両側反回神経麻痺における囁語の語音調節

東 川 雅 彦・坂 倉 淳・高 橋 宏 明

Articulatory Adjustment during Whispering in Bilateral Recurrent Nerve Palsy

Masahiko Higashikawa, Atsushi Sakakura and Hiroaki Takahashi

A perceptual study of whisper uttered by patients with bilateral recurrent nerve palsy (BRNP) revealed that, frequently, five vowels were perceived as syllables /hV/ and voiced fricative consonants were perceived as voiceless ones. Sound spectrographic analysis of the uttered samples showed that vowels uttered by BRNP had noise at the initial portion of the utterances like in a breathy voice onset and that voiced consonants uttered by BRNP had no formant transitions. On the other hand, the airflow rate in BRNP was very high during phonation and it was difficult for the patients to control the airflow. It was suggested that this difficulty of airflow control caused the decrease of the articulatory adjustments in BRNP.

Key words : 両側反回神経麻痺, 囁語, 語音調節, 音響分析

はじめに

両側反回神経麻痺のおもな症状は呼吸困難と、発声障害である。実際には呼吸困難の頻度が多く、その治療としていくつかの声門開大術が考案されている¹⁾。一方発声障害が生じた際は、それが高度である場合には声帯内シリコン注入などがおこなわれる²⁾。

呼吸困難のない場合の両側反回神経麻痺患者の音声は、声門間隙が大きいため規則的な声帯振動が得られず雑音成分が多くなる。この点において囁語と類似した音声になっていると考えられる。

今回、呼吸困難を来すことなく経過した両側反回神経麻痺患者の、囁語による音声と通常発話時の音声を比較し、それらの語音調節がどのようにおこなわれているかについて検討した。

症 例

症例 1 49才 女性

主訴：嗄声，労作時呼吸困難

現病歴：甲状腺癌（papillary carcinoma）の診断で昭和60年9月右葉切除，術後右反回神経麻痺を認めた。平成2年4月，嗄声，労作時呼吸困難が出現，左葉に甲状腺癌の再発を認め，その圧迫による左反回神経麻痺を認めた。左葉切除をおこなった結果呼吸困難は改善するも嗄声は残る。

喉頭所見：両側声帯とも中間位に固定。

発声機能検査：GRBAS尺度は，G3R3B2A0S0であった。発声持続時間（MPT）は，通常発話では1.6秒，囁語

では2.2秒，発声呼気量は，通常発話では80dBの強さで毎秒1000ml以上と測定レンジをオーバー，囁語では平均50dBの強さで毎秒800ml。

呼吸機能検査：FVC 2.73L，FEV 1.0% 84.2%，%VC 110.0L

症例 2 27才 男性

主訴：交通外傷後の嗄声

現病歴：平成3年2月7日，交通事故の際，ハンドルで前頸部を強打，甲状軟骨輪状軟骨離断を生じ救急処置をうけた。その後嗄声が残るため耳鼻科を受診した。

喉頭所見：両側声帯とも中間位に固定。

発声機能検査：GRBAS尺度は，G3R2B3A0S0，MPTは通常発話では1.4秒，囁語では2.1秒であった。

呼吸機能検査：FVC 4.29L，FEV 1.0% 78.8%，%VC 109.7L

方 法

1) 反回神経麻痺患者

発話条件は囁語，通常発話，それぞれ楽な高さ，強さの発話とした。ただし通常発話は症例1についてのみおこなった。

発話サンプルは単音節で，母音 [a], [i], [u], [e], [o], と，子音 [h], [k], [g], [t], [d], [p], [b], [s], [z] を組み合わせた。聴取テストでは耳鼻咽喉科医局員20名を聴取者とした。

音響分析には，sampling 10kHzでAD変換の上，Mac Speech Lab IIを用いた。おもにformant transitionsの有無について調べた。

ファイバースコープにより囁語、通常発話、および安静時の時の喉頭を観察し、症例1についてはVTRへ録画した。

2) 正常発話者

両側反回神経麻痺患者と正常発話者の囁語の語音調節との違いを調べるために、健康な男女各6名の楽な高さ強さでの囁語についての受聴明瞭度を調べ、発話サンプルの音響分析をおこなった。聴取者は耳鼻咽喉科医局員8名を含む24名とした。

結 果

1) 聴取テスト

表1に反回神経麻痺患者の、母音とハ行の発話明瞭度 confusion matrix を示す。上段は囁語、下段は通常発話である。囁語では5母音とも対応するハ行に聴かれる傾向を認めた。ハ行の聞き違いはほとんどなかった。通常発話の場合は、/a/、/e/、/o/の半数以上が対応するハ行の各音に聞かれていたが、囁語の場合ほどの頻度ではなかった。なお、正常発話者の囁語における母音の受聴明瞭度は90%以上、ハ行の受聴明瞭度は80%以上で相互に聞き違いられることはほとんどなかった ($p < 0.01$)。

表2に反回神経麻痺患者の、対立する無声・有声音を有する音節の発話明瞭度 confusion matrix を示す。囁語

表1 両側反回神経麻痺患者の母音とハ行の発話明瞭度 confusion matrix.
(上段は囁語、下段は通常発話)

whisper		perceived					
		あ	い	う	え	お	その他
produced	あ	0					40
	い		0				40
	う			3			34
	え				2		38
	お					0	40
	は	0					40
produced	ひ		1				39
	ふ			0			40
	へ				0		40
	ほ					0	39
	は						39
	ほ						39
vocal		perceived					
		あ	い	う	え	お	その他
produced	あ	7					13
	い		18				1
	う			16			4
	え				9		11
	お					6	14
	は	3					17
produced	ひ		4				16
	ふ			3			17
	へ				2		18
	ほ					5	15
	は						15
	ほ						15

では破裂音の有声音のほとんどが無声音として聞かれていた。摩擦音ではその頻度は少ないが、[z]が[t]と聞かれたものがあとに示す正常発話者の場合より多くみられた。通常発話時では、囁語の場合よりは有声音が無声音に聞かれる頻度は少なかった。

正常発話者の囁語の confusion matrix を表3に示す。有声音の無声音への異聴はみられるものの、正答の方が有意性をもって多かった ($p < 0.01$)。聞き違いの頻度は反回神経麻痺患者における囁語、あるいは通常発話の場合と比べると低かった。

2) 音響分析

図1の上段、中段は症例1の囁語と通常発話、下段は正常発話者の囁語のサウンドスペクトログラムを示す。発話

表2 両側反回神経麻痺患者の対立する無声・有声音を有する単音節発話明瞭度 confusion matrix.
(上段は囁語、下段は通常発話)

whisper		perceived							
		k	g	t	d	p	b	s	z
produced	k	190	7						3
	g	191	9						
	t	9		183	2	6			
	d	5		87	26	2			
	p					195	3		
	b	2				189	7		4
produced	s			9				178	10
	z			80				66	52
vocal		perceived							
		k	g	t	d	p	b	s	z
produced	k	92	5			1			2
	g	83	14						3
	t	3		91	3				3
	d			51	9				
	p					83	16		1
	b					59	32		9
produced	s			1				97	2
	z			29				29	41

表3 正常発話者の囁語における受聴明瞭度 confusion matrix.

whisper (normal speaker)		perceived							
		k	g	t	d	p	b	s	z
produced	k	840	140	2	1	1		1	6
	g	399	613	2				7	54
	t	2	1	916	61	17		13	49
	d		3	324	242	3	8	1	64
	p	1		8	1	942	84		39
	b	4		1	1	559	439		71
produced	s							912	75
	z			257				7	805

図1 /a/と/ha/の比較. (上段は症例1の囁語, 中段は症例1の通常発話, 下段は正常発話者の囁語)

図2 /ka/と/ga/の比較. (上段は症例1の囁語, 中段は症例1の通常発話, 下段は正常発話者の囁語)

表4 formant transitionsの有無と受聴明瞭度の関係.
(FT: formant transitions)

	/ka/, /ga/	/ta/, /da/	/pa/, /ba/
P<0.01で弁別できたサンプル			
FTが指摘できる	9	5	1
FTが指摘できない	0	1	2
P<0.01で弁別できなかったサンプル			
FTが指摘できる	1	3	1
FTが指摘できない	2	3	8

図3-a

図3-b

図3-c

図3 ファーバースコピーによる両側反回神経麻痺患者(症例1)の喉頭所見。(a-は安静時, b-は通常発話/e/, c-は囁語発話/e/)

サンプルはそれぞれ/a/と/ha/である。反回神経麻痺患者の囁語の場合は、/a/のフォルマントが出現する以前から雑音成分が見られた。一方、正常発話者の囁語の/a/では、声門の開放によるbarの直後よりフォルマントが出現し、/ha/と比較するとその差は明らかであった。中段の反回神経麻痺患者の通常発話でも/a/と/ha/の差は見られるが、正常発話者に比べると明らかではなかった。

図2の上段、中段は症例1の囁語と通常発話、下段は正常発話者の囁語の、/ka/と/ga/のサウンドスペクトログラムを示す。正常発話者の/ga/においてformant transitionsを認めるが/ka/では認めない。一方、反回神経麻痺患者では、囁語、通常発話ともにformant transitionsは認めなかった。

正常発話者12名について、/ka/と/ga/、/ta/と/da/、/pa/と/ba/のすべてのサンプルについて、formant transitionsの有無と、聴取率について調べた結果が表4である。有声、無声子音の判別の良いサンプルほど有声子音でformant transitionsがみられ、それは/ga/、/da/、/ba/の順に明らかであった。

3) 喉頭所見について

安静時、声帯は中間位に固定していた(図3-a)。通常発話時喉頭全体は狭小化し、それにつられて声門間隙は狭くなり(図3-b)、声帯はときおり規則的に振動した。囁語発話時においても喉頭の狭小化は生じるもののその程度は弱く、声門間隙は囁語発話時には、通常発話時に比べて広いようであった(図3-c)。

また、囁語で強く発話(stage whisper)するよう指示したところ、声門間隙は楽な囁語を発するときにくらべてやや狭まり、声帯振動が認められることがあった。

考 案

両側反回神経麻痺症例の囁語で興味のある点の一つは、喉頭の調節が制限されているにもかかわらず囁語、通常発話の出し分けができることである。今回の検討で両側反回神経麻痺があっても囁語も成立することが確認された。また、その出し分けの調節には喉頭の動きの観察と、発声呼気量の測定の結果から呼気流量に関わり、それを大きくすることにより通常発話を、小さくすることにより囁語を発していることが示唆された。

一方、両側反回神経麻痺患者の音声の明瞭度は正常発話者のそれに比べて低い傾向にあり、両側反回神経麻痺患者の囁語の語音調節には不十分な点があると考えた。囁語の発語明瞭度で明瞭度の悪かったものは、母音と、無声・有声の対立のある子音であった。

母音は、そのほとんどがそれぞれ対応する/hV/に聞き違えられていた。これは反回神経麻痺のために声門の閉鎖がおこなえず、母音の起声の多くが氣息性になっていたためと考えられる。氣息性となっている部分はスペクトログラム上、母音の語頭の雑音成分として確認された。また母音の発語明瞭度は、囁語に比べて通常発話のほうが良好で

あった。通常発話時の呼気流量は1000ml/sec.以上と非常に大きく、そのために声門間隙があるにも拘らず、声帯を振動させることが可能となっている。その結果母音部分の勢力が強調され、母音として聞かれやすくなったことが発語明瞭度の良かった理由であろう。

有声・無声の対応のある子音では、破裂子音の有声が無声に、摩擦子音の無声が有声に聞き違えられる傾向がみられた。有声・無声の判別の手がかりは正常者の通常発話の場合でも不明な点が多いが、音響学的な手がかりの一つとしてVOTとformant transitionsの有無があげられている³⁾。囁語においてはformant transitionsの有無が重要と考え検討した結果、正常発話者においては/ga/、/da/、/ba/の順にformant transitionsが明らかで、それは受聴明瞭度の良さに対応していた。一方、両側反回神経麻痺患者の発話サンプルでformant transitionsを認めることはなく、発語明瞭度も悪かった。

このformant transitionsが両側反回神経麻痺患者で認められなかったことは、構音点の調節と、発話のための呼気流をつくる調節のタイミングが、正常発話者に比較してずれているためと考えた。すなわち構音調節には口腔内圧が必要であるが、声門間隙が常にあるためそれらが十分得られないうちに起声のはじまり、その結果有声・無声子音の判別をおこなう構音点での調節が不十分になったと考えられる。このことは両側反回神経麻痺患者のみならず、声門間隙の大きい病的喉頭者についても同様のことが生じると考えられ、今後検討を要するところである。

囁語の生理学的な喉頭調節については、角田らによる内喉頭筋の筋電図学的検討の報告があるが、それによると有声・無声子音間で電位の立ち上がり差を認めている⁴⁾。この所見は反回神経麻痺のために内喉頭筋の働きが失われたことも異聴の一因となっていることを示すと考えられた。

また今回の反回神経麻痺症例の音声で興味をもたれた点は、その聴覚印象は音の強さという点を除いて通常発話より囁語のほうがよいということである。このような声門間隙の大きい喉頭疾患症例において、囁語がコミュニケーションの一手段となりうるかについての検討もおこなっている。

ま と め

両側反回神経麻痺患者2名の囁語、通常発話の語音調節について調べた。

囁語と通常発話の出し分けは、おもに発声呼気量によって調節していると考えられた。

両側反回神経麻痺患者の発語明瞭度は通常発話、囁語ともに、正常発話者の囁語の受聴明瞭度に比べて低い傾向にあり、とくに囁語において著明であった。囁語の発語明瞭度の悪かったものは、母音と、有声・無声の対立のある子音であった。

母音は、そのほとんどがそれぞれ対応する/hV/に聞き違えられていた。これは母音の起声の多くが氣息性になっていたためと考えられる。

無声・有声の対応のある子音では、破裂子音の有声が無声に、摩擦子音の無声が有声に聞き違えられる傾向がみられた。音響分析の結果、正常発話者の囁語のサンプルで認められた formant transitions が両側反回神経麻痺患者のサンプルでは認められず、formant transitions の有無が囁語における無声・有声の判別の手がかりになっていることが明らかにされた。

文 献

- 1) 小林武夫：両側声帯麻痺。喉頭麻痺（廣瀬 肇，石井英男編著），256～265，文光堂，東京，1992.
- 2) 牛島達次郎ほか：両側反回神経麻痺に対する声帯内

シリコン注入術の 1 例。音声言語医学 30：72～73，1989.

- 3) Kenneth N.S. and Klatt D.H.：Role of Formant Transitions in the Voiced-Voiceless Distinction for Stops. J Acoust Soc Am 55：653～659，1974.
- 4) 角田晃一ほか：囁語の喉頭調節について。音声言語医学 32：90～91，1991.

別刷請求先 〒569 高槻市大学町 2-7

大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室 東川雅彦