

言語病理学的疾患を有する患者における舌圧と発話および非発話機能との関連性に関する検討

原著▶

西尾正輝¹⁾
Masaki Nishio

阿部尚子²⁾
Naoko Abe

渡邊大介³⁾
Daisuke Watanabe

要旨 ディサースリア, 摂食・嚥下障害, 高次脳機能障害のある 62 例を対象として, 舌圧と発話および非発話機能を測定し, 主に以下の結果を得た.

1. 言語病理学的診断名別比較検討結果では, ディサースリアに摂食・嚥下障害を合併した群で最も舌圧値が低く先行報告と類似した.
2. 舌圧と会話明瞭度との間に有意な相関を認めず, 舌の筋力を会話明瞭度の指標として過剰に重視することは控えるべきことが示唆された.
3. 健常者の最大舌圧のおよそ 3 分 2 程度の舌圧が保持されていれば, 舌の挙上運動範囲が保持されることが示唆された.
4. 舌圧と /ta/ ならびに /ka/ の交互反復速度との間に有意な相関を認めた.
5. 舌下神経麻痺なし群と比較し一側性麻痺群は舌圧が低下し, 筋力増強訓練の適応性があることが示唆された. また舌圧とパーセル・インデックスとの間に有意な相関を認め, 全身的動作能力が低下した患者では舌圧も低下する傾向が示唆された.

キーワード▶ 舌圧, ディサースリア, 発話機能, 非発話機能, オーラル・ディアドコキネシス

I. はじめに

舌は発話運動においてきわめて重要な役割を担っており, とりわけ構音運動において中心的役割を担っている.

ところが, 舌の運動機能に関して発話生理学の見地よりなされた研究報告例は, 呼吸器, 喉頭, 顔面など発声発話器官のほかの器官と比較してきわめて少ない. 従来舌の運動機能に関して発話生理学の見地よりなされた検討として, X線学的検討などに加えて, 近年, 舌の圧力もしくは筋力に関する検討が進められている. 舌の筋力低下は, ディサースリアにおいて高頻度に認められる構音の歪みの原因として古くから指摘されてきたものである^{1,2)}.

米国では舌の筋力測定の指標として舌圧を測定する試みが 1980 年代に入ってから報告されている. 舌圧に関して報告されている研究を再見すると, 健常者では, 性差³⁻⁷⁾と加齢に伴う変化^{5,6,8-16)}が認められること, 体重との相関は低いこと⁸⁾が知られている. 先行研究を総括すると,

男性群は女性群と比較して 6~12 kPa 程度高値を呈し, 加齢により高齢群では青年群と比較して 10~15 kPa 程度低下する傾向にある. 1991 年以降の舌圧もしくは舌の筋力研究の多くにおいて, アイオワ式口腔内圧測定装置 (Iowa Oral Performance Instrument ; IOPI) が用いられている. Adams ら⁷⁾はこれまでに IOPI を用いて舌の筋力を測定した 38 の研究報告を対象としたメタ解析を行い, 1) 男性群は女性群よりも有意に舌圧値が高いこと, 2) 男女両群において 60 歳未満の群は 60 歳以上の群よりも有意に舌圧値が高いことを明らかにしている.

ディサースリア例を対象とした舌の筋力に関する研究としては, 筋萎縮性側索硬化症を対象としたもの^{3,17,18)}, パーキンソン病を対象としたもの^{19,20)}, 脳血管障害を対象としたもの²¹⁾, 多発性硬化症²²⁾, 混合性タイプ (弛緩性+痙性)⁸⁾を対象としたものがあり, いずれも健常群と比較して低下していたと報告している. 頭部外傷に伴うディサースリアについては, Robin ら⁸⁾, Theodoros ら²³⁾は低下を報告する一方で, Stierwalt ら²⁴⁾, Goozéee ら²⁵⁾

¹⁾ 新潟医療福祉大学医療技術学部言語聴覚学科 (〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398)

²⁾ 社会医療法人新潟勤労者医療協会下越病院リハビリテーション課 (〒956-0814 新潟県新潟市秋葉区東金沢 1459-1)

³⁾ 新潟県立坂町病院リハビリテーション科 (〒959-3193 新潟県村上市下鍛冶屋 589 番)

[連絡先] 西尾正輝: 新潟医療福祉大学医療技術学部言語聴覚学科 (〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398)

TEL: 025-257-4431 FAX: 025-257-4431 E-mail: nishio@nuhw.ac.jp

受稿日: 2013 年 6 月 20 日 受理日: 2013 年 9 月 5 日

は低下を認めなかったと報告しており見解の一致が得られていない。複数のタイプのディサースリアを対象とした研究としては、Dworkinら²⁶⁾が痙性タイプ3例、弛緩性タイプ2例、失調性タイプ5例、運動低下性タイプ1例、運動過多性タイプ1例、混合性タイプ6例を対象として一元配置分散分析を行ったところ有意差が認められなかったとしているが、Thompsonら²¹⁾が指摘しているように、いずれのタイプも症例数が少なすぎるために信頼性に欠ける。

Adamsら⁷⁾はこれまでにIOPIを用いて筋力を測定した研究報告を対象としたシステマテック・レビューを行い、対象の多くは健常者、摂食・嚥下障害患者、パーキンソン病患者、頭頸部癌患者であることを指摘しており、音声言語病理学的観点より検討したものは少ない。そのため、舌圧と発話および口腔構音器官の非発話運動機能との関連性について不明な点が多数残されていることが指摘されてきた²¹⁾。

日本語を母語とする健常者を対象とした舌の筋力もしくは舌圧の検討でも、西尾²⁷⁾、Utanoharaら²⁸⁾、菊地ら²⁹⁾の報告があり、やはり性差^{27~29)}と年齢差²⁸⁾があることが示されている。しかし、舌圧を指標として舌の筋力と発話機能や発声発語器官の非発話運動機能との関連性について検討した報告としては奈良ら³⁰⁾、武内ら³¹⁾によるものが散見される程度でありきわめて限られている。国内で近年舌圧に関する報告が増えているが、海外と同様にほとんどは摂食・嚥下機能との関連性から検討したものである。

そこで、本研究では、舌圧測定器を用いて音声言語病理学的観点より舌圧と発話および口腔構音器官の非発話機能との関連性について検討することを目的とする。

Ⅱ. 方 法

1. 対象

対象は、ディサースリア、摂食・嚥下障害もしくは高次脳機能障害の評価および治療目的で当院言語室を受診し以下の実施課題が施行可能であった男性31例（平均年齢＝73.5, SD＝11.9）、女性31例（平均年齢＝78.3, SD＝11.4）、総計62例（平均年齢＝75.9, SD＝11.8）である。男性群と女性群との間に年齢で有意差を認めなかった。62例の医学的診断名別内訳は、脳血管障害が35例、廃用症候群が11例、パーキンソン症候群が5例、筋萎縮性側索硬化症が2例、脊髄小脳変性症が2例、レビー小体認知症が2例のほか、脳腫瘍、反回神経麻痺、髄膜腫、低酸素脳症、強皮症が各1例である。

62例の言語病理学的診断名別内訳は、ディサースリアが26例、摂食・嚥下障害が20例、ディサースリアに摂食・



図1 舌圧測定器（JMS社製）

嚥下障害を合併している者が9例、高次脳機能障害が6例、ディサースリアに高次脳機能障害が合併している者が1例である。

2. 実施課題

1) 舌圧の測定

舌圧測定器（JMS社製、TPM-01、図1）を用いて3回座位にて舌圧を測定して、その平均値を被験者の最大舌圧の値とした（以下、舌圧）。測定に際して、バルーン基部にある硬質リング部を上下切歯で軽くくわえて固定し、専用の舌圧プローブのバルーンを舌と口蓋間にはさんで、約7秒間最大の舌の力でプローブを口蓋に向かって圧迫させた。すなわち、ここで測定した舌圧とは舌の挙上運動時の圧力である。なお、硬質リング部を上下切歯で軽くくわえて下顎を固定しているため、測定時にバイトブロックを使用していない。

2) 舌面の挙上運動範囲

舌面の挙上に関する運動範囲について、標準ディサースリア検査（小項目12「前舌の挙上」）³²⁾に基づいて、0：不動、1：舌面が全く口蓋に接触することができない、2：舌面が口蓋に接触することができるが、舌圧子を保持できない、3：舌面と口蓋の間で舌圧子を保持できる、の4段階で評価した。

3) 会話明瞭度

会話明瞭度について、担当の言語聴覚士が9段階評価尺度で評価した。この評価尺度は、1を「よくわかる」、5を「全く了解不能」とする田口³³⁾によって考案された5段階評価尺度が伊藤³⁴⁾によって改変され、5段階に中間点（たとえば2.5など）を含めたものである。本尺度の信頼性と妥当性は伊藤³⁴⁾、西尾ら^{32,35)}により裏づけられている。明瞭度は、自由会話および長文「北風と太陽」の音読から評価した。

4) オーラル・ディアドコキネシス

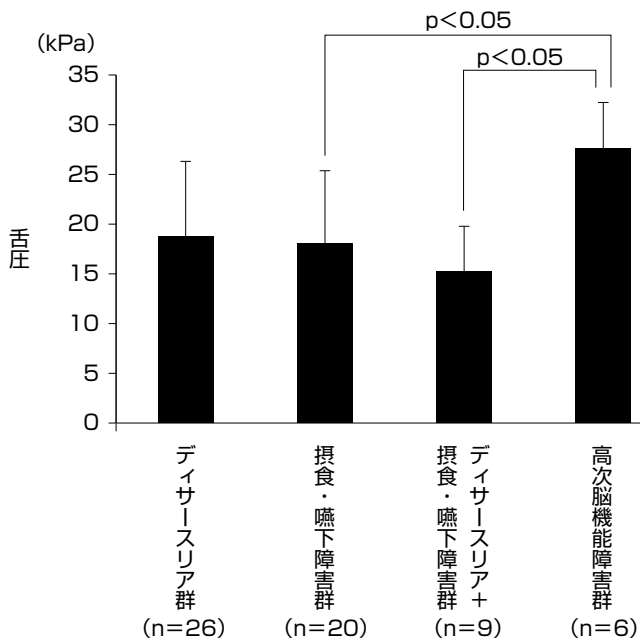


図2 言語病理学的診断名別に平均舌圧値を示す

/ta/, /ka/の舌音の音節をそれぞれ一息ですできるだけ速く約5秒間交互反復させ、1秒間単位の平均反復回数を求めた。これを2回実施し、平均値を求めた。

5) 神経学的所見

神経学的所見として、舌下神経麻痺の有無とバーセル・インデックス (BI) を評価した。舌下神経麻痺の有無は言語聴覚士が、BIは作業療法士がそれぞれ評価した。

3. 統計学的解析

2群の比較にはスチューデントのt検定を、多群の比較には一元配置分散分析を、相関についてはピアソンの相関係数もしくはスピアマンの順位相関係数を用い、それぞれ $p \leq 0.05$ の場合に統計学的に有意とした。統計解析ソフトウェアは、SPSS16.0 (SPSS Japan Inc.) を用いた。

Ⅲ. 結 果

1. 舌圧の測定

全体の平均舌圧値は19.1 kPa (SD=7.3)、男性群の平均舌圧値は18.9 kPa (SD=7.7)、女性群の平均舌圧値は19.3 kPa (SD=6.9)であり、男女両群間で有意差を認めなかった。

図2に、言語病理学的診断名別に平均舌圧値を示した。ディサースリアに高次脳機能障害が合併している者は1例と少数のため省いた。ディサースリア群26例の平均舌圧値は18.7 kPa (SD=7.6)、摂食・嚥下障害群20例の平均舌圧値は18.0 kPa (SD=7.4)、ディサースリアに摂食・嚥下障害が合併した群9例の平均舌圧値は15.1 kPa (SD=4.7)、高次脳機能障害群6例の平均舌圧値は27.6 kPa

(SD=4.6)であった。一元配置分散分析を用いて上記の4群間の舌圧値を比較したところ有意差を認め($p < 0.01$)、多重比較検定では、摂食・嚥下障害群と高次脳機能障害群、ディサースリアに摂食・嚥下障害を合併した群と高次脳機能障害群との間にそれぞれ有意差を認めた ($p < 0.05$)。

さらに、ディサースリアもしくは嚥下障害がある症例55例の平均舌圧値を求めると、17.9 kPa (SD=7.1)であった。

2. 舌圧と会話明瞭度の関連性

全62例を対象として舌圧と会話明瞭度との関係を検討した結果、有意な相関を認めなかった。ディサースリア26例を対象として舌圧と会話明瞭度との関係を検討した結果においても、有意な相関を認めなかった。

会話明瞭度を段階別に区分すると、段階1に属する患者は16例、段階1.5に属する患者は5例、段階2に属する患者は26例、段階2.5に属する患者は10例、段階3に属する患者は2例、段階3.5、4、5に属する患者はそれぞれ1例であった。きわめて少数であった段階3.5~5までの患者を省いて、段階1であった16例(良好群)、段階1.5と2であった31例(軽度群)、段階2.5と3であった12例(中等度群)の3群の舌圧値を比較すると、良好群の平均は20.7 kPa、軽度群の平均は19.2 kPa、中等度群の平均は18.5 kPaであり、明瞭度の低下に比例して平均舌圧値が若干低下する傾向を認めたが、一元配置分散分析で3群間に有意差を認めなかった。

3. 舌圧と舌面の拳上運動範囲との関連性

舌面の拳上で段階3であった症例数は48例であり、これら48例の平均舌圧値は20.2 kPa (SD=7.3)であった。段階2であった症例数は8例であり、これら8例の平均舌圧値は15.7 kPa (SD=6.1)であった。両群の間に有意差を認めた ($p < 0.05$)。

4. 舌圧とオーラル・ディアドコキネシスとの関連性

舌圧と/ta/ならびに/ka/の交互反復速度との間に、それぞれ有意な相関を認めた (/ta/については $r=0.47$, $p < 0.001$ 。/ka/については $r=0.44$, $p < 0.001$ 。図3)。

5. 舌圧と神経学的所見との関連性

舌下神経麻痺の有無について、麻痺なし群40例の平均舌圧値は20.8 kPa (SD=7.1)、一側性麻痺群21例の平均舌圧値は16.5 kPa (SD=7.6)であり、舌下神経麻痺なし群のほうが有意に高値を示した ($p < 0.05$)。なお、両側性麻痺を認めた1例の舌圧値は12.8 kPaと目立って低値であった。

一側性麻痺群21例は全例ディサースリアを呈したが、そのタイプ別舌圧値は、unilateral upper motor neuron (UUMN) ディサースリア17例の平均は16.2 kPa (SD=8.17)、弛緩性ディサースリア4例の平均は15.8 kPa (SD=5.38)であった。両群の間に有意差を認めなかった。

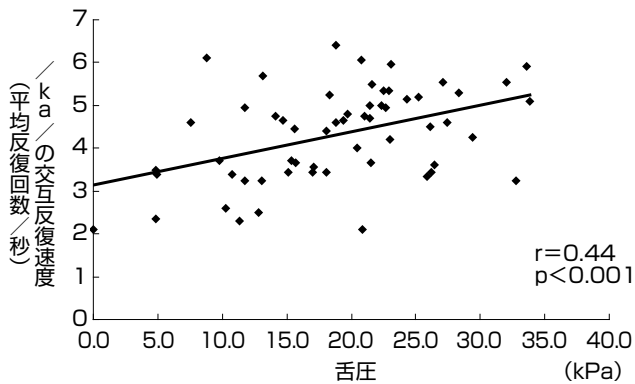
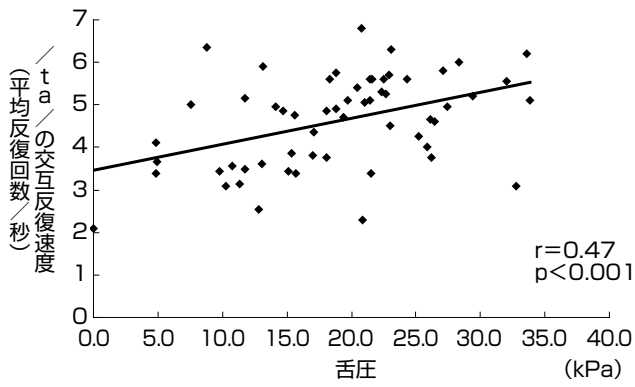


図3 舌圧とオーラル・ディアドコネシス (/ta/, /ka/の音節の交互反復速度) との関係

舌圧とBI との関係について検討したところ (図4), 有意な正の相関を認めた ($r=0.31$, $p<0.05$).

IV. 考 察

1. 舌圧の測定値について

今回の結果では全体の平均舌圧値は 19.1 kPa であり, ディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある患者の平均舌圧値は 17.9 kPa であった. 武内ら³¹⁾ はディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある患者を対象として同型の装置を用いて検討したところ平均舌圧値は 20.9 kPa と報告しており, 今回のディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある患者の平均舌圧とある程度近似した. こうした結果は, Utanohara ら²⁸⁾ の 70 歳以上の健常高齢者 61 例の平均値 (31.9 kPa) を参照とすると, ディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある患者の平均舌圧値は健常者と比較して目立って低下している傾向にあることを示すものである.

言語病理学的診断名別比較検討結果では, 高次脳機能障害群で最も高く, ディサースリアに摂食・嚥下障害を合併した群で最も低かった. ディサースリア群と摂食・嚥下障害群はその中間に位置し, 両者の平均値は近似した. こう

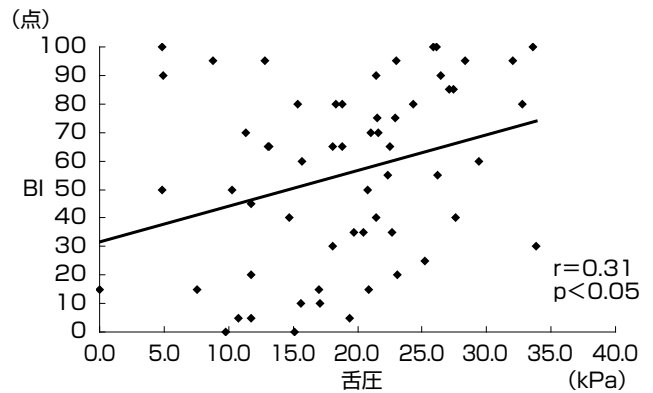


図4 舌圧とBI との関係

した結果からも, ディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある人では舌圧が低下する傾向が明らかであり, 両者が合併すると一層目立って舌圧が低下する傾向にあることが示唆される. 摂食・嚥下障害がある症例の舌圧が低下する傾向についてはすでに多数の先行報告があり^{6, 36, 37)}, 今回の結果はこれら一連の報告を支持するものである. また, ディサースリアに摂食・嚥下障害を合併した症例は単独でディサースリアもしくは摂食・嚥下障害がある症例より舌圧が低下するという結果ならびにディサースリア群と摂食・嚥下障害群の舌圧値が近似した結果は, いずれも武内ら³¹⁾ の報告を支持するものである. ディサースリア群が健常群と比較して低下する結果についても, Dworkin ら²⁶⁾, Thompson ら²¹⁾ の報告を支持するものである.

高次脳機能障害群で舌圧が最も高かったのは, 舌の運動障害が免れていることによるものであろう. しかし, それでも Utanohara ら²⁸⁾ の 70 歳以上の健常高齢者の平均値 (31.9 kPa) を若干下回ったのは, 認知症例に高頻度に認められる随意的運動性の低下や運動制限に伴う全身的な廃用性の筋力低下, 衰弱の一環として口腔機能にも筋力低下が生じているものと推察される.

今後の課題として, 多数例を対象としてディサースリアのタイプ別比較について検討を行う必要があるであろう.

2. 舌圧と会話明瞭度との関連性について

Thompson ら²¹⁾ は脳血管障害後の上位運動ニューロン損傷例を対象として検討し, 舌の筋力と発話明瞭度との間に有意な相関を認めなかったと報告している. Dworkin ら²⁶⁾ もディサースリア例を対象として舌圧と発話明瞭度との関連性について検討したところ, 有意な相関は得られなかったとしている. Solomon ら²⁰⁾ も舌圧と構音の正確度ならびに発話の全体的重症度との間に有意な相関を認めなかったとしている. 武内ら³¹⁾ は, 嚥下障害もしくはディサースリア患者を対象とした検討により会話明瞭度が低下すると舌圧値も低下する傾向を報告している.

今回, 舌圧と会話明瞭度との間に有意な相関を認めなかった. また, 重症度群別にみると明瞭度の低下に比例し

て平均舌圧が低下する傾向を認めたが、3群間で有意差を認めなかった。こうした結果は、舌の筋力はある程度会話明瞭度との関係があるものの顕著な関係があるとはいえないことを示している。発話生理学的には、会話明瞭度は呼吸機能、発声機能、鼻咽腔閉鎖機能、口唇や下顎などの口腔構音機能など舌以外の器官の機能も関与しており、舌の筋力がこれらのなかで際だって明瞭度に影響を与えると解釈するのは控えるべきであることが示唆された。

さらに、Kentら³⁸⁾が最大筋力と発話機能との関連性について疑問視しているように、舌を含めて会話に必要な口腔構音器官の筋力は比較的小さい値であることも、最大舌圧との相関が得られなかった要因の一つと推察される。

3. 舌圧と舌面の拳上運動範囲との関連性について

今回の結果では、舌面の拳上で段階3であった群48例(平均舌圧値=20.2 kPa)と段階2であった群8例(平均舌圧値=15.7 kPa)との間の舌圧値に有意差を認め、舌の拳上運動範囲に制限のある群では低下傾向がより著しいことが示された。また段階3であった群の平均舌圧値をUtano-haraら²⁸⁾の70歳以上の健常高齢者の平均値(31.9 kPa)と比較検討すると、健常者の最大舌圧のおよそ3分の2もしくは63%程度以上の舌圧が保持されていれば舌の拳上運動範囲は保持されることが示唆されたといえる。

他方で歯茎破裂音のような舌音の構音活動は、舌を口蓋に向かって圧力を加えながら行われている。単に、運動範囲が保持されていれば正確に構音動作を行うことが可能であるわけではない。今回段階3であった群の平均舌圧値がUtano-hara²⁸⁾らの健常者の平均を下回っていたことから、臨床的に舌の運動機能を評価する際に運動範囲だけで測定することには留意する必要があることが示唆された。

4. 舌圧とオーラル・ディアドコキネシスとの関連性について

Dworkinら²⁶⁾はディサースリア例を対象として舌圧とオーラル・ディアドコキネシスとの関連性について検討したところ、有意な相関は得られなかったとしている。これに対して武内ら³¹⁾は、1秒間単位に平均反復回数が4回以上の群は4回未満の群よりも/ta/ならびに/ka/で高い傾向を呈し、/ka/では有意差を認めたと報告している。

今回、舌圧と/ta/ならびに/ka/の交互反復速度との間にそれぞれ有意な相関を認めたことから、舌音の交互反復速度は前舌音と奥舌音の双方が舌の筋力とある程度関連していることが示唆された。しかし、発話生理学的には、音節の交互反復速度は筋力ばかりでなく失調症状などほかの要因によっても低下することは明らかであり、こうした点についての生理学的検討は今後の課題である。

5. 舌圧と神経学的所見との関連性について

舌下神経麻痺の有無について、麻痺なし群と比較して一

側性麻痺群では舌圧が低下することが示され、両側性麻痺を認めた1例は目立って低値であった。これら一側性舌下神経麻痺群の多くはUUMNディサースリア例であった。したがって、舌は一側の麻痺でも拳上方向への筋力が低下することが示唆されたといえる。仮性球麻痺に伴う痙性ディサースリアとは異なり、舌の一側性麻痺に対する舌の筋力増強訓練の適応性について従来積極的に論じられたり施行されることは少なかった。国内では、なおもUUMNディサースリアの存在を認めない立場をとる臨床家もいる。これに対して、Duffy³⁹⁾、西尾⁴⁰⁾は舌に一側の麻痺を呈するUUMNディサースリアでは舌の筋力増強訓練が適応となると述べているが、今回の結果はその必要性を裏づけるものと解釈される。

また、今回舌圧とBIとの間に有意な正の相関を認めたことから、舌圧は日常生活活動もしくは全身的な動作能力とある程度関連する傾向にあることが示唆された。しかし、その相関係数は低く、BIが高くても舌圧が低い症例が散在した。これに対して、BIが低い症例は舌圧も低い傾向が認められ、全身的動作能力が低下すると舌圧も低下する傾向にあることが示唆された。

文 献

- 1) Darley FL, Aronson AE, Brown JR: Motor speech disorders. W.B.Saunders, Philadelphia, 1975.
- 2) Rosenbek JC, LaPointe LL: The Dysarthrias: Description, diagnosis, and treatment. In Johns DF (Ed.), Clinical management of neurogenic communication disorders. Little Brown, Boston, 1978.
- 3) Dworkin JP, Aronson AE, Mulder DW: Tongue force in normals and in dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis. J Speech Hear Res, 23: 828-837, 1980.
- 4) Robin DA, Goel A, Somodi LB, et al: Tongue strength and endurance relation to highly skilled movements. J Speech Hear Res, 35: 1239-1245, 1992.
- 5) Crow HC, Ship JA: Tongue strength and endurance in different aged individuals. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 51A: M247-250, 1996.
- 6) Stierwalt JA, Youmans SR: Tongue measures in individuals with normal and impaired swallowing. Am J Speech Lang Pathol, 16: 148-156, 2007.
- 7) Adams V, Mathisen B, Baines S, et al: A Systematic Review and Meta-analysis of Measurements of Tongue and Hand Strength and Endurance Using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). Dysphagia, 28: 350-369, 2013.
- 8) Robin DA, Somodi LB, Luschei ES, et al: Measurement of tongue strength and endurance in normal and articulation disordered subjects. In Moor CA, Yorkston KM, and Beukelman DR (Eds.), Dysarthria and apraxia of speech: perspectives on management. Paul H Brookes, Baltimore, pp. 173-184, 1991.
- 9) Robbins J, Levine R, Wood J, et al: Age effects on lingual pressure generation as a risk factor for dysphagia. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 50: M257-262, 1995.
- 10) Youmans SR, Stierwalt JA: Measures of tongue function related to normal swallowing. Dysphagia, 21: 102-111, 2006.
- 11) Youmans SR, Youmans GL, Stierwalt JA: Differences in

- tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve? *Dysphagia*, 24 : 57-65, 2009.
- 12) Vitorino J : Effect of age on tongue strength and endurance scores of healthy Portuguese speakers. *Int J Speech Lang Pathol*, 12 : 237-243, 2010.
 - 13) Kays SA, Hind JA, Gangnon RE, et al : Effects of dining on tongue endurance and swallowing-related outcomes. *J Speech Lang Hear Res*, 53 : 898-907, 2010.
 - 14) Neel AT, Palmer PM : Is tongue strength an important influence on rate of articulation in diadochokinetic and reading tasks? *J Speech Lang Hear Res*, 55 : 235-246, 2012.
 - 15) Gingrich LL, Stierwalt JA, Hageman CF, et al : Lingual propulsive pressures across consistencies generated by the anteromedian and posteromedian tongue by healthy young adults. *J Speech Lang Hear Res*, 55 : 960-972, 2012.
 - 16) Clark HM, Solomon NP : Age and sex differences in orofacial strength. *Dysphagia*, 27 : 2-9, 2012.
 - 17) Dworkin JP, Hartman DE : Progressive speech deterioration and dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis : case report. *Arch Phys Med Rehabil*, 60 : 423-425, 1979.
 - 18) Langmore SE, Lehman ME : Physiologic deficits in the orofacial system underlying dysarthria in amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res*, 37 : 28-37, 1994.
 - 19) Solomon NP, Robin DA, Lorell DM, et al : Tongue function testing in Parkinson's disease. In Till JA, Yorkston KM, Beukelman DR (Eds.), *Motor speech disorders : advances in assessment and treatment*. Paul H Brookes, Baltimore, pp. 147-160, 1994.
 - 20) Solomon NP, Lorell DM, Robin DA, et al : Tongue strength and endurance in mild to moderate Parkinson's disease. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 3 : 15-26, 1995.
 - 21) Thompson EC, Murdoch BE, Stokes PD : Tongue function in subjects with upper motor neuron type dysarthria following cerebrovascular accident. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 3 : 27-40, 1995.
 - 22) Murdoch BE, Spencer TJ, Theodoros DG, et al : Lip and tongue function in multiple sclerosis : A physiological analysis. *Motor Control*, 2 : 148-160, 1998.
 - 23) Theodoros DG, Murdoch BE, Stokes P : A physiological analysis of articulatory dysfunction in dysarthric speakers following severe closed-head injury. *Brain Inj*, 9 : 237-254, 1995.
 - 24) Stierwalt J, Robin D, Solomon N, et al : Tongue strength and endurance. Relation to the speaking ability of children and adolescents following traumatic brain injury. In Robin D, Yorkston K, Beukelman D (Eds.), *Disorders of motor speech : assessment, treatment and clinical characterization*. Paul Brookes Publishing, Baltimore, pp. 241-256, 1996.
 - 25) Goozée JV, Murdoch BE, Theodoros DG : Physiological assessment of tongue function in dysarthria following traumatic brain injury. *Logoped Phoniatr Vocol*, 26 : 51-65, 2001.
 - 26) Dworkin JP, Aronson AE : Tongue strength and alternate motion rates in normal and dysarthric subjects. *J Commun Disord*, 19 : 115-132, 1986.
 - 27) 西尾正輝 : ディサースリアの基礎と臨床 第3巻—臨床実用編一. インテルナ出版, 東京, 101-103頁, 2006.
 - 28) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, et al : Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. *Dysphagia*, 23 : 286-290, 2008.
 - 29) 菊地晋平, 西尾正輝 : 健常青年群における舌筋力測定の試み. *ディサースリア臨床研究*, 2 : 7-11, 2012.
 - 30) 奈良 勲, 宮原利博 : 麻痺性構音障害者の舌機能. *理学療法学*, 14 : 405-408, 1987.
 - 31) 武内和弘, 小澤由嗣, 長谷川 純, 他 : 嚥下障害または構音障害を有する患者における最大舌圧測定の有用性—新たに開発した舌圧測定器を用いて—. *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, 16 : 165-174, 2012.
 - 32) 西尾正輝 : 標準ディサースリア検査 (AMSD). インテルナ出版, 東京, 35-36頁, 2004.
 - 33) 田口恒夫 : 言語障害治療学. 医学書院, 東京, 37頁, 1966.
 - 34) 伊藤元信 : 単語明瞭度検査の感度. *音声言語医学*, 34 : 237-243, 1993.
 - 35) 西尾正輝, 新美成二 : Dysarthriaにおける発話明瞭度に関する検討. *音声言語医学*, 42 : 9-16, 2001.
 - 36) Clark HM, Henson PA, Barber WD, et al : Relationships among subjective and objective measures of tongue strength and oral phase swallowing impairments. *Am J Speech Lang Pathol*, 12 : 40-50, 2003.
 - 37) Hori K, Ono T, Iwata H, et al : Tongue pressure against hard palate during swallowing in post-stroke patients. *Gerodontology*, 22 : 227-233, 2005.
 - 38) Kent RD, Kent JF, Rosenbek JC : Maximum performance tests of speech production. *J Speech Hear Disord*, 52 : 367-387, 1987.
 - 39) Duffy JR : *Motor speech disorders : substrates, differential diagnosis, and management (2nd Ed)*, Mosby, St. Louis, pp. 493, 2005.
 - 40) 西尾正輝 : ケースで学ぶディサースリア. インテルナ出版, 東京, 43-48頁, 2008.