

Immediate Effect of Patterned Sensory Enhancement (PSE) on Upper Limb Function after Stroke*

Han, Soo Jeong^{**}, Kwon, Ae Ji^{***}, Park, Hye Young^{****}

The purpose of this study was to investigate the immediate effect of Patterned Sensory Enhancement (PSE) technique on the motor function of the affected upper limb in hemiplegic stroke patients by comparing the use of PSE and simple rhythmic cue. A total of 16 stroke patients were recruited from rehabilitative hospitals. The participants were assigned to the experimental group ($n=8$) and control group ($n=8$). While performing six different upper limb motions, musical stimuli applying the PSE technique was presented for the experimental group and simple rhythmic cue using the metronome was applied for the control group. The results showed that while the significantly increased range of motion (ROM) was found in the experimental group with the immediate use of PSE ($p < .05$), the control group did not show no significant change. This study implies that the use of musical elements in cueing for upper limb motion immediately leads to significant improvement in ROM by providing sufficient temporal, spatial, and dynamic information for expected motor performance.

Keywords : *Patterned sensory enhancement, Stroke, Upper limb motor function, Range of motion, Grip strength*

* This work was supported by the Ewha Global Top 5 Grant 2013 of Ewha Womans University.
** Professor, Department of Rehabilitation Medicine, School of Medicine, Ewha Womans University
*** Associate Researcher, Ewha Music Rehabilitation Center, Ewha Womans University
**** Corresponding Author: Senior Researcher, Ewha Music Rehabilitation Center, Ewha Womans University (legendphy@hanmail.net)

패턴화된 감각 증진(PSE)이 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 즉각적 영향*

한수정**, 권애지***, 박혜영****

본 연구는 패턴화된 감각 증진(Patterned Sensory Enhancement, PSE) 기법이 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 즉각적인 효과를 알아보기 위해 PSE와 단순 리듬 자극 간의 차이를 비교분석 하였다. 연구 대상은 서울시와 수원시 소재의 재활병원에서 입원 치료 중인 뇌졸중 편마비 환자 16명이며 실험군과 대조군으로 각각 8명씩 배치하였다. 본 연구의 종속변인은 뇌졸중 환자의 환측 상지 기능으로 6가지 동작의 관절가동범위(ROM, range of motion)와 장악력이며 실험군에게는 PSE를, 대조군에게는 메트로놈으로 제공되는 단순 리듬 자극을 제공하였다. 실험은 음악 자극이 없을 때와 있을 때의 같은 상지 기능을 측정하는 순서로 진행되었으며 측정된 값의 경향을 정확하게 파악하기 위해 동일한 실험을 총 2회 실시하여 평균값을 도출하였다. 연구 진행 결과, PSE를 제공받은 실험군은 음악을 들으며 동작을 수행할 때 상지 관절가동범위가 유의미하게 향상되는 즉각적인 효과를 보였으나($p < .05$), 대조군은 즉각적인 효과를 보이지 않았다. 이는 단순 리듬 자극보다 PSE가 상지 운동 향상에 더 적절하게 적용될 수 있다는 것과 음악의 청각적 패턴이 운동 범위의 확장 즉, 운동 향상에 영향을 줄 수 있다는 것을 보여주었다. 본 연구는 PSE가 상지 운동 기능에 미치는 즉각적인 영향을 단순 리듬 자극과 비교분석하였다는 점에서 의의가 있으며 음악 요소의 특징이 유도하고자 하는 신체 운동의 목표와 밀접한 연관성을 가질 때 효과적으로 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

핵심어 : 패턴화된 감각 증진(PSE), 뇌졸중, 상지 기능, 관절가동범위, 장악력

* 이 연구는 2013년도 이화여자대학교 Global Top 5 Project 지원에 의한 연구임.
** 이화여자대학교 의과대학 재활의학과 교수
*** 이화여자대학교 이화음악재활센터 연구원
**** 이화여자대학교 이화음악재활센터 선임 연구원 (legendphy@hanmail.net)

I. 서론

뇌졸중이란 뇌조직에 혈류를 통해 공급되는 포도당과 산소가 뇌혈관 이상으로 인해 부족하게 되어 나타나는 국소 뇌조직 손상을 말한다(김종만, 2011; 박창일, 문재호, 2012). 일반적으로 후유 장애는 언어, 인지, 운동, 감각 기능 장애와 더불어 뇌혈류 장애 발생부위에 따른 편마비 장애가 특징이며(Hill, Dunn, Dunning, & Page, 2011) 흔히 나타나는 증상은 운동장애로서 하지에서 보다 상지에서 더욱 심각한 것으로 보고되고 있다(Morris et al., 2008; Van Delden et al., 2009). 상지 기능은 먹기, 옷 입기, 씻기, 집기, 잡기 등과 같은 섬세한 작업 수행에 필수적인 기능이며 걸기, 균형 유지하기, 보호반응 등과 같은 동작에도 중요한 역할을 하므로(Shumway-Cook & Woollacott, 2006) 장애가 나타날 경우 일상생활 동작 수행이 어려워지고 사회적 활동 참여에도 제한을 받게 된다(Whitall, McCombe, Silver, & Macko, 2000). 따라서 상지 기능의 장애를 보이는 뇌졸중 환자에게 상지 재활은 필수적이며, 장애 회복을 위한 지속적이고 장기적인 치료가 필요하다(고병우, 박대성, 송원경, 이정수, 김종배, 2013; Shumway-Cook & Woollacott, 2006).

최근 뇌졸중 환자의 상지 기능 재활을 위한 다양한 기법들이 개발되고 있는 가운데 2008년부터 2011년까지 4년간 시행된 상지 재활 치료기법의 동향을 고찰한 연구에서는(김환희, 김경미, 장문영, 2012) 강제유도운동치료가 21.48%로 시행 빈도가 가장 높았고, 전기적 치료(17.9%), 양측성상지훈련(12.53%), 근력 운동 및 로봇 치료(7.16%), 가상 현실 치료(5.37%) 순으로 시행빈도가 나타났다. 가장 많이 시행된 강제유도운동치료는 건측 상지의 움직임을 팔걸이나 장갑으로 억제시켜 환측의 운동을 강제적으로 유도하는 방법이며 뇌가소성 원리를 기반으로 개발된 재활 치료기법이다(김진섭 외, 2010). 이는 환측의 사용 빈도수와 뇌 재조직 증가 사이의 상관관계를 근거로 하고 있으며 집중적이고 반복적인 운동 과제를 유도하는 것이 특징이다(Carr & Shepherd, 2004).

음악치료 영역에서도 뇌 손상 환자의 기능 회복을 위한 다양한 신경학적 음악치료기법들이 있는데, 특히 상지의 기능 재활을 위해서는 PSE(Patterned Sensory Enhancement)와 TIMP(Therapeutic Instrumental Music Performance)가 중재 프로그램에 적용되고 있다(Jeong, 2013). PSE는 음악의 리듬, 선율, 화성 등 역동적 음향 패턴을 사용하여 공간, 시간, 힘의 신호를 제공하고 이를 통해 기능적인 신체 움직임의 조절을 유도하는 기법이다(Thaut, 2005). PSE기법의 음악적 특징에서 공간적 신호는 음의 높낮이, 강도, 음의 연속성, 지속시간, 화성 등을 사용하여 운동의 방향과 범위를 제시하는 것을 말하며, 시간적 신호는 음악의 빠르기와 박자, 그리고 리듬 패턴을 사용하여 운동 수행 시간을 조절하고 규칙적인 동작을 유도하는 것을 말한다. 힘의 신호는 음량의 변화와 화성의 종류, 음색과 빠르기 변화 등을 통해 근육의 긴장과 이완을 유도하고 힘의 조절을 돕는 것을 말한다. PSE의 원리는 청각적 자극이 중추신경계 내의 운동계를 활성화 시켜 움직임에 대한 흥분과 준비성을 높이고, 운동학적 패턴이 소리의 패턴으로 변화되는 뒤먹임(Feedback)과 변

환된 소리의 패턴으로 다시 운동 패턴을 조절하는 앞먹임(Feedforward) 과정이 적용된다(Thaut, 2005). 즉, 운동의 패턴과 구조에 상응하는 음악 패턴이 적용되는 것을 말하는데, 이는 운동학적 계슈탈트가 청각적 계슈탈트로 변환되고 이 변환된 청각적 계슈탈트를 통해 수행하고자 하는 운동 패턴을 조절하는 것으로 이해할 수 있다. PSE의 목적은 뇌손상 환자들이 보다 수월하게 일상 생활동작을 하도록 필요한 운동패턴을 연습하고 재학습 하는 것이다. 한편, TIMP는 악기 연주를 운동 패턴에 적용하여 신체 기능의 개선을 유도하는 치료 방법으로, 악기 연주의 청각적 피드백이 보상으로 작용하는 기법이다(Thaut, 2005). PSE와 TIMP는 청각적 자극이 운동학적 신호로 변화되는 기전을 공유하고 있으며, 특히 하지의 규칙적이고 반복적인 보행 재활과는 달리 일상생활 동작에 필요한 관절가동범위와 근력, 협응력 등을 요구하는 상지 기능 재활에 다양한 중재프로그램으로 적용되고 있다(강지연, 2002; 한송이, 2011; Thaut, 2005).

뇌졸중 환자의 상지 재활을 위한 TIMP 프로그램의 효과성은 여러 연구를 통해 활발히 입증되고 있는 반면(Schneider, Münte, Rodrigues-Fornells, Sailer, & Altenmüller, 2010; Schneider, Schönle, Altenmüller, & Münte, 2007; Yoo, 2009), PSE는 연구가 매우 부족한 실정이다. 국외의 PSE 연구를 살펴보면, 재활병원에 입원중인 노인 환자, 일반노인, 뇌성마비 아동을 대상으로 시행되었다. 이 중 장기 요양 시설 노인(O'Konski, Bane, Hettinga, & Krull, 2010)과 재활병원에 입원중인 노인(Clark, Baker, & Taylor, 2012)을 대상으로 한 연구에서는 PSE가 유의미한 운동효과를 보이지 않았는데, 이는 개별 세션이 아닌 그룹치료의 형태로 세션이 진행되어 PSE가 개개인 동작 패턴과 빠르기에 맞게 적용되지 않은 결과로 해석된다. 연구자들은 비록 그룹으로 진행된 PSE 프로그램이 의미 있는 운동 효과는 가져오지 못했으나, 운동의 일관적인 반복을 유도하고 운동 수행의 향상과 즐거운 참여를 이끌어 냈다고 보고하였다(O'Konski et al., 2010). 뇌성마비 아동을 대상으로 한 연구에서는, 6주간 아동 개개인의 운동 패턴과 속도에 맞춘 가정 기반 운동 프로그램으로서 PSE를 구성하였는데, 그 결과 뇌성마비 아동의 전체 운동 능력 향상에 유의한 영향을 주었으며 최소 3개월까지 그 효과가 지속되는 것으로 나타났다(Wang et al., 2013).

국내의 PSE 연구는 대부분 재활 영역에 적용한 중재 연구로 모두 뇌졸중 환자를 대상으로 진행되었으나 TIMP와 구별하여 적용하지 않아 PSE 기법만의 치료효과를 파악하기 어렵다(홍명선, 2011). 또한 기존 음악을 그대로 사용하여 PSE의 운동학적 효과를 파악하기에 제한이 있고(최서연, 2008), 그룹 형태로 PSE가 사용되어 개별적인 움직임의 속도와 패턴을 반영하는 데에도 한계가 있었다(김윤정, 2013). 따라서 본 연구는 개별화된 PSE가 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 즉각적인 영향을 고찰하고자 하며 PSE의 음악적 요소를 구체적으로 분석하기 위해 단순한 리듬 자극과 비교하고자 한다. 리듬은 음악의 가장 기본적인 요소로서(Thaut, 2005) 신체 움직임에 적절한 시간적 신호를 제공하고 반복적인 동작과 동조화를 일으키며 능률적인 신체 반응을 유도하는 데에 사용된다(Paltseve & Elnor, 1967; Rossignol & Melvill Jones, 1967; Thaut, 1988). 이러한 리듬의 속성은 감각운동 기능 회복을 위한 재활훈련에 적용되고 있으며 상지 운동 기능 향상

에도 효과가 있음이 선행연구를 통해 밝혀졌다(Malcom, Massie, & Thaut, 2009). 이에 따라 본 연구에서는 PSE 음악과 단순한 리듬 자극을 종속변인으로 하여 실험을 구성하였고 뇌졸중 환자의 상지 기능 평가 항목인 관절가동범위와 장악력을 바탕으로 그 기능의 변화를 알아보고자 한다(Heller et al., 1987; Kwakkel, Lollen, & Wagenaar, 1999; Sunderland, Tinson, Bradley, & Langton-Hewer, 1989). 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

연구문제

1. 뇌졸중 환자의 상지 ROM은 PSE 시행 여부에 따라 사전·사후에 차이가 있는가?
2. 뇌졸중 환자의 장악력은 PSE 시행 여부에 따라 사전·사후에 차이가 있는가?
3. 뇌졸중 환자의 상지 ROM은 제공되는 PSE와 단순 리듬 자극에 따라 차이가 있는가?
4. 뇌졸중 환자의 장악력은 제공되는 PSE와 단순 리듬 자극에 따라 차이가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 PSE의 즉각적인 운동 효과를 연구하기 위한 실험연구이며 서울시와 수원시 소재의 재활병원에서 재활 의학과 전문의의 의뢰를 받아 진행되었다. 모집된 본 연구의 참여자 기준은 다음과 같다.

- 가. 발병한 지 6개월 이상 된 편마비 뇌졸중 환자
- 나. 어깨의 굴곡과 외전이 20도 이상 가능하고 손목과 손가락의 굴곡과 신전이 각기 15도 이상 가능한 자
- 다. 청력에 장애가 없는 환자
- 라. 연구자의 지시를 따르는데 인지적인 어려움이 없는 자

2. 연구 도구

본 연구의 평가 도구는 상지 ROM 측정을 위한 각도계(Goniometer)와 장악력 측정을 위한 악력계(Hand Dynamometer)이다. 각도계는 Baseline Hires 360 Degree Clear Plastic Goniometer를 사용하였고, 악력계는 SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer를 사용하였다.

1) 상지 ROM

연구 참여자의 상지 ROM은 각도계(Goniometer)를 사용하여 측정하였는데, 이는 각도의 눈금이 표시되어 있는 각도기와 회전축, 그리고 고정팔과 운동팔로 구성되어있다(이한석, 배주한, 백지영, 오혜원, 이선명, 2010). 각도계는 180°의 반원형과 360°의 원형이 있고 금속 재질과 플라스틱의 재질이 있으며 다양한 관절 크기에 맞추어 사용할 수 있도록 여러 가지 크기와 형태가 있다(이한석 외, 2010; 조성연, 이원재, 김용수, 손진수, 배영대, 2011). 본 실험에서는 360° 원형의 플라스틱 각도계를 사용하였고 어깨관절은 12인치, 손목 관절은 6인치의 각도계를 사용하였다.

(1) 측정 동작

본 실험에서는 환자가 다른 사람의 도움 없이 자신의 힘만을 사용하는 능동관절가동범위(AROM, Active Range of Motion)를 측정하였으며 총 6가지의 동작, 즉 어깨관절의 굴곡과 외전, 아래팔의 회내와 회외, 그리고 손목의 굴곡과 신전의 ROM을 측정하였다. 본 연구에서 사용한 ROM의 측정방법은 다음과 같다(〈표 1〉 참조).

(2) 측정자내 · 측정자간 신뢰도

실험자는 관절가동범위 측정에 대한 신뢰도 확보를 위해 전문가의 교육을 받은 후 측정자내 측정자간 신뢰도 검사를 실시하였다. 측정자내 측정자간 신뢰도 검사는 뇌손상 환자 한명을 대상으로 어깨 굴곡 및 외전, 아래팔 회내 및 회외, 손목 굴곡 및 신전의 관절가동범위를 측정하는 방법으로 진행되었으며 실험자는 시간의 차이를 두고 2회, 전문가는 1회 측정을 실시하였다. 신뢰도 검사 결과 측정자내 관절가동범위는 $r = .999$, 측정자 간 관절가동범위는 $r = 1.000$ 로 ROM 측정에 대한 신뢰도가 확보되었다.

2) 장악력

연구 참여자들의 장악력은 악력계(Hand Dynamometer)를 사용하여 측정하였다. 악력계의 손잡이는 쥐는 폭을 조절할 수 있도록 구성되어 있으며 넓은 폭을 사용하면 외재근이, 좁은 폭을 사용하면 내재근이 주로 관여되는데 보통 후자의 방법을 사용하며(이한석 외, 2010) 본 연구에서도 후자의 방법을 사용하여 장악력을 측정하였다. 악력계에는 두 가지 측정 기준인 pound(0-200lb)와 kilogram(0-90kg) 모두 표시되어 있으며 본 연구에서는 pound 기준을 사용하여 악력을 측정하였다. 악력계는 타당도와 신뢰도가 있고 연령별 표준기준이 있는 검증된 평가도구이며 측정 시 자세의 영향을 크게 받기 때문에 표준화된 자세를 유지하는 것이 중요하다(이한석 외, 2010). 악력계를 사용한 장악력 측정 방법은 다음과 같다(〈표 2〉 참조).

〈표 1〉 상지 관절가동범위 측정 방법

동작	측정방법	
어 깨	굴곡 (flexion)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 상완을 중립한 상태로 몸통에 모음하여 앉는다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 쪽 어깨 옆에 선다. 측은 상완 외측면 봉우리돌기의 아래 상완골두 중앙에 댄다. 고정막대는 상체와 평행이 되게 한다. 이동막대는 위팔뼈와 평행이 되게 하여 움직인 각도를 측정한다.
	외전 (abduction)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 상완을 가쪽돌림, 모음하여 앉는다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 쪽 어깨 뒤에 선다. 측은 어깨 뒷면의 봉우리돌기에 두고 고정막대는 상체와 평행하게 놓는다. 이동막대는 위팔뼈와 평행이 되게 하여 움직인 각도를 측정한다.
아 래 팔	회내 (pronation)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 참여자는 연필을 권 후 허리를 곧게 펴고 앉아 상완과 아래팔은 중립, 주관절은 90° 굴곡한 자세를 취한다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 팔 쪽 앞에 마주보고 선다. 측은 3번째 손 허리뼈 머리끝에 대고 Goniometer를 연필과 평행하게 놓는다. 손바닥이 아래를 향하도록 참여자의 아래팔을 회전시킨 후 이동막대와 연필이 평행이 되게 하여 각도를 측정한다.
	회외 (supination)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 참여자는 연필을 권 후 허리를 곧게 펴고 앉아 상완과 아래팔은 중립, 주관절은 90° 굴곡한 자세를 취한다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 팔 쪽에 앞에 마주보고 선다. 측은 3번째 손 허리뼈 머리끝에 대고 Goniometer를 연필과 평행하게 놓는다. 손바닥이 위를 향하도록 참여자의 아래팔을 회전시킨 후 이동막대와 연필이 평행이 되게 하여 각도를 측정한다.
손 목	굴곡 (flexion)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 손바닥이 위를 향하게 한 후 상완은 중립, 주관절은 90° 굴곡한 자세로 앉는다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 쪽 손목 옆에 선다. 측은 노뼈붓돌기 말단부에 고정시키고, 이동막대는 집게손가락과 평행, 고정막대는 노뼈와 평행하게 한 후 측정한다.
	신전 (extension)	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 손바닥이 아래를 향하게 한 후 상완은 중립, 주관절은 90° 굴곡한 자세로 앉는다. • 측정방법: 연구자는 참여자의 검사하고자 하는 쪽 손목 옆에 선다. 측은 자뼈붓돌기 아래쪽의 손목에 고정시키고, 이동막대는 집게손가락 손 허리뼈와 평행, 고정막대는 자뼈와 평행하게 한 후 측정한다.

〈표 2〉 장악력 측정 방법과 적용활동

동작	측정 방법
장악력	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 자세: 의자에 앉은 후 발이 땅에 닿게 하고 등받이에 허리를 기대지 않는다. 어깨관절은 모음시키고 주관절은 90° 굴곡, 아래팔은 중립한 자세를 취한다. • 측정방법: 최대의 힘으로 악력계를 쥐도록 지시한 뒤 눈금의 변화를 본다.

3. 연구절차

1) 연구 기간 및 장소

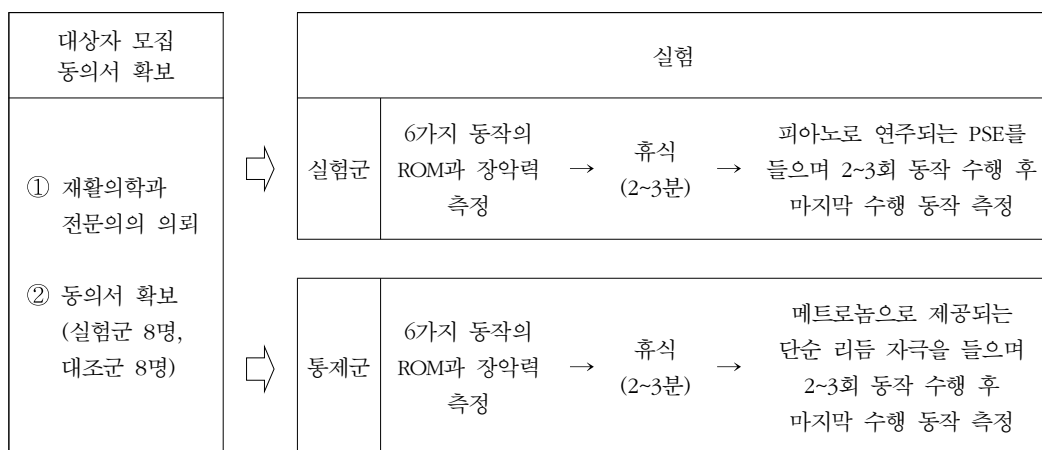
본 연구는 서울시와 수원시 소재의 재활병원에서 2013년 10월 17일부터 2013년 11월 29일까지 진행되었다. 실험은 개별세션 형태로 20분간 진행되었으며, 측정값의 정확한 경향을 파악하기 위해 3일 간격으로 총 2회 실시되었다. 각 실험마다 음악 없이 6가지 동작의 ROM과 장악력을 측정한 후, 동일한 동작을 음악을 들으며 재 측정하는 순서로 진행되었다. 실험 장소는 각 병원 내의 독립적인 공간에서 진행되었다.

2) 대상자 구성

대상자는 참여할 연구에 대해 충분한 설명을 들은 후 참여에 동의하였으며 의뢰된 순서대로 홀수는 실험군, 짝수는 대조군으로 무작위 배치하였다. 두 집단의 동질성 확보를 위해 간이 정신 상태 검사(MMSE, Mini Mental State Examination)와 일상생활동작(ADL, Activities of Daily Living) 평가를 실시하였다. 실험군은 음악 자극 없이 6가지 동작의 ROM과 장악력을 측정한 후 피아노로 연주되는 PSE를 들으며 같은 동작을 수행하였고 대조군은 음악 자극 없이 6가지 동작의 ROM과 장악력을 측정한 후 메트로놈 비트의 단순 리듬 자극을 들으며 같은 동작을 수행하였다.

3) 연구 설계

본 연구의 절차는 다음과 같다(〈그림 1〉 참조).



〈그림 1〉 연구 절차

(1) 실험군: 패턴화된 감각 증진(PSE) 기법 적용

PSE는 6가지 동작과 장악력 활동 적용을 위하여 음의 높낮이, 연속성, 지속시간, 화성, 빠르기, 박자, 음량, 주법(아티큘레이션) 등 음악의 다양한 요소를 복합적으로 사용하여 패턴을 만들어 피아노 실연으로 제공되었다. 실험 진행 시 환자의 동작 속도와 범위에 따라 제공되는 음악의 템포와 음폭의 범위를 조정하였으나 음형, 다이내믹, 리듬, 텍스처, 아티큘레이션 등 기본적인 틀은 모든 환자에게 동일하게 사용되었다.

(ㄱ) 어깨 굴곡 및 외전 PSE

어깨 굴곡 및 외전 PSE음악은 팔의 최대 관절가동범위를 유도하기 위해 사용된 음악으로 팔을 올리는 동작에는 상향 멜로디를, 팔을 떨어뜨리는 동작에는 큰 도약의 하행 멜로디를 사용하였다. 또한 팔을 최대범위로 올리도록 유도하고 이 때 나타나는 긴장감과 상승감을 표현하기 위해 크레센도와 증화음을 사용하였으며 팔을 들어 올린 후 유지하는 동작을 표현하기 위해 연타 화음을 사용하였다(〈그림 2〉 참조).

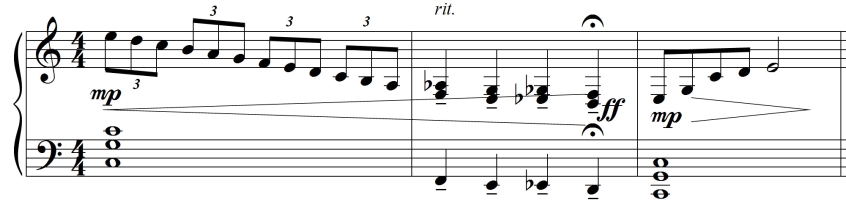


〈그림 2〉 어깨 굴곡 및 외전 PSE

(ㄴ) 아래팔 ROM 향상 PSE

㉠ 아래팔 회내 ROM 향상 음악

아래팔 회내 ROM 향상 음악은 아래팔 회내 관절가동범위의 최대치를 유도하기 위해 사용된 음악으로 아래팔을 회내 방향으로 움직인 후 제자리로 돌아오는 동작에 적용하였다. 멜로디는 손바닥이 아래 방향으로 내려가는 움직임의 방향을 따라 하강하는 연속된 음정을 사용하였고 최대 가동범위를 유도할 때 나타나는 신체의 긴장감을 표현하기 위해 점점 소리가 커지는 강도의 변화와 화음의 순차적인 변화를 사용하였다(〈그림 3〉 참조).



〈그림 3〉 아래팔 회내 PSE

㉠ 아래팔 회외 ROM 향상 음악

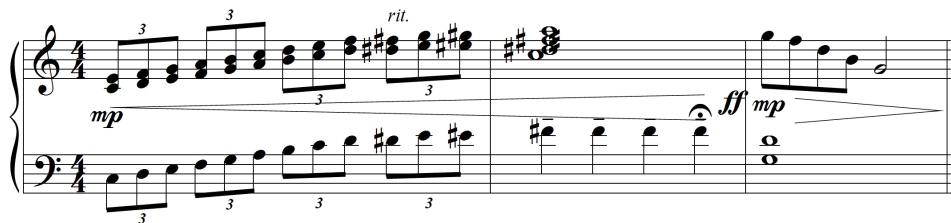
아래팔 회외 ROM 향상 음악은 아래팔 회외 관절가동범위의 최대치를 유도하기 위해 사용된 음악으로 아래팔을 회외 방향으로 움직인 후 제자리로 돌아오는 동작에 적용하였다. 멜로디는 손바닥이 위를 향하도록 움직이는 방향에 따라 상승하는 연속된 음정을 사용하였고 최대가동범위를 유도할 때 나타나는 신체의 긴장감을 표현하기 위해 크레센도와 화성의 순차적인 변화를 사용하였다(〈그림 4〉 참조).



〈그림 4〉 아래팔 회외 PSE

㉡ 손목 굴곡 및 신전 ROM 향상 음악

손목 굴곡 및 신전 ROM 향상 음악은 손목의 굴곡과 신전의 최대 관절가동범위를 유도하기 위해 사용한 음악으로 동작 수행 시 손바닥(굴곡)과 손등(신전)이 위로 올라가는 방향을 표현하기 위해 상승하는 멜로디를 사용하였다. 또한 최대범위로 동작을 유도하기 위해 점점 강해지는 다이내믹을 사용하였으며 최대 범위를 유도할 때 나타나는 신체의 긴장감을 표현하기 위해 불협화음과 트레몰로를 사용하였다(〈그림 5〉).



〈그림 5〉 손목 굴곡 및 신전 PSE

(ㄷ) 장악력 향상 PSE

장악력 PSE 음악은 환자가 악력계(Hand Dynamometer)를 최대한 강하게 쥐도록 유도하기 위해 점점 더 강하게 쥐는 동작에 적용한 음악이다. 힘을 줄 때 신체에 나타나는 긴장감은 소리의 세기가 점점 강해지는 강도의 변화와 단계적으로 불협화음이 되는 화성의 진행으로 구성되어 긴장감을 상승하도록 표현하였다(〈그림 6〉 참조).



〈그림 6〉 장악력 PSE

(2) 대조군: 메트로놈으로 제공되는 단순 리듬 자극 적용

대조군은 6가지 동작과 장악력 활동에 메트로놈을 사용하여 규칙적이고 지속적인 리듬을 동작에 따라 제공하였다. 이 실험은 음악 자극 없이 ROM과 장악력을 측정하고 잠깐의 휴식을 취한 후 메트로놈을 들으며 같은 동작을 수행하는 순서대로 진행하였다. 휴식 후의 수행한 모든 동작은 메트로놈을 들으며 진행되었고 2~3회 연습한 후 마지막으로 수행한 동작의 값을 측정하여 기록하였다. 각 환자에게 적용된 메트로놈의 속도는 음악 없이 동작을 수행했던 처음 움직임의 속도를 바탕으로 환자가 편안함을 느낄 수 있는 속도로 조정하여 진행하였다.

4. 자료분석방법

본 연구의 분석은 실험군과 대조군이 각각 다르게 제공받은 음악 자극의 즉각적인 운동 효과를 알아보기 위해 음악 없이 측정한 상지 기능과 음악 자극이 있을 때 측정한 상지 기능의 값을 비교 분석하였다. 총 2회, 3일 간격으로 동일하게 실시한 실험 결과의 평균값으로 분석을 하여 측정된 값의 정확한 경향을 파악하고자 하였다. 통계는 연구 가설 검증의 통계적 유의미 확보와 참여자 수를 고려하여 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)을 사용하였고, 실험군과 대조군의 집단 간 순위 차이를 검증하기 위해서 맨 휘트니 U검증(Mann-Whitney U test)을 실시하였다.

IV. 연구결과

1. 대상자 특징

전체 연구대상자는 남자 6명과 여자 10명으로 총 16명이었다. 뇌졸중 발병기간은 최소 1개월에서 최대 59개월이며 인지기능 수준은 모두 MMSE 점수 24점 이상이었다. 본 연구의 실험군과 대조군의 전반적인 특징은 <표 3>과 같다.

<표 3> 집단별 대상자 특징

대상자	성별	나이	뇌졸중 병변	발병기간	환측	MMSE	ADL	
실험군	1	여	44	경막하 출혈	14개월	R	24	83
	2	남	68	지주막하 출혈	8개월	L	28	77
	3	여	47	대뇌 경색	6개월	L	29	47
	4	여	76	시상 뇌출혈	10개월	R	25	39
	5	여	72	대뇌 경색	4개월	L	29	66
	6	남	70	대뇌 경색	2개월	L	30	62
	7	여	43	대뇌 경색	1개월	L	30	44
	8	남	30	뇌출혈	9개월	L	30	76
대조군	1	남	64	경막상출혈	16개월	R	30	72
	2	여	52	뇌출혈	24개월	L	30	83
	3	남	70	대뇌 경색	1개월	L	28	62
	4	여	43	대뇌 경색	9개월	L	30	44
	5	남	30	뇌출혈	59개월	L	30	76
	6	여	66	지주막하 출혈	18개월	R	29	74
	7	여	59	뇌출혈	10개월	L	29	51
	8	여	38	소뇌 경색	24개월	L	30	51

2. 대상자의 동질성 검정

본 연구에 참여한 16명의 환자는 8명씩 각각 실험군과 대조군으로 배치되었으며 모집단의 수가 적은 것($n=8$)을 고려하여 비모수 검정의 독립 2-표본으로 두 집단의 동질성을 검증하였다.

검증 결과 집단 사이의 유의미한 차이가 나지 않았으므로 두 집단의 동질성이 확보되었다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 대상자 동질성 검정

구분	실험군(n=8)	대조군(n=8)	p
나이(세)	56.25	52.75	.430
MMSE(점)	27.87	29.5	.076
ADL(점)	61.75	64.12	.833
어깨 굴곡 ROM(°)	120.33	139.37	.208
어깨 외전 ROM(°)	114.45	121.75	.834
아래팔 회내 ROM(°)	63.09	64.54	.816
아래팔 회외 ROM(°)	87.14	78.7	.794
손목 굴곡 ROM(°)	37.71	38.45	.817
손목 신전 ROM(°)	40	36.2	.817
장악력(pound)	28.58	21.2	.600

p < .05

3. PSE에 따른 상지 ROM과 장악력의 즉각적인 변화

본 실험은 PSE가 없을 때 측정된 상지 기능(ROM, 장악력)과 PSE 음악이 제공되었을 때 측정된 상지 기능의 값을 사전·사후 비교분석 한 결과 PSE를 제공받은 실험군에서 장악력을 제외한 모든 동작의 ROM에서 통계학적으로 유의미한 변화가 나타났으며(p < .05), 단순리듬자극을 제공받은 대조군에서는 유의미한 변화가 나타나지 않았다(〈표 5〉 참조). 통계는 두 집단에 배치된 모집단 수가 적은 것(n=8)을 고려하여 비모수 검정의 대응 2-표본 검정(Wilcoxon 부호순위검정)을 사용하여 분석하였다.

관절가동범위(ROM)의 평균값을 비교해 보았을 때 어깨굴곡 및 외전 ROM의 경우 실험군에서 많은 향상이 관찰된 반면 대조군의 경우 다소 감소하는 경향을 보였다. 또한 실험군의 아래팔 회내 평균값이 증가하는 것에 비해 대조군은 약간의 감소를 보였으며, 아래팔 회외의 경우 두 집단 모두 거의 변화를 나타내지 않았다. 이와 달리 손목의 경우 실험군의 평균값 증가가 굴곡과 신전 두 동작에서 모두 나타났으며, 대조군은 큰 변화를 보이지 않았다.

〈표 5〉 실험군과 대조군의 ROM 측정 사전 사후 평균값 비교

구분	실험군($n=8$)		p	대조군($n=8$)		p
	사전 M (SD)	사후 M (SD)		사전 M (SD)	사후 M (SD)	
어깨 굴곡 ROM($^{\circ}$)	120.75 (32.64)	131.06 (33.60)	.005*	135.94 (28.87)	130.88 (29.44)	.051
어깨 외전 ROM($^{\circ}$)	116.31 (36.59)	125.75 (35.44)	.025*	119.69 (32.32)	118.75 (34.33)	.753
아래팔 회내 ROM($^{\circ}$)	64.93 (19.37)	71.50 (14.05)	.003*	61.94 (23.26)	60.31 (24.73)	.387
아래팔 회외 ROM($^{\circ}$)	88.36 (3.54)	88.93 (2.89)	.336	77.63 (28.93)	77.00 (28.20)	.705
손목 굴곡 ROM($^{\circ}$)	41.43 (11.56)	52.50 (10.52)	.007*	35.56 (13.44)	36.75 (12088)	.248
손목 신전 ROM($^{\circ}$)	43.00 (13.13)	51.79 (13.58)	.003*	33.69 (19.03)	36.00 (19.55)	.070
장악력(pound)	28.94 (26.11)	28.94 (25.74)	.729	21.63 (20.69)	20.59 (18.28)	.422

* $p < .05$

4. 즉각적인 변화량에 대한 두 집단의 차이

즉각적인 변화량에 대한 두 집단의 비교는 집단별로 각각 다르게 제공된 음악 자극에 따라 즉각적인 운동 효과의 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 시행되었으며 음악이 주어졌을 때 측정된 상지 기능과 음악이 주어지지 않았을 때 측정된 상지 기능 값의 차이를 비교하여 집단 간의 유의확률을 구하였다. 집단 간 차이를 검증하기 위해서 비모수 검정의 맨 휘트니 U검증(Mann-Whitney U test)을 실시하였다. 분석 결과, 음악 제공에 따른 상지 기능의 즉각적인 변화량은 실험군이 대조군에 비해 높게 나타났다. 아래팔 회외 ROM과 장악력을 제외한 실험군의 모든 ROM은 PSE가 제공되었을 때가 메트로놈의 단순 리듬이 제공되었을 때보다 더 큰 최대범위가 유도되는 것으로 검증되었다(〈표 6〉 참조).

〈표 6〉 ROM의 즉각적인 변화량과 집단 간 유의확률

구분	집단	평균순위	순위합	U	Z
어깨굴곡	실험군	22.78	364.50	27.50	-3.793*
	대조군	10.22	163.50		
어깨외전	실험군	21.47	345.50	48.50	-3.005*
	대조군	11.53	184.50		
아래팔 회내	실험군	21.31	341.00	51.00	-2.937*
	대조군	11.69	187.00		
아래팔 회외	실험군	17.72	283.50	108.50	-0.927
	대조군	15.28	244.50		
손목 굴곡	실험군	20.16	322.50	69.50	-2.210*
	대조군	12.84	205.50		
손목 신전	실험군	12.63	20.00	72.00	-2.129*
	대조군	13.00	208.00		
장악력	실험군	17.94	287.00	105.00	-0.874
	대조군	15.06	241.00		

* $p < .05$

V. 결론 및 제언

본 연구는 패턴화된 감각 증진(PSE) 기법이 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 즉각적인 운동 효과를 알아보기 위해 실시되었다. 상지 기능의 운동 변화를 살펴보기 위해 실험군은 PSE를, 대조군은 메트로놈의 단순 리듬 자극을 제공하여 비교·분석한 결과, PSE를 적용 시 뇌졸중 환자의 상지 ROM 향상에 즉각적인 개선이 있음을 확인하였다. 본 실험에서 가장 많이 사용된 음악적 요소는 공간적 신호이며 움직임의 방향에 따라 상행 또는 하행하는 멜로디를 사용하였고 최대범위를 유도하기 위해 각 환자의 기능에 따라 음역대의 길이와 범위를 확장시켰다. 이러한 음악적 요소들은 뇌졸중 환자의 상지 기능 ROM 확장에 즉각적인 영향을 주었는데 이는 게슈탈트 원리를 바탕으로 만든 음악의 다양한 패턴이 운동 패턴과 연결될 수 있음을 보여주며 동작과 청각 자극의 동조화를 통한 뒤먹임-앞먹임(Feedback-Feedforward) 원리가 적용된 것으로 설명될 수 있다. 따라서 뇌손상 환자의 동작 훈련 시 치료 목적에 따라 더 큰 ROM을 유도할 때 공간적

신호를 적용한 PSE의 사용은 즉각적인 운동 효과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

단순 리듬 자극과의 비교해볼 때 PSE가 더 큰 움직임의 변화를 유도하는 것이 확인되었는데, 이는 상지의 움직임은 하지와 달리 양측의 규칙적인 움직임을 요구하지 않기 때문에(강지연, 2002) 규칙적인 리듬 자극보다는 다양한 패턴을 만들 수 있는 PSE가 더 효과적으로 적용될 수 있기 때문이다. PSE는 동작을 시작하고 마치는 시점과 최대 범위의 목표를 음악적 패턴으로 제공할 수 있으며 환자의 기능에 따라 즉흥적으로 음악적 요소를 변주할 수 있는 장점을 가지고 있다. 반면 지속적이고 일정하게 제공되는 리듬은 동작을 언제 시작하고 언제까지 움직이며 언제 마쳐야 하는지 등에 대한 타이밍 큐를 청각적 패턴으로 제공하기 어려우며 상승감을 유도하기 위한 공간적 신호가 부재되어 있다. 반면에 다른 선행연구에 따르면 리듬 자극은 뇌졸중 상지 기능 동작의 시간과 속도를 향상시킬 뿐만 아니라 불필요한 보상적 움직임을 감소시키는 데에 효과가 있었는데(Malcom, Massie, & Thaut, 2009), 이는 리듬의 시간적 요소가 ROM 향상 보다는 동작 수행 필요한 효율적 궤적 형성에 도움을 준 것으로 해석된다. 따라서 유도하고자 하는 신체 운동의 목표와 음악적 요소가 밀접한 연관성을 가질 때 효과적으로 나타난다는 것을 확인할 수 있다.

상지의 다른 관절부위에 비해 아래팔 회외 ROM과 장악력의 경우 집단간 차이가 없거나 감소하는 경향을 보였는데, 이는 이전의 회복과정에서 개인별 최대범위까지의 움직임에 대한 훈련이 이루어져 일종의 천장효과(ceiling effect)가 나타난 것으로 판단된다. 또한 장악력의 경우 동적인 움직임 보다는 정적인 상태에서의 근력의 변화에 맞추어진 움직임으로 다른 상지의 관절가동범위에 비해 상대적으로 큰 변화가 유도되지 않은 것으로 사료된다. 특히 수행을 거듭할수록 장악력 생성을 위한 힘이 줄어든 것도 변화 감소의 요인으로 설명될 수 있다. 따라서 최대 장악력을 향상시키기 위한 PSE는 순간의 움켜지는 힘을 강조할 수 있도록 음량, 화성, 악센트, 리듬의 하위분할, 텍스처 등을 활용한 힘의 신호가 충분히 고려하여야 할 것으로 판단된다.

결론적으로 PSE 기법이 뇌손상 환자의 신체 기능에 미치는 영향을 보다 구체적이고 폭넓게 제시할 필요가 있으며 즉각적인 효과를 바탕으로 단·장기적인 효과의 입증까지 필요하다. PSE 적용 중재연구의 경우 개별세션과 그룹세션 시 개인별 기능수준 차이로 인한 제한점이 있기 때문에 효과적인 그룹세션 적용을 위한 음악요소 활용의 체계적인 연구가 요구된다. 후속연구에서는 PSE의 적용 범위에 대한 음악요소별 체계적인 기초연구가 요구되며, 운동재활이 필요한 다양한 신체 범위로의 확장이 필요하다.

참 고 문 헌

- 강지연 (2002). 자기효능을 이용한 건축 억제 유도운동이 편마비환자의 상지 기능에 미치는 효과. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 고병우, 박대성, 송원경, 이정수, 김종배 (2013). 편마비 장애인의 앉기-서기 동작 시 워커가 비대칭적 체중지지에 미치는 영향. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 1153-1154.
- 김윤정 (2013). 패턴화된 감각 증진(Patterned Sensory Enhancement) 기법이 뇌졸중 편마비 환자의 상지 기능 향상에 미치는 영향. 성신여자대학교 석사학위 청구논문.
- 김종만 (2011). **물리치료사와 작업치료를 위한 임상신경학**. 서울: 정담미디어.
- 김진섭, 김정, 이지연, 박진현, 전덕훈, 최윤희 (2010). 뇌졸중 환자의 상지 재활 치료에 있어서 건축 억제 유도 기법의 적용 가능성. **재활과학연구**, 28(1), 19-25.
- 김환희, 김경미, 장문영 (2012). 뇌졸중 환자의 상지 기능 회복을 위한 중재에 대한 체계적 고찰. **대한작업치료학회지**, 20(1), 129-145.
- 박창일, 문재호 (2012). **재활의학**. 서울: 한미의학.
- 이한석, 배주한, 백지영, 오혜원, 이선명 (2010). **임상작업치료 평가**. 서울: 계축문화사.
- 조성연, 이원재, 김용수, 손진수, 배영대 (2011). **운동재활치료**. 서울: 대경북스.
- 최서연 (2008). 패턴화된 감각 향상 기법의 음악활동이 뇌졸중 환자의 상지 관절 가동범위에 미치는 효과. 숙명여자대학교 석사학위 청구논문.
- 한송이 (2011). 치료적 악기연주 적용이 경직형 뇌성마비 아동의 우세손기능에 미치는 효과. **음악치료교육연구**, 8(1), 1-16.
- 홍명선 (2011). 재가 뇌졸중 환자를 위한 패턴화된 감각향상(PSE) 상지운동 프로그램의 개발 및 효과. **지역사회간호학회지**, 22(2), 192-203.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2004). **뇌졸중 재활** (이인희, 김선희 역). 서울: 범문사. (원저 2004 출판).
- Clark, I. N., Baker, F., & Taylor, N. F. (2012). The effects of live patterned sensory enhancement on group exercise participation and mood in older adults in rehabilitation. *Journal of Music Therapy*, 49(2), 180-204.
- Heller, A, Wade, D. T., Wood, V. A., Sunderland, A., Hewer, R. L., & Ward, E. (1987). Arm function after stroke: Measurement and recovery over the first three months. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 50, 714-719.
- Hill, V., Dunn, L., Dunning, K., & Page, S. J. (2011). A pilot study of rhythm and timing training as a supplement to occupational therapy in stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(6), 728-737.

- Jeong, E. J. (2013). A rationale for instrumental music playing for upper extremity rehabilitation in subacute stroke. *Journal of Music and Human Behavior, 10*(1), 1-23.
- Kwakkel, G., Lollen, G. B., & Wagenaar, R. C. (1999). Therapy impact on functional recovery in stroke rehabilitation: A critical review of the literature. *Physiotherapy, 13*, 457-470.
- Malcolm, M. P., Massie, C., & Thaut, M. (2009). Rhythmic auditory-motor entrainment improves hemiparetic arm kinematics during reaching movements: A pilot study. *Topics in Stroke Rehabilitation, 16*(1), 69-79.
- Morris, J. H., Van Wijck, F., Joice, S., Ogston, S. A., Cole I., & MacWalter, R. S. (2008). A comparison of lateral and unilateral upper-limb task training in early poststroke rehabilitation: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 89*(7), 1237-1245.
- O'Konski, M., Bane, C., Hettinga, J., & Krull, K. (2010). Comparative effectiveness of exercise with patterned sensory enhanced music and background music for long-term care residents. *Journal of Music Therapy, 47*(2), 120-136.
- Paltseve, Y. I., & Elner, A. M. (1967). Change in functional state of the segmental apparatus of the spinal cord under the influence of sound stimuli and its role in voluntary movement. *Biophysics, 12*, 1219-1226.
- Rossignol, S., & Melvill Jones, G. (1967). Audio-spinal influence in man studied by the H-reflex and its possible role on rhythmic movements synchronized to sound. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 41*, 83-92.
- Schneider, S., Münte, T., Rodrigues-Fornells, A., Sailer, M., & Altenmüller, E. (2010). Music-supported training is more efficient than functional motor training for recovery of fine motor skills in stroke patients. *Music Perception, 27*(4), 271-280.
- Schneider, S., Schönle, P. W., Altenmüller, E., & Münte, T. F. (2007). Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *Journal of Neurology, 254*, 1339-1346.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2006). *Motor control: Translating research into clinical practice* (3rd ed.). Philadelphia: Williams & Wilkins.
- Sunderland, A., Tinson, D. J., Bradley, L., & Langton-Hewer, R. L. (1989). Arm function after stroke: an evaluation of grip strength as a measure of recovery and prognostic indicator. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 52*, 1267-1272.
- Thaut, M. H. (1988). Rhythmic intervention techniques in music therapy with gross motor

- dysfunction. *Arts in Psychotherapy*, 15, 127-137.
- Thaut, M. H. (2005). *Rhythm, music, and the brain*. New York: Routledge.
- Yoo, J. (2009). The role of therapeutic instrumental music performance in hemiparetic arm rehabilitation. *Music Therapy Perspectives*, 27(1), 16-24.
- Van Delden, A. L., Peper, C. L., Harlaar, J., Daffershofer, A., Zijp, N. I., Nienhuys, K., ... Beek, P. J. (2009). Comparing unilateral and bilateral upper limb training: The ULTRA-stroke program design. *BMC Neurology*, 9, 57.
- Wang, T. H., Peng, Y. C., Chen, Y. L., Lu, T. W., Liao, H. F., Tang, P. F., & Shieh, J. Y. (2013). A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(8), 684-694.
- Whitall, J., McCombe W. S., Silver, K. H. C., & Macko, R. F. (2000). Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*, 31, 2390-2395.

- 게재신청일: 2014. 04. 10.
- 수정투고일: 2014. 05. 20.
- 게재확정일: 2014. 05. 27.