

原 著

口蓋床の厚さが嚥下音に及ぼす影響

小 嶋 千 栄 子 山 村 理 藤 原 周

The effect of palate plate thickness for swallowing sounds

KOJIMA CHIEKO, YAMAMURA OSAMU, FUJIWARA SHU

【目的】高齢者の口腔機能の維持やリハビリテーションが歯科分野において課題となっており、嚥下機能や治療効果の評価を行う機会が増えている。今回、全部床義歯床口蓋部の厚みに注目し、頸部聴診法における術者の感覚である「きこえ」を定量化し、簡便で客観性に富んだ嚥下音の評価を試みた。

【被験者および方法】被験者は、健常有歯顎者 10 名とした。各被験者ごとに、厚さが 1.0 mm (P1) と 3.0 mm (P2) の 2 種類の実験的口蓋床を製作した。

無響音室にて、被験者に口蓋床未装着 (N) で聴診器をあて、水 10 cc の嚥下音の記録を行った。同様に、実験的口蓋床を各々装着した時 (P1, P2) の嚥下音を記録した。音質評価ソフトを用いて、ラウドネス、シャープネス、ラフネスの解析を行った。また、音声分析ソフトにて、嚥下音持続時間、I 音、II 音、III 音および I 音と II 音合計の嚥下音持続時間、嚥下音開始時から波形が最大値に達するまでの時間およびピッチ曲線高低差を計測した。得られたデータをもとに統計処理を行なった。

【結果】ラウドネスは、口蓋床装着時に値が大きくなる傾向を示し、対照 (N) と P2 との間に有意な差が認められた。嚥下音持続時間は、口蓋床装着時に延長する傾向が認められ、対照 (N) と P2 との間、P1 と P2 との間にそれぞれ有意に大きな値を示した。I 音と II 音合計嚥下音持続時間は、口蓋床装着時、P1 においてわずかに短縮される傾向を示したが、有意差はなかった。

【考察】ラウドネスの増大は咽頭挙上筋や咽頭収縮筋などの運動変化によるものであると考えられる。また、嚥下音持続時間の延長、I 音と II 音合計嚥下音持続時間のわずかな短縮は、嚥下終了後の喉頭の開放に時間を要したと考えられる。

【結論】義歯口蓋部の厚さの決定にラウドネスの考察は有用であり、嚥下音から厚みを決定できる可能性がある。また、嚥下音持続時間の計測、分析が頸部聴診法の確立の一助となる可能性が示された。

キーワード：音質評価、嚥下音、口蓋床、口腔内容積

[Purpose] Maintenance and rehabilitation of oral function in the elderly have brought about some problems in the dental field, and opportunities to evaluate swallowing function and therapeutic effects are increasing. This study focused on palate thickness of the complete denture base, and attempted to quantify how swallowing is "heard". "heard" is usually a sensation of the operator in neck auscultation, but we also tried to evaluate swallowing sounds simply and objectively.

[Subjects and methods] Subjects comprised 10 healthy, edentulous individuals. Two experimental palatal floors with thicknesses of 1.0 mm (P1) and 3.0 mm (P2) were produced for each subject. In an anechoic room, a stethoscope was applied to the subject without a palate floor (N), and the swallowing sound of water 10 cc was recorded. Similarly, swallowing sounds were recorded when each experimental palatal floor (P1, P2) was attached. The loudness, sharpness and roughness of the sounds were analyzed using audio software. In addition, speech analysis software was used to analyze the duration of the swal-

lowing sound, durations of the first, second, third, and total swallowing sounds, time from the start of the swallowing sound until the waveform reached maximal value, and pitch. Curve height differences were also measured. Statistical processing was performed based on the obtained data.

[Results] When the palate floor was attached, loudness tended to be increased. There was a significant difference between the control (N) and P2. Other significant differences were also observed between control (N) and P2, and between P1 and P2. Total duration of the first and second swallowing sounds tended to be slightly shortened at P1 when the palate floor was attached, but there was no significant difference in these parameters.

[Discussion] It is possible that the increase in loudness is due to changes in movements of the pharyngeal lifter and pharyngeal constrictor muscles. The extension of the durations of swallowing sounds and the slight shortening of the total duration of swallowing sounds on the first and second sounds may depend on longer time to open the larynx after swallowing.

[Conclusion] Loudness is useful for determining the thickness of the denture palate. It is possible that thickness of palatal plate may be able to be determined by swallowing sounds. Measurement and analysis of the duration of swallowing sounds may help establish establishment of cervical auscultation.

Key words : sound quality evaluation, swallowing sound, palate floor, intraoral volume

緒 言

人口の3割ほどを65歳以上が占める超高齢社会である我が国は、機能低下が生じた高齢者の口腔機能の維持やリハビリテーションが歯科分野において大きな課題となる¹⁾。嚥下機能の治療効果の評価を行う機会も増え、客観的に評価し、患者に提示することが求められている。

食べ物を飲み込む時には、舌を上顎につけて飲み込むため²⁾、義歯は患者にとって異物であり、実質欠損の範囲を越えた口蓋部を大きく覆う上顎全部床義歯の形態は不快感を伴う。義歯の口蓋部を金属床義歯のように薄くすることで不快感は軽減する。その反面、舌の機能低下や運動障害ある者に対して、舌接触補助床(PAP)のように口蓋部の厚みを持たせることで、嚥下時の舌挙上運動を補助し、嚥下しやすくする場合がある。近年、舌接触補助床に関する研究や治療効果が多く報告されている³⁻⁸⁾。つまり、口蓋部の床の厚さは状況に応じて正反対の影響を及ぼすことになる。

一般臨床における嚥下障害のスクリーニング法として、聴診器を利用した主観的方法である頸部聴診法が主となっている^{9, 10)}。頸部聴診法は、非常に簡便な判定法であり、歯科分野だけでなく、医療・介護分野においても広く用いられている^{11, 12)}が、主観的方法であるため、術者の熟達が必要とされる。

今回、嚥下機能評価とリハビリテーションへの応用を目的に全部床義歯床口蓋部の厚みに注目し、頸部聴診法における術者の感覚である「きこえ」を定量化し、より簡便で客観性に富んだ嚥下音の評価を試みた。

被験者および方法

1. 被験者

被験者は、実験の趣旨を十分に理解し同意の得られた健常有歯顎者10名(男性5名,平均年齢 29 ± 2.3 歳,女性5名,平均年齢 30 ± 2.8 歳)とした。被験者には、特記すべき全身疾患がなく、歯の欠損がなく個性正常咬合を有する、顎口腔系の形態・機能や嚥下機能に異常を認めない者を対照とした。

なお、本研究は朝日大学歯学部倫理審査委員会の承認を得て行った(承認番号:31019号)。

2. 実験的口蓋床

各被検者ごとに上顎歯列の石膏模型を製作し、マウスガード(山八歯材工業,愛知)を軟化圧接,義歯の装着を想定した口蓋床を実験的に製作した(図1)。口蓋部の厚みが異なる1.0 mm(口蓋床P1),3.0 mm(口蓋床P2)の2種類の実験的口蓋床を製作した。実験的口蓋床の後縁は上顎左右第二大臼歯の遠心部を結ぶ線に一致させ,口蓋にむかい可能な限り粘膜と移行的な形状とし,歯頸縁は口蓋側歯頸縁に沿わせ,咬合を阻害しないように調整した。

3. 録音装置および録音方法

被験者を椅子に座らせ,被験者の左側甲状軟骨上部横食道上皮膚上に聴診器をあて(図2),聴診器のチューブとレコーダ(オリンパス,東京)を直接連結し,録音を行った(図3)。録音・記録は,朝日大学医科歯科医療センター,顎機能検査室内の無響音室にて行った。



図1 実験的口蓋床

各被検者ごとに上顎歯列の石膏模型を製作し、マウスガードを軟化圧接、口蓋床を実験的に製作。



図2 録音方法

被験者の左側甲状軟骨上部横食道上の皮膚上に聴診器をあて、レコーダーにて録音。



図3 レコーダ

レコーダは聴診器のチューブと直接連結。

対照 (N) として、製作した口蓋床非装着の状態、コップに計量した水 10 cc を嚥下させ、各 10 回ずつ嚥下音を録音・記録した。同様に、製作した厚さの違う 2 種類の実験的口蓋床装着の状態で水 10 cc を嚥下させ、各 10 回ずつ嚥下音を録音・記録した。

評価方法には人の感覚に基づく方法である心理音響評価法を用い、嚥下音の客観的評価を行なった¹³⁾。サンプリング周波数は 48 キロヘルツとし、得られた録音データは、音質分析を行い、音響解析ソフトウェア (Oscope2, 小野測器, 神奈川) を用いて、音質評価指標 ISO 532-1 非定常音ラウドネス, ISO 532-1 非定常音ラウドネス最大値, ラウドネス, シャープネス, ラフネスについて解析を行った。

また、音声分析ソフトウェア (杉スピーチアナライザー, アニモ, 神奈川) を用いて、嚥下音持続時間, 嚥下 I 音持続時間 (I 音), 嚥下 II 音持続時間 (II 音), 嚥下 III 音持続時間 (III 音), I 音と II 音合計嚥下音持続時間, 嚥下音開始時から嚥下音の波形が最大値に達するまでの時間 (ピーク), ピッチ曲線高低差を計測した。

嚥下音持続時間は咽頭期から食道に入るまでの嚥下第二期に発生する 3 つの要素で構成される I 音, II 音, III 音¹⁴⁾を計測した。嚥下音持続時間, I 音, II 音, III 音, I 音と II 音合計嚥下音持続時間およびピークは、波形と音圧を確認して記録した。

4. 統計解析

得られたデータをもとに、実験的口蓋床による嚥下音への影響を比較することを目的に、床の違いに対する一元配置分散分析を行った後、主効果が認められたものについては、Tukey-Kramer の HSD 検定を用いてすべてのペアに対する下位検定を行った。これらの検定には統計解析用ソフトウェア (JMP, SAS Institute Japan, 東京) を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

1. ラウドネスの解析結果

1 嚥下ずつ対照 (N) と実験群 P1, P2 について音質評価解析を行い、ISO 532-1 非定常音ラウドネス最大値, ISO 532-1 非定常音ラウドネスおよびラウドネスの値を算出した (表 1)。

ISO 532-1 非定常音ラウドネス最大値は、対照 (N) と比較し、口蓋床装着時において値が大きくなる傾向を示した。ISO 532-1 非定常音ラウドネス最大値において、床の有無と違いについて (以下、床要因) 一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった (表 2, 図 4)。

表1 各口蓋床装着時の各被験者の ISO532-1 ラウドネス最大値

被験者A			被験者B			被験者C			
	n	P1	P2	n	P1	P2	n	P1	P2
1	8.40	7.09	3.60	5.91	5.17	3.44	4.54	3.92	5.49
2	6.49	4.16	6.53	7.15	6.66	3.10	3.81	4.00	6.16
3	9.07	7.23	4.79	3.64	7.19	8.08	4.66	3.22	5.89
4	5.39	6.17	8.45	3.54	7.43	8.50	3.96	3.31	5.73
5	4.92	4.61	6.04	3.36	5.90	8.57	3.40	3.84	5.07
6	6.17	4.47	4.63	5.41	5.47	9.45	3.94	3.83	5.22
7	4.98	6.60	7.51	3.74	6.76	2.77	4.22	3.54	5.28
8	6.63	9.76	5.50	10.94	5.42	5.92	4.07	3.47	6.02
9	5.29	4.91	5.22	5.10	7.54	5.07	3.89	3.73	5.63
10	5.35	4.61	4.90	4.02	6.85	8.24	4.64	2.96	5.00

被験者D			被験者E			被験者F			
	n	P1	P2	n	P1	P2	n	P1	P2
1	4.40	4.88	3.05	1.98	10.36	1.42	6.34	3.58	8.67
2	3.99	1.91	3.91	2.33	9.35	13.52	6.54	3.12	6.17
3	6.60	2.94	3.17	1.85	10.52	7.89	8.10	7.39	9.50
4	3.22	1.77	2.19	1.35	8.88	8.61	7.82	6.74	7.90
5	3.65	1.54	4.64	1.68	7.21	8.29	8.60	6.64	8.27
6	3.29	5.01	5.15	2.74	3.09	5.53	5.43	5.18	8.26
7	6.33	3.72	2.08	2.23	10.46	4.46	7.71	3.55	6.00
8	3.63	1.61	4.99	3.11	10.64	0.52	6.48	2.46	6.90
9	3.99	3.09	3.85	1.20	11.92	5.32	8.81	3.15	7.39
10	2.75	2.30	4.57	6.58	11.74	6.64	6.99	3.05	3.15

被験者G			被験者H			被験者I			
	n	P1	P2	n	P1	p2	n	P1	P2
1	4.05	8.51	8.27	10.28	5.08	4.77	6.96	5.57	4.37
2	4.75	6.20	6.27	9.73	7.69	3.02	4.77	7.99	7.77
3	3.68	8.23	7.26	10.37	9.70	7.93	4.77	5.44	9.60
4	3.57	8.35	8.45	9.66	10.25	10.32	9.47	5.98	8.94
5	4.00	9.02	7.31	10.21	6.21	10.20	6.34	5.58	9.44
6	4.07	7.11	11.09	10.20	7.82	7.35	8.81	9.00	7.94
7	5.04	8.68	7.36	12.43	8.28	10.62	8.77	5.57	9.49
8	5.46	8.76	9.04	9.65	7.80	9.66	9.64	3.22	8.12
9	2.86	6.60	9.07	10.72	9.07	9.06	7.01	5.68	7.59
10	5.37	6.39	8.93	10.22	9.07	7.71	7.35	7.42	10.50

被験者J			
	n	P1	P2
1	5.60	2.73	6.86
2	2.68	2.21	5.24
3	2.51	3.32	2.53
4	2.25	4.63	2.75
5	4.58	3.78	4.19
6	5.33	3.94	4.21
7	4.53	3.28	3.50
8	3.95	3.36	3.52
9	3.77	4.08	4.48
10	2.46	5.20	2.19

表2 ISO532-1 ラウドネス最大値の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	33.0833	16.5417	2.5887	0.0768
誤差	297	1897.8195	6.3900		
全体	299	1930.9028			

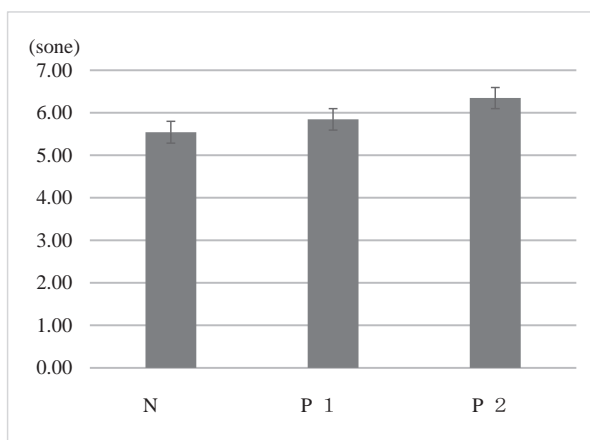


図4 ISO 532-1 ラウドネス最大値の口蓋床未装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (N = 10) を表す。

ISO 532-1 非定常音ラウドネスは、対照 (N) と比較し、口蓋床装着時において値が大きくなる傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果を認めた。さらに Tukey-Kramer の HSD 検定を行なった結果、対照 (N) と P2 との間で有意な差が認められた (表 3, 表 4, 図 5)。

ラウドネスは、対照 (N) と比較し、口蓋床装着時において値が大きくなる傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果を認めた。さらに Tukey-Kramer の HSD 検定を行なった結果、対照 (N) と P2 との間に有意差が認められた (表 5, 表 6, 図 6)。

2. シャープネスの解析結果

シャープネスは、口蓋床装着時、非装着時ともに同等の

表3 ISO 532-1 ラウドネスの一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	2.5925	1.2963	4.5573	0.0112*
誤差	297	84.4769	0.2844		
全体	299	87.0694			

* p<0.05

表4 ISO532-1 ラウドネスの Tukey-Kramer の HSD 検定

	平均値の差	標準誤差	下側信頼限界	上側信頼限界	p 値
P 2 対 N	0.2264	0.0754	0.0487	0.4041	0.0082*
P 1 対 N	0.1343	0.0754	-0.0434	0.3120	0.1779
P 1 対 P 2	0.0921	0.0754	-0.0856	0.2698	0.4416

* p<0.05

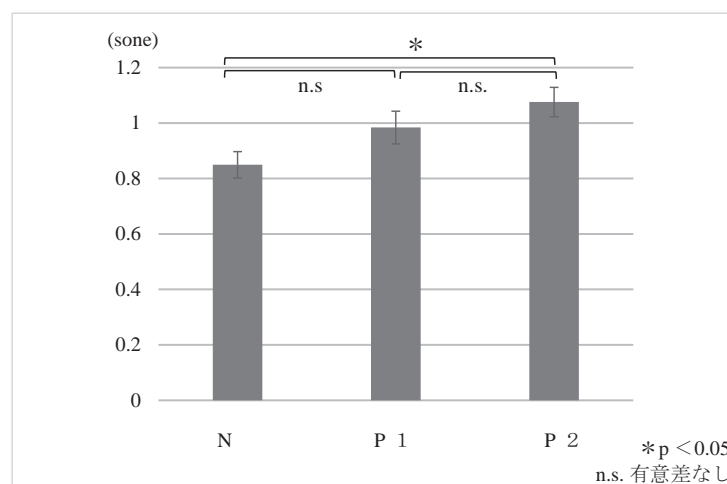


図5 ISO 532-1 ラウドネスの口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (N = 10) を表す。

表5 ラウドネスの一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	2.7974	1.3987	4.2748	0.0148*
誤差	297	97.2796	0.3272		
全体	299	99.9771			

*p<0.05

表6 ラウドネスの Tukey-Kramer の HSD 検定

	平均値の差	標準誤差	下側信頼限界	上側信頼限界	p 値
P 2 対 N	0.2350	0.0809	0.0444	0.4256	0.0110*
P 1 対 N	0.1408	0.0809	-0.0498	0.3314	0.1919
P 1 対 P 2	0.0942	0.0809	-0.0964	0.2848	0.4754

*p<0.05

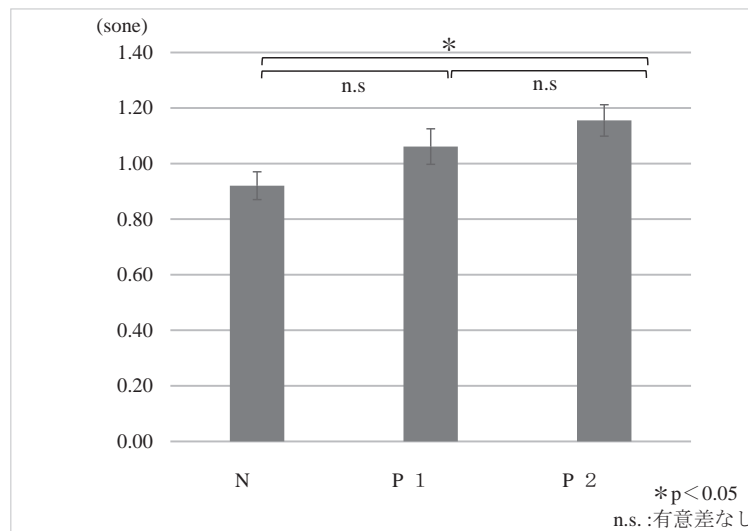


図6 ラウドネスの口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (n = 10) を表す。

値になる傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認めなかった(表7, 図7)。

3. ラフネス解析結果

同様にラフネスの値を算出した。ラフネスも、口蓋床装着時、非装着時ともに同等の値になる傾向を示した。ラフネスにおいて、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果で、有意な主効果を認められなかった(表8, 図8)。

4. 嚙下音持続時間の解析結果

嚙下音持続時間は、口蓋床装着時において延長す

る傾向が認められ、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果が認められた。さらに Tukey-Kramer の HSD 検定を行なった結果、対照(N)と P2, P1と P2では、いずれも後者が有意に大きな値を示した(表9, 表10, 図9)。

5. I音嚙下音持続時間解析結果

I音嚙下音持続時間は、口蓋床装着時において値が短縮する傾向を示したが、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった(表11, 図10)。

表7 シャープネスの一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	0.1127	0.0564	1.1945	0.3043
誤差	297	14.0110	0.0472		
全体	299	14.1237			

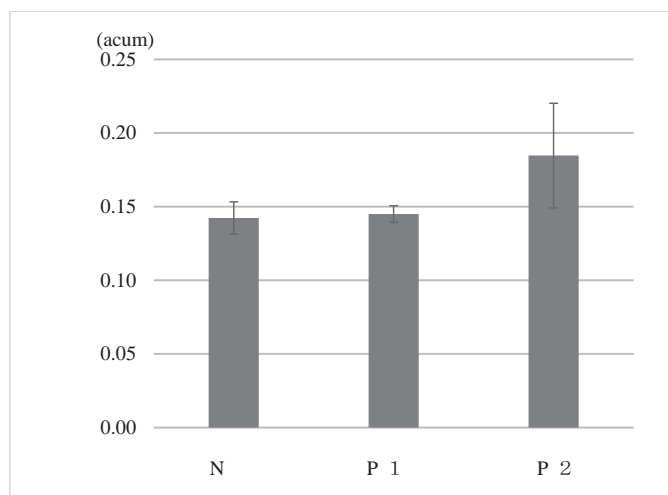


図7 シャープネスの口蓋床未装着時 (n) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (n = 10) を表す。

表8 ラフネスの一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	0.1012	0.0506	0.4858	0.6157
誤差	297	30.9273	0.1041		
全体	299	31.0285			

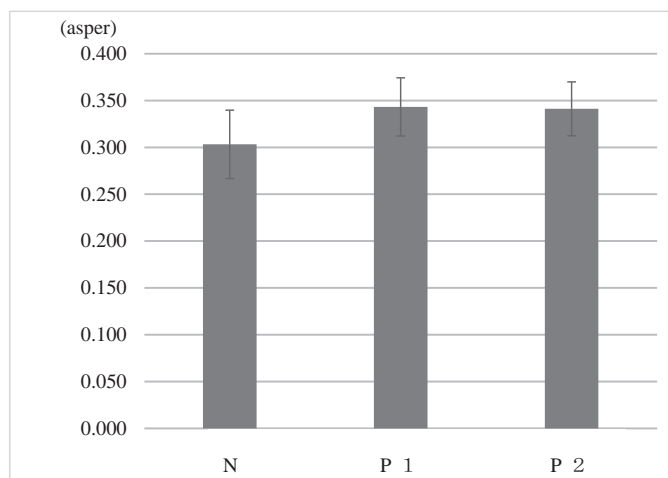


図8 ラフネスの口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (N = 10) を表す。

表9 嚙下音持続時間の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	248123.8	124062	4.9524	0.0077*
誤差	297	7440152.5	25051		
全体	299	7688276.3			

*p<0.05

表10 嚙下音持続時間の Tukey-Kramer の HSD 検定

	平均値の差	標準誤差	下側信頼限界	上側信頼限界	p 値
P 2 対 N	58.3700	22.3835	5.6435	111.0965	0.0258*
P 1 対 N	4.9700	22.3835	-47.7565	57.6965	0.9732
P 1 対 P 2	63.3400	22.3835	10.6135	116.0665	0.0138*

*p<0.05

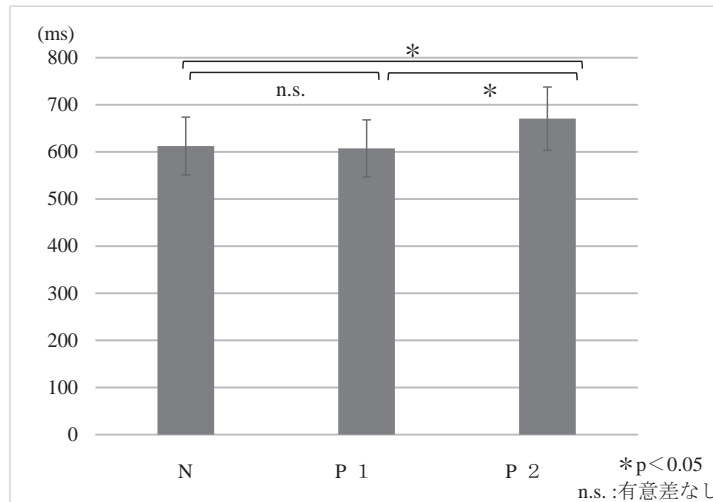


図9 嚙下音持続時間の口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値±標準偏差 (N = 10) を表す.

6. II音嚙下音持続時間解析結果

各被験者における各口蓋床装着時のII音嚙下音持続時間は、口蓋床装着時において値が延長する傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果を認めた(表12)。さらにTukey-KramerのHSD検定を行なった結果、対照(N)とP2に有意な差を示した(表13, 図11)。

7. III音嚙下音持続時間解析結果

III音嚙下音持続時間は、口蓋床装着時において値はばらつきがあり、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった(表14, 図12)。

8. I音とII音合計嚙下音持続時間の解析結果

I音とII音合計嚙下音持続時間は、口蓋床装着時、p1において、わずかに短縮される傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった(表15, 図13)。

9. 嚙下音開始時から波形の音量がピークに達するまでの時間の解析結果

各被験者における各口蓋床装着時の嚙下音開始時から波形の音量がピークに達するまでの時間(ピーク)において、短縮する傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった(表16, 図14)。

表 11 I 音嚙下音持続時間の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	12659.8	6329.92	1.6725	0.1895
誤差	297	1124035.0	3784.63		
全体	299	1136694.8			

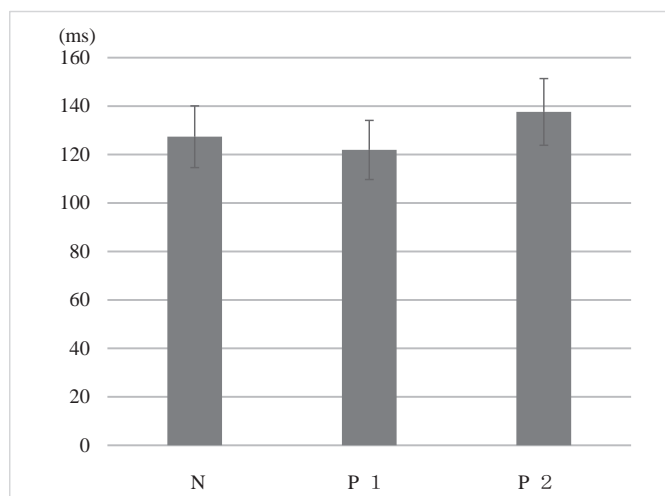


図 10 I 音持続時間の口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値 ± 標準偏差 (N = 10) を表す。

表 12 II 音合計嚙下音持続時間の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	80929.7	40464.8	6.4718	0.0018*
誤差	297	1856975.3	6252.4		
全体	299	1937905.0			

* p<0.05

表 13 II 音合計嚙下音持続時間の Tukey-Kramer の HSD 検定

	平均値の差	標準誤差	下側信頼限界	上側信頼限界	p 値
P 2 対 N	40.2300	11.1825	13.8885	66.5715	0.0011*
P 1 対 N	20.4400	11.1825	-5.9015	46.7815	0.1623
P 1 対 P 2	19.7900	11.1825	-6.5515	46.1315	0.1816

* p<0.05

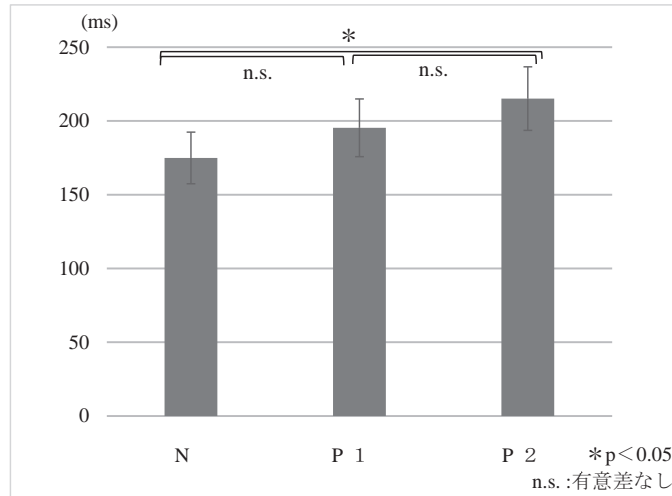


図 11 II音持続時間の口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値 ± 標準偏差 (N = 10) を表す.

表 14 III音合計嚙下音持続時間の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	15658.2	7829.08	1.6030	0.2030
誤差	297	1450566.8	4884.06		
全体	299	1466225.0			

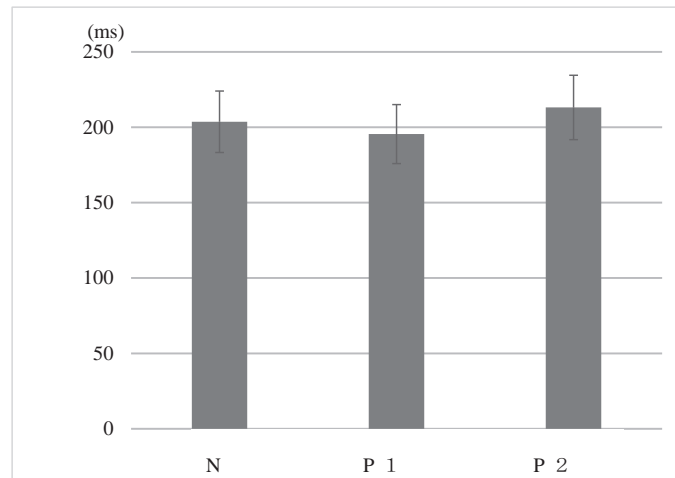


図 12 III音持続時間の口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値 ± 標準偏差 (N = 10) を表す.

表 15 I音 + II音合計嚙下音持続時間の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	34692.6	17346.3	2.1173	0.1222
誤差	297	2433193.2	8192.6		
全体	299	2467885.8			

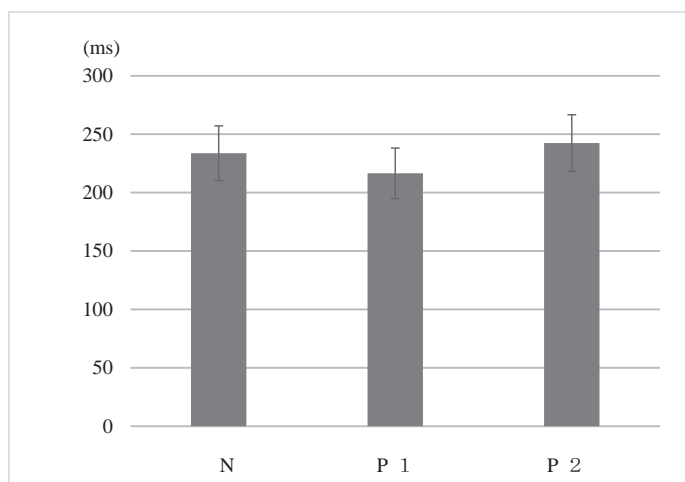


図13 I音+II音持続時間の口蓋床非装着時(N)と各口蓋床装着時の比較
Barは平均値±標準偏差(N=10)を表す。

表16 ピークの分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
床	2	19184.8	9592.41	1.0330	0.3572
誤差	297	2757962.9	9286.07		
全体	299	2777147.7			

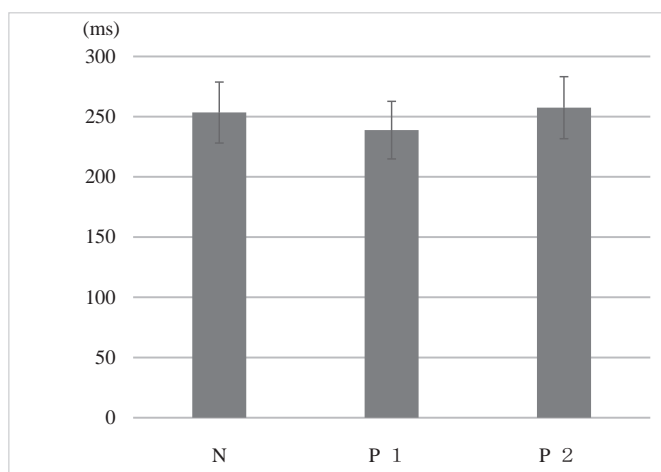


図14 ピークの口蓋床非装着時(N)と各口蓋床装着時の比較
Barは平均値±標準偏差(N=10)を表す。

10. ピッチ曲線高低差解析結果

ピッチ曲線高低差は、口蓋床装着時、非装着時ともに同等の値になる傾向を示し、床要因に対して一元配置分散分析を行なった結果、有意な主効果は認められなかった(表17, 図15)。

考 察

本研究は、嚙下機能評価とリハビリテーションへの応用を目的として全部床義歯床口蓋部の厚みに注目し、頸部聴診法における術者の感覚である「きこえ」

表 17 ピッチ曲線高低差の一元配置分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
床	2	13791.2	6895.58	0.7055	0.4947
誤差	297	2902728.5	9773.50		
全体	299	2916519.7			

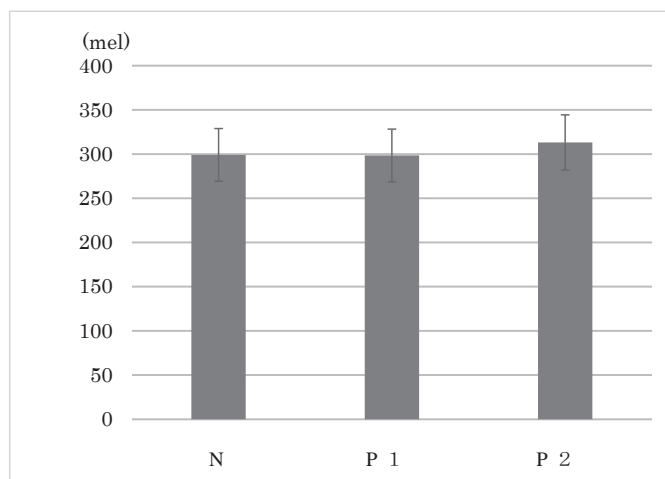


図 15 ピッチ曲線高低差の口蓋床非装着時 (N) と各口蓋床装着時の比較
Bar は平均値 ± 標準偏差 (N = 10) を表す。

を定量化し、より簡便で客観性に富んだ嚙下音の評価を試みたものである。

頸部聴診法は、嚙下時に咽頭部で発生する嚙下音や呼吸音を頸部から聴診し、嚙下音や呼吸音の特徴および発生するタイミングを聴取して、嚙下障害を評価し、主に咽頭相における嚙下障害を判定する。しかし、嚙下音の音響特性は、詳細には明らかにされていない。宇山ら¹⁵⁾や高田ら¹⁶⁾は、嚙下時発生音の音響特性は嚙下障害のスクリーニング法として活用し得ることを報告しているが、簡便かつ客観的な評価方法は確立されていない。

本研究では義歯装着を想定し、厚みの異なる実験的口蓋床の装着にともなう、嚙下音の音質評価指標を用いた評価を試みた。音質評価指標のうち、ラウドネス、シャープネス、ラフネスを選択した。ラウドネスは、人の「きこえ」が感じる「音の大きさ」を定量化した指標である。ラウドネスのデータをもとにして計算されるシャープネスは「音の鋭さ」、ラフネスは「音の粗さ」を定量化したものである。これらの音質評価法を歯科分野に利用することで、従来検査法では不可能であった頸部聴診法における術者の感覚である「きこえ」を定量化し、より簡便で客観性に富んだ嚙下音

の評価を試みた。

ラウドネスの解析結果では、ISO 532-1 非定常音ラウドネスおよびラウドネスは、口蓋床装着時において値が大きくなる傾向を示し、有意差を認めた。ラウドネスは、人の聴覚の各帯域通過フィルタ群が通す周波数範囲である臨界帯域ごとに出力されるエネルギーを音の大きさの感覚量に変換し、各出力を合計することによって求められる。従って、ラウドネスの増加は嚙下音の咽頭期全体の広い周波数帯域での音圧の増加と考えることができる。この広い周波数帯域での音圧の増加は、咽頭挙上筋や咽頭収縮筋などの運動変化によるものであると推察される。また、ピッチは音の三属性の一つとされている音の高さのことであり¹⁷⁾、ピッチ曲線高低差に有意差を認めなかった。シャープネス、ラフネスおよびピッチ曲線高低差に有意差がないのは、嚙下音は通過音であり、周波数に関係なく、影響が少なかったと考えられる。一般的には異物感が少なく、快適な義歯として、口蓋部の薄い金属床義歯が推奨されるが、嚙下困難となる症例ではレジン床義歯や舌接触補助床といった、口蓋部の厚い義歯を用いる必要があるため、症例に応じ義歯の厚さを選択するためにラウドネスの考察は有用である。

一方、義歯の装着による実質欠損の範囲を越えた口蓋部の床は口腔感覚や発音機能に影響を及ぼすことが知られており¹⁸⁻²¹⁾、咀嚼・嚥下機能も床によって何らかの影響を受けると推察される。嚥下時の舌の口蓋接触は、口蓋の形態と舌との機能などにより個人が習得したものであり、口腔内容積の変化が与える影響については、硬口蓋各部における舌圧発現順序の乱れと舌圧持続時間、最大舌圧値の減少が報告されている²²⁻²⁵⁾。食品性状によっても、嚥下時の舌圧と舌接触時間を変化させ、食品性状に適した運動をすることで、円滑な嚥下が遂行されるよう働いている。食形態と嚥下音持続時間については、水に比べてとろみのある方が短いことが報告されている²⁶⁻²⁹⁾。本研究では、流動性が高く、舌による食塊送り込みが容易な水を選択した。

各実験的口蓋床装着時における嚥下持続時間は延長する傾向を示し、有意差を認め、II音嚥下音持続時間で、有意差を認める結果となった。これらの嚥下音持続時間は、健常者を対象にした過去の報告とほぼ一致していた²⁶⁻²⁸⁾。各実験的口蓋床装着時の嚥下音持続時間の延長は、口腔容積が減少したことに伴う舌房の減少、および違和感などによる心理的要因の影響が推測される。

また、嚥下音持続時間の延長、I音とII音合計嚥下音持続時間のわずかな短縮と嚥下音開始時から嚥下音の波形の最大値に達するまで時間の短縮は、嚥下終了後の甲状舌骨筋と輪状咽頭筋の弛緩に時間を要し、喉頭の開放に時間を要したと考えられる。本実験の被験者は嚥下障害のない健常者であり、嚥下持続時間の延長は、補綴物に起因する可能性が考えられる。嚥下音開始時から波形の音量がピークに達するまでの時間は、有意な差はなかった。実験的口蓋床装着時に嚥下持続時間が有意に延長する結果となったのは、実験的口蓋床装着により口腔容積が減少し、さらに口蓋床の厚さの変化による、口腔内環境の段階的变化により、起こったと考えられる。

本研究から、嚥下音持続時間の計測、分析が頸部聴診法の確立の一助となる可能性が示された。

結 論

嚥下機能評価とリハビリテーションへの応用を目的に全部床義歯床口蓋部の厚みに注目し、頸部聴診法における術者の感覚である「きこえ」を定量化し、より簡便で客観性に富んだ嚥下音の評価を試みた結果は、以下の結論を得た。

1. 音質評価指標である ISO 532-1 非定常音ラウドネスおよびラウドネスは、厚い実験的口蓋床を装着すると増大した。

2. 嚥下音持続時間は、装着する実験的口蓋床の厚さが増すと延長した。
3. II音嚥下音持続時間は、厚い実験的口蓋床を装着すると延長した。

以上のことにより、義歯の厚さの決定にラウドネスの考察は有用であり、嚥下音から口蓋部の厚みを決定できる可能性がある。また、嚥下音持続時間の計測、分析が頸部聴診法の確立の一助となる可能性が示された。

引用文献

- 1) 須貝昭弘. 超高齢社会がかかりつけ歯科医に求めること. 日補綴会誌. 2019; 11: 111-115.
- 2) 山田好秋. よくわかる摂食・嚥下のメカニズム. 1版. 東京. 医歯薬出版; 2006: 86-89.
- 3) 佐藤裕二, 古屋純一. 社会医療診療行為別調査からみた過去10年間の口蓋・顎補綴治療の変化. 顎顔面補綴. 2021; 44: 24-28.
- 4) 土田優美, 古谷純一, 大木明子, 鈴木哲也. 実験的舌接触補助床における三次元形態の特徴と嚥下時舌圧との関連—健常有歯顎者を対象とした予備的検討—. 老年歯学. 2019; 33: 471-481.
- 5) 森隆浩, 吉川峰加, 吉田光由, 菊谷武, 小野高裕, 津賀一弘, 水口俊介, 櫻井薫. 舌接触補助床装着前後の最大舌圧および嚥下時舌圧の変化に関する多施設共同研究. 老年歯学. 2019; 34: 86-93.
- 6) 古屋純一. 舌接触補助床 (PAP) を用いた摂食・嚥下リハビリテーション. 顎顔面補綴. 2019; 42: 9-12.
- 7) 植田耕一郎, 向井美恵, 森田学, 菊谷武, 渡邊裕, 戸原玄, 阿部仁子, 中山潤利, 佐藤光保, 井上統温, 飯田貴俊, 和田聡子. 摂食・嚥下障害に対する舌接触補助床の有効性. 日摂食嚥下リハ会誌. 2012; 16: 32-41.
- 8) 板木咲子, 富来博子, 山根次美, 金久弥生, 田地豪, 吉川峰加. 舌接触補助床の装着と摂食嚥下訓練の実施が口腔機能の改善に繋がった脳血管性認知症患者の1例. 日衛学誌. 2021; 15: 99-107.
- 9) 高橋浩二. 嚥下障害診断法としての頸部聴診法. 昭歯誌. 2005; 25: 167-171.
- 10) 大宿茂. 頸部聴診法. 老年歯学. 2014; 28: 331-336.
- 11) 井上登太, 鈴木典子. 誤嚥時における身体評価—嚥下造影検査結果と頸部聴診法, 呼吸音聴取判定の相関性—. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌. 2007; 17: 50-56.
- 12) 南谷さつき, 太田清人, 村本祥子, 井上登太, 金田嘉清. 介護老人保健施設における誤嚥性肺炎スクリーニング方法の検討. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌. 2008; 18: 59-65.
- 13) 岩宮真一郎. 音質評価指標—入門とその応用—. 日本音響学会誌. 2010; 66: 603-609.

- 14) 中山裕司, 高橋浩二, 宇山理紗, 平野薫, 深澤美樹, 南雲正男. 嚥下音の産生部位と音響特性の検討—健康成人を対象として—. 昭歯誌. 2006; 26: 163-174.
- 15) 宇山理紗, 高橋浩二, 道健一, 川端一嘉. 嚥下音, 呼吸音の音響特性を利用した嚥下障害の客観的評価の試み. 口科誌. 1997; 46: 147-156.
- 16) 高田嘉尚, 高橋浩二, 中山裕司, 宇山理紗, 平野薫, 深澤美樹, 南雲正男. 嚥下音・呼吸音を利用した嚥下障害の客観的評価. 昭歯誌. 2006; 26: 68-74.
- 17) 大串健吾. 音のピッチ知覚について—ミッシングファンダメンタル音のピッチを巡って—. 日本音響学会誌. 2017; 73: 758-764.
- 18) 古谷暢子, 吉仲正記, 池邊一典, 小野高裕, 野首孝祠. 実験用口蓋床の厚さと材質が味覚閾値に及ぼす影響. 補綴誌. 2004; 48: 67-73.
- 19) 樋口恭子, 辰巳浩隆, 米谷裕之, 辻一起子, 米田護, 大西昭雄, 小出武. 実験的口蓋床が音声認識率とオーラルディアドコネシスに及ぼす影響. 歯科医学. 2014; 77: 76-83.
- 20) 藤林晃一郎, 山村理, 宇野光乗, 羽田詩子, 荻野芳, 小木曾明, 岩根史明, 倉知正和, 藤井輝久. 音声分析ソフト「杉スピーチアナライザー」の臨床への応用. 岐歯学誌. 2004; 31: 25-34.
- 21) 古谷暢子, 吉仲正記, 小野高裕, 野首孝祠. 実験用口蓋床が暑さの弁別能に及ぼす影響—材質および厚さによる変化—. 補綴誌. 2003; 47: 20-27.
- 22) 萬屋陽, 田村文誉, 向井美恵. 口蓋部舌圧測定による舌運動評価—口蓋床の厚みが嚥下時舌運動に与える影響—. 日摂食嚥下リハ学会. 2002; 6: 93-103.
- 23) 山川祐喜子, 中村典正, 松山雄喜. 口蓋の容積と舌圧の関係. 日本顎咬合学会誌 咬み合わせの科学. 2016; 36: 25-32.
- 24) 中村俊介, 古屋純一, 小野高裕, 鈴木哲也. 実験的な固有口腔の拡大に対する口蓋床の装着が嚥下時舌口蓋接触に及ぼす影響. 日摂食嚥下リハ学会誌. 2011; 15: 274-283.
- 25) Furuya J, Suzuki A, Suzuki T, Oda N, and Kobayashi T. *Temporal changes in swallowing function caused by a palate covering*. Prosthodont Res Pract. 2008; 7: 97-103.
- 26) 佐々木一真, 本橋由香, 山内忍, 佐藤敏夫, 阿岸鉄三. 嚥下音の3次スプライン曲線を用いた嚥下機能改善効果に対する定量評価法. 桐蔭論叢. 2015; 32: 117-122.
- 27) 三輪洋靖, 持丸正明, 野場重都, 舛田晋. 嚥下音による炭酸刺激強度と嚥下活動のモデル化. バイオメカニズム. 2014; 22: 49-58.
- 28) Spadotto AA, Gatto AR, Cola PC, da Silva RG, Schelp AO, Domenis DR, and Dantas RO. *Components of the acoustic swallowing signal: preliminary study*. J Soc Bras Fonoaudiol. 2012; 24: 218-222.
- 29) Honda T, Baba T, Fujimoto K, Goto T, Nagayo K, Harada M, Honda E, and Ichikawa T. *Characterization of swallowing sound: preliminary investigation of normal subjects*. PLoS One. 2016; 11: 1-15.