

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業（難治性疾患克服研究事業））
分担研究報告書

内転型痙攣性発声障害における音読時の音響特徴に関する検討

分担研究者 西澤典子 北海道医療大学心理科学部言語聴覚療法学科 教授
研究協力者 柳田早織 北海道医療大学心理科学部言語聴覚療法学科助教
溝口兼司 北海道大学大学院医学研究科耳鼻咽喉科・頭頸部外科 医員

研究要旨

内転型痙攣性発声障害の音声症状を、聴覚心理的評価と音響分析により明らかにすることを目的として検討を行った。

【対象と方法】対象は2014年2月から2015年3月までに北海道医療大学病院を受診し、内転型痙攣性発声障害と診断された8例(全て女性、31-56歳)と、健常女性5例(全例とも21歳)である。有響音の連続からなる発話課題を用意し、音声の基本周波数の変化、周期性、有響音の途絶等について検討した。【結果】内転型痙攣性発声障害では、音読時に急激なピッチ変動がみられ($p < 0.01$)、非周期的な振動をもつ要素が増加し($p < 0.01$)、その持続時間は100ms以上の長いものも観察され、音声途絶数が増加していた($p < 0.01$)。【考察】内転型痙攣性発声障害でみられる声のつまりや途切れなどの音声症状は、音響分析によりある程度定量的に評価できる可能性が示された。異常を示すパラメータの単純な頻度だけでなく、その持続時間の検討を行うことで、重症度判定のツールとして役立つ可能性が考えられる。

A. 研究目的

痙攣性発声障害は、近年広く知られるようになり、外来を訪れる患者数が増加している。本疾患はその特徴的な音声症状から診断は熟練した臨床家が行えば比較的容易とされるものの、施設ごとの診断基準や評価法が必ずしも統一されているとは言えず、確定診断は内視鏡所見、音声所見を総合して、定性的な情報から経験的に行わざるをえない。また、音声症状が誘発される場面や苦手とする言葉が患者によって多様であり、重症度評価に苦慮することがある。研究者らは、統制された発話課題を用いた、聴覚心理的測定と、音響分析により内転型痙攣性発声障害の音声症状を定量化し、その特徴を検討した。

B. 研究方法

対象は2014年2月から2015年3月までに当院を受診し、内転型痙攣性発声障害と診断された8例(全て女性、31-56歳)と、健常女性5例(全例とも21歳)とした。分析対象とした発話課題は、有声音を多く含んだ2文(「1. 雨がやんだら海にもぐろう。」「2. あの山の上には青い屋根の家がある。」)の音読とした。

音響分析の方法は Edgar ら¹⁾による先行研究に準じた。それぞれの音読課題を時間軸上で10msごとの時間窓に区切り、窓ごとに基本周波数(F0)を算出した。各文について、50ms区間毎のF0変化量(Number of frequency shift)、F0検出不能な区間数と持続時間(Number and duration of aperiodic segments)、音声途絶の回数(Number of phonatory breaks)の3項目

について検討した。音響分析ソフトは Praat を用いた。

C. 結果 (図 1-4)

1. 50ms 区間ごとの F0 変化量 (図 1、図 2) 10ms ずつの時間窓を連続する 5 個ずつ (50ms) のグループに分け、50ms 区間に属する 5 個の 10ms 時間窓における F0 と、区間の平均値との差 (F0 変化量) を 10ms 時間窓ごとに算出し検討した。

図 1 に課題ごとの F0 変化量の平均値を疾患群と健常群で比較した。疾患群では F0 変化量が大きく、健常者でみられる「抑揚の範囲」を超えた急激なピッチ変動がみられた。50ms 区間の F0 変化量を 10ms 時間窓ごとに計算し、健常者の変化量を 2SD 以上逸脱した区間の数を症例別に検討した。(図 2) その結果、F0 の変動は、「逸脱の頻度」と「逸脱の程度」の両側面から評価しなければいけないことがわかった。たとえば、全区間に占める逸脱の頻度は、症例 2、4、7 で 37% と同様であったが、その内訳をみてみると、健常者の値から 10SD 以上逸脱した回数は、症例 7 で 6 回と最も高く、症例 2 で 3 回、症例 4 で 1 回となっていた。

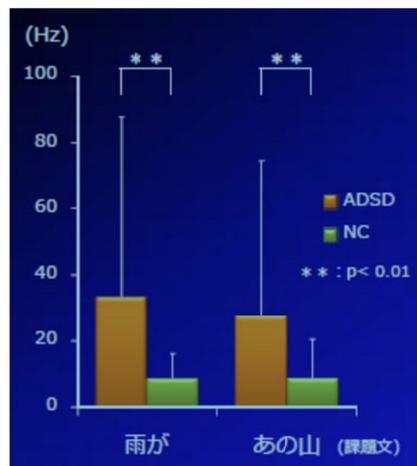


図 1 . 課題ごとの F0 変化量

課題文全体を連続する 50ms の区間に分け、10ms 窓ごとに算出された F0 値と区間の平均との差を課題ごとに検討した。内転型痙攣性発声障害:疾患群の平均+SD NC:健常群の平均 + SD

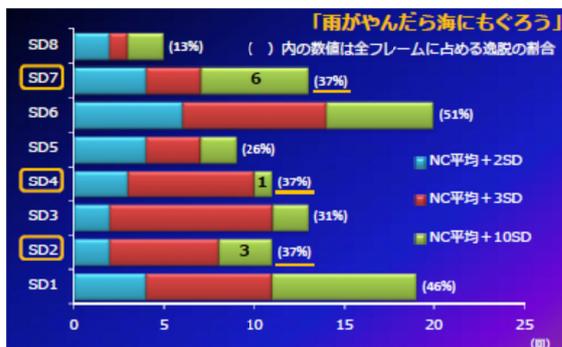


図 2 . 正常な抑揚の範囲を超えた F0 逸脱の頻度と程度

課題文で健常群の平均を 2SD 以上逸脱した 50ms 区間の出現頻度と逸脱の程度を症例ごとに示した。

2. F0 検出不能区間数と持続時間

本研究では、課題文の F0 検出を Praat の自動解析によって行った。その結果、特に疾患群において、有響音の連続で構成された課題文の中に、聴覚的には有響音と知覚されてもソフトウェアによる F0 の検出ができない区間が出現した。F0 検出不能区間の出現回数と持続時間の平均値を課題文ごとに示した。(図 3、4)

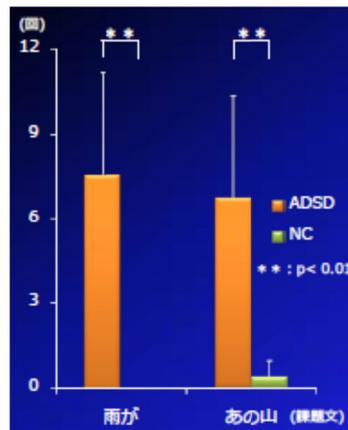


図 3 . F0 検出不能区間数

聴覚的には有響音に聞こえても PRAAT 自動解析によって F0 の検出ができなかった区間の数を課題ごとに平均値で示した。内転型痙攣性発声障害:疾患群の平均+SD NC:健常群の平均+SD

本研究に用いた課題文は、有響音の連続からなり、健常群の発話においては、F0 検出不能の区間はほとんど見られなかったが、疾患群においては、課題文 1 で平均 7.6 回 44.4 秒、課題文 2 で 6.8 回 47.5 秒で、健常群に比較して有意差を認めた。

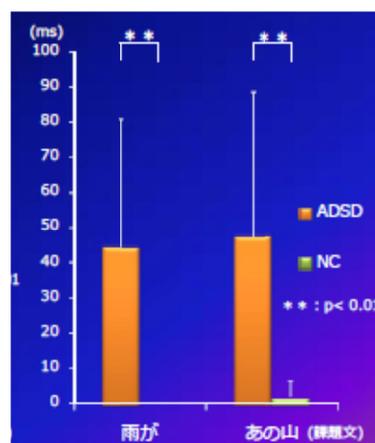


図 4 . F0 検出不能区間の持続時間

聴覚的には有響音に聞こえても Praat 自動解析によって F0 の検出ができなかった区間の持続時間を課題ごとに平均値で示した。内転型痙攣性発声障害:疾患群の平均+SD NC:健常群の平均+SD

疾患群について F0 検出不能区間の回数と持続時間を症例ごとに検討した(図 5)。



図5. F0 検出不能区間の出現回数と持続時間

課題文 1 について、F0 が検出できなかった区間の出現回数と平均持続時間を症例ごとに比較した。

症例 1 では頻度は 14 回と 8 例中最多であったものの、持続時間が 50 ミリ秒以内と短いものが半数以上を占めており、持続時間の合計は 38.6 ミリ秒であった。一方、症例 2 では、頻度は 6 回と少なかったものの、平均持続時間は 61.7 ミリ秒と 8 例中最長であった。F0 検出不能区間についても、出現回数が多いものが必ずしも持続時間が長いとはいえなかった。

3. 音声途絶の回数

有響音の連続からなる課題文 1、2 の音読において、健常群では Praat の自動解析で音声途絶 (voice break) と判定される区間は認められなかったが、疾患群においては、全例で音声途絶し無音となる区間が検出された。図 6 に課題文 1 における音声途絶の回数と持続時間を症例ごとに示した。音声途絶区間の出現回数は個人差があるが、F0 の逸脱や検出不能区間が多く観察された症例 1、6、7 で多い傾向にあった。

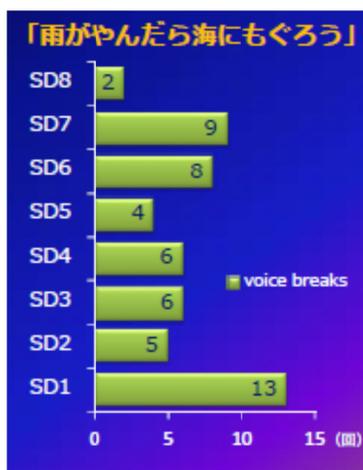


図6. 疾患群における音声途絶区間出現回数

課題文 1 について、音声途絶区間の出現回数を症例ごとに比較した。

D. 考察

痙攣性発声障害は、内喉頭筋を中心とする発声関連筋が発声協調を逸脱した非合目的的緊張を反復することによって起こる発声の障害である。本疾患の症状は近年局所性ジストニアとして説明されることが多いが、運動制御系のどこに障害があるのかは特定されていない。

また、声の詰まり、震え、途切れなどを発話において反復するという特徴的な音声症状から、診断は比較的容易とされるものの、疾患の本態について神経病理学的な解明が不完全であり、確定的な診断基準がないため、機能性音声障害など他の発声行動の異常との鑑別や、重症度分類について、診断基準が確立していない。

1. 内転型痙攣性発声障害症例の発話の音響的特徴

本研究は、単一の医療施設において、専門外来を担当する音声専門医と言語聴覚士の合議によって診断された内転型痙攣性発声障害症例 8 例について、有響音の連続からなる発話課題を設定し、その音響的特徴を分析ソフト Praat の自動解析機能を使ってどの程度抽出できるかを検討したものである。その結果、以下が明らかとなった。

- 1) 健常群における 50ms 区間での F0 変動域を「正常な抑揚範囲」と考えると、疾患群ではこれを逸脱した変動が全例に観察された。
- 2) 自動解析によって F0 の抽出ができない区間、あるいは音声が途絶する区間は、健常群ではほとんど認められなかったが、疾患群では全例に認められた。
- 3) 正常な抑揚範囲を逸脱する F0 変動、F0 抽出不能区間の回数が多い症例では、音声途絶の回数も多い傾向にあった。
- 4) 正常な抑揚範囲を逸脱する F0 変動、F0 抽出不能区間を症例ごとに検討すると、出現回数と持続時間は必ずしも一致しなかった。

以上から、内転型痙攣性発声障害患者の発話においては、有響音の連続する発話課題において、声の高さの不自然な変動や周期性の逸脱、さらに音声の途絶などが特徴的に出現することが明らかとなった。しかし、その出現頻度や持続時間には個人差があった。これらの音響的特徴の背景には、喉頭筋における発声調節の破綻に起因する声帯振動の規則性の異常が背景にあることは容易に想像できる。しかし、その病態の詳細を明らかにするためには、実験音声学的手法を用いた喉頭調節、声帯振動、音響の多元的な解析が必要となる。この領域の研究は、痙攣性発声障害についてはほとんど報告されておらず、今後の課題である。

2. 音響的特徴と発話の聴覚的印象

讃岐ら²⁾は、痙攣性発声障害を多く診療する専門機関へのアンケート調査から、本疾患の音声所見の特徴として、途切れ、声のつまり、声の震え、努力性発声、高音発声での症状消失などを報告している。Edagrら¹⁾は、外転型を含む痙攣性発声障害について、その聴覚的印象を voice break と tremor と考え、課題文の音響分析結果と関連付けることを試みた。

本研究において明らかにされた音響特徴が、発話の聴覚的印象にどのように影響するかについては、分析に用いた発話サンプルの聴覚的印象を表現する適切な形容詞を特定し、これを数値化したうえで、音響特徴との関係を検討することが課題であろう。発声障害の重症度は、さまざまな要因に影響されるが、結局患者自身の発話の困難度を総合的に示すものでなくてはならないと考える。今回示された、痙攣性発声障害の音響特徴の多面性、多様性から、その重症度分類を合理的に策定するには、音響的変数と他覚的な聴覚印象の関連のみならず、自覚的な重症度や、音響以外の発声・発話機能の評価と関連付けた検討が必要となるかもしれない。

3. 音響分析ソフトによる自動解析の限界

今回用いた分析ソフト Praat をはじめ、声の評価に広く用いられている音響分析ソフトウェアは、「基本周波数の抽出」をその解析の基本に置いて、雑音成分比やゆらぎを算出している。この方法は、周期性がある程度保たれ、連続的な基本周波数の抽出が可能である音声を対象

とすることを前提としている。一方、今回分析の対象としたような、周波数の変動が大きく、周期性が持続的に確保されない音声については、特に周期逸脱が起こる場合に分析の信用性が著しく低下する。これら、「もともと周期性を前提としがたい音声」について、自動解析の限界を認識し、光学的、電気生理学的な声帯振動のモニタを含めたさらに精密な検討を行っていくことが必要と考えられる。

E. 結論

痙攣性発声障害は、その特徴的な音声症状から、診断は比較的容易とされるものの、疾患の本態について神経病理学的な解明が不完全であり、確定的な診断基準がないため、機能性音声障害や本態性音声振戦症などとの鑑別診断が困難であることも多い。本疾患でみられる声のつまりや途切れなどの音声症状は、音響分析によりある程度定量的に評価できる可能性が示された。異常を示すパラメータの単純な頻度だけでなく、その持続時間の検討を行うことで、重症度判定のツールとして役立つ可能性が考えられる。本疾患の病態を解明するためには、本疾患が声門閉鎖/開大の調節障害による「音声」の障害にとどまらず、呼吸や韻律調節を含めた「発話」の障害を引き起こす可能性を念頭に置き、多角的な視点からの評価を統制された方法で行うことが必要である。

参考文献

- 1) Edgar JD, Sapienza CM, Bidus K et al. : Acoustic measures of symptoms in abductor spasmodic dysphonia. J Voice, 15:362-372, 2011
- 2) 讃岐徹治, 湯本英二: 痙攣性発声障害の診断-アンケート調査による検討-. 喉頭, 26: 81-85, 2014

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Yanagida S, Nishizawa N, Mizoguchi K, Hatakeyama H and Fukuda S: Voice Onset Time for the Word-Initial Voiceless Consonant /t/ in Japanese Spasmodic Dysphonia - A Comparison with Normal Controls -. J Voice 29(4): 450-454, 2015

2. 学会発表

- 1) 柳田早織, 西澤典子, 畠山博充, 溝口兼司: 内転型痙攣性発声障害における音読時の音響特徴に関する検討. 音声言語医学, 名古屋市, 2015.10.15 ~ 16.
- 2) 柳田早織, 熊田政信, 浅野健人: 痙攣性発声障害の診断および治療の現状と問題点 (シンポジウム「痙攣性発声障害」). 日本ボツリヌス治療学会第2回学術大会, 東京都, 2015.10.2 ~ 3.
- 3) 溝口兼司, 畠山博充, 柳田早織, 西澤典子, 福田諭: 内転型痙攣性発声障害に対する甲状軟骨形成術 型施行例における, 自覚的非改善症例の検討. 日本喉頭科学会総会・学術講演会, 大阪市, 2016.3.3 ~ 4.

G. 知的所有権の出願・取得状況 (予定を含む)

1 特許取得

なし

2 実用新案登録
なし

3 その他
なし