

(410) 情報その他

咽頭扁桃肥大の検出パラメータの検討

Examination of detection parameter for pharyngeal tonsil hypertrophy

梶島康平[†]

石光俊介[†]

中山仁史[†]

Kohei Kabashima[†]

Shunsuke Ishimitsu[†]

Masashi Nakayama[†]

小松昌平^{††}

葛西一貴^{††}

石井かおり^{††}

堀畑聡^{††}

Shohei Komatsu^{††}

Kazutaka Kasai^{††}

Kaori Ishii^{††}

Satoshi Horihata^{††}

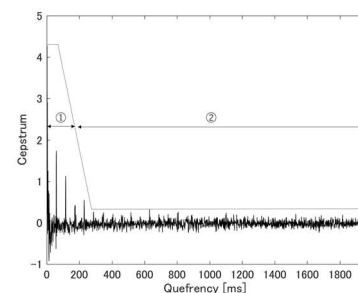
[†]広島市立大学大学院 情報科学研究科 ^{††}日本大学 松戸歯学部

1 緒言

幼少期における獲得免疫の向上にともない、咽頭扁桃と呼ばれるリンパ組織が肥大化する。この状態をアデノイドと呼ぶ[1]。一般的には4歳から6歳の間に肥大化のピークをむかえ、その後は成人と同程度まで萎縮する。しかしながら、縮小時期を過ぎても肥大が持続するケースもあり、睡眠障害や口呼吸など身体へ様々な影響を与える。アデノイドの一般的な診断方法として、頭部エックス線規格写真やコーンビームCTがあげられる。これらの診断では、放射性被曝などの身体的また精神的苦痛をとまなう[2,3]。そのため、安心安全な診断方法が求められており、非侵襲的な診断法として音声のアンチフォルマントを用いた咽頭扁桃肥大検出システムを我々は提案した[4]。また、異なる閉塞率を有するPVCパイプを声道モデルとして近似し基礎実験を行ったところ、パイプの伝達関数より閉塞にとまなう音響的变化を確認した[5]。これらの知見により、アンチフォルマントは罹患識別に有用であると考えられる。アンチフォルマントはスペクトル包絡から検出でき、そのスペクトル包絡の分解能はケプストラム係数長に依存する。そのため、本報告では咽頭扁桃肥大の有無を識別するために最適なケプストラム係数長を明らかにし、ケプストラム係数長を変化させたときの識別性能を確認する。

2 咽頭扁桃肥大の検出

口腔から放射される音声は声帯振動の音源情報と調音器官の伝達特性で表現される。咽頭扁桃は鼻腔と上咽頭の間で肥大化し狭窄を生じるため、鼻腔及び口腔間の閉塞や開放にとまなうアンチフォルマントが生じる[6]。アンチフォルマントは第一フォルマントと第二フォルマントの間で観測されるため、咽頭扁桃肥大の有無によりスペクトル包絡の形状が変化する。そこで、咽頭扁桃肥大による鼻腔の閉塞及び開放の影響があらわれるスペクトル包絡上のアンチフォルマントをパラメータとした識別を試みる。



① Low quefrency; ② High quefrency

Fig.1 Cepstrum analysis

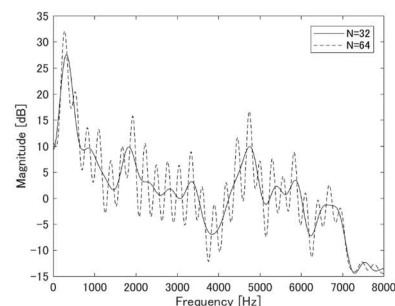


Fig.2 Comparison of spectral envelope
(N: cepstral coefficient)

3 ケプストラム分析

音声のスペクトル包絡を表現可能なケプストラム分析は対数スペクトルの逆フーリエ変換として定義され、音声信号を声帯振動の音源情報と調音器官の伝達特性に分離する。図1に撥音/N/のケプストラムを示す。低ケフレンシー部は声帯振動の音源情報、高ケフレンシー部は調音器官の伝達特性に該当する。低ケフレンシー部を表現したい包絡情報分のみ残し、リフタリングすることで、両特性を音声から分離することができる。つまり、ケプストラム係数長は、スペクトル包絡線を表現することができる。図2にケプストラム係数長が32および64の場合のスペクトル包絡を示す。各スペクトル包絡より、ケプストラム係数長が異なることでスペクトル包絡の概形が異なることが確認できる。

Table.1 p-value and discrimination rate between with and without adenoid

Cepstral coefficient	Thr.	Discrimination rate [%]						p-value
		0.50	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25	
32		67.86	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	0.098
36		71.43	50.00	46.43	50.00	50.00	50.00	0.048*
40		57.14	53.57	57.14	60.71	53.57	53.57	0.035*
44		57.14	67.86	64.29	67.86	57.14	53.57	0.017*
48		57.14	67.86	75.00	82.14	25.00	67.86	0.002**
52		53.57	57.14	64.29	71.43	35.71	64.29	0.054*
56		53.57	64.29	78.57	82.14	50.00	75.00	0.012*
60		50.00	53.57	57.14	67.86	50.00	64.29	0.108
64		50.00	53.57	53.57	53.57	50.00	53.57	0.358
68		50.00	50.00	50.00	53.57	46.43	46.43	0.818
72		50.00	50.00	50.00	50.00	46.43	39.29	0.232
76		50.00	50.00	50.00	50.00	46.43	42.86	0.118

(Level of significance *: p-value<0.05, **: <0.01)

4 咽頭扁桃肥大の識別実験

本章ではケプストラム係数長がスペクトル概形の表現に影響を与えるため、その係数長を変化させたときの識別性能について確認する。

4.1 データベース

日本大学松戸歯学部病院コンサルテーションルームにて臨床における音声収録を行った。被験者は咽頭扁桃肥大が確認されない14名、確認された14名の計28名とした。対象年齢は6から11歳とし、16 bit, 16 kHzで音声を収録した。収録では文脈独立と文脈依存の鼻音を発声した。評価用には文脈独立の撥音/N/を9回発声した計252サンプルのデータセットを用いた。なお、全ての被験者は鼻腔通気度測定法にて呼吸能力に問題がないことを確認した。

4.2 識別条件

次に咽頭扁桃肥大有無を推定するための識別実験を行った。被験者ごとに検出したアンチフォルマントの周波数より波長の中央値を求め、これを代表値として罹患有無の識別を行った。なお、年齢と個人差による影響を取り除くため声道長で正規化し、WVR(Wavelength to Vocal tract length Ratio)を求めた[7]。非罹患患者群と罹患患者群のWVRをもとに、二群を区分する境界を閾値として罹患判定を行った。このとき閾値を超えれば非罹患患者、越えなければ罹患患者とした。また、各ケプストラム係数長に対するWVRのp値は非罹患患者群と罹患患者群のWVRをMann-Whitney U testを用いて比較することにより評価した。

4.3 識別結果

本実験ではケプストラム係数長を4から80としてケプストラム分析をデータセットに対して行った。表1に、ケプストラム係数長32から76に対する識別率及び非罹患患者群と罹患患者群間の有意差を示す。表1より、ケプストラム係数長が増加するにつれて識別率は増加し、ケプストラム係数長が48または56で閾値が0.95のとき、約82%の識別率を確認した。ケプストラ

ム係数長が56を超えると識別率は低下し、68を超えると識別率にはば差がなかった。また、ケプストラム係数長が48の場合、有意水準 $p<0.01$ 、ケプストラム係数長が56の場合、有意水準1%に非常に近いp値を確認した。

5 結言

本報では咽頭扁桃の肥大化にともなうアンチフォルマントの変化に着目した提案システムの精度確認を行い、咽頭扁桃肥大検出のために最適なケプストラム係数長を明らかにした。実験結果より、ケプストラム係数長が48と56のときに有意差と最も高い識別率を確認した。そのため、咽頭扁桃肥大有無の識別にはケプストラム係数長が48から56が適しているといえる。また、識別率82%と簡易的な診断法としては十分な識別率を確認し、その有効性が期待できるため、スクリーニングツールとして適していると考えられる。今後は声道の3Dモデルを用いた提案システムのさらなる精度確認を行いたい。

参考文献

- [1]氷見徹夫他, 扁桃・アデノイドの基礎知識と手術治療に関する問題点, 日鼻誌 119, 701-712, 201.
- [2]藤岡睦久, 小児のアデノイドに関するX線学的研究, 日医大誌, 第47巻 (2), 1980.
- [3]内藤健晴, 宮崎総一郎, 野中聡, 鼻腔通気度測定法 (Rhinomanometry) ガイドライン, 日鼻誌 40(4), 327-331, 2001.
- [4]梶島康平他, 咽頭扁桃肥大の検出システム構築に関する基礎研究, 日本音響学会 2017 秋季研究発表会講演論文集, 243-244, 2017.
- [5]梶島康平他, 音声入力による咽頭扁桃肥大罹患検出システムに対する性能評価, 日本音響学会 2018 春季研究発表会講演論文集, 325-326, 2018.
- [6]今泉敏, 鼻音の多角的検討, 日鼻誌 39(1), 51-52, 2001.
- [7]ヨハン・スベドベリ, 歌声の科学, 東京電機大学出版局, 20-21, 2007