■特集 <Dysarthria への対応—QOL の向上を含めて—>

構音器官の運動性から考える

——その評価法と新しい Dysarthria 治療の可能性——

三枝 英人

要 約: 現在のところ、すべての運動障害性構音障害(以下, dysarthria)に対して有効な構音訓練法はいまだに確立されていないというのが実情である。一方、嚥下障害の患者に対して、構音訓練を行うと嚥下が改善するといったことがしばしば経験される。このことから、ある同じ器官を使用する別の反射性運動を誘発することで障害された機能が促通されうることことが示唆される。また、構音運動そのものに反射性制御機構が存在するならば、それを誘発することでより有効な機能訓練が行える可能性が高い。今後、そういった観点も含めた dysarthria, 構音機能, 構音器官に対する臨床的および基礎的な研究が必要である。

索引用語: 運動障害性構音障害 (dysarthria), 構音器官, 構音運動, 反射性運動, 促通効果

Potential of New Dysarthria Treatments Based on Articulatory Organ Movements

Hideto Saigusa

Abstract: To date, effective therapeutic approaches have not been established yet for various types of motor speech disorder (dysarthria). Occasionally, however, patients with dysphagia show improvement after receiving the training approach for dysarthria. This suggests that stimulating an organ through a different reflective movement essential for another function of the same organ may facilitate the disturbed function or movement. Also, if articulatory movement itself has a reflective control system, stimulating the system is likely to enable more effective functional training. Further clinical and basic studies for dysarthria, speech functions and articulatory organs should be warranted.

Key words: dysarthria, articulatory organ, articulatory movement, reflective movement, facilitation effect

はじめに

運動障害性構音障害(dysarthria, 以下 dysarthria)とは、中枢もしくは末梢神経系の障害により構音器官の運動性、協調性、さらに微妙な運動制御が障害された結果としての“はなしことば”の異常をいう。した

がって、構音運動の障害、さらにその結果としての“はなしことば”の異常は、障害された神経系の機能の障害を反映したものとなる。そのような観点から、従来、dysarthria は神経学に基づいた言語病理学的な立場から、弛緩性 (flaccid)、痙性 (spastic)、失調性 (ataxic)、運動低下性 (hypo-kinetic)、運動過多性

(hyper-kinetic), 混合性 (mixed) などに分類されてきた¹⁾。しかしながら、その実際の評価・分類は、主に評価者の“耳”と経験に従って主観的に行われるものであり、その記録も文字を中心とした、また評価者の主観の入る余地の大きい“記載医学”に負うところが大きかった。また、せっかく評価し、分類したものの、その治療法は、これらの評価・分類に基づいて行われるというようなものが確立されているとはいいいくい状況であるのが現実である。このような dysarthria に対する医学的対応の遅れをもたらした背景として、dysarthria の臨床、基礎研究を妨げる問題点の存在が指摘される。それは、構音器官の運動性、運動制御機構について、末梢レベルにおいてさえも十分には明らかになっていないという問題である。さらに、その原因として、“はなしことば”はヒトにおいて初めて獲得された運動であり、構音運動を行うのはヒトのみに限られているということのために、臨床、基礎研究ともにその進展に対して制約を受けてしまうということが挙げられる。しかし、dysarthria に悩む患者を眼前にするわれわれにとって、dysarthria の患者、そして構音運動を行う“ヒト”をただひたすら見詰める以外には、その糸口が掴めないことも事実である。ここで、改めてヒトの構音器官について眺め、吟味するとともに、より有効な dysarthria 治療の展望へと思いを馳せたいと思う。

Dysarthria に悩む患者を眺める

ひとまず dysarthria そのものを眺めるのではなく、dysarthria に悩む患者を眺めてみたい。dysarthria に悩む患者の多くは、dysarthria 単独の障害ではなく、多少の差こそあれ、他の障害を有していることが多い。特に、少なからず嚥下に何らかの障害を合併していることが多い。それは、構音は随意的な運動であるのに対して、嚥下は反射性の運動を主体とするものであり、その目的と運動様式はかなり異なっているものの、その末梢効果器官の多くが、互いに重複しているためであると考えられる。逆に、臨床的にも嚥下障害の改善に伴い、dysarthria の改善を認めることを経験する。また、脳血管障害による嚥下障害に対して、構音訓練を行うことの有用性が述べられている²⁾。このことは、同じ器官群を利用する別の目的をもった運動系を賦活することで、障害された運動機能の反応性が促進 (facilitation) されうることを示しているものと考えられる。

一般に、中枢性の運動障害は、末梢神経の障害や筋

疾患による筋力低下の状態とは異なり、巧緻な協調運動や随意的な運動制御に対する障害であり、単なる筋力増強訓練などでは一層、協調運動を妨げたり、原始的運動パターンを強化するだけで、かえって運動性の回復を妨げてしまう可能性のあることが指摘されている³⁾。dysarthria は、“意図したとおり”に構音器官が働かないことが構音運動、さらには音響学的な音の乱れとして表現されたものともいえる。したがって、構音器官に対してしばしば行われる舌や口唇への可動域増大訓練や筋力増強訓練、「ゆっくり発話する」、「意識して発話する」といった指導は、症例によっては、dysarthria の治療として適切でない可能性がある。また、運動低下性の dysarthria に対して、メトロノームやタッピングにより外部からリズムを提示することで改善の得られることも報告されているが、その自由会話での有効性や効果の持続などの点については明らかになっていない⁴⁾。

むしろ、dysarthria に対して、dysarthria のある一側面や、個々の構音器官に働き掛けるのではなく、複数の構音器官の時間的、空間的協調性を再確立し、また障害された構音運動に対して facilitation 効果を有する構音訓練の手配されることが理想的であるといえる。たとえば、末梢効果器官は重複しているが、反射性運動により出力される嚥下運動を強化し、繰り返して行わせるなどして、構音器官の運動性、協調性に対する facilitation 効果を目指すといった方向性が考えられる。次に、その臨床例を示す。なお、本症例の詳細はすでに報告してあるので⁵⁾、本稿では抜粋して記載する。

症例：55 歳男性

既往歴：42 歳時に左側被殻出血、45 歳時に右側被殻出血。その後、特に後遺症はなかったという。

現病歴：2 ヶ月前、突然ことばがうまくしゃべれないことに気づいた。近医にて、頭部 CT 検査を行ったところ、左側被殻の再出血と診断された。同院で保存的治療を受けたが、症状の改善がないため、当院神経内科へ転院となった。患者の症状は、発症当初より、一貫して言語症状のみであった。

神経学的所見：左側上下肢の深部腱反射の軽度亢進を認めたのみであった。

入院時の言語所見：高度の開鼻声であり、構音全体が弱音化していた。また、小声で抑揚に乏しく、吃様の音の繰り返しが観察された。また、ことば全体が加速化し、それに伴い子音の構音が崩れる、その際に各構音器官の運動距離が短縮し、最終的には停止してし

図1 臨床症例の自由会話時の口唇運動の様子

55歳男性。両側被殻出血後に運動低下性の要素が強い混合性の dysarthria をきたした。構音訓練には反応がなかったが、フィーディングチューブを用いた嚥下訓練を行ったところ、著明な改善を得た。

治療前：会話が進むに連れて (①→③)、ことば全体が加速化し、また吃様の音の繰り返しが起こる (②)。これに伴い、口唇の運動距離は短縮し、ついには停止してしまう (③)。

治療後：会話の進行 (①→③) に伴うことばの加速化、吃様の音の繰り返し現象は改善し、口唇の運動距離の短縮もあまり目立たなくなった (③)。

もうといった Parkinsonism ときわめて類似した現象が観察された (図1)。発話明瞭度はレベル4「ときどきわかることばがある」であった。

以上のことから、本症例の dysarthria の原因は、両側の大脳基底核が障害されたことによる運動低下性の要素が強い混合性の dysarthria であると診断した。

入院後の経過：入院後、言語聴覚士による構音訓練が開始された。構音訓練として、口唇や舌の可動訓練、pushing 法、発話速度を遅くするなどの指導が行われた。しかし、3週間経過するも全く改善が得られなかった。そこで、患者から「のどに直接働きかけてほしい」との訴えがあり、当科を紹介受診した。

当科初診時の耳鼻咽喉所見：軟口蓋挙上不全、左側咽頭の収縮性および知覚の低下、カーテン徴候、舌前方および後方運動時の運動速度・運動距離の低下を認めた。

その後の経過：嚥下については臨床上、問題を有していなかったが、食事に要する時間が今回発症前は15分ぐらいであったのが、40分以上と延長していた。ま

た、VTR 嚥下透視検査で誤嚥は認めなかったが、咽頭への送り込みが遅い、喉頭挙上惹起の遅延、喉頭挙上距離の短縮といった異常所見を認めた。そこで、dysarthria に対して、患者の「のどに直接働きかけてほしい」との訴えどおり、咽喉頭を直接刺激するような嚥下機能訓練を試みた。その方法として、経鼻的に食道内に挿入したフィーディングチューブを嚥下に同期させながら、チューブの先端が食道入口部から逸脱しない範囲で出し入れを行う (これを1回の治療につき20回前後行う) という“直接的”間接的嚥下訓練^{6,7)}を採用した。その結果、本治療を行った翌日から、dysarthria は自他覚的に改善を示し始めた。治療開始当初は、治療効果の持続は半日ぐらいであったが、治療回数を重ねるごとに徐々に延長し、改善を認めた。特に、吃様の音の繰り返しや、徐々に加速するといった現象が著明に改善した。18回終了時には、職場内や電話での応答にも支障がなくなり、発話明瞭度2「ときどきわからないことばがある」まで改善した。なお、食事に要する時間も15分に短縮したとのことであった。

図2 形態学的研究から得られた舌前後運動および咽頭拡大・収縮運動についての模式図（文献12より改変）。舌根の高さにおいて横舌筋が上咽頭収縮筋・舌咽頭部と太い筋線維をもって連続し、リング状の形態を呈している。上咽頭収縮筋と椎体前面との癒合は比較的強いので、リング状の筋肉が収縮することで、舌が後方に移動し、同時に咽頭の収縮が起こる。舌前方運動は、オトガイ舌筋の舌根へ向かう筋線維の筋活動がその主体となる。両者は、舌根付近で両筋の筋線維間に存在する筋紡錘により、互いに拮抗的に、また反射的に制御される。

このように、dysarthria に対して、同じ末梢効果器官を使用する別の目的の運動、特に随意性ではなく、嚥下に代表される反射的に制御される運動を積極的に誘発、発現させることで、構音運動全体が賦活化される可能性の高いことが強く示唆される。さらに、構音運動自体にも、複数の構音器官同士による反射性運動制御が存在するならば、それらを積極的に利用することで、より有効で、facilitation 効果を有した構音訓練を実現できる可能性が高いと考えられる。

正常人の構音器官、構音運動に対する基礎的研究から dysarthria を眺める

前述したとおり、構音運動にも反射性運動制御機構が存在するならば、より有効な新たな構音訓練が構築できる可能性がある。複数の構音器官の運動制御機構の存在については、たとえば舌と咽頭、舌と下顎、舌と内喉頭筋、口唇と下顎などの組み合わせが考えられるが、ここでは、舌と咽頭との関係について述べることにする。

舌と咽頭は、舌の前後運動において協調的関係にあることが知られている。たとえば、構音運動においては、舌前方運動時（例：母音/i/発声時）には咽頭腔は拡大、舌後方運動時（例：母音/a/発声時）には咽頭収縮筋の収縮とともに咽頭腔の縮小することが知られている⁸⁾。また、嚥下時には、舌の後方運動に伴い中咽頭蠕動波が出現し、両者が相補的な関係をもって発現す

ることが報告されている⁹⁾。以上のことから、少なくとも舌前後運動と咽頭運動とが協調的に、また反射的に制御されていることが示唆される。

そこで、舌と咽頭を含む大切片標本を作製し、舌と咽頭との機能的関係について形態学的検討を行った¹⁰⁾。その結果、舌根の高さにおいて内舌筋である横舌筋と上咽頭収縮筋・舌咽頭部とが舌前方のそれよりも太い径の筋線維をもって連続しており、舌根の高さにおいてリング状の形態をなしていることが判明した（図2）。さらに、舌内の筋紡錘の分布を調べたところ、同部の横舌筋とこれに直行するオトガイ舌筋の筋線維間にのみ集中して分布していることが明らかになった¹⁰⁾。オトガイ舌筋の舌根方向へ向かう筋線維は舌の前方運動、さらに中咽頭腔拡大運動の主体となって活動することが知られている。また、同筋の舌前方へ向かう線維に比較して、持続性の、また tonic な筋活動に有利な type I 線維の多く含まれていることが判明している¹¹⁾。このことから、舌根の高さにおいてオトガイ舌筋と横舌筋～上咽頭収縮筋・舌咽頭部とが舌前後運動、さらに咽頭拡大・収縮運動において拮抗的に活動していることが判明した。

また、オトガイ舌筋の舌根へ向かう筋線維は、仰臥位の姿勢において反射的に筋活動を高め、舌根沈下を予防する safety muscle であると報告されている¹²⁾。そこで次に、オトガイ舌筋と横舌筋～上咽頭収縮筋・舌咽頭部による舌前後運動制御機構が姿勢変化（前屈

図3 構音時のオトガイ舌筋、上咽頭収縮筋・舌咽頭部の筋活動の変化(文献12より改変)。舌前方運動(/i/)、舌後方運動(/a/)を含む構音課題/ipapi/発声時の筋活動とその体位による影響を積分筋電図波形から解析を行った。その結果、/a/発声時には後屈位のときにオトガイ舌筋の筋活動は有意に増加し、/i/発声時には前屈位のときに、オトガイ舌筋、上咽頭収縮筋ともに筋活動が減少していた。また、このときに発せられた音声の音響分析の結果からは、体位による変化は認められなかった。このことから、両筋は舌の前後運動という点では拮抗的な関係にあるものの、構音運動のなかでは、声道形態を一定に保つために、互いに相補的な協調性をもって、さらに、反射的に制御され、活動しているものと考えられる。

位、直立座位、後屈位)により、反射的に制御されるかどうかを筋電図学的に検討した¹²⁾。その結果、母音/a/発声時には後屈位で有意にオトガイ舌筋の筋活動が増強し、母音/i/発声時では前屈位になると両者の筋活動が有意に減少することが判明した(図3)。一方、前屈位、直立座位、後屈位であっても発声された母音の音響学的性質は不変であった。このことから、舌根方向へ向かうオトガイ舌筋の筋線維と横舌筋～上咽頭収縮筋・舌咽頭部の筋線維は、舌の前後運動という点においては拮抗的に働くものの、構音においては姿勢変化に対して声道を一定に保つような相補的な協調運動性が、さらに反射的に制御されているものと考えられた。

構音器官の反射性運動制御機構には、臨床的にも、舌運動の悪い患者において、下顎の代償性の過大運動が認められること、また、dysarthriaの患者でなくとも、下口唇を抑制するとやはり下顎の代償性過大運動の発現することが知られている。また、咀嚼運動における舌と下顎の反射性運動等の存在も報告されている。これらを含めた複数の構音器官における反射性運動の存在とその制御機構が明らかになることで、dysarthriaに対する反射系を利用した新しい構音訓練の構築のなされることが期待される。

まとめ

近年の医療技術の進歩により、脳血管障害や神経・筋疾患、頭部外傷後などの生命予後は大きく改善されてきている。しかしこのことは、逆に考えれば、さまざまな障害を抱えたまま生きていくことを余儀なくされた患者の増加していることも示しているともいえる。それは当然、dysarthriaについても同様に当てはまることである。現代医学において、dysarthriaの臨床および基礎研究は、時間や手間の掛かるものであるためか、あまり陽の目を見なかったのが現状であると思う。しかし、dysarthriaに悩む患者の増加を懸念するならば、dysarthriaに対するより有効な評価、治療法の開発は急務の問題であり、“はなしことば”というヒト独自の機能を保つための重大な任務であるといえよう。

今後、dysarthriaに悩む患者を徹底的に見詰めた臨床研究の積み重ねと、ヒト独自の機能である構音運動とヒト構音器官についての基礎的研究が地道に、しかし確実に進められることが大いに望まれる。われわれもその一翼を担っていけるよう努力を続ける所存である。

なお、本研究の一部は、文部科学省科学研究費、若手研究(B) 14770930 および基盤研究 (C)18591890 の援助を得て行われた。

文 献

- 1) Darley FL, Aronson AE and Brown JR: 運動性構音障害 (柴田貞雄訳), 医歯薬出版, 東京, 1982.
- 2) 吉田哲二, 平野 実, 藤生雅子: 脳血管障害による嚥下障害と運動障害性構音障害について. 耳鼻, 34: 108-111, 1988.
- 3) 江藤文夫: やさしいリハビリテーション, 日本医事新報社, 東京, 1989.
- 4) 白坂康俊: 治療とリハビリテーション. 言語聴覚士のための運動障害性構音障害学, 医歯薬出版, 東京, 225-340 頁, 2001.
- 5) 三枝英人, 青柳美生, 愛野威一郎, 他: 嚥下訓練が有効であった運動障害性構音障害の1例. 音声言語医学, 44: 253-257, 2003.
- 6) 三枝英人, 新美成二, 八木聡明: “直接的”間接的嚥下訓練: フィーディングチューブを用いた嚥下のリハビリテーション. 日耳鼻, 101: 1012-1021, 1998.
- 7) 三枝英人, 新美成二, 八木聡明: “直接的”間接的嚥下訓練とその効果発現機序について. 耳鼻, 45: 123-127, 1999.
- 8) Niimi S: Pharyngeal wall movement during speech. *Auris Nasus Larynx*, 8: 27-31, 1981.
- 9) 棚橋汀路: レ線映画による第2期嚥下運動の研究. 日耳鼻, 70: 1255-1285, 1967.
- 10) Saigusa H, Yamashita K, Tanuma K, et al: Morphological studies for retrusive movement of the human adult tongue. *Clin Anat*, 17: 93-98, 2004.
- 11) Saigusa H, Niimi S, Yamashita K, et al: Morphological and histochemical studies of the genioglossus muscle. *Ann Otol Rhinol*, 110: 779-784, 2001.
- 12) Kokawa T, Saigusa H, Aino I, et al: Physiological studies of retrusive movements of the human tongue. *J Voice*, 20: 414-422, 2006.

別刷請求先: 〒113-8603 東京都文京区千駄木 1-1-5
日本医科大学耳鼻咽喉科学教室
三枝英人