

論文審査の要旨

報告番号	総研第 647 号	学位申請者	上栗 裕平	
審査委員	主査	杉浦 剛	学位	博士 (歯学)
	副査	宮脇 正一	副査	田松 裕一
	副査	齋藤 充	副査	田中 達朗

Clinical study on fistula closure and speech outcomes in patients with cleft palate – An attempt at speech visualization using novel neural networks

(口蓋裂患者における瘻孔閉鎖術と言語機能の解析 – 新規ニューラルネットワークを用いた音声可視化の試み)

口蓋裂 (CP) に対する口蓋形成術 (一次手術) 後の問題点として、瘻孔の発生と言語障害が挙げられる。瘻孔閉鎖術には標準的な術式はなく、二次手術の困難さから瘻孔の再発率の高さが指摘されている。CP 患者の言語評価については言語聴覚士 (SLT) による聴覚的判定が長年行われてきたが、臨床経験の差等に因る評価のバラツキが指摘されている。また、言語訓練を行う上で視覚的フィードバックが有効であると報告されている。そこで学位申請者らは、瘻孔閉鎖術のより有効な術式の検討と、客観的音声評価と視覚的フィードバックを可能にする構音分析装置の開発と CP 言語障害の治療における有効性の検証を目的に、以下の2つの研究を行った。

研究① 瘻孔閉鎖術2術式間の瘻孔再発率と言語成績の比較

蝶口蓋動脈中隔後鼻枝を栄養血管とする片側の鼻腔側粘膜骨膜弁を口腔側へ翻転し対側の鼻腔側粘膜骨膜弁と多層縫合する術式 (Hinge-flap 法) を適用した CP 患者 21 名 (Hinge-flap 群) と、瘻孔の左右辺縁の鼻腔側・口腔側粘膜骨膜弁を内側へスライドさせ二層縫合する術式 (Sliding-flap 法) を適用した 10 名 (Sliding-flap 群) について、各群の瘻孔再発率、及び音声の聴覚的判定、Nasometer II で測定した nasalance 値の術前後での変化についてそれぞれ後方視的に調査し比較した。CP 患者の構音機能の評価は、標準化された検査法である Cleft Audit Protocol for Speech-Augmented に基づいて2人の SLT が行った。

研究② 新規ニューラルネットワークを用いた構音分析装置の開発と CP 患者の言語評価の試み

熊本大学工学部音声言語インターフェース研究室と共同で、発話時にリアルタイムで各音素の音源様式・構音様式・構音位置を分析できるニューラルネットワーク (NN) を用いた音響分析システム (NN システム) を開発した。システムの分析精度の検証のために、既製のデジタル音声データベースのサンプルを用いてオープンテストを行い、識別率を算出した。次いで、研究①の Hinge-flap 群の内 10 名の音声データを用いて、SLT による聴覚的判定と、NN システムによる分析を行った。対照には年齢帯を一致させた3名の健常小児を用いた。また、構音位置の後方化 (palatalized articulation 及び backed to velar/uvular) を呈した6名について、[s]・[t]を含む単語の音声データを用い構音位置を術前・術後・言語訓練後の3時点で解析した。さらに聴覚的判定と NN システムの分析結果の関係について検討した。

その結果、以下の知見を得た。

- 1) 瘻孔再発率は Sliding-flap 群が 30% であるのに対し、Hinge-flap 群は 0% と有意に低かった。Hinge-flap 群では、術後に nasalance 値及び聴覚的判定による開鼻声の重症度と異常構音の頻度が有意に低下した。
- 2) NN システムのオープンテストの結果、平均識別率は音源様式 90.38%、構音様式 80.74%、構音位置 77.65% であった。構音位置別の識別率は最高が歯茎音 89.55%、最低が口蓋垂音 59.48% であり、構音位置間に差がみられた。
- 3) CP 患者 10 名から記録した、18 種の子音を含む単語の音声データについて、聴覚的判定では呼気鼻漏出、cleft type characteristics (口蓋裂に特異な異常構音) がそれぞれ、術後、言語訓練後と経時的に減少した。
- 4) 構音位置の後方化を呈した6名から記録した、[s]・[t]を含む単語の音声データについて NN システムで構音位置を解析したところ、[s]・[t]共に術前、術後、言語訓練後と歯茎音の割合が経時的に増加し、言語訓練後は健常群との間に有意差がみられなかった。
- 5) SLT の聴覚的判定と NN システムの分析結果について Spearman の順位相関係数 ρ を算出したところ、[s]については $\rho = 0.67$ 、 $p = 0.003$ と有意な相関が認められたが、[t]には $\rho = 0.44$ 、 $p = 0.071$ と相関は認められなかった。

瘻孔閉鎖術の Hinge-flap 法は、Sliding-flap 法に比して瘻孔の再発が少なく、開鼻声の重症度や異常構音の頻度が低かった。また、NN システムは、日本語に少ない口蓋垂音を除き構音位置の識別において十分な精度を有することが示され、瘻孔閉鎖術前後の構音位置の変化を視覚的に抽出できた。また、音素によって SLT の聴覚的判定と NN システムの分析結果の相関の有無に差がみられたが、NN システムの学習を進めることにより改善が期待できる。

本研究は、Hinge-flap 法を用いた瘻孔閉鎖術の優位性と、NN を用いた新しい音響分析システムの妥当性と信頼性を示したものであり、学術的価値は非常に高い。さらに本システムは CP 患者の言語訓練における視覚的フィードバックへの応用が期待できる点でも興味深い。よって本研究は学位論文として十分な価値を有するものと判定した。