

脊髄小脳変性症 (SCA6) による失調性構音障害患者における交互反復運動速度低下要因の検討—動作解析を用いた口唇運動の分析—

小澤 由嗣*1 鈴木 知詩*2 石崎 文子*1

*1 県立広島大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科

*2 ちゅうぞん病院

2007年 9月12日受付

2007年12月26日受理

抄 録

脊髄小脳変性症 (SCA6) による失調性構音障害患者4名および健常者7名を対象に、口唇の交互反復運動検査を施行し、下唇の動作解析を行った。その結果、失調症例群では健常群に比べて、下唇の平均最大運動距離が有意に延長する一方、健常群に比べ下唇の平均最大運動速度は有意に速い傾向があった。失調症例においては運動調節機能の障害のために、下唇の運動速度が過剰に高速となったこと及び運動停止のタイミングの遅れにより、運動距離が顕著に延長された結果、交互反復運動速度が低下したことが示唆された。

キーワード：失調性構音障害，口腔交互反復運動，動作解析

はじめに

運動障害性構音障害は、神経・筋の異常に起因する話し言葉の障害¹⁾で、発話が不明瞭になったり、言葉の自然なプロソディが損なわれる。神経・筋の異常にはいくつかのタイプがあるが、運動障害性構音障害の臨床検査の一つである口腔交互反復運動検査 (oral diadochokinesis test) では、ほとんどのタイプにおいて、健常者に比べて明らかな速度低下を示す²⁾。たとえば、上位・下位運動ニューロンの損傷により、筋力低下を呈する患者だけでなく、明らかな運動麻痺や筋力低下がみられない運動失調症患者においても交互反復運動速度は低下することが多い。運動失調症患者においては、効率的な交互反復運動が何らかの形で阻害され、交互反復運動速度低下が生じていると推測されるが³⁾、その機序は明らかにされていない。

そこで、本研究では、失調性構音障害患者の口腔交互反復運動の動作解析を行い、速度低下の機序を考察した。

目的

本研究は、失調性構音障害患者における口腔交互反復運動速度低下の要因を動作解析の手法を用いて検討することを目的とする。

研究対象および研究方法

対象

対象は、脊髄小脳変性症患者4名(平均年齢51±13歳)と健常者7名(平均年齢59±6歳)である。症例はいずれも神経内科医により脊髄小脳変性症6型(SCA6)と診断され、言語聴覚士による発話の聴覚心理的評価により失調性構音障害と判定された。表1に各症例の年齢、性別、発話明瞭度、発話異常度を示した。発話明瞭度および異常度は、日本音声言語医学会の運動障害性(麻痺性)構音障害検査法⁴⁾に基づき評定した。発話明瞭度は、1から5(1:明瞭、5:全く分からない)、異常度は0~4(0:異常なし、4:最重度)の5段階尺度による評定である。

表1 失調症例

症例	年齢	性別	明瞭度	異常度
1	31	男	2	1
2	55	女	2	2
3	57	女	2	3
4	60	男	3	3

方法

症例および健常者の口唇の交互反復運動を分析することを目的に、被験者に音節/pa/をできるだけ速くかつ正確に反復構音するよう指示した。その際の音声をデジタル・オーディオ・レコーダー(Sony, TCD-10)で、また口唇の動きを動作解析装置(OKK, G280)を用いて記録した。検査は各被験者につき3試行実施し、各試行の開始から3秒目以降の10音節を計測の対象とした。

音響分析

音響分析プログラム(C&Dテクノロジー、音声録聞見)を用いて、被験者の音声の音声波形をディスプレイ上に表示し、各音節の持続時間(破裂音のバースト部から次の破裂音のバースト部までを1音節とした)を計測した。10音節分の音節持続時間の平均値を算出し、各被験者の平均音節持続時間とした。

動作解析

直径1.5cmの球体の反射マーカを、被験者の顔面正中部の鼻尖および上・下の赤唇の縁の3点に貼付し、球体の中心を計測標点とした(図1)。座位をとる被験者の正面3.7m、高さ1mの位置に、カメラ(iAi, CV-M30)を固定し、標点の動きを撮影した。動作解析装置を用いて座標平面を設定し、標点に座標を与えて口唇の動きを15秒間記録した。座標平面は、冠状面-水平軸をx軸とし、患者の左方向を正の方向、垂直軸をy軸として、上方を正の方向とした。座標の取得は自動追尾で行った。取得座標のキャリブレーションには、一辺が20cmの正方形で5cm間隔のキャリブレーション・フレームを用いて正規化した。検査時の各標点の座標を取得する際には、サンプリング周波

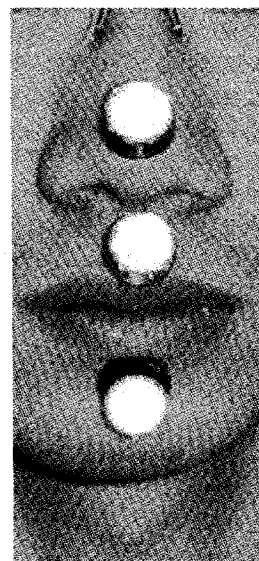


図1 動作解析の標点

数 120Hz で A/D 変換を行った。取得した座標データをもとに、上記の動作解析装置付属のコンピュータ・プログラムを用いて、鼻尖の標点と下唇の標点間の距離を算出し、各音節について 2 点間の距離の最大値と最小値の差を求め、10 音節分の平均値を各被験者の平均最大運動距離とした。また、同プログラムにより、下唇の標点の運動速度を算出した。各音節における速度の最大値を 10 音節について調べ、平均したものを各被験者の平均最大運動速度とした。なお先述のように、実験時には上唇部にも標点を設けて測定を行ったが、本論文では口唇の交互反復運動時に、上唇に比べて、より広範囲の動きを示す下唇のみを分析の対象とした。

結果

平均音節持続時間

表 2 に各症例の平均音節持続時間および健常群の平均音節持続時間の中央値を示した。また図 2 に各群の平均音節持続時間の分布および中央値を示した。失調症群の平均音節持続時間は健常群に比べて有意に延長していた (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.01$)。音節持

表 2 各症例と健常群の分析結果

	音節持続時間 (msec)	最大運動距離 (mm)	最大運動速度 (mm/sec)
症例 1	331.2	25.8	222.5
症例 2	305.5	18.8	209.6
症例 3	375.6	15.8	152.8
症例 4	380.5	15.9	143.5
健常群	149.0	6.2	109.7

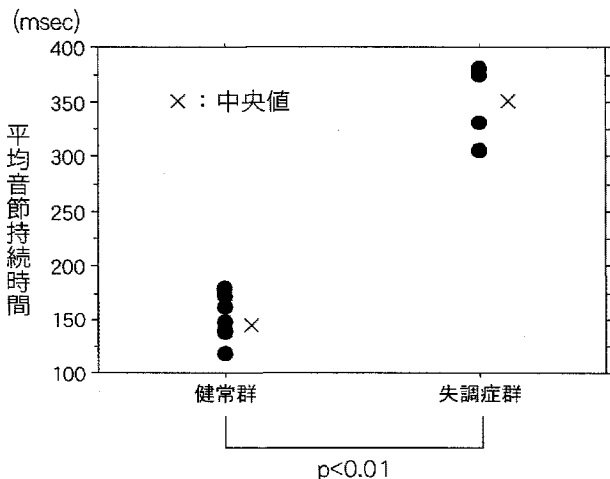


図 2 各群の平均音節持続時間の分布

続時間が延長するほど交互反復運動速度は低下するため、この結果は、失調症群の口唇の交互反復運動速度が健常群に比べて有意に遅かったことを示している。

下唇の平均最大運動距離

表 2 に各症例の下唇の平均最大運動距離および健常群の平均最大運動距離の中央値を示した。図 3 には各群の平均最大運動距離の分布と中央値を示した。

失調症群の平均最大運動距離は健常群に比べて有意に延長していた (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.01$)。

下唇の平均最大運動速度

表 2 に各症例の下唇の平均最大運動速度および健常群の平均最大運動速度の中央値を示した。図 4 には各群の平均最大運動速度の分布と中央値を示した。失調症群の平均最大運動速度は健常群に比べて有意に速かった (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.05$)。

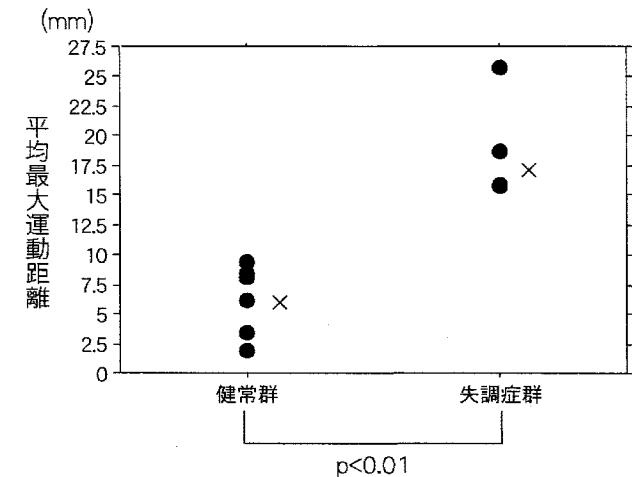


図 3 各群の平均最大運動距離の分布

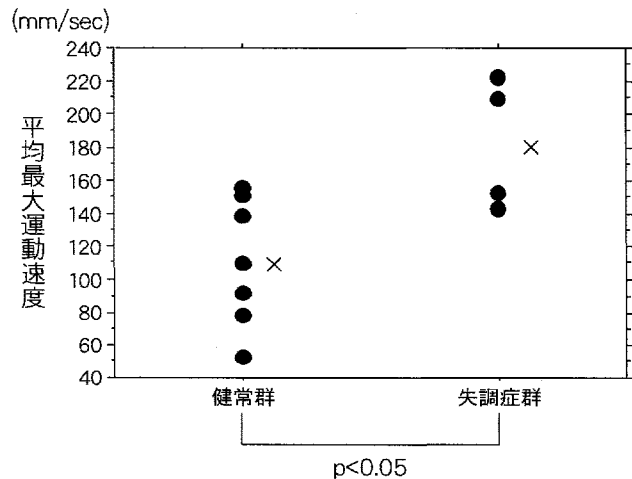


図 4 各群の平均最大運動速度の分布

考察

実験の結果、失調症群の交互反復運動速度は健常群に比べて有意に遅く、下唇の平均最大運動距離は健常群に比べて有意に延長していた。口腔交互反復運動検査の被験者に対しては、通常、単音節を出来るだけ速く反復構音することだけを指示し、それ以外には特に動作に関する具体的な指示は行わない。本研究の結果から、失調症群に比べ交互反復運動速度が有意に速い健常群では、口唇の運動距離が失調症群に比べ顕著に短いことが示された。高速の交互反復運動の達成のために、運動距離をできるだけ短くすることは合理的な方略であり、健常者は無意識のうちこのような方略を用いていると考えられる。

一方、下唇の平均最大運動速度は、失調症群の方が健常群よりも有意に速い傾向があった。すなわち、失調症群においては、口唇の交互反復運動速度は健常群に比べて有意に遅いが、下唇自体の運動速度は健常群に比べて有意に速いという逆説的な現象がみられることが分かった。この逆説現象を健常者の交互反復運動に置き換えると、健常者は迅速な交互反復運動を実現するために、個々の構音器官の運動速度については、ある程度抑制するという方略をとっていることが推察される。口唇の交互反復運動検査では、上・下唇が閉鎖一開放運動を繰り返し、そのたびに運動の一時停止と運動方向の切り替えを行う。単発の運動と異なり、こうした交互反復運動では、個々の構音器官の運動速度を上げることは、結果として運動方向の切り替えに先だって不可欠な構音器官の制動に要する時間の延長につながり効率的とはいえない。実際に、失調症例においては、下唇の最大運動速度が速い症例ほど最大運動距離が延長される傾向が認められた。小脳性失調症では、微細な運動調節が困難となるが⁵⁾、交互反復運動検査においても効率的な構音器官の運動速度調節が障害され、運動速度が健常者に比べて過剰に高速となった可能性がある。構音器官の運動速度が過剰に高速となったことにより、当該器官の運動距離が延長し、結果として交互反復運動速度の低下を招いた可能性が示唆される。

上記のように、失調性構音障害症例における口腔交互反復運動速度の低下の一因として、構音器官の運動速度が過剰に高速となったことが考えられるが、失調症例および健常例の平均最大運動速度の分布には一部重なりがみられた(図4)。平均音節持続時間(図2)および平均最大運動距離(図3)においては両群の分布の重なりはみられなかった。したがって、失調症例の中には、平均最大運動速度は健常例の分布範囲にあるものの、平均最大運動距離は健常例に比べて延長する症例がみられることが分かった。運動距離が延長した原因として、失調症例では運動停止の指令のタイミ

ングに遅れが生じたことが考えられる。

我々はこれまでに、失調性構音障害症例および痙性麻痺性構音障害症例の交互反復運動検査(音節/pa/の反復運動)の音声を音響分析し、両者の質的な違いを明らかにした⁶⁾。すなわち、音響分析により、各音節の持続時間を syllable 区間(破裂音バースト部から第2フォルマントの消失点まで)とギャップ区間(第2フォルマント消失点から次の音節の破裂音バースト部まで)に分けて分析すると、失調症例群では平均音節持続時間が長い症例つまり交互反復運動が遅い症例ほど、ギャップ区間の平均値が延長する傾向がみられた。一方、痙性麻痺群では、平均音節持続時間が長い症例ほど syllable 区間が延長する傾向がみられた。ギャップ区間は、前記のように、/pa/の母音の第2フォルマントの消失点から次の/pa/の破裂音バースト部までと定義されたが、この区間は、構音器官によって声道が閉鎖されている区間と考えられる⁷⁾。構音器官すなわち口唇の閉鎖から開放までの区間の時間的延長は、口唇運動の停止の遅延と関連している可能性がある。実際、著者らの失調症例の検査時の録画の観察では、口唇の閉鎖後から開放までの時間が健常者に比べて長い傾向があるように思われた。また失調症例では、視察上、口唇の閉鎖が強い印象があり、健常者ではほとんどみられることがない口唇形状の顕著な変形が観察された。これは口唇運動の適切なタイミングでの停止とスムーズな運動方向の切り替えが行われず、いわば不必要な口唇閉鎖運動が行われていることを示している可能性がある。一方、痙性麻痺群における syllable 区間の延長は、筋力低下および筋緊張の亢進による口唇の運動速度自体の低下と関連している可能性がある。今後は痙性麻痺性構音障害患者についても動作解析を用いた分析を行い、2群間における口腔交互反復運動速度低下の要因の違いを明らかにしていきたい。

まとめ

失調性構音障害患者における口腔交互反復運動速度低下の要因を明らかにすることを目的に動作解析を行った結果、失調症群では健常群に比べて、下唇の平均最大運動距離が有意に延長しており、下唇の平均最大運動速度は有意に速いことが分かった。失調症例においては運動調節機能の障害により、下唇の運動速度が過剰に高速となったこと及び運動停止のタイミングの遅れにより、運動距離が顕著に延長された結果、交互反復運動速度が低下した可能性が示唆された。

文献

- 1) Darley, F.L., Aronson, A.E., et al.: Motor speech disorders. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1, 1975

- 2) Yorkston, K.M., Beukelman, D.R., et al. : Management of motor speech disorders in children and adults. Austin, Pro-ed, 212, 1999
- 3) Duffy, J.R. : Motor speech disorders. St. Louis, Elsevier Mosby, 165, 2005
- 4) 伊藤元信, 笹沼澄子ほか : 運動障害性(麻痺性)構音障害 dysarthria の検査法—第一次案. 音声言語医学, 21 : 194-211, 1980
- 5) 三森康世 : 協調運動障害. 江藤文夫, 飯島節編, 神経内科学テキスト. 東京, 南江堂, 80-81, 2000
- 6) Ozawa, Y., Shiromoto, O., et al. : Symptomatic differences in decreased alternating motion rates between individuals with spastic and with ataxic dysarthria : An acoustic analysis. Folia Phoniatrica et Logopaedica, 53 : 67-72, 2001
- 7) Kent, R.D., Read, C. : The acoustic analysis of speech. San Diego, Singular Publishing Group, 38-39, 1992

Motion analysis study of decreased alternating motion rates in persons with ataxic dysarthria

Yoshiaki OZAWA*¹ Satoshi SUZUKI*² Fumiko ISHIZAKI*¹

*1 Department of Communication Sciences and Disorders, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

*2 Chuzan Hospital

Received 12 September 2007

Accepted 26 December 2007

Abstract

The mechanism of decreased alternating motion rates in persons with ataxic dysarthria was investigated through a motion analysis technique. The subjects included four persons with ataxic dysarthria and seven normal persons. The maximum ranges of movement of the lower lip in the ataxic group were significantly more prolonged than those in the normal group. However, the maximum motion rates of the lower lip in the ataxic group were significantly higher than the rates of the normal group.

It was suggested that the prolonged ranges of movement of the lower lip due to excessive motion rates and/or delayed timing of motion braking to change the direction of the movement resulted in decreased alternating motion rates in persons with ataxic dysarthria.

Key words : ataxic dysarthria, oral diadochokinesis, motion analysis