

2022 年 7 月 4 日

2022年7月4日

情報・知能工学専攻		学籍番号	第 199301 号	指導教員	松井 淑恵
氏名	七原 真紀				中内 茂樹

論文内容の要旨 (博士)

博士学位論文 名	中枢神経疾患患者のための手指訓練と歌唱訓練による音楽リハビリテーション評価の提案
-------------	--

(要旨 1,200 字程度)

中枢神経疾患を患うと、上下肢麻痺、言語障害、高次脳機能障害、認知症などの障害が遺残する。本研究では、とくに手指麻痺と運動障害性構音障害 (dysarthria) のリハビリテーションとして、被験者に対し、手指麻痺には鍵盤楽器演奏による手指の分離運動、dysarthria には発声歌唱訓練による発声明瞭度改善のための発声発語器官の訓練運動を試み、両者の効果と評価について検証した。

これらの患者を対象にした各運動回復プログラムやその効果に関する研究は極めて限られており、その実用性についても科学的な根拠にもとづいた実証研究も確認できない。そのため、本論文では、これらの運動プログラムを計画、訓練、解析、評価に区分し、それぞれについて研究するとともに、音楽リハビリテーションについて臨床レベルの応用が可能かどうか考察した。さらに、本研究で得た結果をもとに、上記 2 つの運動を融合した新しい音楽リハビリテーション方法の可能性を検討する。

本研究の第一段階として、脳卒中による手指麻痺の運動回復 (巧緻動作) を目的として、鍵盤楽器 (電子キーボード) を使用した臨床研究を実施した。当該訓練の評価指標としては、表面筋電図 (sEMG) 計測と MIDI (musical instruments digital interface) によるヴェロシティ (速度) 計測を行い、評価の客観指標とした。合わせて、ヒト (音楽療法士) が聴いて判定した打鍵スコアとテンポスコアの主観評価を行い、比較解析した。また、患者の心理的・行動的変容についても考察した。これらの結果をもとに、臨床的に用いるためにはどの評価や指標が適切であるかを検証したところ、MIDI 計測によるヴェロシティの方が手指の運動の変化を客観的に捉えられる可能性があることが示唆された。主観評価の結果から、訓練による打鍵スコアとテンポスコアの向上を評価できる。

総合的には、訓練する際、既成曲を pp（とても弱く）で弾くことで効果が表れやすいことが分かった。加えて、患者は訓練によって、精神的な安定や訓練に対して前向きな言動を示すようになった。

次に、dysarthria の発声明瞭度の向上を目的とした歌唱訓練を行った。その際、客観評価である 5 つの音響特徴パラメータを使い、歌唱評価のための音響分析をした。あわせて主観評価である歌唱音声と発話音声に対する 3 つの聴覚印象評価を行い、その結果をもとに、客観評価と主観評価の相関分析を行った。そして、聴覚印象評価者が音楽訓練を受けた者とそうでない者の間で発声明瞭度の評価が異なるかどうかについても検証した。これらの結果、客観評価と主観評価の結果には相関があることが示された。さらに、歌唱の要素である rhythm のパラメータが聴覚印象評価と最も相関が高く示されたことから、歌唱訓練において rhythm を強調することで発声明瞭度が改善しやすいことが示された。そして、聴覚印象評価においては、評価者が音楽の訓練をうけているかどうかに関係なく、同等の評価をすることが明らかになった。

以上、本論文では、手指運動と発声発話器官の運動の音楽リハビリテーションの評価について分析し提案した。また、これらの 2 つの運動を組み合わせた課題を実施することで、大脳基底核と小脳の相互作用により訓練の効果が期待され则认为。さらに、本論文の成果によって、神経科学的根拠に基づく音楽リハビリテーションの効果と評価指標の一つとして臨床現場への応用とともに、患者の継続的なリハビリテーション支援の契機となり、生活の質の向上に繋がると考える。

Date of Submission (month day, year) : July 4th, 2022

Department of Computer Science and Engineering	Student ID Number	D199301	Supervisors Matsui Toshie Shigeki Nakauchi
Applicant's name Maki Nanahara			

Abstract (Doctor)

Title of Thesis	A Proposal for Evaluation of Music Rehabilitation Using Keyboard Finger Movement and Singing Training for Patients with Central Nervous System Diseases
-----------------	---

Approx. 800 words

People suffering from central nervous system disorders tend to have aftereffects such as paralysis of the upper and lower limbs, speech disorders, higher brain dysfunction and dementia. In this study, we investigated the effectiveness and evaluations of finger movement training using a musical keyboard to improve finger dexterity for patients with hand paralysis, and voice and singing training for dysarthria, to improve speech intelligibility.

There have been few prior studies on the use of these types of exercises for patients with central nervous system diseases, and few empirical studies on their practicality and effectiveness based on scientific evidence. Therefore, in this paper, the rehabilitation programs described above were divided into planning, training, analysis and evaluation stages, and each stage was examined. The suitability of these methods for clinical application as music rehabilitation programs was also evaluated. Based on the results of our investigation, the possibility of a new music rehabilitation program for hand paralysis and dysarthria is proposed, combining keyboard and voice training.

First, we conducted a clinical study of electronic keyboard playing for the purpose of recovering hand and finger dexterity after paralysis due to stroke. In order to provide an objective evaluation index for the effectiveness of this keyboard training, surface electromyography (sEMG) and MIDI (musical instruments digital interface) velocity measurement were performed. Subjective evaluations by a music therapist of subjects' keystrokes and tempo scores were conducted and compared with the objective evaluations. Changes in the psychological behavior of the patients were also assessed.

The results of this objective analysis revealed that it was easier to observe changes in finger movement using MIDI velocity than when using sEMG. The results of the subjective evaluation showed that the improvement in keystroke score and tempo score due to training could be evaluated. We also noted that improvement in dexterity was more observable when patients played the songs very quietly (i.e., *pp*). In addition, the patients showed mental stability and positive attitudes towards training.

Next, voice and singing training were conducted with the aim of improving speech intelligibility of patients with dysarthria. Five acoustic feature parameters were used for objective acoustic analysis to evaluate their singing. In addition, three perceptual impression evaluations were performed as a subjective evaluation of their speaking and singing voices. The perceptual impression evaluations were conducted by a group of music major students (MS) and a group of non-music major students (NMS). A correlation analysis

of the objective and subjective evaluations was then conducted, and the results indicated a clear correlation. Among the acoustic parameters, the rhythm parameter showed the highest correlation with the perceptual impression evaluation. The fact that the rhythm parameter showed the most effect of training indicated that vocal intelligibility was easily improved by emphasizing the rhythm parameter in singing training. Furthermore, no difference was found in how perceptual impressions were evaluated between the MS and NMS groups.

Based on the results of these two investigations, we propose a new music rehabilitation method which combines instrumental finger movement with vocalization and speech organ movement. It is expected that the basal ganglia and the cerebellum will be mutually activated by performing tasks that combine these two exercises. The results of these studies will provide indexes of neuroscientific evidence based music rehabilitation. These methods could improve the quality of life of stroke patients, and encourage their continuous participation in rehabilitation.