

研究概要報告書

( 1 / 3 )

研究題目	歯科切削音の不快感低減のための基礎的研究 - 歯科用エアタービン音の心理的評価 -	報告書作成者	山田 朋美
研究従事者	山田 朋美, 恵比須 繁之, 桑野 園子		
研究目的	<p>歯科用エアタービンハンドピース(以下,エアタービン)は,歯科治療に欠かせない切削器具であると同時に,診療室の音環境に大きな影響を与えている。多くの患者がエアタービン音を不快に感じる経験があることから,エアタービンの音は改善されるべき問題であると考えられる。現在,エアタービン音は,歯科用エアタービンハンドピースに関する国際工業規格(ISO 7785-1)によって, 12.5kHzまでの周波帯域の音圧レベル 80 dB (A) 以下としなければならないと規格化されている。そこで,製造業者らの取り組みにより,この 10 年間で音圧レベルは,約 10dB 低減され,大きさの感覚量は半分以下となった。しかしながら,申請者らが 559 名を対象として行った歯科環境に関する最新の調査においても,依然,半数を超える患者が治療音に不快感を訴えているという結果が得られ,エアタービン音対策の主流である音圧低減手法のみでは十分な効果を上げているとはいえない(T.Yamada,et al.J.Acoust..Sci.Tec, 27,2006)。</p> <p>歯科医師としてはエアタービンの音は,正常作動の確認や患者にエアタービン作動を認知させることによる危険回避による事故防止に役立と考え必要不可欠と考える。さて,近年,産業界においては,音圧低減の技術的な限界と自動車エンジン音などで音の安全上の必要性から,音質評価を用いた騒音の特性の把握,音質の改良,発音メカニズムの解明がおこなれつつある。しかし,エアタービン音に関しては,これまでに音質評価は国内外で全く報告されていない。エアタービン音の音響特性は未だ明らかにされていないため,物理的特性との関係も不明である。申請者らは,歯科切削音の不快感低減を実現するためのエアタービン構造の改良も含めた新たなデバイスの開発を目指している。そこで,基礎的研究としてエアタービン音の音響特性,物理的特性と相互の関係を明らかにする必要があると考えるに至った。</p> <p>本研究の目的は,現在市販されているエアタービンの機種による音響特性,物理的特性の差異の検討を行うこと,被験者を用いた印象評価実験を実施しエアタービン音の音響特性と物理的特性との関係を明らかにすることである。なお,エアタービン音を治療中の患者は気導音に加えて骨導超音波を知覚していることが示唆されているが,今回の印象評価実験での周波数範囲は可聴範囲のみに限定して行った。</p>		

研究内容	<p>1. 呈示音の作成</p> <p>大阪大学歯学部附属病院診療室にて、タービン音の収録を行った。国内外メーカー12種(A~L)の歯科用エアタービンハンドピースを準備した。エアタービン先端にダイヤモンドポイントを装着しアクリル板を一定条件で切削した時の音および空転音を DAT レコーダー (DTC-ZA5ES, Sony)にて収録した。また、収録時に騒音計 (NA-40, リオン)により音圧レベル, 騒音解析装置 (SA-01, リオン)を用いて FFT 解析を行った。収録後、音響編集ソフトを用いて各刺激 5 秒となる 24 の呈示音を作成し、印象評価実験に用いた。</p> <p>2. 印象評価実験</p> <p>印象評価実験は大阪大学人間科学研究科に設置された防音室において行った。被験者は、21 名(男性 18 名, 女性 3 名, 平均年齢 23.2 歳)とした。被験者には実験前に呈示音が歯科の切削器具の音である説明を行った後、一人ずつ防音室内で着席させ、ヘッドホン (SRM-313, STAX)を介し呈示音を示した。評価は、予備調査として実施した 191 名対象のアンケート調査を基に選択した 15 の形容詞尺度を用いた Semantic Differential method により行った。</p> <p>実験は、被験者ごとに 2 回実施し、評価用紙は 3 パターン準備し、呈示音はランダムに示した。得られたデータの統計処理を行った結果、すべてのデータにおいて妥当性、信頼性が得られたので 2 回の実験データをあわせて、クラスター分析および因子分析 (Table 2) を行った。</p> <p>3. 物理的解析</p> <p>人口耳を用いて、24 の呈示音の等価騒音レベル (<math>L_{Aeq}</math>), Sharpness および Loudness level を求めた (Table 1)。</p> <p>4. 周波数特性と音響特性の解析</p> <p>FFT 解析で得られたエアタービン音の周波数特性と音響特性との関係について検討した。</p> <p>5. 相関関係の解析</p> <p>印象評価実験で用いた形容詞尺度と、物理的特性である等価騒音レベルおよび Sharpness との関係を経済統計ソフト SPSS を用いて求めた (Table 3, Figure 1)。</p> <p>6. 重回帰分析</p> <p>等価騒音レベルおよび Sharpness が不快感などの印象に与える影響を検討するために、形容詞尺度を目的因子とし、等価騒音レベルおよび Sharpness を説明因子とする重回帰分析を行った (Table 4, Figure 2)。</p>
------	--

研究概要報告書

( 3 / 3 )

<p>研究のポイント</p>	<p>本研究のポイントは、歯科の領域においてエアタービンの音質改善に着目し、認知段階での不快感低減法の開発をめざしている点である。より効果的な不快感低減法開発のための基礎的研究として、タービン音の音響特性を明らかにする必要がある。</p> <p>本研究では、物理的計測に加えて被験者を用いた評価実験による心理的計測を行い、因子分析、クラスター分析などでエアタービン音の音響特性についての検討を加え、また、客観的評価値(等価騒音レベルとシャープネス)による主観的な印象の予測モデルを重回帰分析の結果から作成した点が研究ポイントとして上げられる。心理評価法を用いてエアタービン音の解析を実施しているのは国内外において申請者の研究グループのみである。</p> <p>本研究成果を基に、タービンの音質の改良および新たな不快感低減デバイスの開発が期待できる。子供や有病者も含め多くの歯科受診者の心理的ストレスの軽減は、治療および疾病予防のための受診機会の増加につながる可能性がある。</p>
<p>研究結果</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. タービンの機種および作動条件によって物理的特性が大きく異なることが示された。等価騒音レベルは、65.9 dB から 77.5 dB までの差が認められ、Sharpness は 2.66 acum から 4.14 acum に及んでいた。切削時には、空転音と比較し 1～6 dB の増加が認められた。</li> <li>2. 因子分析の結果、エアタービン音は「金属性因子」と「迫力因子」の 2 因子で構成されることが示された。因子負荷量の違いから、「不快な」印象は金属性因子の影響が大きく、「怖さ」は金属性因子と迫力因子の影響を同等に受けていることが示唆された。</li> <li>3. 等価騒音レベルと Sharpness の間には相関が認められなかった。等価騒音レベルは、迫力因子と高い相関を認め、Sharpness は金属因子との相関を認めた。以上より、単なる騒音レベルの低下では不快感を軽減することができないことが分かった。</li> <li>4. 重回帰分析を用いて、等価騒音レベルと Sharpness による不快な印象の予測モデルを作成した。</li> <li>5. タービン音の特徴周波数帯域が、金属性因子に大きな影響をあたえていることが示唆された。</li> </ol>
<p>今後の課題</p>	<p>本研究で得られた音色の特性と印象の予測モデルをもとに、より好ましいと考えられる特性を加味したエアタービン音を編集・作成し、その効果を被験者による印象評価実験を実施し検証する必要がある。</p> <p>エアタービンの工業規格は空転音のみが対象となっているが、今回の結果から、切削時には音圧レベルが増加するだけでなく、FFT 波形が空転時と異なっていた。機種および作動条件による歯科騒音の差異をエアタービン構造など理工学的側面からも検討を加え、発音メカニズムをさらに解明する必要がある。</p>

Table 1: Physical properties of stimuli in the experiment.

Turbine	Sharpness (acum)		Loudness (sone)		$L_{Aeq}$ (dB)	
	Idling	Drilling	Idling	Drilling	Idling	Drilling
A	2.66	3.17	12.6	15.8	74.1	75.8
B	3.21	3.68	17.1	15.6	76.6	77.5
C	3.34	3.54	19.1	20.7	76.6	77.1
D	3.61	3.99	15.8	17.3	70.4	70.9
E	3.79	3.89	14.5	16.3	68.5	72.4
F	3.04	4.10	13.5	15.7	69.3	73.0
G	3.98	4.16	13.9	14.1	67.7	68.4
H	3.40	4.00	12.8	14.1	68.3	67.3
I	3.43	3.72	12.8	14.4	69.0	69.6
J	3.79	3.54	13.2	14.3	67.5	70.4
K	3.51	3.57	14.7	15.7	70.6	71.6
L	3.66	4.14	14.0	17.0	65.9	72.5

Table 2: Result of factor analysis

	Factor	
	1	2
metallic - deep	.786	.234
smooth - harsh	-.756	-.232
sharp - dull	.715	.009
shrill - calm	.693	.278
soft - hard	-.635	-.329
distinct - vague	.581	.445
unpleasant - pleasant	.702	.451
dislike - not dislike	.701	.486
tense - relaxed	.672	.433
pleasing - unpleasing	-.660	-.477
painful - not painful	.658	.460
soft - loud	-.009	-.747
powerful - weak	.335	.718
quiet - clamorous	-.339	-.647
fearful - not fearful	.524	.537

Table 3: Results of correlation coefficient between the sharpness values, the  $L_{Aeq}$  values of stimuli and the scale values of fifteen pairs of adjective scales.

	Sharpness	$L_{Aeq}$
soft - loud	0.011	0.827***
quiet - clamorous	0.017	0.797***
powerful - weak	0.153	0.664***
pleasing - unpleasing	0.367	0.450**
dislike - not dislike	0.426**	0.436**
fearful - not fearful	0.340	0.427**
tense - relaxed	0.444**	0.424**
unpleasant - pleasant	0.499**	0.401
painful - not painful	0.478**	0.351
distinct - vague	0.432**	0.444**
soft - hard	0.436**	0.398
shrill - calm	0.558***	0.336
smooth - harsh	0.552***	0.298
metallic - deep	0.693***	0.188
sharp - dull	0.638***	0.117

Significant level \*\*\*:  $p < .001$ , \*\*:  $p < .01$

Figure 1: A Scatter Diagram. Blue circles show 24 stimuli plotted.

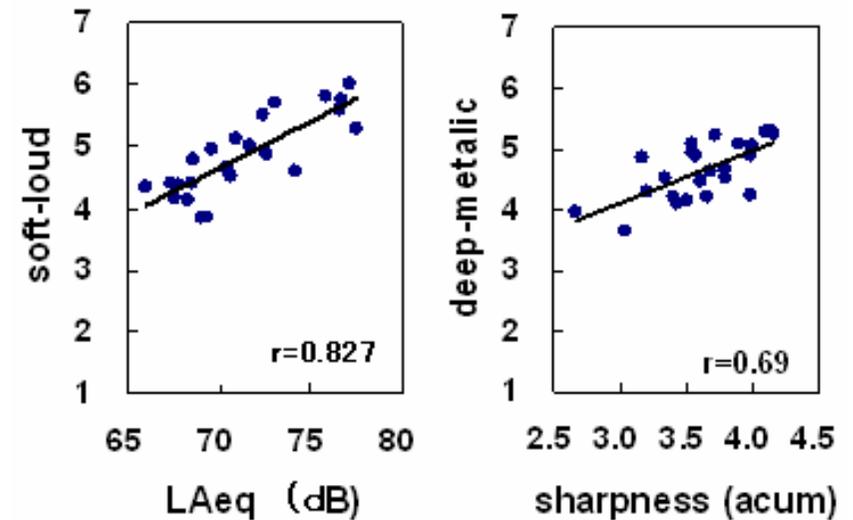


Table 4: Results of the multiple regression analysis.

Model	R	R <sup>2</sup>	Beta	
			Sharpness	L <sub>Aeq</sub>
unpleasant	0.72	0.52	0.59***	0.67***
dislike	0.73	0.53	0.62***	0.66***
tense	0.75	0.56	0.60***	0.70***
fearful	0.67	0.45	0.58***	0.61***
unpleasing	0.71	0.50	0.62***	0.62***
painful	0.70	0.49	0.68***	0.53***

Significant level: \*\*\* : p<.001

Figure 2: Normal P-P plot for prediction of unpleasant feeling for regression model.

