



母音・子音生成時の構音機能活用による
構音・摂食・嚥下障害のリハビリテーション
(研究課題番号 17500344)

平成 17 年度～平成 18 年度科学研究費補助金
(基盤研究 (C)) 研究成果報告書

平成 19 年 5 月

研究代表者 佐々木 具文

(東北大学病院・助手)

目次

1. はしがき
2. 研究組織
3. 交付決定額
4. 研究発表
5. 研究成果
6. 研究成果資料

1. はしがき

口腔癌は舌を好発部位としており、舌を部分切除、半側切除、亜全摘出する患者が临床上多く見られる。私たちは、それら患者の失われた顎・口腔機能に対する治療法にパラトグラムを応用してきた。すなわち、舌切除部分を上顎義歯床口蓋部で代償するとき、パラトグラムを用いてその口蓋部形態を形成する手法を考案し臨床応用してきたのである。この方法によって製作した舌接触口蓋床義歯は発音の改善だけでなく、咀嚼・嚥下機能も同時に改善し、患者の社会復帰への有用な手段となった。一方、構音機能に関しては日本語生成に関与する末梢器官である舌運動、下顎運動、歯、及び口蓋形態等の各種構音器官の役割を、粉末式・電氣的パラトグラム、シロナソグラフ、サウンド・スペクトログラムおよびモアレ縞等高線写真等を活用して調査・研究、その結果、日本語子音生成にあたっては、舌運動と顎・顔面・口蓋形態がきわめ密接な関係にあること、また舌は日本語母音・子音の生成にとって重要な役割を果たしていることを明らかにしてきたが、摂食・嚥下機能回復の客観的解明は今後の課題であった。

そこで、本研究では、この間の研究成果を踏まえ、舌癌を含む頭頸部癌などによる構音・摂食・嚥下障害を持つ中途障害者の機能回復の調査を通して、構音機能と摂食・嚥下機能との関係性を検討し、母音・子音生成時の構音機能を活用した摂食・嚥下障害に対する新たな口腔機能回復装置考案の基礎資料を得、それらを用いた治療法のシステム化とスピーチ・リハビリテーション法確立の基礎資料を得ることを計画した。

解明にあたっては、1) 研究1として、正常な成人有歯顎者を対象に、(1) 構音に関しては、5母音 (/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/)、6子音 (/た/・/き/・/か/等) および咽頭破裂音など咽頭部に関与した、それぞれの母音・子音生成メカニズムを、MRI-movie、電氣的パラトグラフを用いて比較・分析すること。(2) 摂食・嚥下に関しては、水およびゼリーなどの嚥下動態を、嚥下造影(VF) およびビデオ内視鏡検査(VE)等を用いて、それぞれの特徴を解析する。(3) 5母音や6子音など生成時の構音機能と摂食・嚥下動態との関係性を声道の三次元形状との関係で分析し、基準となる正常像を明らかにする。2) 研究2は、その応用として半側以上の舌および咽頭部までも含め

て切除手術した頭頸部ガンなどの中途障害者を対象に、/あた/・/あき/・/あか/の3つのパラトグラムを用いた舌接触口蓋床義歯を作製し、その装着による影響を、構音は電氣的・粉末式パラトグラムを用いて、摂食・嚥下は嚥下造影（VF）およびビデオ内視鏡検査（VE）等を用いた調査をそれぞれ行った。

以上の調査より、発語の改善だけでなく、嚥下機能の改善をも念頭に入れた社会復帰のためのリハビリテーション治療に関する基礎資料が明らかとなり、また、舌切除患者を含む高齢な中途障害者の社会復帰のための治療プログラムの作成が可能となり、患者のQOL向上に寄与するものと考えられる。

2. 研究組織

研究代表者：佐々木具文（東北大学病院助手）

研究分担者：伊藤 秀美（東北大学大学院歯学研究科講師）

研究分担者：今泉 敏（広島県立保健福祉大学保健福祉学部教授）

研究分担者：香取 幸夫（東北大学病院助手）

研究分担者：森川 秀広（東北大学大学院歯学研究科助手）

研究分担者：本多 清志（ATR 人間情報科学研究所・生体イメージング
研究室・室長）

3. 交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 17 年度	1,800	0	1,800
平成 18 年度	1,600	0	1,600
総 計	3,400	0	3,400

4. 研究発表

- 1) 佐々木具文, 伊藤秀美, 中原寛子, 今泉 敏 : 日本語/s/発音時の舌と下顎の動きに対する S 状隆起の影響. 音声言語医学, 47・1 : 34-42, 2006.
- 2) 佐々木具文, 伊藤秀美, 森川秀広, 香取幸夫, 今泉 敏 : 構音機能と摂食・嚥下機能の関係性とリハビリテーション. パラトグラム・脳機能研究会, 3 : 74-75, 2006.
- 3) 伊藤秀美, 佐々木具文, 村山 聡, 佐々木啓一, 中原寛子 : パラトグラム検査から何が見えるか. 歯科技工 (医歯薬出版), 34・3 : 378-389, 2006.
- 4) 伊藤秀美, 佐々木具文, 森川秀広, 中原寛子, 今泉 敏 : 下顎骨を含む舌半側以上切除した上・下顎無歯顎患者に装着した舌接触口蓋床義歯. パラトグラム・脳機能研究会, 3 : 54-57, 2006.
- 5) 佐々木具文, 伊藤秀美, 森川秀広, 香取幸夫, 今泉 敏, 中原寛子 : MRI および EPG による日本語子音/た/・/き/・/か/および/さ/・/しゃ/・/ひゃ/の生成と顎・口腔・咽頭形態の検討. パラトグラム・脳機能研究会, 4 : 15-19, 2007.

5. 研究成果

■研究1.

目的： 近年、頭頸部ガンなどによる末梢の器質的な欠損を持つ中途障害者が非常に多くみられる。それらの患者は構音障害に加えて、摂食・嚥下に対する障害も深刻である。私たちは、この間、この頭頸部ガン患者の中の舌切除患者に対して、*/アタ/*などの破裂子音の生成機能を活用した上顎口蓋部の形態形成法を用いて製作した舌接触口蓋床義歯を装着することによって構音機能回復と摂食・嚥下機能回復に成果を上げてきた。これらの臨床経験から高次の意識化された構音機能と反射を主とした摂食・嚥下機能との間に何らかの関係性が予測された。

そこで、構音機能と摂食・嚥下機能との関係性の基礎資料を得るため、構音機能に関しては3次元MRI動画撮像法、電気的パラトグラフおよび音響分析法を用いて、一方、摂食・嚥下機能に関してはビデオ嚥下造影検査（VF）およびビデオ内視鏡検査（VE）等を用いて調査することを計画した。

方法： 被験者は正常な成人有歯顎者男性1名（被験者1）と舌半側切除者男性1名（被検者2）である。

構音機能は、5母音（*/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/*）、6子音（*/た/・/き/・/か/*等）に関して、それぞれの母音・子音生成メカニズムをMRI-movie、電気的パラトグラフおよび音響分析法を用いて解析する。（被験者1）摂食・嚥下機能は、水およびゼリーなどの嚥下動態を、ビデオ嚥下造影検査（VF）およびビデオ内視鏡検査（VE）等を用いて調査した。（被験者2）

MRI撮像には（株）国際電気通信基礎技術研究所内に設置された、島津Marconi社製、ECLIPSE、PD250を用い、声道が撮像領域の中心になるようにNeck Array coilを併用した。また、MRI撮像と同時に備え付けのマイクを用いて音声の録音を行った。撮像条件は1）5母音においては、pulse sequence：FAST(Fourier Aquired Steady state Technique), TR/TE/FA：10msec/3.4msec/10deg. , Matrix（分解能）：256*512, FOV（撮像領域）：256mm , スライス厚：3mm , スライス枚数：19, 撮像時間：15sec , スライス方向：矢状断であり、2）6子音においては、pulse sequence：FAST(Fourier Aquired Steady state T

technique), TR/TE/FA : 1200msec/3.0msec/30der., Matrix (分解) : 192*256 , FOV (撮像領域) : 256mm, スライス厚 : 4mm , スライス枚数 : 4, 撮像時間 : 3m40s, スライス方向 : 矢状断, フレーム数は35フレームとした.

また, 被験者は, 静止状態の後に, 5母音発語は, /あ/・/い/・/う/・/え/・/お/の順で, 各母音15secの持続発声を行った. 6子音発語は, 2拍子のトーンバースト信号に合わせて, それぞれのタスクについて200回行った.

結果および考察 :

1) 構音機能に関して

母音に関する, それぞれの正中矢状断面における声道形状が明確に異なっていた. また, 6子音に関しては, 正中矢状断面における声道形状に関与する各器官が破裂性の/た/・/き/・/か/と摩擦性の/さ/・/しゃ/・/ひゃ/では異なっていた. 特に, /た/・/き/・/か/に関しては舌運動に相対する硬口蓋に加えて, 軟口蓋とパサバン隆起, 上咽頭・中咽頭の形状変化および口唇から硬口蓋部への舌接触位置までの長さが重要な役割を果たしていることが示唆された.

2) 摂食・嚥下に関して

今回は舌半側切除者でカ行に構音障害をもつ患者を対象とした.

舌切除後と舌切除2年後(舌接触口蓋床義歯装着3ヶ月後)における, ゼラチン・ゼリーを用いた嚥下動態を, ビデオ嚥下造影検査(VF)により調査した.

初期評価では, 食物頸部を前後に振って送り込み, また食道入口部も開大しにくく, 貯留した食塊で中等度の誤嚥が認められた. しかし, 2年後の舌接触口蓋床義歯装着時には頸部を降ることなく食事が出来, かつ食道入口部も開大し, 誤嚥は認められなかった.

今後さらなる研究により, 摂食・嚥下機能回復のために母音・子音生成時の構音機能がどのような有効性を持つのか, また舌接触口蓋床義歯等による新たな治療方法の開発とそのシステム化にとって有用な知見が得られるものと思われる.

■研究2.

目的： 舌切除患者に装着する義歯製作にあたって、まず/タ/・/キ/・/カ/を用いた口蓋形態形成し、その上でさらに/サ/・/シャ/・/ヒャ/を用いる方法を、一方、舌の健全な患者への義歯の作製にあたっては/サ/・/シャ/などを用いたS状隆起の形態形成法を、それぞれ提案し、成果を上げてきた。そこで、実験1として、6子音/た/・/き/・/か/および/さ/・/しゃ/・/ひゃ/が何故有効なのか。またそれらの子音生成にあたって口腔に加えて軟口蓋、咽頭腔などがどの様に関与しているのかを三次元MRI動画撮影法などを用いて調査した。また、実験2として、舌切除者を想定した基礎資料を得るため成人有歯顎者の口腔内に口蓋部右側半側を4~5mm盛り上げた口蓋床を装着した状態で、MRI-movie および電氣的パラトグラフなどを用いて、5母音 (/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/)、6子音 (/た/・/き/・/か/・/さ/・/しゃ/・/ひゃ/) などの母音・子音生成メカニズムを調査した。

□実験1

方法： 被験者は、正常な成人有歯顎者4名（男性3名と女性1名）である。

構音に関しては、5母音 (/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/)、6子音 (/た/・/き/・/か/・/さ/・/しゃ/・/ひゃ/) に関して、それぞれの母音・子音の生成メカニズムをMRI-movie、および電氣的パラトグラフなどを用いて調査した。

MRI撮像には(株)国際電気通信基礎技術研究所内に設置された、島津 Marconi社製、ECLIPSE、PD250を用い、声道が撮像領域の中心になるように Neck Array coil を併用した。また、MRI撮像と同時に備え付けのマイクを用いて音声の録音を行った。撮像条件は1) 5母音においては、pulse sequence : FAST(Fourier Aquired Steady state Technique), TR/TE/FA : 10msec/3.4msec/10deg., Matrix (分解能) : 256*512, FOV (撮像領域) : 256mm, スライス厚 : 3mm, スライス枚数 : 19, 撮像時間 : 15sec, スライス方向 : 矢状断であり、2) 6子音においては、pulse sequence : FAST(Fourier Aquired Steady state Technique), TR/TE/FA : 1200msec/3.0msec/30der., Matrix (分解) : 192*256, FOV (撮像領域) : 256mm, スライス厚 : 4mm, スライス枚数 : 4, 撮像時間 : 3m40s, スライス方向 : 矢状断, フレーム数は35フレームとした。

また、被験者は、静止状態の後に、5母音発語は、/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/の順で、各母音 15sec の持続発音を行った。6子音発語は、2拍子のトーンバ

ースト信号に合わせて、それぞれのタスクについて 200 回行った。

分析にあたっては、正中矢状断面画像をふくむ 4 スライス of 矢状断面画像（以下、正中矢状断面画像：0 画像，0 画像から左右 4.0mm の画像をそれぞれ +4 画像と -4 画像，0 画像から +8.0mm の画像を +8 画像，とする）を分析する。

結果： 構音に関して、(1) 5 母音に関する、それぞれの正中矢状断面における音響管としての声道形状は明確に異なっていた。(2) 6 子音生成のための音響管として声道形状に関与する舌形状は破裂性の /た/・/き/・/か/ 間、および摩擦性の /さ/・/しゃ/・/ひゃ/ 間ではそれぞれ大きく異なっていた。また被験者間でも異なる形状が認められた。これは調音点の違いによると考えられる。(3) /た/・/き/・/か/ の生成の場合、舌とそれに相対する硬口蓋への接触部・位置、すなわち口唇から硬口蓋部への舌接位置が大きな影響をもっているものと推察される。一方音の生成にとって重要な呼気圧・呼気量を貯めるための音響管を形成する軟口蓋とパサバン隆起、中咽・下咽頭までの形状も重要な要素であると考えられる。また喉頭蓋から硬口蓋部への舌接触位置までの長さも重要な役割を果たしていることが示唆された。(4) 各被験者および各 6 子音に関して、4 つの画像、すなわち 0 画像、+4 画像と -4 画像、および +8 画像を観察すると 0 画像から +4 画像、+8 画像と正中から離れるに従って、舌形状が変化し、音を生成するための音響管を形成する声道断面積が少なくなる傾向を示した。

□ 実験 2

方法： 被験者は、正常な成人有歯顎者 2 名（男性 2 名）である。

口腔内に口蓋部右側半側を 4~5mm 盛り上げた口蓋床を装着した状態で、構音に関しては、5 母音 (/あ/・/い/・/う/・/え/・/お/)、6 子音 (/た/・/き/・/か/・/さ/・/しゃ/・/ひゃ/) に関して、それぞれの母音・子音の生成メカニズムを MRI-movie、および電氣的パラトグラフなどを用いて調査した。

結果： MRI の調査では、(1) 5 母音に関するそれぞれの正中矢状断面における声道形状が異なっていた (2) 6 子音に関しては、正中矢状断面における声道形状に関与する各器官の運動が破裂性の /た/・/き/・/か/ と摩擦性の /さ/・/しゃ/・/ひゃ/ では異なり。特に /た/・/き/・/か/ に関しては舌運動に相対する硬口蓋に加えて、軟口蓋とパサバン隆起、上咽頭・中咽頭の形状変化が認められ、また、

それらのパラトグラムは狭めや閉鎖形成において非対称性が顕著であった。

考察： 人間は常に呼吸をしている。その呼吸の源である“肺”は重要である。“肺”は音を生み出すエネルギーとなる空気の流れ、即ち呼気流を生じさせる。その呼気流がエネルギー源となって“気管”を通り、“喉頭”に行き、そこに付いている声帯に振動を起こさせ、声門を開閉して呼気の流れを断続させると、聴覚に聞こえる音波を発生させることができる。この“肺”と“気管”の呼吸器官系は音を生み出す動力源である。そして“喉頭”は実際の音を生成するための「音源」となる。即ちこの“喉頭”で喉頭原音・バス音を声帯の振動によって生み出すのである。有声音・無声音はここで決められる。しかし、呼吸器系の管は、元来、形状を変える必要のないものであるから、管の共鳴特性を調節して音色を多様に変化させることは出来ない。呼吸器官は発声器官であるが高度な言語活動は生まれない。

人間の口は食物をとりいれてかみ砕き食道へおくるため舌、下顎そして口唇が動くこととなる。この消化器系の管が呼吸器系の管と咽頭で交叉することとなる。従って、“喉頭”からでた音は所謂、「付属管腔」である“咽頭”（咽頭腔）、それから“口腔”また“鼻腔”などの声動路を通して様々な音を生成する。即ち「声門直上より口唇の開口端に至る気道」が「声動」で、その間で様々な「構音器官」を働かせて共鳴特性を変化させて母音や子音を生成する。通常はこの“咽頭”から“口腔・鼻腔”までを“構音器官”と言う。“口腔”の中の構音器官は歯、舌、硬・軟口蓋、口唇、下顎等がある。この中で一番重要なのは舌と口蓋である。日常的に聞いている多くの音、即ち子音の多くは「舌と口蓋」、あるいは「舌と歯・下顎」を含めた“顎口腔”で音を生成するのである。このように消化器官は構音器官でもある。この様に呼吸器官と消化器官の管の一部が接合したことによって、嚥下障害などが生じることとなったが、音声の生成にとっては、呼吸器系の管だけでは韻律的な情報しか伝達出来なかったのが、消化器官の管をつかうことによって、言語情報のもう一つの面である音声の音韻的な情報が可能となり、言語情報の種類は増大することとなった。以上のような呼吸器官と消化器官の機能から考えるに、本来口腔は咀嚼・摂食器官として発達してきたことが分かる。

口腔は本来、摂食・咀嚼器官として発達したところであって、その2次的利用として構音が行われるようになったと考えられる。従って、義歯を作製する

際にも、従来、行われてきたように咀嚼機能の回復を主とした義歯の維持・安定を含めた形態決定は、そのまま発音機能回復の基礎になるものと思われる。しかし、摂食・咀嚼のための運動と構音運動を比較すると、後者はより微細かつ敏速であり、その回復のためにはより細かい各部の形態を考慮する事が必要であると思われる。即ち、摂食・咀嚼機能の回復を目指した形態のさらに微妙な調整が、構音機能の回復のために考慮されるべきである。また逆のことも言える。即ち摂食・咀嚼運動は、低次の反射レベルに近い運動で、それに対して構音運動は脳中枢の機能や聴覚的機能をも含む高次の意識が強く関与した運動であり、パトグラムの検査にさいして意識的に一定の運動様式を種々に取り出す事が出来るということである。従って、構音・発音を用いることにより各部の形態を決定し、その総合的な形態がまた摂食・咀嚼機能の回復に結びついてくると考えられる。

6. 今後の研究の展望

口腔癌は舌を好発部位としており、舌を部分切除、半側切除、亜全摘出する患者が临床上多く見られる。私たちは、それら患者の失われた顎・口腔機能に対する治療法にパラトグラムを応用し、作製した舌接触口蓋床義歯により構音の改善だけでなく、咀嚼・嚥下機能も同時に改善する傾向を示し、患者の社会復帰への手助けに有用であったことを報告した。また、これら臨床での経験を通して、残存舌が少しでもあれば、それを補助し、機能強化をはかることによって、残存機能が賦活化され、顎・口腔機能の改善が可能である事を再認識した。

今後は、さらに、摂食・嚥下機能の回復における舌接触口蓋床義歯装着によるリハビリテーションの効果を明らかにすると共に、母音・子音の生成時の構音機能活用の有効性を具体化し、それらを用いた治療方法のシステム化とQOL向上のためのプログラムの確立をめざしたい。

< 研究成果資料 >

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録していません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。