

構音障害に対する治療効果の音響学的考察

加藤 理恵*¹⁾ 田中 誠也*¹⁾ 高見 観*^{1,2)}
杉山 裕美*¹⁾ 北村 洋子*²⁾ 南 克浩*³⁾
古川 博雄*²⁾ 辰巳 寛*²⁾ 山本 正彦*^{1,2)}

左側口唇口蓋裂に対して、器質性構音障害の言語聴覚学的評価と構音訓練を施行した。さらに、評価および治療に際して、音声録音したものを音響学的に分析し、以下の結果を得た。

1. 構音訓練によって、構音不全の状態から子音部の構音操作の獲得にいたったものの、呼気鼻漏出による構音の歪み（子音の弱音化）、開鼻声は最後まで残存した。
2. 鼻咽腔閉鎖不全に対して、PLP（Palatal Lift Prosthesis：軟口蓋挙上装置）を装用したが、使用時間が少なく呼気鼻漏出は残存した。
3. 構音訓練を健常児の正常構音獲得順に従って施行したところ、正常構音獲得の時期は健常児に比べて遅れるものの、子音の獲得順序や速度に大きな差異は認められなかった。
4. 構音機能の評価時に採取した音声サンプルを音響学的に分析した結果、聴覚印象上は子音の弱音化である部分に摩擦成分（摩擦音化）が観察された。構音訓練によって、子音部の雑音区間の burst 化が見られるようになった。母音のフォルマント周波数の変化には、構音訓練による改善は認められなかった。

これらの所見から、音響分析によって、構音訓練を主体とする言語治療による構音獲得過程がより詳細かつ客観的に明らかになった。今後のさらなる良好な構音獲得には、鼻咽腔閉鎖不全への根本的アプローチが望まれる。

キーワード：口唇口蓋裂、音響分析、構音訓練、鼻咽腔閉鎖不全、子音の弱音化

I. はじめに

構音障害は発声発語障害に含まれ、その原因から機能性構音障害、ディサースリア（運動障害性構音障害）、失行性構音障害、さらに器質性構音障害に分類される。機能性構音障害とは構音障害となる明らかな原因が見当たらないにもかかわらず、実際に構音の誤りが見られる場合をいう¹⁾。アメリカ精神医学会の DSM-IV-TR では、この機能性構音障害はコミュニケーション障害（communication disorders）の中の「音韻障害（phonological disorder）」に分類される。「音韻障害」には、構音障害ならびに音韻体系が不完全であるための音の誤

りである音韻の障害も含まれる^{2,3)}。

ディサースリアおよび失行性構音障害は、脳血管障害やその他の神経疾患が原因となって惹起される。ディサースリアでは、呼吸、発声、共鳴、構音、プロソディーの共同的な運動機能によって実現する発話による思考の外的表現が障害される。一方、失行性構音障害では、語を形成するために個々の音声言語音および音声言語音を組み合わせた連鎖を意図的に生成する際の運動技能のプログラミングが障害される。ディサースリアと失行性構音障害は運動性発話障害（Motor Speech Disorders）というカテゴリーに分類されることもある⁴⁾。

* 1) 愛知学院大学大学院心身科学研究科健康科学専攻

* 2) 愛知学院大学心身科学部健康科学科

* 3) 愛知学院大学歯学部口腔先天異常学研究室

(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: yamamoto.masahiko@gmail.com

器質性構音障害は構音器官の器質的な異常に起因する構音障害である。器質性構音障害は口蓋裂や口腔・咽頭がんなど、構音器官の器質的な疾患が原因となって出現する。その中でも、口唇裂・口蓋裂の発生頻度は高く、先天性の形態異常の中では最も高い。人種や統計の取り方によってばらつきはあるが、500～1800人に1人、わが国では約500人に1人（約0.2%）と記述されている⁵⁾。口唇口蓋裂に対する言語療法は、様々な言語障害の中でも治療体系が比較的確立されているもののひとつである。しかし、鼻咽腔閉鎖不全のメカニズムなど不明な点が多いため、治療経過や評価法についてさらなる研究が期待されている。そこで、本研究では口唇口蓋裂における器質性構音障害の症例を取り上げた。口唇口蓋裂は先天性の形態異常であり、言語障害、耳鼻科的疾患、審美障害、歯科的な異常など、さまざまな側面の障害を伴うことから、多岐にわたる専門家がチームを組んで治療に関わらなければならない疾患であるとされている⁵⁾。さらに、現代医療においてチーム連携を行う上で重要視されているのが科学的根拠に基づいた医療（Evidence based medicine: EBM）である。現在、言語療法における障害程度や治療効果の評価は、言語聴覚士による音声言語の聴覚印象による判定が主流である。しかしながら、この方法は科学的根拠に乏しく、言語聴覚士以外の医療者や患者には分かりにくい。また、評価者によって判定が分かれることがあり、経験の浅い言語聴覚士にとって正確な判定は困難であるなどの問題点がある。

本研究では、治療経過を経時的に評価する上で、言語聴覚士による音声言語の聴覚印象による判定と並行して、音声言語の客観的な評価指標として音響分析を用い、構音訓練の治療効果の判定を試みた。今回はこの口唇口蓋裂に起因する器質性構音障害を対象とし、口唇口蓋裂患者1症例の治療過程において音声サンプルを経時的に採取し、口唇口蓋裂患者の音声の特徴と言語治療の効果を音響学的に分析・考察したので報告する。

II. 症 例

性別：5歳男性

診断名：左側口唇口蓋裂

成育歴：在胎39週6日、正常分娩で出生。生下時体重2610g、周産期に特記事項なし。運動発達は定頻3-4か月、始歩10か月、言語発達は喃語2か月、11か月には有意味語の発話がみられ、2語文は2歳4か月ご



図1 A 本症例の口腔内所見（PLPなし）

ろ出現した。

既往歴：#1口蓋裂に伴う滲出性中耳炎

#2喘息

家族歴：患児以外に口唇口蓋裂の発症はなく、他に特記事項なし。

全般的発達：

1) 乳幼児発達質問紙（津守稲毛式）

生活年齢0歳6か月時、発達年齢0歳8か月。

生活年齢1歳6か月時、発達年齢1歳9か月。

2) 新版K式発達検査

生活年齢4歳4か月時、生活一運動129、言語一社会113、全領域121。

以上の結果から、発達に大きな遅れは見られない。

言語治療外来訓練開始時所見：

1) 聴力

某大学病院における4歳11か月時の聴覚検査では異常はなく、コミュニケーションに支障のない聴力を有していた。

2) 口腔内所見

軟口蓋が短く発声時の運動範囲も小さかった（図1A）。舌小帯はやや短小であるが、舌の挙上は可能であった。右上顎乳中切歯、乳側切歯は癒合歯であり、歯科矯正は未実施であった。

III. 臨床経過

臨床経過の詳細は表1に示した。出生直後に当院を紹介され、口腔外科での治療と並行して言語治療外来でも経過観察を行ってきた。訓練開始の目安となる4歳（本症例では4歳4か月時）に構音に関して詳細な評価を行った結果、鼻咽腔閉鎖不全によるブローイン

構音障害に対する治療効果の音響学的考察

表 1 臨床経過

年齢 (体重)	口腔外科的所見	一般的所見	言語病理学的所見	音声 サンプル
0 : 0	口腔外科初診			
0 : 3 (5430g)	口唇形成術 術後 Hotz 床使用			
0 : 11 (7770g)		両耳鼓膜切開術 喘息の治療（吸入ステロ イド剤）開始	言語治療外来初診 言語発達：1 語文	
1 : 1 (8345g)		喘息のため 1 週間入院		
1 : 3 (8790g)		通院による喘息治療開始		
1 : 9 (9300g)		鼓膜チューブ留置術		
2 : 4	口蓋形成術 (1 期粘膜弁法)	鼓膜チューブ留置術	言語発達：2 語文 母音：開鼻声（以下、現在に至るまで改善は認められず） 子音：/m/ のみ可能	
2 : 6		保育園入園		
2 : 10		鼓膜チューブ留置術	子音：構音不全（/p//t//k//f//s/ など）	
2 : 11	硬口蓋閉鎖術			
3 : 5		鼓膜チューブ留置術		
3 : 11			子音：弱音化（/p//b/） 構音不全（/t//k//f//s/ など）	
4 : 4			構音訓練開始 〈子音〉 ・ /t//d/ 訓練開始 鼻孔閉鎖にて単音可能（弱音化） ・ うがいは口腔内に水の保持可能	
4 : 8		手足口病罹患		
4 : 10			〈子音〉 ・ /t//d/ 鼻孔閉鎖にて単語まで可能	
4 : 11		鼓膜チューブ留置術		
5 : 0	PLP 製作開始 PLP 適合良好		〈子音〉 ・ /k//g/ 訓練開始 ・ /k/ 構音時 /ŋ/ に近い音出る ・ /g/ 頸部後屈にてほぼ可能	
5 : 1	PLP 後縁 5 mm 延長		〈子音〉 ・ /k/ 鼻孔閉鎖にて時々破裂可能	第 1・2 回目採取
5 : 2	PLP 亀裂のため補修		〈子音〉 ・ /k//g/ 単語にて練習 鼻孔閉鎖にて破裂可能（弱音化）	
5 : 3	PLP 保育園にて装用 中に破損し、補修と 拳上端子の延長		〈子音〉 ・ /k//g/ 鼻孔閉鎖にて可能であり、単語にて練習 ・ うがい可能	
5 : 4			〈子音〉 ・ /t//d/ 鼻孔閉鎖にて絵本復唱で練習（構音不全 →指摘すると以後自己修正が可能）	第 3 回目 採取
5 : 5	口蓋垂の手前から上 方へ延長		〈子音〉 ・ /f//s/ 訓練開始	
5 : 7			〈子音〉 ・ /p//t//k/ 鼻孔閉鎖にて可能	第 4 回目 採取
5 : 8			〈子音〉 ・ /s/ 鼻孔閉鎖にて摩擦出始める	
5 : 10			〈子音〉 ・ /p//t//k/ 鼻孔閉鎖にて可能	第 5 回目 採取
5 : 11			〈子音〉 ・ /s/ 鼻孔閉鎖にて可能（弱音化）	

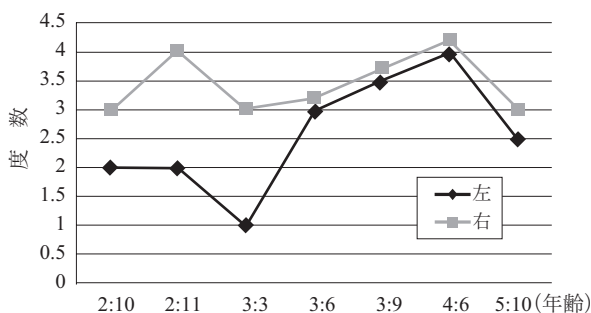


図2 鼻息鏡によるブローイング時呼気鼻漏出の推移

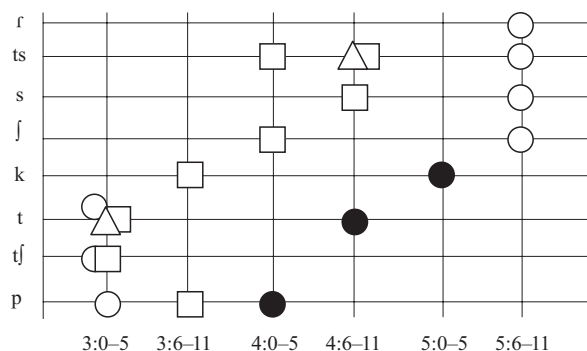


図3 本症例と健常児の構音完成時期の比較

本症例—●, 船山ら (1996)¹⁷⁾—△,
野田ら (1969)¹⁸⁾—□, 高見ら (2009)¹⁹⁾—○

グ時呼気鼻漏出 (図2) および母音の開鼻声, 呼気鼻漏出による子音の歪みが認められた。健常児の正常構音獲得順序に従い構音訓練を施行した (図3)。なお, 呼気鼻漏出があるため, 訓練はすべて鼻孔を閉鎖して行った。

訓練開始である4歳4か月時, /p/ は弱音化もしくは構音操作未獲得による破裂不可 (構音不全) であったが, その後訓練を施行しなくても鼻孔閉鎖にて単語まで可能となった。/t/ は構音不全のまま改善が見られず単音から訓練を開始した。訓練開始当初, /d/ は鼻孔閉鎖にてほぼ良好であったため, それを契機として /t/ を導く訓練を実施した。/t/d/ 単音にて安定後, /k/g/ の訓練に先立って, うがいの練習を始めた。さらに, 約6か月後の4歳10か月の時点において鼻孔閉鎖にて /t/d/ は単語まで可能となった。/k/ の訓練は5歳0か月より開始した。頸部を後屈させた状態において /ŋ/ や /g/ が出やすくなるため, 鼻孔を閉鎖させた状態で頸部を後屈させて訓練を進め, /k/ まで可能となってきたところで, 頸部を後屈させず正面を向いた状態で構音できるように導いた。約3か月後の5歳

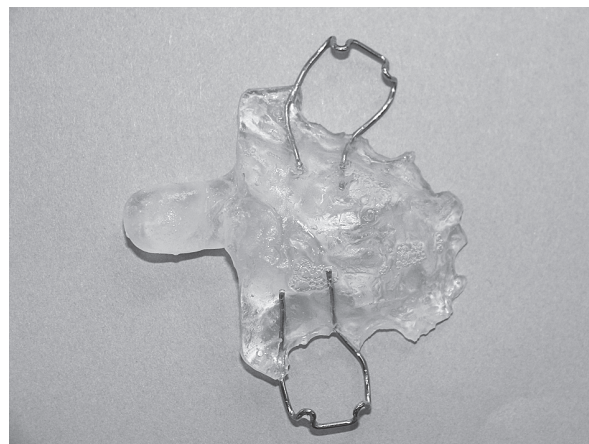


図1B PLP



図1C 本症例の口腔内所見 (PLP 装用時)

3か月の時点において鼻孔閉鎖にて単語まで可能となった。いずれの子音も訓練が進むと鼻孔閉鎖せずに破裂させることができるようになったが, 鼻孔を閉鎖した状態と比べると小さく, 構音操作は獲得したものの, 鼻咽腔閉鎖不全による子音の弱音化が現在も残っている状況である。さらに現在, 摩擦音 /s/ の構音不全を改善するため, その構音訓練中である。また, /ts/ などの破擦音も構音不全が残存している。母音の開鼻声も訓練開始前後では改善は認められなかった。また, 鼻咽腔閉鎖機能に関しては, PLP の装用 (図1B, C) を試みたが, 訓練開始前後では大きな変化は見られなかった。

IV. 音響分析

1. 方法

音声の収録は愛知学院大学歯学部附属病院言語治療外来訓練室にて EDIROL SR-4を用いて行い、マイク (UD-320) と口唇間の距離は15cm と一定にした。サンプリング周波数は44.1kHz, 16ビット量子化の条件下において解析した。分析には KAY PENTAX 社の「マルチスピーチ3700」ソフトを使用した。

音声サンプルは臨床における治療の一環として患者へのフィードバックを目的として、治療過程の記録のために採取したものである。本研究の実施に際しては、愛知学院大学心身科学部倫理委員会（健康科学科および健康栄養学科）の承認を受けた。今回サンプルを採取したのは本症例が5歳1か月時に2回、5歳4か月時、5歳7か月時、5歳10か月時の計5回であり、

採取した音の種類は、開鼻声の程度を調べるための /i/, 構音操作に関する訓練経過を調べるための /pa/, /ta/, /ka/, /okasan/, /aka/ の6種類である (表2)⁶⁾。

2. 結果

音響分析による広帯域スペクトグラムを経時的に図4に示し、その分析結果を言語聴覚士による音声言語の聴覚印象と比較し、表2にまとめた。母音では、狭口母音であり舌が高位で産生し最も鼻音化しやすい /i/ を選択し、音響学的に第1・2・3フォルマント (F1, F2, F3) の周波数および相対的な音圧レベルの振幅を解析した (図5)。訓練経過を通して、F1, F2 の周波数には著変はなく、振幅に軽度の変化が観察された。鼻孔閉鎖では F2, F3 の中心周波数が低周波域に変位した。

子音では、破裂音である /p/, /t/, /k/ の順に構音訓

表2 構音訓練経過における聴覚印象と音響分析の対応

		訓練前	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目 (鼻孔開放)	5回目 (鼻孔閉鎖)
/i/	聴覚印象	開鼻声	開鼻声	開鼻声	開鼻声	開鼻声	開鼻声	混合性鼻声
	音響分析		フォルマント変化	フォルマント変化	フォルマント変化	フォルマント変化	フォルマント変化	正常フォルマント
/pa/	聴覚印象	構音不全	弱音化	弱音化	弱音化		弱音化	/pa/
	音響分析		摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst		摩擦音化 burst	摩擦音化 spike fill
/ta/	聴覚印象	構音不全	弱音化	弱音化	弱音化	弱音化	弱音化	/ta/
	音響分析		摩擦音化	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 spike fill
/ka/	聴覚印象	/ha/ (構音不全)	/ha/ (構音不全)	/ha/ (構音不全)	弱音化	弱音化	弱音化	/ka/
	音響分析		摩擦音化	摩擦音化	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst
/okasan/ の /ka/	聴覚印象		構音不全			弱音化	弱音化	
	音響分析		摩擦音化			摩擦音化	摩擦音化 burst	
/aka/ の /ka/	聴覚印象					弱音化	弱音化	/aka/
	音響分析					摩擦音化 burst	摩擦音化 burst	摩擦音化 burst
/okasan/ の /sa/	聴覚印象		構音不全			構音不全	構音不全	
	音響分析		無音化			無音化	高周波成分なし, burst	

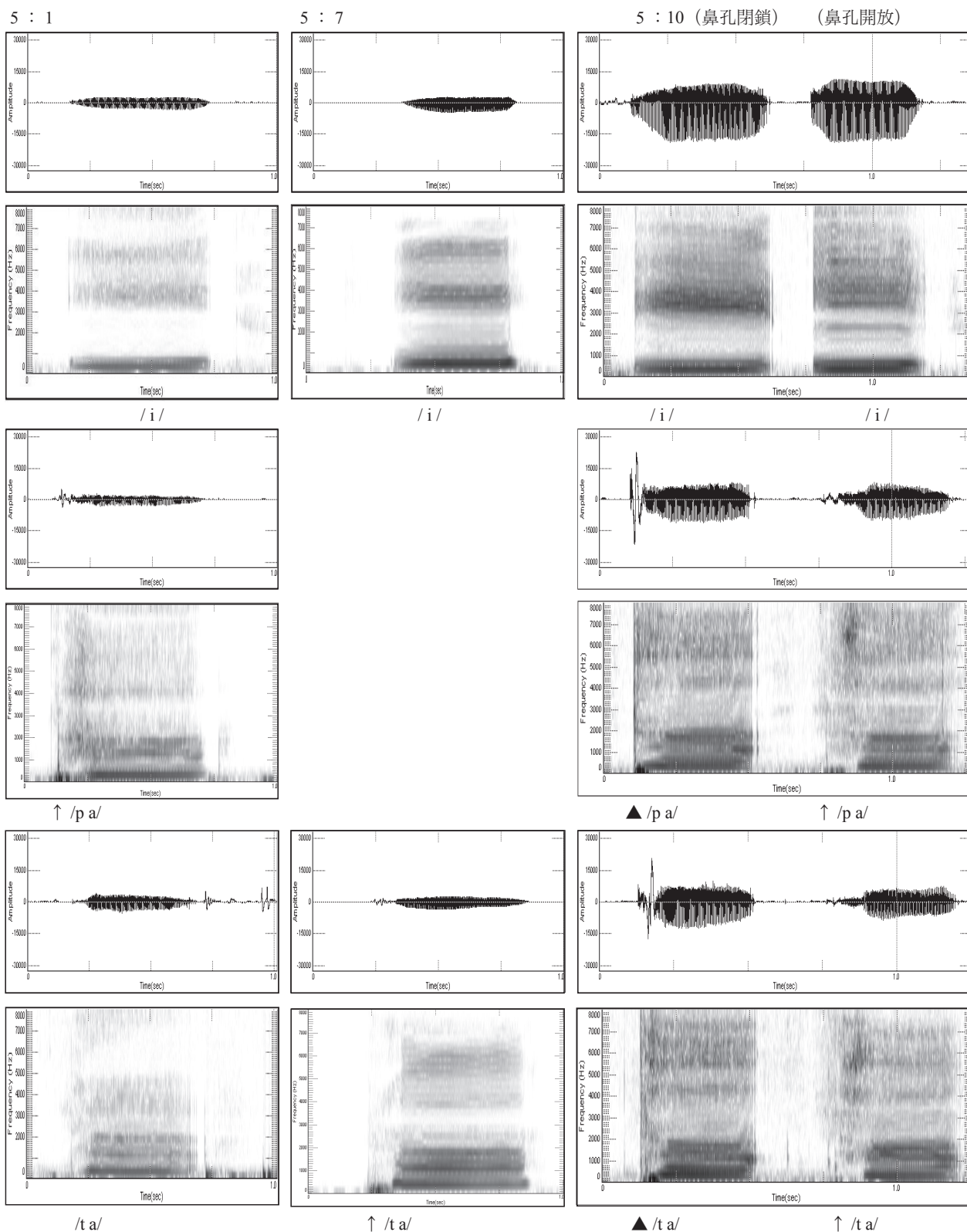


図4 A 構音訓練経過における音響分析 (/i/, /pa/ および /ta/)

上段に音声波形, 下段にサウンドスペクトログラムを示す. ↑は burst を表す. ▲は spike fill を示す.

横軸: 時間 (250ms/目盛); 縦軸: 音声波形 (振幅: $1.5 \times 10^4 \mu\text{Pa}$ /目盛), スペクトログラム (周波数: 1000 Hz/目盛)

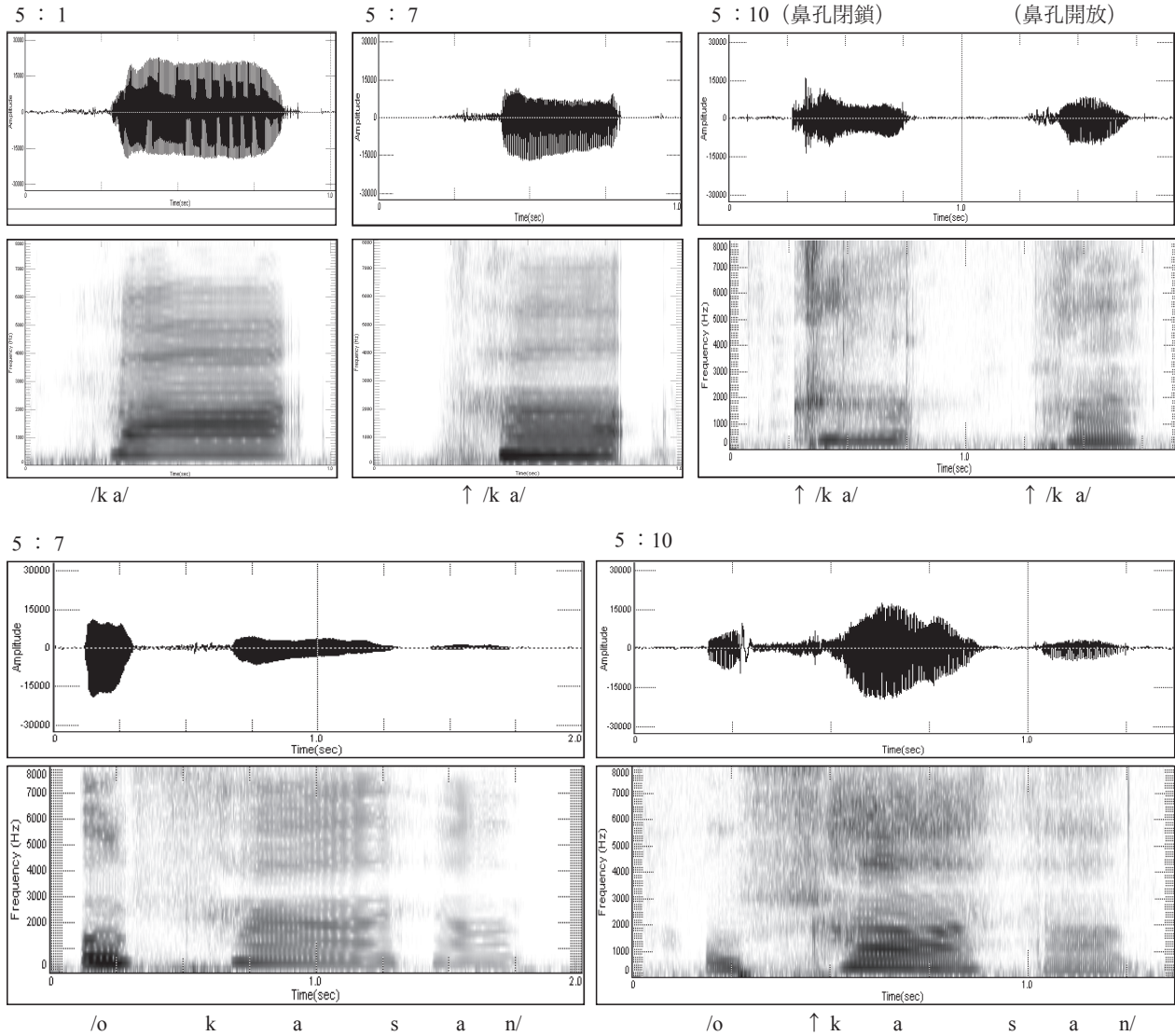


図4 B 構音訓練経過における音響分析（/ka/ および /okasan/）

上段に音声波形，下段にサウンドスペクトログラムを示す．↑はburstを表す．

横軸：時間（250ms／目盛）；縦軸：音声波形（振幅： $1.5 \times 10^4 \mu\text{Pa}$ ／目盛），スペクトログラム（周波数：1000 Hz／目盛）

練を施行した．音響分析開始時には，/p/ および /t/ についてはほぼ構音操作を獲得しつつあり，/k/ は未獲得であった．摩擦音化はこれらの子音に共通して見られた．雑音区間のburst化は初期には/p/, /t/ にのみ見られ，/k/ には同定できなかった．さらに，鼻孔閉鎖ではburstがより著明になり，/p/, /t/ ではspike fillを形成している．これらの音響学的な変化を数値化し，図6に示した．雑音区間の持続時間は徐々に増加し，/k/ は/p/, /t/ に比較してその延長が遅延していた（図6 A）．一方，先行子音の雑音の後続母音に対する相対的な音圧レベルの振幅は，鼻孔閉鎖において/p/, /t/，

/k/とも顕著に増大した（図6 B）．連結語/okasan/では，単音/k/に比べ子音のburstの出現が遅れ，/s/は観察期間内では未獲得のままであった（図3，4 B）．/s/は訓練当初には音響学的に検出できなかったが，5回目の/okasan/では摩擦成分の中に軽度のburstが混在していた．しかし，一般的に/s/に認められる高周波の摩擦成分は出現していない．

V. 考 察

口唇口蓋裂とは環境的要因，遺伝的要因などによる

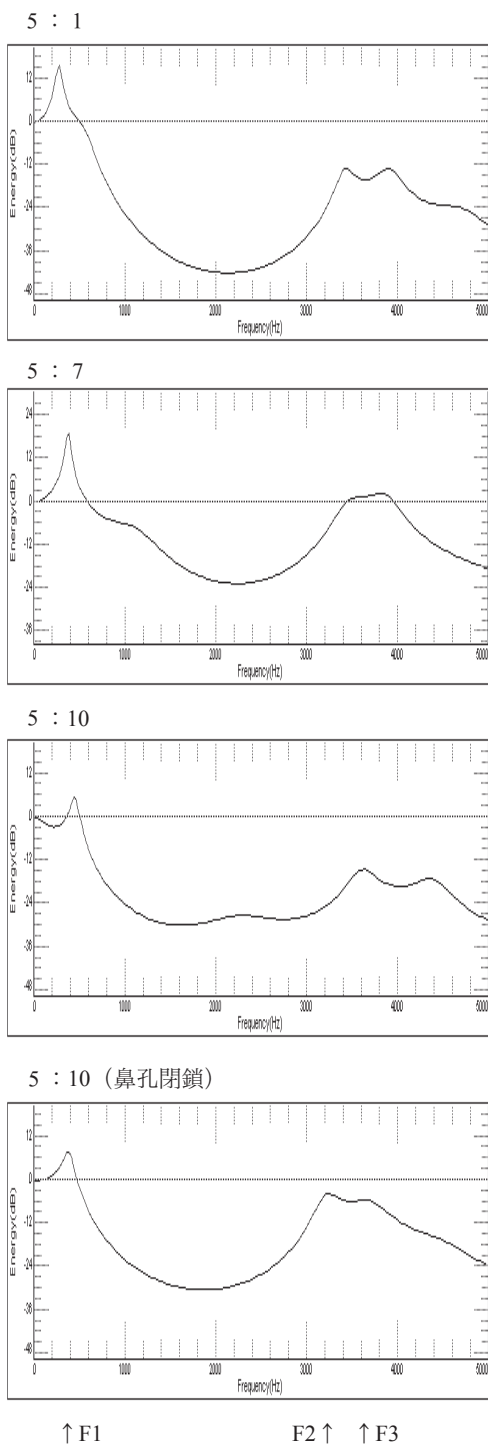


図5 構音訓練経過における母音 /i/ のファルマント変化

縦軸：相対的振幅 (12 dB/目盛)；横軸：周波数 (200 Hz/目盛)；↑は F1, F2, F3 を示す。

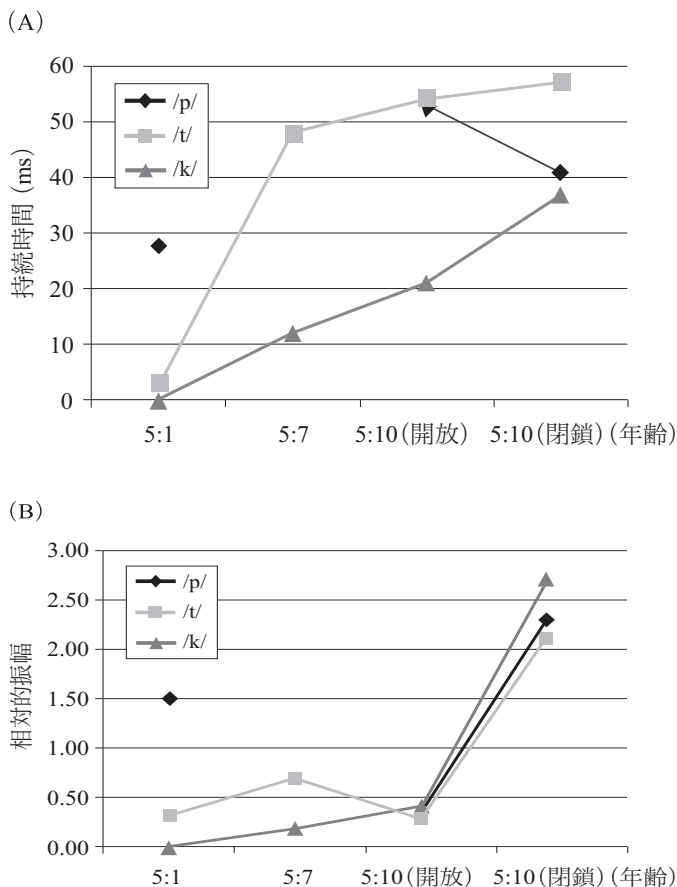


図6 構音訓練経過における子音雑音区間の変化
burst の持続時間 (A) および相対的振幅 (B：先行子音の後続母音に対する値) を示す。

胎生期の顔面突起の癒合不全によっておこる先天性形態異常である。口唇口蓋裂に伴う障害は出生直後から成長とともにさまざまな形で発現する。例えば、吸綴・哺乳障害と歯の異常、顎・顔面の成長発育障害、審美障害、耳疾患とそれに伴う聴力障害、精神心理的障害などがある。

器質的な問題、機能面および審美面に関しては、外科治療によって改善される。一般的にはまず、生後ほぼ3か月、体重が6kgで口唇形成術を行う。次いで行われる口蓋形成術には様々な術式があるが、本症例には2段階法が適用された。一般に、2段階法では1期の軟口蓋閉鎖は1歳6か月ごろ、体重が10kgを超えた頃を目安に行われる。2期の硬口蓋閉鎖は上顎骨の成長が著しい時期を越えた4歳から5歳頃に行われる。本症例においては1回目を2歳4か月時、2回目を2歳11か月時に実施している。一般的な時期より1回目の軟口蓋閉鎖が2歳4か月と遅れているのは、

手術前の喘息発作や体重の増加不良があったためである。

言語病理学的には、声と構音面に障害が現れる。声の異常には開鼻声の頻度が高く本症例にもみられる。開鼻声を生じる最も大きな要因は鼻咽腔閉鎖不全である。鼻咽腔閉鎖不全は軟口蓋が短小であったり、長さが十分であっても発声時の挙上不全がある場合などに起こる。これを改善するのが軟口蓋挙上装置 (Palatal Lift Prosthesis: PLP) などの発音補正装置 (Speech appliance) である。発音補正装置には、軟口蓋挙上装置 (Palatal Lift Prosthesis: PLP, リフト型スピーチエイド) と PLP 後端に栓塞子 (Blub) を付加した Bulb 型軟口蓋挙上装置 (Bulb-attached Palatal Lift Prosthesis: Bulb-PLP, バルブ型スピーチエイド) がある^{7,8)}。PLP は軟口蓋が鼻咽腔閉鎖位置に向かう準備状態を維持できるように、軟口蓋挙上運動を賦活化させ、軟口蓋部の挙上支援を担うものとされており、鼻咽腔閉鎖の達成には十分な軟口蓋組織量が見込まれていても、閉鎖運動が弱いという相対的閉鎖不全症に対し使用される。また、Bulb-PLP は鼻咽腔閉鎖不全部分を Bulb によって補填することで鼻咽腔部を物理的に狭小化しようとしたものであり、鼻咽腔閉鎖を達成するには軟口蓋の組織量が不十分な絶対的鼻咽腔閉鎖不全症に使用される。これは口蓋床と Bulb、それらを接続するワイヤから成り立っており、発声時に軟口蓋、咽頭壁の内方への動きによって Bulb に接し、呼気が鼻腔へ流出しないようにするための装置である。本症例は軟口蓋の組織量が鼻咽腔閉鎖には不十分であり、閉鎖運動も弱いため Bulb-PLP が適用となった。ただし、挙上端子の延長と並行して構音訓練を行っているため、現時点で本症例が装着しているものは、PLP である。本症例が鼻咽腔閉鎖機能不良となったのは前述のように軟口蓋の組織量が鼻咽腔閉鎖には不十分であり、閉鎖運動も弱いためであると考えられる。その他に低体重や喘息発作などにより、1 期口蓋閉鎖術の実施が遅れたことも背景因子として挙げられる。また、PLP を装着することによって開鼻声の減少には至っていない。その要因の一部として、Bulb-PLP の製作過程であり、Bulb が付加されていないこと、PLP の維持が難しく、日常的に使用することができなかったことなどが考えられる。本症例においても一度、保育園にて PLP を破損しており、これは幼児に発音補正装置を日常的に使用することの難しさを示唆しているといえる。

構音面においては、いわゆる口蓋裂言語といわれる構音障害の中に鼻咽腔閉鎖機能不全に起因するものと

鼻咽腔閉鎖機能不全に起因しないものがある⁹⁾。鼻咽腔閉鎖機能不全に起因するものとして、鼻音化 (nasalization) および子音の弱音化 (weak consonant) があげられる。子音の弱音化とは構音操作は正常であるが、鼻咽腔閉鎖不全があり、構音時に呼気が鼻に漏れ明瞭な構音に必要なだけの口腔内圧を形成しないために、子音が弱くなる現象である。鼻咽腔閉鎖不全に構音操作の異常を伴う場合は、声門破裂音 (glottal stop)、咽頭破裂音 (pharyngeal stop)、咽頭摩擦音 (pharyngeal fricative) などの異常構音が出現することがある。鼻咽腔閉鎖不全に起因しないものとして口蓋化構音、側音化構音などがある。また、破裂音における構音不全は構音操作未獲得による破裂不可の状態であり、これは摩擦音の場合では摩擦不可、破擦音の場合では破擦不可の状態を指している。構音不全の子音が省略や置換として聴取される場合もある。

本症例は破裂音においては鼻咽腔閉鎖機能不全があり、一貫して母音の開鼻声、子音の弱音化、構音不全が認められたが、声門破裂音および側音化構音などの異常構音は認められなかった。訓練はすべて鼻孔を閉鎖した状態で実施し、構音不全の子音を対象とした。その結果、聴覚印象上 /h/ と聴取される構音不全の状態から構音訓練を開始したが、子音の弱音化が残存した。さらに、構音不全の子音に関して、聴覚印象上 /h/ に置換していたのは構音不全への代償であると考えられ、代償の過程でさらに声門の閉鎖が強くなれば異常構音である声門破裂音が出現していたことも推測される。異常構音の産生を考える上で興味深い点である。訓練の結果、/p/, /t/, /k/ の構音獲得の時期は遅れるものの、これらの子音の獲得順序や速度に健常児に比べ大きな差異は認められなかった。

一方、一般に口唇口蓋裂児の言語発達に関しては、始語は 1 歳前後と非口蓋裂児とほぼ同じ頃であるが、その後の表出語彙の発達はやや遅れる子どもがあり¹⁰⁾、2 語文発話の出現が 2 歳を過ぎる子どもが 60 % 以上⁵⁾と初期に言語表出がやや遅れる傾向がある。しかし、発達上問題のない子ども達は 3 歳頃までには言語表出の遅れは取り戻していくとされている¹¹⁾。本症例では、言語発達には問題なかった。

本症例では、聴覚印象からは鼻咽腔閉鎖不全による母音の開鼻声、構音不全と子音の弱音化が特徴的である。開鼻声は一般的に 3 段階にその程度が分類される^{12,13)}。この患児では訓練開始から現在に至るまで開鼻声の減少は見られなかった。音響分析上は、母音 /i/ の孤立音の採取によって、開鼻声は過剰な鼻腔共

鳴に伴うフォルマント (F1, F2, F3) の変化として検出される。片岡らは開鼻声においては母音 /i/ における F1, F2間のレベルの上昇が最も顕著であり、個人差の影響を受けにくい特徴であるとし、このレベルは開鼻声の程度にしたがって上昇するため、開鼻声を定量的に評価するために有用な指標であると記述している¹⁴⁾。しかし、本症例では訓練施行段階ではフォルマントパターンに変化はなく、聴覚印象と同様に鼻咽腔閉鎖不全への訓練効果は認められなかった。

聴覚印象による子音の歪みは、構音訓練により構音不全という状態から軽度の弱音化へと改善している。今回の子音部分の音響分析では、摩擦音化、雑音区間の相対的振幅および持続時間を検討した。摩擦音化は経過中一様に認められ、鼻咽腔閉鎖不全・鼻漏出による摩擦エネルギーに由来している^{15, 16)}。子音 /k/ の雑音はそのピークはしだいに上昇し、持続時間は増大し、burst化、さらには spike fill の形成へとつながっている。3種の子音を比較すると、/p/ および /t/ に比べ、/k/ では雑音区間の burst化は遅れている。これらの所見は、構音訓練によって、/k/ の摩擦音化から burst を伴う破裂音の構音操作が成熟し、患児がその操作を獲得したことを示していると考えられる。聴覚印象との関連では、/ha/ として聞こえる構音不全では摩擦成分のみであるが、弱音化に伴い burst の出現が見られている。すなわち、母音の音響分析において明らかなように鼻咽腔閉鎖不全の程度に変化は認められなかったが、子音の構音操作が /p/, /t/, /k/ の順に獲得されたことが判明した。しかし、鼻孔閉鎖によって、聴覚印象上、/p/, /t/ および /k/ が完成したにもかかわらず、/k/ の burst は十分には spike fill には至っていなかった。一般に、聴覚印象における子音の弱音化の重症度分類には確立された基準はない。今回の検討からは、先行子音の雑音の burst化を判定することが、構音訓練による構音操作獲得段階のより詳細な指標となることが示唆された。さらに、鼻孔閉鎖により口腔内圧が保たれ、明らかな spike fill が出現したことは、今後のさらなる患児の構音獲得には、構音訓練によって改善し得なかった鼻咽腔閉鎖不全の改善が望まれる。摩擦音 /s/ は、現在のところ構音訓練中であるが、音響分析上は無音状態から軽度の burst に至っている。摩擦音の構音操作獲得には、構音点を同じくする破裂音の構音操作（例えば、/t/, /s/ の場合は歯・歯茎音）を前提とした、構音様式の変化が関係しているのかもしれない。

構音障害の評価には、言語聴覚士による音声言語の聴覚判定が簡便であることから、日常臨床上最も高頻

度に用いられてきた。しかし、リハビリテーション医療にもエビデンスに基づく治療体系が求められるようになってきている。音響学的手法による客観的評価は今回の器質性構音障害に限らず、広く言語障害の評価や言語訓練による治療効果を、時系列的に捉えるために必要であると言える。これまでに母音の開鼻声の程度について定量化を試みた研究はあるものの、子音部についての研究を経時的に扱ったものは見当たらなかった。そのため、本研究は子音部の音響学的手法による客観的評価の第一歩となるであろう。特に、構音訓練による言語治療を的確に施行する上では、構音不全からの異常構音の発現過程および構音操作の獲得過程に関する音響学的考察が重要と思われる。本研究では十分な期間にわたって、訓練経過を音響学的に評価できていないため、さらに長い期間での評価と症例数の積み重ねが必要である。今後は音響学的な評価法の標準化やそのためのより簡便な音響分析ソフトの開発が望まれる。

謝 辞

音響分析に関してご助言をいただいた、愛知学院大学教養部 都築正喜先生、名古屋文理大学情報文化学部 吉田友敬先生、元愛知学院大学心身科学部 伊東節子先生、新潟医療福祉大学大学院 田中康博先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 本間慎治：言語聴覚療法シリーズ7，改訂機能性構音障害，建帛社，東京，2007
- 2) Ertmer DJ: How well can children recognize speech features in spectrograms? Comparisons by age and hearing status. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 47: 484-495, 2004
- 3) 米国精神医学会：DSM-IV-TR 新訂版，医学書院，東京，2005
- 4) Darley F, Aronson A, Brown J: *Motor Speech Disorders*, Saunders, Philadelphia, 1975
- 5) 岡崎恵子，加藤正子：口蓋裂の言語臨床，第2版，医学書院，東京，1997
- 6) Shipley KG, McAfee JG: *Assessment in speech-language pathology*, 4th ed., Demar, New York, 2009
- 7) 福田登美子，和田健，館村卓，谷本啓二：鼻咽腔閉鎖不全症に対する発音補正装置の効果，*日口蓋誌* 23: 75-82, 1998
- 8) 二宮史浩，窪田泰孝，松崎幸代，緒方祐子，落合聡，佐々木康成，鈴木陽，白砂兼光：鼻咽腔閉鎖不全に対する軟口蓋挙上装置の効果，*日口蓋誌* 31: 1-6, 2006

- 9) Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell MP: Cleft palate speech, 4th ed., Mosby, Missouri, 2010
- 10) Schere NJ, D'Antonio LL: Parent questionnaire for screening early language development in children with cleft palate. Cleft Palate Craniofac J 32: 7-13, 1995
- 11) Bernthal JE, Bankson NW, Flipsen P Jr: Articulation and phonological disorders, 6th ed., Pearson, Boston, 2009
- 12) 伊東節子：口腔顎顔面領域の異常と言語障害，医学書院，東京，2001
- 13) 高橋庄二郎：口唇裂・口蓋裂の基礎と臨床，日本歯科評論社，東京，1996
- 14) 片岡竜太，山下夕香里：口蓋裂児における開鼻声の定量的評価法について ―開鼻声の音響学的特徴― Dental Medicine Research 29 (1): 14-20, 2009
- 15) Kent RD, Read C：音声の音響分析（荒井隆行，菅原勉監訳），海文堂，東京，1997
- 16) Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS: 新ことばの科学入門（廣瀬肇訳），第2版，医学書院，2008
- 17) 船山美奈子，阿部雅子，加藤正子，斉藤佐和子，竹下圭子，西村弁作，山下真司，山下夕香里：構音検査に関する追加報告，音声言語医学30：285-292，1989
- 18) 野田雅子，岩村由美子，内藤啓子，飛鳥井きよみ：幼児の構音能力の発達に関する研究，日本総合愛育研究所紀要4：153-170，1968
- 19) 高見観，北村洋子，加藤理恵，田中誠也，山本正彦：小児の構音発達について，心身科学部紀要5：59-65，2009

最終版平成21年12月16日受理

Acoustic Analysis on Articulation Therapy for Speech Disorder with Cleft Lip and Palate

Rie KATO, Seiya TANAKA, Miru TAKAMI, Hiromi SUGIYAMA, Yoko KITAMURA,
Katsuhiro MINAMI, Hiroo FURUKAWA, Hiroshi TATSUMI, Masahiko YAMAMOTO

Abstract

Speech sound disorders are classified mainly into four categories: articulation disorders with organic diseases and neurological diseases, functional articulation disorders, and apraxia of speech (AOS). Cleft lip and palate (CLP) is one of the major causes of articulation disorders in children among congenital anomaly of organic diseases. A child patient with cleft lip and palate was subjected to the study of acoustic analysis. Acoustic analysis was performed on the process of articulation therapy using the speech analysis program (Multi-Speech, Model 3700, KayPENTAX). His profile was expressed as not only the assessments of articulation and phonological aspects, language, and resonance, but also the history of surgical approach. We compared the data of acoustic analysis with auditory perceptual impression on chronological process of articulation therapy.

Sound spectrogram shows the fricative changes of stop sounds and the formant frequency displacement of vowels. It is thought that these findings result from unacquisition of precise articulation skills for manner and place of articulation and velopharyngeal inadequacy. As to acoustic perceptual impression, omission, acoustic insufficiency and weak production of consonants, and nasalization of vowels were observed. The overall findings of acoustic analysis agreed with the perceptual impression, but these were not necessarily consistent with perception. His articulation was gradually acquired according to the developmental milestones of the phonemes with articulation therapy. Although it seems that almost normal articulation was established from perceptual impression, the acoustic data clearly revealed the incomplete burst of consonants and the presence of velopharyngeal inadequacy.

Taken together, these findings suggest acoustic analysis is useful to monitor the effect of articulation therapy on articulation skills and velopharyngeal closure. Moreover, a radical operation for cleft palate is needed to the further articulation development in addition to the habilitative treatment of articulation.

Keywords: cleft lip and palate, acoustic analysis, articulation therapy, velopharyngeal inadequacy,
weak production of consonants