖効率を示しているといえる。

封鎖良好群は、中等度から強い相関関係を維持し、回帰式の傾きは大きくなった。このことは、顎義歯の封鎖により鼻からの呼気漏出が減少し、口腔内圧が効率よく増加していることを示すものである。

一方で、封鎖不良群では、回帰式の傾きも小さくなった。このことより、顎義歯による緊密な封鎖が実現できておらず、口腔内圧産生が確実に行われていない状態にあり、適合性が低いために封鎖効率も低くなっていると考えられる。しかし、このグループにおいても、顎義歯装着時の口腔内圧は非装着時よりも大きかった。つまり、ある程度顎義歯により封鎖されているが、口腔内圧の上昇には制限があり、とくに高い口腔内圧をかけようとすると呼気が漏れてしまう状態であり、このことが音圧－口腔内圧の回帰式の傾きが低くなっている原因と考えられる。

このグループに分けられた3名の患者においては、いずれも顎義歯による封鎖が不良となる原因が指摘された。それぞれの患者を個別に調べてみると、顎義歯が不適のため再製作途中であったもの(ID 2)、開口量が著しく少なく栓塞子の高さがとれなかったもの(ID 4)、右側上顎骨全摘出後に腹直筋皮弁による再建が行われたが、一部に鼻腔との交通を残し、しかもその皮弁が過度に厚く可動性に富んでいたもの(ID 7)であった。これらの原因により、顎義歯による封鎖効果は低下したものと考えられた。

したがって、顎義歯の封鎖効率は、封鎖良好群で高く封鎖不良群では低いことが示された。これらのことより、顎義歯の封鎖性の評価には口腔内圧と音圧との相関関係を検討し、その相関係数と回帰式の傾きの関係から顎義歯の封鎖効果の良否を判別する可能性が示唆された。

本研究では、対象群として若年健常者を用いた。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、対象群としても健

常高齢者の計測を行った方が良いと思われる。今後、健常高齢者の発音時口腔内圧についても検討を行う予定である。

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[18-20]、鼻息鏡[21, 22]、ナゾメーター[3, 10, 11, 23]、呼気流量トランスデューサ[24]などによる評価が行われている。今回用いた小型大気圧計は小型で安価なため、チェアサイドなどの場所でも簡便に定量的な口腔内圧測定ができるという利点を有している。しかし今回の研究では主観的・客観的なものを含めて他の顎義歯の封鎖性に関する評価を行っていない。今後、ナゾメーターなどの定量的な評価との関連性を検討し、本法の有用性を確認する必要がある。さらに、上顎顎欠損患者においてサウンドスペクトログラムを用いた発音時評価が行われている[25-27]。呼気への漏出がある場合には構音が変化し、スペクトログラムの結果が変化することが知られており、口腔内圧との関係にも興味を持たれる。

また、嚥下時には舌や嚥下関連器官の協調した動きにより口腔内圧を変化させ、液体や食塊を口腔から咽頭へと送り込むことが知られている。不適合な顎義歯を装着した上顎欠損患者では、液体などが鼻腔へと漏出するだけでなく、送り込み動作にも影響を与えている可能性がある。本装置は嚥下時の口腔内圧変化も観測することが可能であると考えられる。

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[28]。このような調整前後での封鎖性の比較を行うことも可能であると考えられる。

本研究では超小型大気圧センサを用いて顎義歯装着患者における発音時の口腔内圧変化を測定した。その結果、顎義歯装着時には口腔内圧は上昇しており、顎義歯が口腔内圧形成に寄与していることが明らかとなった。本装置は小型で安価であり、簡便に測定できることから臨床的な意義は大きいと考えられる。また、口腔内圧の変化だけでなく音圧も同時に測定することにより、顎義歯の封鎖性に関する客観的な評価法として有用できる可能性が考えられた。本評価法を確立することにより、上顎欠損患者の機能回復および社会復帰への一助

となると思われる.

まとめ

顎義歯は上顎欠損患者の口腔内圧形成に寄与していた. また, 発音時の口腔内圧と音圧とは相関しており, その相関関係を調べることにより顎義歯の封鎖効果の良否を評価できる可能性が示唆された.

謝辞

稿を終えるにあたり, 本研究にご理解と協力いただきました被験者の皆様に深く感謝の意を表します. また, 本研究を行う機会を与えて頂きかつ終始変わらぬ御指導, 御高閲を賜りました新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野小野高裕教授, 本研究を遂行するに際し, 多大なる御尽力, 御教授, 御助言をいただきました小林 博先生をはじめ, 堀 一浩先生ならびに教室の先生方に心より深謝いたします.

図表の説明

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

Figure 1 Ultra-small digital atmospheric pressure sensor IC (A) and intra oral view with the attached sensor (B)

図 2 測定風景 (A) と騒音計 (B)

Figure 2 Measuring scene (A) and the image of sound level meter (B)

図 3 /Pa/発音時口腔内圧波形例 (A:全波形, B:1回発音)

Figure 3 Sample of waveform of an intra oral air pressure during /pa/ pronunciation (A: all procedure, B: one pronunciation)

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

Figure 4 Maximal intra oral air pressure (A: mean, B: individual value)

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

Figure 5 Maximal sound pressure (A: mean, B: individual value)

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))

Figure 6 Relation between intra oral air pressure and sound pressure (A: sample of control subject (34 yrs female), B: sample of a maxillectomy patient (ID6, without obturator), C: sample of a maxillectomy patient (ID6, with obturator))

表 1 上顎欠損患者群

Table 1 Status of maxillectomy patients

表 2 上顎欠損患者における口腔内圧

Table 2 The intraoral air pressure during pronunciation of maxillectomy patients

表 3 口腔内圧と音圧との関係（健常者群は平均値）

Table 3 Relation between intra oral air pressure and sound pressure (for the control subjects, the value is the mean of all control subjects)

文献

- [1] Matsuda A, Matsuda T, Shibata A, Katanoda K, Sobue T, Nishimoto H, et al. Cancer incidence and incidence rates in Japan in 2008: a study of 25 population-based cancer registries for the Monitoring of Cancer Incidence in Japan (MCIJ) project. *Japanese journal of clinical oncology*. 2014;**44**: 388–96.
- [2] Vickery LE, Latchford G, Hewison J, Bellew M, Feber T. The impact of head and neck cancer and facial disfigurement on the quality of life of patients and their partners. *Head & neck*. 2003;**25**: 289–96.
- [3] Rieger JM, Wolfaardt JF, Jha N, Seikaly H. Maxillary obturators: the relationship between patient satisfaction and speech outcome. *Head & neck*. 2003;**25**: 895–903.
- [4] Mikamo S, Kodama N, Pan Q, Maeda N, Minagi S. Effect of nasal speaking valve on speech intelligibility under velopharyngeal incompetence: a questionnaire survey. *Journal of oral rehabilitation*. 2015;**42**: 136–43.
- [5] Sullivan M, Gaebler C, Beukelman D, Mahanna G, Marshall J, Lydiatt D, et al. Impact of palatal prosthodontic intervention on communication performance of patients' maxillectomy defects: a multilevel outcome study. *Head & neck*. 2002;**24**: 530–8.
- [6] Kumar P, Jain V, Thakar A, Aggarwal V. Effect of varying bulb height on articulation and nasalance in maxillectomy patients with hollow bulb obturator. *Journal of prosthodontic research*. 2013;**57**: 200–5.
- [7] Depprich R, Naujoks C, Lind D, Ommerborn M, Meyer U, Kubler NR, et al. Evaluation of the quality of life of patients with maxillofacial defects after prosthodontic therapy with obturator prostheses. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2011;**40**: 71–9.

- [8] Mayo R, Warren DW, Zajac DJ. Intraoral pressure and velopharyngeal function. *The Cleft palate–craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate–Craniofacial Association*. 1998;**35**: 299–303.
- [9] Ono T, Hori K, Masuda Y, Hayashi T. Recent advances in sensing oropharyngeal swallowing function in Japan. *Sensors*. 2010;**10**: 176–202.
- [10] Dalston RM, Seaver EJ. Nasometric and phototransductive measurements of reaction times among normal adult speakers. *The Cleft palate journal*. 1990;**27**: 61–7.
- [11] Rieger J, Wolfaardt J, Seikaly H, Jha N. Speech outcomes in patients rehabilitated with maxillary obturator prostheses after maxillectomy: a prospective study. *The International journal of prosthodontics*. 2002;**15**: 139–44.
- [12] Keyf F. Obturator prostheses for hemimaxillectomy patients. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;**28**: 821–9.
- [13] 高端泰伸. 上顎欠損補綴患者の発音機能. *大阪大学歯学雑誌*. 1986;**31**: 97–117.
- [14] Sapienza CM, Brown WS, Williams WN, Wharton PW, Turner GE. Respiratory and laryngeal function associated with experimental coupling of the oral and nasal cavities. *The Cleft palate–craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate–Craniofacial Association*. 1996;**33**: 118–26.
- [15] Inoue MS, Ono T, Honda E, Kurabayashi T. Characteristics of movement of the lips, tongue and velum during a bilabial plosive: a noninvasive study using a magnetic resonance imaging movie. *The Angle orthodontist*. 2007;**77**: 612–8.
- [16] 鯨井和朗, 大石公直, 岩村節子, 玉虫昇, 持松いづみ, 沢木修二, 他. 最近開発された発声機能検査装置(PS-77)の使用経験. *音声言語医学*. 1982;**23**: 174–83.
- [17] 岩田重信, 竹内健二, 岩田義弘, 戸田均, 大山俊廣. 空気力学的にみた発声機序声の強さの調節. *音声言語医学*. 1995;**36**: 14–21.
- [18] Chen C, Ren W, Gao L, Cheng Z, Zhang L, Li S, et al. Function of obturator prosthesis after maxillectomy and prosthetic obturator rehabilitation. *Brazilian*

journal of otorhinolaryngology. 2015.

[19] Irish J, Sandhu N, Simpson C, Wood R, Gilbert R, Gullane P, et al. Quality of life in patients with maxillectomy prostheses. *Head & neck*. 2009;**31**: 813–21.

[20] 堀 一浩, 小野高裕, 耕田英樹, 野首幸嗣. 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*. 2003;**26**: 47–54.

[21] Bettens K, Wuyts FL, De Graef C, Verhegge L, Van Lierde KM. Effects of age and gender in normal-speaking children on the nasality severity index: an objective multiparametric approach to hypernasality. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics*. 2013;**65**: 185–92.

[22] 緒方祐子, 中村典史, 菊田るみこ, 松崎幸代, 笹栗正明, 中間 友, 他. 口蓋裂における鼻息鏡による検査での動作別鼻咽腔閉鎖機能の解析 鼻咽腔閉鎖機能不全の病態に基づく治療指針の試み. *日本口蓋裂学会雑誌*. 2007;**32**: 273–82.

[23] Prunkngarpun C, Sumita YI, Taniguchi H. Three Monosyllables for Standard Words in Nasometer Test: To Evaluate Air Leakage in Maxillectomy Patients. *日本補綴歯科学会雑誌*. 2008;**52**: 507–12.

[24] 中村康典. 上顎切除患者の鼻咽腔閉鎖運動ならびに構音に関する研究. *日本口腔科学会雑誌*. 1999;**48**: 304–21.

[25] Davison SP, Sherris DA, Meland NB. An algorithm for maxillectomy defect reconstruction. *The Laryngoscope*. 1998;**108**: 215–9.

[26] 大谷俊一, 山縣健佑. 上顎切除後の顎義歯装着患者の破裂音, 弾音の発音機能評価法. *日本補綴歯科学会雑誌*. 1994;**38**: 155–67.

[27] 中野良信, 小野克己, 島原政司, 古川哲夫, 斯波徳高. 上顎・口蓋欠損患者の調音障害に関する研究. *日本口腔外科学会雑誌*. 1981;**27**: 313–24.

[28] Wang RR, Hirsch RF. Refining hollow obturator base using light-activated resin. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1997;**78**: 327–9.

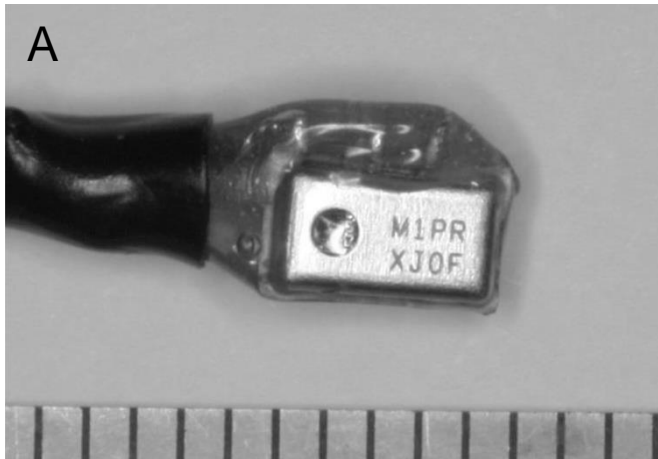


Fig. 1

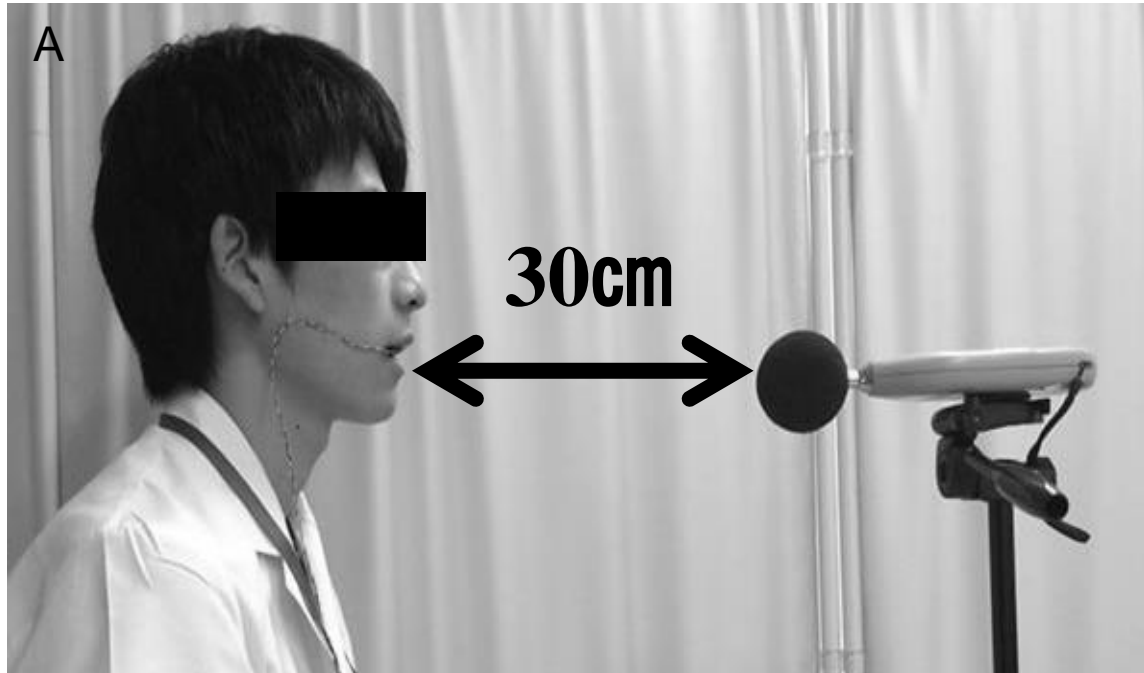


Fig. 2

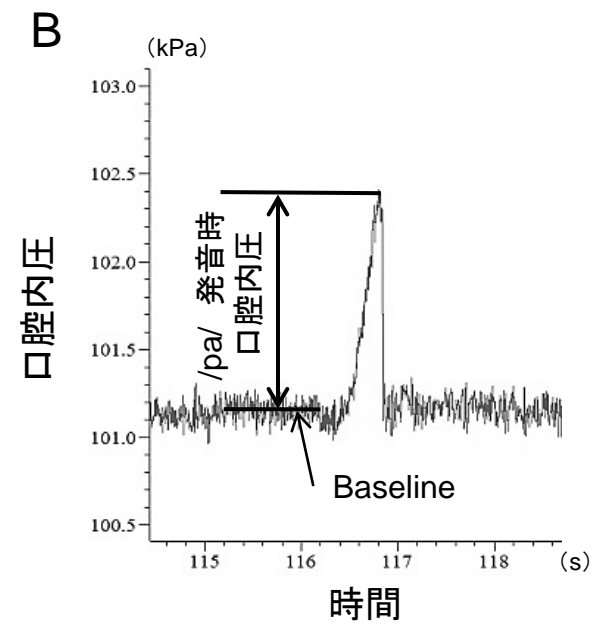
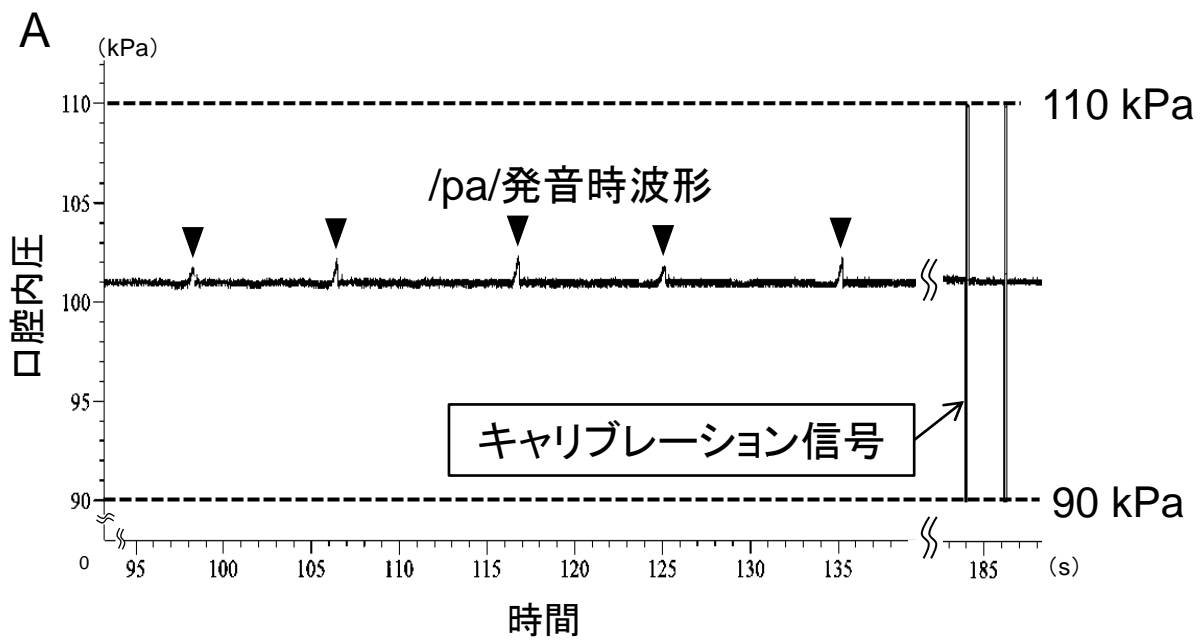
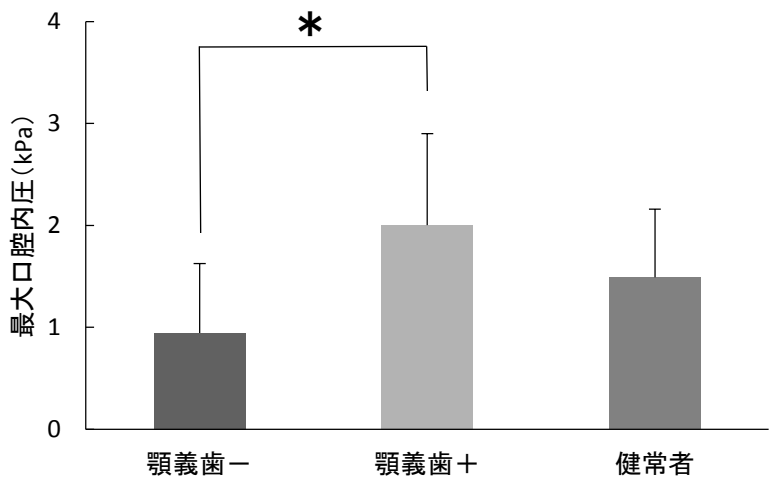


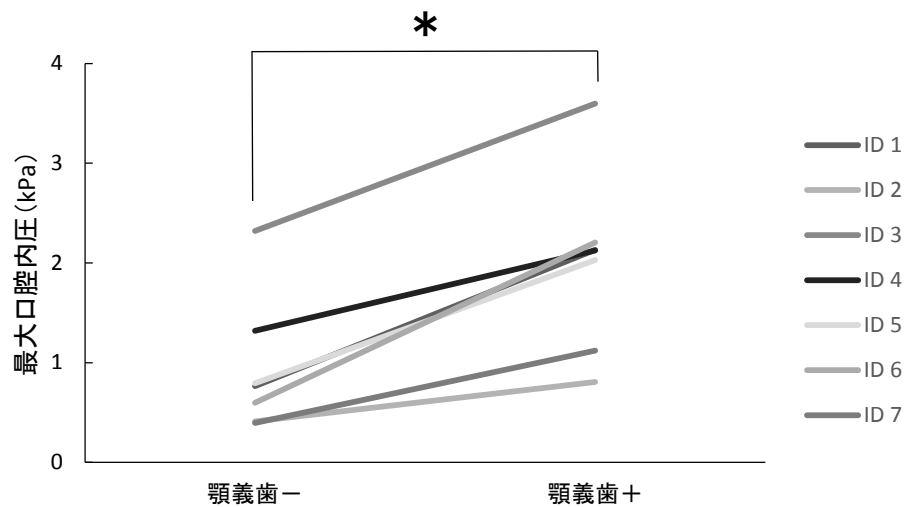
Fig. 3

A 最大口腔内圧の平均



(* : $p < 0.05$ ANOVA and Tukey's post hoc)

B 上顎欠損患者群における個別最大口腔内圧



(* : $p < 0.05$ paired t-test)

Fig. 4

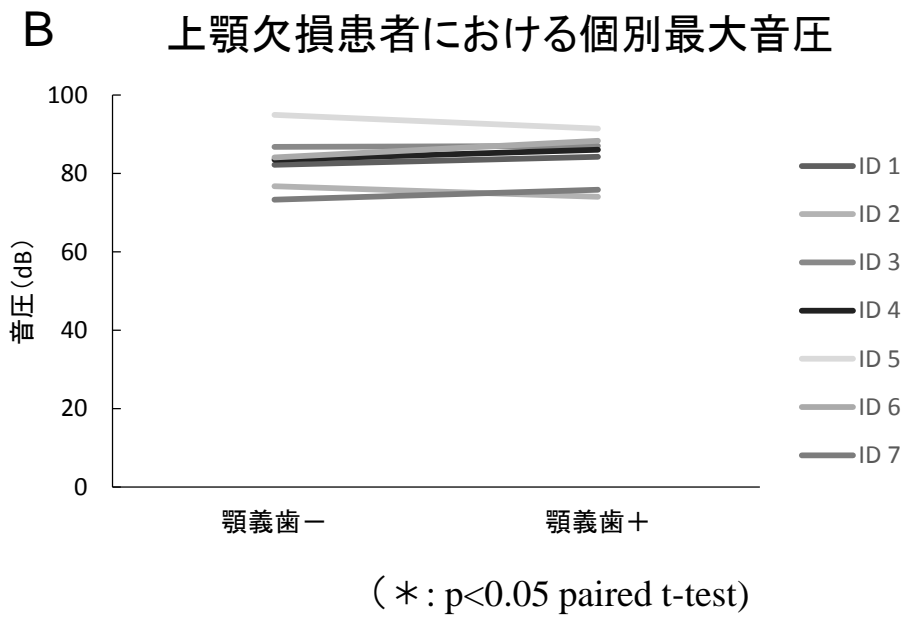
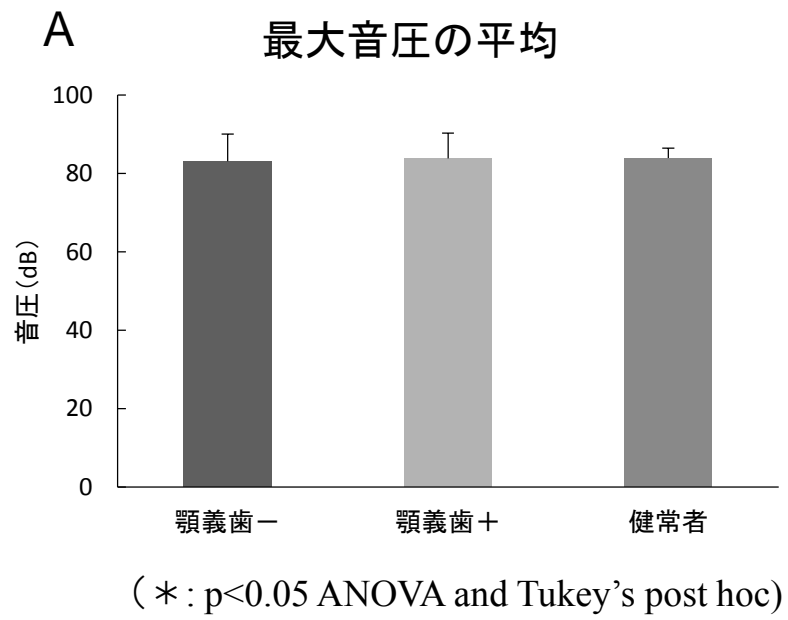
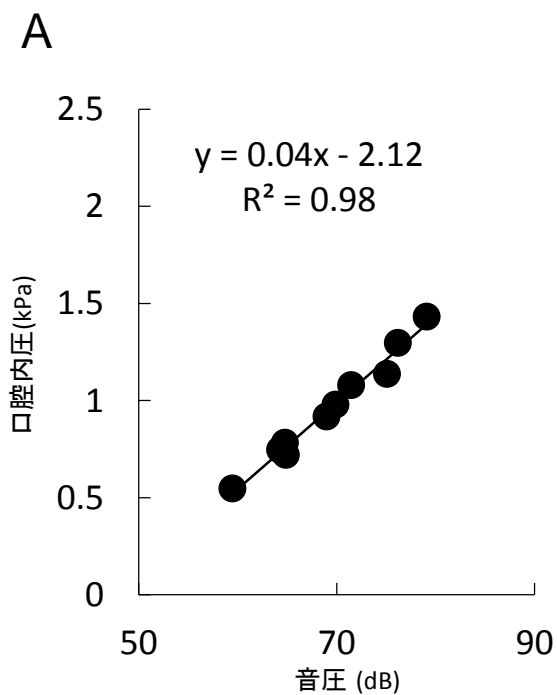
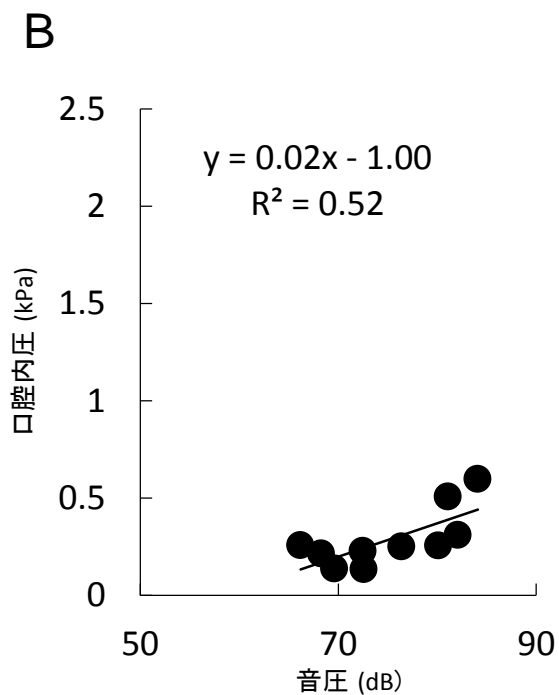


Fig. 5

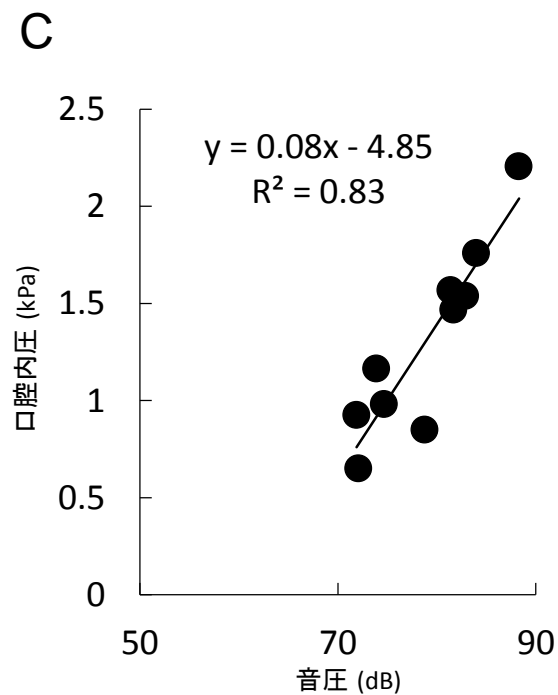


健常者
(34歳 女性)



顎義歯一

上顎欠損患者 (ID 6 59歳 男性)



顎義歯+

Fig. 6

ID	性別	年齢	術後経過 年数	顎義歯 装着後年数	術式	顎欠損	
						硬口蓋	軟口蓋
1	男	37	3.7	3.6	両側上顎骨部分切除術 左側頸部郭清術 RT	前方欠損	なし
2	男	79	26.1	3.1	右側上顎骨全摘術	片側欠損	なし
3	男	75	4.5	3.3	右側上顎骨全摘術	片側欠損	なし
4	男	82	4.1	2.0	右側上顎骨全摘術 両側頸部郭清術 RT	片側欠損	なし
5	女	80	7.7	0.7	左側上顎骨部分切除術 皮膚移植術	片側欠損	なし
6	男	59	6.3	0.1	右側上顎骨全摘術 皮膚移植術 RT	片側欠損	なし
7	男	71	1.7	0.4	左側上顎骨全摘術 腹直筋皮弁移植術	片側欠損	なし

Table 1

I D	口腔内压 (kPa)		压力增加量 (kPa)
	顎義齒一	顎義齒十	
1	0.8	2.1	1.4
2	0.4	0.8	0.4
3	2.3	3.6	1.3
4	1.3	2.1	0.8
5	0.8	2.0	1.2
6	0.6	2.2	1.6
7	0.4	1.1	0.7

Table 2

I D	相関係数		回帰式傾き	
	顎義歯一	顎義歯十	顎義歯一	顎義歯十
1	0.810	0.907	0.018	0.044
2	0.740	0.220	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	0.028	0.016
健常者群平均	0.771±0.144		0.033±0.020	

Table 3