

## 국내 리듬청각자극(RAS) 기법 활용 연구 분석: 음악치료와 물리치료 비교를 중심으로

이지연\*

본 연구는 국내 음악치료 및 물리치료 분야에서 리듬청각자극(RAS)을 적용하여 수행된 연구를 비교 분석하였다. 이를 위해 1999년부터 2018년 11월까지 발표된 학위 논문과 학술지 게재 연구 중 RAS 및 보행기능 관련 주제어를 검색하여 기준에 부합한 45개의 연구를 선정하였고, 세부중재방법과 리듬 자극의 유형, 기술된 치료 원리의 측면에서 분석하였다. 분석 결과, 두 영역에서의 연구 모두 일정한 간격의 리듬을 핵심적인 치료 자극으로 사용하고 RAS의 기본 절차를 따른 점에서는 공통적이었지만, 목표기능이나 구체적인 리듬제공방법에 있어서는 차이가 있었다. 음악치료 연구에서는 모두 보행기능이 목표 변인이었던 데 비해, 물리치료 연구에서는 균형이나 근력, 고유수용성감각 등 관련 신체기능이 목표에 포함되었다. 또한 음악치료 연구에서는 다양한 요소를 포함한 '음악'이 리듬자극으로 활용된 반면, 물리치료 연구에서는 메트로놈을 리듬자극으로 활용한 연구가 음악을 활용한 연구보다 많았다. RAS 원리와 관련하여 단순한 기법 설명 외에 동조화와 같이 치료의 원리가 충분히 기술된 연구는 물리치료보다는 음악치료 분야에서 많이 확인되었다. 이러한 결과는 음악치료 연구에서는 리듬과 더불어 음악의 다양한 요소가 보행에 미칠 수 있는 영향이 고려되어 음악의 역할이 적극적으로 활용된 반면, 물리치료 연구에서는 보행에 영향을 미치는 다양한 신체기능에 대한 개입이 포함된 경향이 있음을 보여준다. 두 가지 측면 모두 재활에 있어 중요한 부분임을 고려할 때, 본 연구는 다학제간 연구를 기반으로 한 RAS 연구의 기법의 확장 적용에 대한 시사점을 제시한다고 할 수 있다.

핵심어: 리듬청각자극, 신경학적 음악치료, 물리치료, 보행훈련, 중재분석

\*주저자 및 교신저자: 경기도파주의료원, 물리치료사 및 음악중재전문가(KCMT) (sangvitamin@naver.com)

## I. 서론

1990년대 이후 음악이 뇌에 미치는 영향을 확인하는 연구가 활발하게 이루어짐에 따라 신경학적 손상 환자들의 기능재활을 위한 신경학적 음악치료(Neurologic Music Therapy, 이하 NMT)의 토대가 마련되었고, NMT 기법의 근거를 확인하는 다양한 연구가 지속적으로 이루어져오고 있다(Thaut & Abiru, 2010). 신체재활을 위해 적용되는 NMT 기법 중 하나인 리듬청각자극(Rhythmic Auditory Stimulation, 이하 RAS)은 보행과 같은 반복적이고 리드미한 움직임에 적용되는 기법이다(Thaut, 2005). 이 기법은 청각-운동 동조화(auditory-motor synchronization)에 근거를 두고 있는데, 즉, 반복되는 외재적인 시간적 신호가 뇌줄기의 망상체(reticular formation)를 통해 대뇌피질과 척수로 동시에 보내지며 그물척수 신경로(reticulospinal tract)를 통해 하위운동신경원으로 이동하여 근육의 수축 속도를 조절함으로써 제공된 시간적 신호와 움직임 간의 동조화(entrainment)가 효과적으로 유도된다(Thaut, 2003). 이러한 동조화는 보행에 관여하는 운동 시스템의 작동을 촉진하고 규칙적인 시간 간격에 맞추어진 운동 신경의 활성화는 움직임 패턴의 최적화까지 유도하는 것으로 보고된다(Thaut, 2005).

이처럼 효율적인 신경시스템의 처리 과정에 관여하게 됨으로써 RAS 기법은 뇌신경계 손상 환자에게 효과적으로 적용되는 것으로 밝혀졌는데, 뇌졸중, 파킨슨 병, 외상성뇌손상, 뇌성마비 등으로 인해 저하된 보행 기능을 개선한 효과는 선행연구를 통해 지속적으로 보고되고 있다(Ghai, Ghai, Schmitz & Effenberg, 2018; Thaut, 2005; Yoo & Kim, 2016). 특히 RAS의 효과를 보다 과학적으로 제시하기 위해 보행의 효율성을 보여주는 시간적 지표에 있어서의 변화뿐만 아니라 3차원 보행분석 등을 활용하여 중재 효과를 운동학적 측면에서 분석하고자 하는 노력이 계속되어 왔다(Kim, Cho, Oh, & Kwak, 2010; Oh, Kim, Cho, & Kwak, 2010; Park, 2015). 이러한 경향은 RAS의 효과가 다각적으로 검증되어온 것을 보여주는 부분인 동시에, 기법 적용에 있어 음악치료 전문가 외에도 보행 기능의 이상을 유발하는 신경학적 손상 기제나 보행의 운동형상학적 지표 등을 과학적이고 체계적으로 평가하거나 개입할 수 있는 다양한 분야 전문가가 협력할 필요가 있음을 시사하는 부분이기도 하다.

뇌신경계 손상 환자의 운동 기능에 미치는 긍정적인 효과가 지속적으로 확인되면서 RAS 기법은 음악치료 분야 외 다른 분야에서도 활발하게 적용되어 왔다(Magee, Clark, Tamplin, & Bradt, 2017; Thaut & Abiru, 2010). 특히 신경학적 손상 환자의 운동 기능 장애를 중요하게 다루는 물리치료 영역에서 RAS 기법의 활용이 다양하게 이루어져 왔다. 물리치료 연구자들은 RAS, 즉 일정한 리듬자극을 통한 감각운동 훈련이 보행 장애를 가진 환자의 재활치료에 적용될 수 있는 가능성(Yoon & Kang, 2015)을 근거로 RAS를 활용한 중재 및 실험 연구를 다수 실행하였다(Cho, 2017; Park, Kim, & Kim, 2018; Song, Song, & Lee, 2018).

RAS 기법이 여러 학문 분야에서 적용되면서 각 학문 분야의 고유한 치료적 접근 방식으로 인한 차이 역시 발생하기 시작했다. 신경학적 음악치료 기법으로써 적용되는 RAS 기법의 경우 반복적 움직임에 일정한 간격의 리드미한 큐를 제공하여 피질하 시스템을 활성화하고 운동 중추의 손상에 대해 우회적으로 접근하는 것을 기본적인 치료 원리로 적용하고 있는데, 물리치료에서 보행 기능에 접근하는 방식은 증추신경계발달치료기법 등을 활용하여 근골격계에 직접적으로 개입한다는 점에서 기본적으로 차이가 있다. 또한 RAS 기법을 적용하는 주체가 물리치료사라는 점에서 세부 중재 절차나 리듬자극의 제공에 있어 차이가 생길 수밖에 없는데, 이러한 점이 어떤 차이를 가져왔는지에 대한 체계적인 분석이 지금까지는 이루어지지 않았다.

RAS 연구를 고찰한 선행연구를 살펴보면 RAS의 효과성과 적용 방식에 대해 제고하고 있을 수 있다. 뇌졸중 환자를 대상으로 RAS 기법을 적용한 중재연구를 분석한 문헌(Yoo & Kim, 2016)에서는 뇌졸중 회복 단계나 큐 유형에 따른 효과 차이를 살펴보고자 하였으며 국내 신경학적 손상환자 대상 음악 중재 연구를 분석한 문헌(Jeong, 2013)에서는 진단명을 기준으로 적용된 음악 중재 활동, 종속 변인 등에 차이가 있는지 살펴보았다. 해당 선행 연구에 포함된 연구는 RAS 기법을 적용한 연구를 포함함으로써 다양한 학문 분야에서 이루어진 연구가 통합적으로 분석된 경향이 있었다. 신경학적 음악치료의 고유한 기법인 RAS가 다른 분야에 적용되면서 어떠한 차이가 있는지에 대한 세부 분석은 이루어지지 않았다. RAS 연구가 적용 원리나 평가 방식에 있어 근본적으로 다학제적 성격을 가지고 있다는 점을 고려할 때 RAS 기법뿐만 아니라 신체 재활(보행 기능 향상) 전략에 있어 관여하고 있는 다양한 임상가 및 연구자의 실행 내용을 분석하는 시도는 전문가 간 소통을 위해 있어 중요한 부분인 공통의 목표를 바라보는 시각(Cooper, Carlisle, Gibbs, & Watkins, 2001; Repko & Szostak, 2016)이 현재 시점에서 어떠한 공통점 혹은 차이가 있는지를 보여줄 것이다. 또한 이러한 분석을 통해 추후 어떠한 합의나 논의가 필요한지를 제시할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 국내 신경재활 현장에서 RAS 기법을 적용한 연구를 고찰하고 연구자의 학문 배경, 즉 RAS 분야의 가장 많은 비중을 차지하는 음악치료와 물리치료 접근에 따라 RAS 기법이 적용된 양상에 있어 차이가 있는지 비교 분석하고자 하였다. 특히 기법이 적용된 절차나 리듬자극의 유형, 적용 원리 등에 초점을 두어 분석하고자 하였다. 이를 통해 뇌신경계 손상 환자의 신체 재활을 위한 RAS 적용에 있어 다학제적 접근(임상 및 연구)을 시도할 때 중재 체계 및 음악 적용이 어떻게 적절히 이루어져야 하는지에 대한 근거와 방향성을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

## II. 연구 방법

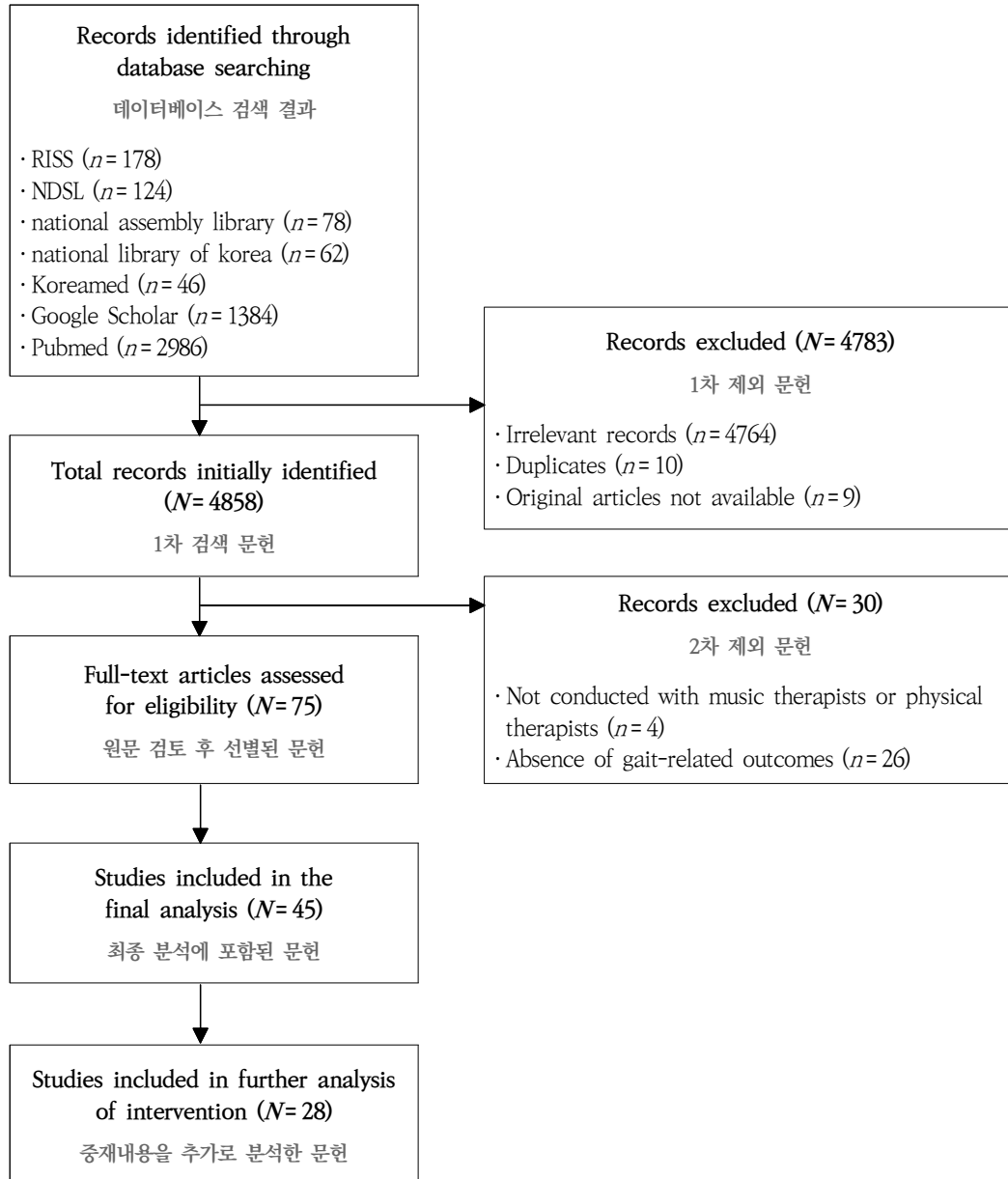
### 1. 자료 검색 방법 및 연구 포함 기준

본 연구에서는 전자데이터베이스를 활용하여 국내 RAS 기법을 적용한 연구를 검색하였다. 자료 수집에 활용한 데이터베이스는 Koreamed, 학술연구정보서비스(RISS), 국회도서관, 국가과학기술정보센터(NDSL), 국립중앙도서관, PubMed, Google Scholar이며 1999년부터 2018년 11월까지 발행된 연구를 검색하였다. 독립변인과 관련하여 '리듬', '리듬청각자극', '리드믹 큐', 종속변인과 관련하여 '보행', '균형', '근력' 등을 조합하여 검색하였다. 해외 학술지에 게재되었지만 국내 의료환경에서 시행된 연구는 국내 연구로 분류하여 본 연구의 분석 과정에 포함하였다. 연구자의 학문 배경은 각 연구에 기술된 주저자, 즉 제1 저자 혹은 교신저자가 소속된 학문 분야를 바탕으로 음악치료 혹은 물리치료로 분류하였다. 전자데이터베이스 검색 및 수기 검색을 통해 수집된 연구는 4858편으로 이 중 제목과 초록을 확인하여 관련이 없거나( $n=4764$ ) 중복으로 검색된 경우( $n=10$ ), 원문을 확인할 수 없는 경우( $n=9$ )를 1차 제외하였다. 이후 본문 내용을 확인하여 연구자의 학문 배경이 본 연구 기준에 부합하지 않는 경우( $n=4$ )와 RAS 기법을 활용하지 않거나 종속변인이 신체 기능이 아닌 경우( $n=26$ )를 배제하여 결과적으로 음악치료 분야 논문 12편, 물리치료 분야 논문 33편, 총 45편을 1차 분석하였다. 본 연구는 독립변인으로 RAS와 더불어 시각 자극도 적용된 연구를 1차 분석 범위에 포함하였으며 이 중 청각 자극만을 보행에 적용한 연구 28편의 중재 내용을 2차 세부 분석하였다. 논문 선정 과정은 <Figure 1>과 같다.

### 2. 분석 항목

#### 1) 연구의 전반적 특성

RAS 기법을 적용한 연구의 전반적 특성을 살펴보기 위해 1차 분석 범위에 포함된 연구의 출판년도, 연구방법 및 설계, 연구대상자 특성, 연구에서 설정된 종속변인 및 측정도구를 분석하였다. 연구방법의 경우 실험연구와 중재연구로 구분하였으며 연구설계의 하위분류는 전실험설계, 준실험설계, 진실험설계로 설정하고 각 설계 내 세부 방법에 따라 연구를 분류하였다. 각 연구에서 연구 대상자의 진단명, 연령, 성별에 대한 자료를 수집하였으며 특히 뇌졸중의 경우, 보다 세분화된 분석을 위해 대상자의 평균 발병 기간에 대한 자료를 추가적으로 수집하였다. 대상자의 연령에 있어서는 평균 연령을 13세 이하 아동, 14세 이상 19세 이하 청소년, 20세 이상 39세 이하 성인, 40세 이상 59세 이하 성인, 60세 이상 노인으로 구분하였다. 종속변인은 연구 제목에 명시된 것을 기준으로 하였으며 명시된 종속변인 중 속성이 동일한 것끼리 묶어 하위 범주를 구성한 후, 각 하위 범주에 속하는 측정도구를 분류하였다.



〈Figure 1〉 Flow of information through the review

〈그림 1〉 분석 연구 선정 절차

## 2) 중재 내용

### (1) 중재 방법

각 학문적 배경에 따라 RAS가 활용된 중재 내용의 차이를 분석하기 위해 2차 세부 분석 범위에 포함된 연구의 중재 방법 및 세부 중재 절차를 분석하였다. 2차 세부 분석 범위에 포함되는 연구를 구별하기 위해 독립변인에 청각 자극만 적용한 경우와 청각 및 시각자극을 적용한 경우로 분류하였다. 또한 실험연구와 중재연구의 목적과 특성이 다름을 고려하여, RAS 기법을 보행 중재에 적용한 연구를 선택적으로 분석하였다. 세부 중재 절차로는 분속수 측정, 준비 단계, 보행 단계, RAS 속도 조정, RAS 소거로 구분하였다.

### (2) 리듬 자극 제공 형태

2차 세부 분석 범위에 포함된 연구만을 선택적으로 분석하였으며 분석 항목은 리듬 자극 유형과 음악 선정 주체로 구분하였다. 리듬 자극 유형은 메트로놈만을 적용한 경우와 음악을 적용한 경우로 나누었다. 음악을 적용한 경우는 라이브 음악과 녹음 음악으로 나누어 분석하였고, 이후 기존의 음악을 적용하였는지 연구자가 창작하거나 재구성하였는지를 구분하여 분석하였다. 또한 해당 음악을 선정한 주체(연구자 혹은 대상자)와 선정 기준에 대한 내용도 세부 분석하였다.

### (3) 치료 원리

본 연구를 위해 선정된 연구의 경우, 실험연구 역시 RAS 적용에 따른 즉각적인 효과를 살펴본 연구이기 때문에 치료 원리에 있어서는 중재연구 및 실험연구 모두를 대상으로 분석하였다. 연구자가 기술한 내용을 바탕으로 기법에 대한 설명만 제시한 경우와 동조화의 이론과 함께 RAS가 적용된 원리에 대한 내용을 기술한 경우로 분류하여 분석하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구의 전반적 특성

본 연구 검색을 통해 최종적으로 포함된 1차 분석 연구는 음악치료 분야 논문 12편, 물리치료 분야 논문 33편으로 총 45편이며 선정 연구의 기본 특성은 <Appendix 1>, <Appendix 2>에 제시하였다. 1999년부터 2018년까지의 연도별 출판 현황을 알아보기 위해 분석 대상 연구를 5년 주기로 나누어 분석하였다. 그 결과 총 45편 중 1999년부터 2003년까지 발표된 연구와 2004년부터 2008년까지 발표된 연구는 음악치료 분야에서만 각각 3편, 2편이 존재했다. 2009

년부터 2013년까지 발행된 논문은 음악치료와 물리치료 분야에서 각각 4편, 15편, 2014년부터 2018년까지 발행된 논문은 각각 3편, 18편이었다.

실험연구는 음악치료 분야 연구 1편, 물리치료 분야 연구 5편이 존재했으며 중재연구는 음악치료 분야 연구 11편, 물리치료 분야 연구 28편이 있었다. 가장 많이 시행된 연구 설계는 음악치료 분야에서 단일집단사전사후설계로 중재연구 7편, 물리치료 분야에서 통제집단사전사후설계로 중재연구 24편이었다. 음악치료 분야 중재연구 중 통제집단사전사후설계는 4편이 포함되었다. 음악치료 분야 실험연구 1편은 비동일 통제집단설계를 시행하였으며 물리치료 분야 실험연구는 단일집단사전사후설계 3편, 통제집단사전사후설계 1편, 솔로몬 4집단설계 1편이 있었다.

한 연구 내에 다른 진단명을 가진 연구대상자가 포함된 경우가 있어 개별 연구 내 포함된 전체 진단명을 총 수로 하여 백분율을 산출한 결과, 음악치료 분야에서는 뇌졸중 5편(42%), 뇌성마비 5편(42%), 외상성뇌손상 3편(25%), 소뇌별아교세포종 1편(8%), 뇌종양 1편(8%)으로 비교적 다양한 대상군들이 연구에 참여한 반면, 물리치료 분야에서는 뇌졸중 33편(100%), 뇌성마비 1편(3%)인 것으로 나타났다. 연구 대상자의 평균 연령은 음악치료 분야 연구의 경우 13세 이하 아동이 5편(42%), 40세 이상 60세 미만 성인이 4편(33%)을 차지하였으며 60대 이상 연령대는 존재하지 않았다. 물리치료 분야 연구의 경우 40세 이상 60세 미만 성인이 24편(73%)이었으며 40대 미만 연령대는 평균 37.2세로 1편(3%) 존재했다. 두 분야 연구에서 가장 많은 비중을 차지하는 뇌졸중 대상자의 경우 발병 기간에 따라 추가적인 분석을 시행하였다. 그 결과 두 분야 모두 평균 6개월 이상의 만성인 경우가 음악치료 분야 연구에서 5편, 물리치료 분야 연구에서 32편으로 가장 많았다.

각 연구에 명시된 종속변인을 분석한 결과, 본 연구에 선정된 연구에서 활용된 종속변인은 보행, 균형, 근력 및 고유수용성감각, 폐 기능, 뇌파, 삶의 질로 분류할 수 있었다. 보행기능만을 목표로 한 연구와 보행 외의 기능이 목표된 연구는 음악치료 분야 연구에서 각각 12편, 0편이었으며 물리치료 분야 연구에서 각각 19편, 14편이었다. 한 연구에서 여러 개의 측정도구가 활용될 수 있는 것을 고려해 선정 연구에 사용된 모든 측정도구의 총 수를 바탕으로 백분율을 측정한 결과, 음악치료 분야 연구에서 가장 많이 사용된 보행 기능 측정도구는 3차원동작분석 시스템(7회, 58%), 시공간적 보행지표 측정(6회, 50%)인 것으로 나타났으며 물리치료 분야 연구에서는 보행분석기(15회, 45%)가 가장 많이 사용된 것으로 나타났다. 음악치료 분야 연구에서는 보행 외의 기능이 목표된 경우가 없었던 것에 비해 물리치료 분야 연구에서는 보행 외의 기능이 목표된 연구가 42%를 차지했다. 보행 외의 기능이 목표된 경우에 활용된 측정도구에는 일어서서 걷기 검사, 근전도검사, 고유수용감각평가 등이 활용되었으며 이 외에 뇌파검사, 폐활량검사, 뇌졸중 삶의 질 척도를 시행한 연구도 각각 1편씩이었다.

## 2. 중재 내용

### 1) 중재 방법

본 연구에서는 연구자의 학문 배경에 따른 중재 내용의 차이를 분석하였다. 중재 내용에 대한 분석은 <Table 1>에 제시되어 있다. 리듬자극으로 청각 자극만을 적용한 연구는 음악치료 분야에서 12편, 물리치료 분야에서 23편 확인되었다. 청각과 시각 자극을 동시에 사용한 경우는 물리치료 분야에서만 확인되었으며(10편) 이 경우 보행 시 보행 분석기를 통해 출력된 연구 대상자의 보장이 화면에 표시되는 장치를 사용하여 청각 자극과 함께 제공하거나 연구대상자가 보행하는 길을 따라 시야를 확보할 수 있도록 마비측에 일정한 간격으로 물체를 배치하는 방법 등이 사용되었다. 청각 자극만을 적용한 연구 중 중재 연구는 음악치료 분야에서 11편, 물리치료 분야에서 17편인 것으로 확인되었다.

<Table 1> Type of Study and Modality of Rhythmic Cueing Used in Selected Studies

<표 1> 연구자의 학문적 배경에 따른 연구방법과 리드믹 자극의 유형 비교

Type of rhythmic cueing in selected studies						
선정된 연구에서 적용된 리드믹 자극의 유형						
Type of study 연구유형	MT study (n = 12)			PT study (n = 33)		
	Auditory 청각	Auditory + Visual 청각 + 시각	Total	Auditory 청각	Auditory + Visual 청각 + 시각	Total
Experimental 실험연구	1	0	1	4	1	5
Intervention 중재연구	11	0	11	19	9	28
Total 총합	12	0	12	23	10	33

Note. MT: music therapy; PT: physical therapy.

청각 자극만을 보행에 적용한 중재연구 28편을 선택하여 중재 절차에 대한 부분을 세부 분석하였다. 분속수 측정 단계를 보면 매 회기 중재 시작 전 분속수를 측정한 경우는 물리치료 분야(3편, 18%)보다 음악치료 분야(5편, 45%)가 더 많은 비중을 차지하였다. 준비 단계에서 신체 동조화를 확인하기 위해 연구대상자에게 리듬 자극에 맞춰 탭핑(tapping)과 같은 신체 움직임을 하도록 한 경우는 물리치료 분야(12편, 71%)가 음악치료 분야(5편, 45%)보다 더 많았다. 준비 단계에 적용된 내용을 분석한 결과, 음악치료 분야에서는 가창 혹은 악기연주를 시행한



경우가 3편(27%)이었고 물리치료 분야에서는 상하지 자전거를 적용한 경우가 2편(12%)이었다. RAS에 맞춘 보행 훈련에서는 모든 음악치료 분야 연구가 평지 보행을 적용하였으나 물리치료 분야 연구에서는 트레드밀 보행이 적용된 경우가 5편(29%) 있었다. RAS의 속도를 조정하는 절차에 있어 두 분야 모두 연구대상자의 분속수를 기준으로 하여 일정한 간격으로 증가되도록 조정된 경우가 대부분이었는데, 물리치료 분야 연구 2편(12%)은 90%, 110%와 같이 감소와 증가를 모두 포함하였다. RAS 소거 단계를 문헌에 기술한 경우는 물리치료 분야가 8편(47%)으로 음악치료 분야 2편(18%)보다 많았다. 이에 관한 내용은 <Table 2>와 같다.

## 2) 리듬 자극 제공 형태

분석에 포함된 28편의 연구에서 리듬 자극이 메트로놈만으로 제공된 경우는 모두 물리치료 분야에서 수행된 연구(10편, 59%)였다. 라이브 음악 중 연구자가 기존 음악의 멜로디를 기본 틀로 하여 3비트 혹은 4비트 패턴의 화성으로 제공한 재구성 음악이 적용된 경우와 연구자가 새로운 음악을 창작한 경우는 물리치료 분야보다 음악치료 분야 연구에서 더 많이 확인되었다. 기존 음악이나 연구자가 창작한 음악을 녹음하여 제공한 경우는 음악치료와 물리치료 분야 연구 각각 5편씩이었다. 음악 선정의 주체와 관련해 음악치료 분야에서 수행된 모든 연구는 연구자가 음악을 선정한 것으로 나타났고, 물리치료 분야 연구에서는 연구자가 음악을 선정한 연구가 16편(94%), 대상자가 음악을 선정한 연구가 1편(6%) 포함되었다. 이에 관한 내용은 <Table 3>과 같다. 추가적으로 사용된 악기, 음악 장르, 박자를 세부 분석한 결과 키보드가 사용된 연구는 음악치료 분야에서 5편, 물리치료 분야에서 3편이 존재했으며 기타와 타악기는 음악치료 분야에서만 각각 2번씩 사용되었다. 물리치료 분야 연구에서는 악기 사용에 대한 보고가 없는 경우가 13편인 것으로 분석되었다. 사용된 음악의 장르로는 대중가요, 행진곡, 영화음악, 재즈 등으로 다양하였다. 연구자가 음악의 박자를 기술한 경우는 음악치료 분야에서만 8편(67%)이 존재하였으며 그 중 마비측 및 비마비측 활보장(stride length)차이가 큰 연구 대상자에게 안정된 보행 훈련을 시행하기 위해 3박 계열을 적용한 연구는 1편이었다.

## 3) 치료 원리

분석에 포함된 45편의 연구에 기술된 치료 원리와 등재(후보)학술지를 분석한 결과, 물리치료 분야의 연구와 음악치료 분야 간 RAS 기법의 기술 수준에 차이가 있었다. (<Appendix 3>, <Appendix 4> 참조). RAS 기법을 보행에 적용한 증재 연구 28편의 기법 및 원리 기술 여부를 추가적으로 분석한 결과, 음악치료 분야의 모든 문헌은 치료 원리에 대해 기술한 반면 물리치료 분야 연구에서는 전체 논문의 47% 수준인 8편이 해당하였다. 이에 관한 상세한 내용은 <Table 4>와 같다.

〈Table 2〉 Application of Steps in RAS Protocol

〈표 2〉 RAS 기법 적용 절차에 따른 특징

Each step of RAS protocol RAS 기법 적용 절차에 따른 특징	MT ( <i>n</i> = 11) <i>n</i> (%)	PT ( <i>n</i> = 17) <i>n</i> (%)	Total ( <i>N</i> = 28) <i>N</i> (%)
Assessment of current gait parameter (cadence) 분속수 측정			
Prior to the beginning of each session 매 회기 시작 전	5(45)	3(18)	8(29)
At pretest (prior to the first session) 사전 검사 시	3(27)	12(71)	15(54)
NR	3(27)	2(12)	5(18)
Preparation 준비 단계			
Entrainment to rhythmic cueing 리듬 자극에 맞춰 동조화	5(45)	12(71)	17(61)
Warming-up 기타 준비운동			
Singing or instrument playing 가창 혹은 악기연주	3(27)	0(0)	3(11)
Bicycle riding 상하지 자전거	0(0)	2(12)	2(7)
NR	3(27)	3(18)	6(21)
Gait exercise 보행 단계			
Walking environment 보행 환경			
Over-ground walking 평지 보행	11(100)	12(71)	23(82)
Treadmill walking 트레드밀 보행	0(0)	5(29)	5(18)
Frequency modulation RAS 속도 조정			
Tempo set based on a participant's internal cadence during assessment 연구대상자 분속수 기준			
Speeding up the RAS cue 상향 조정	5(45)	9(53)	14(50)
Modulating the RAS cue at increment/decrement 증감 조정	0(0)	2(12)	2(7)
Researcher-selected tempo 연구자 재량	0(0)	1(6)	1(4)
NR	6(55)	5(29)	11(39)
Fading of musical stimulus RAS 소거			
Implementation of the step 시행	2(18)	8(47)	10(36)
NR	9(82)	9(53)	18(64)

Note. MT: music therapy; PT: physical therapy; NR: Not Reported.

〈Table 3〉 Type of Rhythmic Cueing and Its Provision

〈표 3〉 리듬 자극 제공 형태

Category 범주	MT ( <i>n</i> = 11) <i>n</i> (%)	PT ( <i>n</i> = 17) <i>n</i> (%)	Total ( <i>N</i> = 28) <i>N</i> (%)
Type of rhythmic cueing 리듬 자극 유형			
Metronome 메트로놈	0(0)	10(59)	10(36)
Music 음악			
Live music 라이브 음악			
Rearranged music 재구성 음악	3(27)	1(6)	4(14)
Researcher-composed music 연구자 창작	3(27)	0(0)	3(11)
Subtotal		1(6)	7(25)
Recorded music 녹음 음악			
Original music 기존 음악	5(45)	3(17)	8(29)
Researcher-composed music 연구자 창작	0(0)	2(12)	2(7)
Subtotal	5(45)	5(29)	10(36)
NR	0(0)	1(6)	1(4)
Total 총합	11(100)	17(100)	28(100)
Person selecting the music 음악 선정 주체			
Researcher 연구자			
Pre-selected by researcher 단순 제시	5(45)	13(76)	18(64)
Selected from participant's preferred music 연구대상자의 선호곡 중 선택	3(27)	1(6)	4(14)
Selected from participant's own collection (familiar music) 연구대상자에게 익숙한 곡 중 선택	3(27)	2(12)	5(18)
Subtotal	11(100)	16(94)	27(96)
Participants 연구대상자			
Selected from limited set 연구자가 제시한 선택지 중 선택	0(0)	1(6)	1(4)
Subtotal	0(0)	1(6)	1(4)
Total 총합	11(100)	17(100)	28(100)

Note. NR: Not Reported.

〈Table 4〉 Quality of Description of Theoretical Basis  
 〈표 4〉 치료 원리 제시 수준

Parameter 변인	MT (n = 11)	PT (n = 17)	Total (N = 28)
Description of theoretical basis 원리에 대해 기술한 연구			
Description of the detailed intervention/technique and theory of entrainment 기법 및 동조화 원리 모두 설명	11(100)	8(47)	19(68)
Simple description of the intervention/technique 기법만 설명	0(0)	5(29)	5(18)
Insufficient description of theoretical basis 원리에 대한 기술이 불충분한 연구	0(0)	4(24)	4(14)
Total 총합	11(100)	17(100)	28(100)

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 국내 음악치료 및 물리치료 분야에서 시행된 RAS 기법 활용 연구의 학제간 비교 분석 및 고찰하였다. 이를 위해 선정된 45편의 연구를 대상으로 연구자의 학문 배경에 따른 차이를 분석하였고, 중재 방법이나 리듬 자극의 유형에 있어서는 청각 자극만을 보행에 적용한 중재 연구 28편을 선택하여 세부 분석하였다. 이에 따른 논의 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 선정된 연구의 출판년도를 중심으로 분석한 결과, 연구자의 학문 배경에 따라 RAS 기법 적용 연구가 수행되기 시작한 시점과 출판 빈도에 있어 차이가 있었다. 1990년대에 신경학적 음악치료의 발전이 이루어졌고 국내 음악치료학과의 개설됨에 따라 1999년 국내 음악치료 분야에서 RAS 기법 적용 연구가 시행된 점은 고무적이라고 할 수 있다. 반면 RAS 기법이 신경학적 음악치료에 기반함에도 불구하고 2009년 이후 RAS 기법 적용 연구 수는 물리치료 분야에서 더 많이 확인되었다. 이러한 결과는 RAS 기법의 타당성과 효과성이 검증되어 적용 분야가 음악치료 분야에서 다양한 학문 분야로 확장되었음을 보여주는 것이라 할 수 있다. 또한 물리치료 임상 현상은 뇌신경계 손상환자를 빈번히 접할 수 있는 환경이라 연구 실행이 보다 수월하게 이루어졌다고 사료된다. 반면, RAS 기법의 효과성 및 적용 범위의 확장을 위해서는 음악치료 분야에서도 RAS 기법 연구가 지속적으로 시행할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 두 분야의 연구에 포함된 연구대상자의 특성에 차이가 있었다. 두 학문 분야에 모두 포함된 연구대상자는 뇌졸중과 뇌성마비 환자였으나 음악치료 분야 연구에는 그 외에도 외상성뇌손상, 소뇌별아교세포종, 뇌종양 환자와 같이 다양한 대상자들이 포함되었다. 또한 연구대상자의 평균 연령 측면에서도 차이점이 있는 것으로 나타났다. 음악치료 분야 연구에서는 모두 13세 이하 아동이거나 40세 이상 60세 미만 성인이었으나 물리치료 분야 연구에서는 40대 미만 연령대는 포함되지 않았고 40세 이상 60세 미만 성인이 대부분을 차지하였다. 이러한 결과는 RAS의 효과성이 먼저 입증된 음악치료 학문 분야에서 그 효과성을 여러 대상으로 확장하기 위한 시도가 이루어졌음을 보여준다.

셋째, RAS 기법을 통해 목표하고자 한 종속변인과 측정도구에 있어서는 연구자의 학문 배경에 따라 큰 차이가 있었다. 음악치료 연구는 모두 보행 관련 측정도구를 사용한 반면 물리치료 분야의 연구는 보행 이외에도 PNF 패턴 협응운동이나 동작관찰 신체 훈련 등에 적용한 사례도 있었고 균형, 근력 및 고유수용성감각, 폐활량 및 뇌파 등 다양한 신체 기능을 측정할 수 있는 도구들이 사용되었다. 음악치료 연구가 보행기능에 초점을 맞추어 이루어진 것은 RAS 기법은 반복적이고 리드미컬한 움직임에 적용되는 기법으로써 그 효과가 보행에서 주요하게 확인될 수 있다는 것에 기인한 결과로 사료된다. 그에 비해 물리치료 분야에서는 보행 기능과 함께 보행에 관여하는 다른 신체 기능을 평가 혹은 개입하거나 RAS 기법의 일차적 원리에 더해 각 연구자가 고안해 낸 운동법을 적용하는 시도가 이루어진 것으로 볼 수 있다. 이는 해당 분야의 고유한 특성이 목표하는 기능 및 측정방법에도 적용한 결과라 할 수 있는데 보행 기능에 대한 다각적 평가 혹은 개입에 있어 어떤 전략이 효과적일지에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 보이고, 그를 바탕으로 한 다학제적 접근이 필요할 것으로 사료된다.

넷째, RAS 기법의 적용 측면에서는 두 분야 모두 RAS 프로토콜의 핵심 절차를 순서대로 시행하였다는 공통점이 있었던 것에 비해 두 분야 간 차이는 준비 단계에서의 음악과제의 활용과 RAS를 적용한 보행 환경 면에서 나타났다. 준비 단계에서 리듬자극을 들으며 동조화를 유도하는 과정 외에 음악치료 연구에서는 추가적으로 가창 및 악기연주가 적용된 경우가 있었던 데 비해 물리치료 연구에서는 상하지 자전거타기가 추가적으로 적용된 연구가 있었다. 보행 환경의 측면에서 음악치료 연구는 모두 평지 보행을 목표로 진행된 것에 비해 물리치료 연구에서는 30%의 연구가 트레드밀 보행을 목표로 했다. 평지 보행은 일상생활에서의 보행 환경과 유사한 조건에서 보행을 훈련하는 것에 초점이 있는 반면 트레드밀 보행은 보행이라는 목표 과제를 강도 높게 반복하는 데 초점이 있다(Bayat, Barbeau & Lamontagne, 2005; Dobkin, 2004). 이는 보행 과제 자체의 강도나 반복 시도의 효과를 극대화하려는 시도가 주로 이루어진 물리치료 연구에 반해, 음악치료 연구에서는 보행에 관여하는 다양한 환경적 요인과 개인적 요인(정서나 동기 등)을 고려한 시도가 이루어진 것을 나타내는 결과이다.

다섯째, 리듬자극의 유형에 있어서는 두 분야가 뚜렷한 차이점을 보였다. 물리치료 연구에서

는 리듬자극을 제공하는 데 있어 대부분 메트로놈만을 사용하였고 음악을 사용한 경우에도 녹음된 기존의 음악을 사용하였다. 그에 비해 음악치료 연구에서는 메트로놈만을 사용한 경우는 없었고, 음악을 사용한 경우에도 라이브 음악을 사용한 경우가 녹음 음악을 사용한 경우보다 많았다. 라이브 음악을 사용한 경우 연구자가 대상자의 음악적 배경과 선호를 반영하여 기존 음악을 재구성하거나 연구 대상자의 신체적 필요에 따라 연구자가 창작한 라이브 음악을 제공하였다. RAS 기법에 있어 핵심적인 기능을 하는 것은 리듬이지만 리듬자극에 맞추어 보행 훈련이 진행되는 과정에서는 자극에 대한 지각 수준이나 이로 인한 대상자의 정서나 재활동기 수준에 대한 고려도 필요할 것으로 보인다. 물리치료 연구에서는 리듬자극의 유형을 다양화하거나 리듬적인 측면은 유지하되 다양한 요소를 조정할 수 있는 음악의 강점을 적극적으로 활용하는 데 제한이 있었던 것으로 사료된다. 반면, 음악치료 연구자들은 리듬의 요소는 그대로 유지하되 다양한 화성과 선율 요소를 활용함으로써 음악의 지각적, 정서적 혜택을 강화할 수 있는 방식으로 리듬자극을 제공하는 것이 가능했다(Oh et al., 2010; Park, 2015). 이처럼 음악치료 연구에서 확인된 RAS 실행 방식은 제공되는 리듬자극의 수준이나 속성에 대한 대상자의 지각과 그에 따른 보행 패턴의 변화를 확인하고자 하는 최근 연구 동향(Dalla Bella, Dotov, Bardy, & de Cock, 2018; Kim, Yoo, Shin, & Cho, 2020; Nombela, Hughes, Owen, & Grahn, 2013)과 더불어 추후 국내 RAS 연구가 확장될 수 있는 방향을 제시한다고 볼 수 있다.

여섯째, 연구에 기술된 치료 원리와 관련하여 기법에 대한 설명과 더불어 RAS의 적용 원리에 대한 설명은 음악치료 분야 연구에서 더 자주 확인되었다. 연구가 게재되는 학술지 및 학위논문의 특성에 따라 연구자 재량에 따라 치료 원리가 기술되는 범위와 수준은 달라질 수 있지만, RAS 효과에 대한 관심이 증가하고 그에 따라 연구가 활발하게 진행되는 시점에서 상세한 치료 원리의 기술은 중요한 부분이라 할 수 있다. 또한 신경재활 환경에서 RAS 기법을 적용하는 경우 타전문가와 협력의 필수적이라는 점에서 음악치료 연구자들이 RAS 원리를 체계적으로 기술하고자 하는 시도는 다학제적 접근, 원활한 학문 간 교류를 위한 의미 있는 노력이라 사료된다.

본 연구 결과는 음악치료와 물리치료 분야에서 이루어진 RAS 연구에 있어 분야의 고유한 특성에 따라 실행 방법이나 리듬자극의 유형에 차이가 있음을 보여주었다. 음악치료 연구는 보행기능 향상을 유도하는 리듬자극의 확장 적용 가능성을 시사한 반면, 물리치료 연구는 보행기능에 관여하는 다양한 신체기능 및 운동법 등의 적용 가능성을 시사하였다. 이는 분야의 고유한 특성이 어떤 영역에 초점을 맞추는지에 따라 RAS 기법이 구현되는 방법론이 다양해질 수 있음을 보여준다. 현재 재활 분야에서는 다학제적 융합연구에 기반을 두고 있고 다감각을 활용한 치료가 주목받고 있는 점(Johansson, 2011)을 고려할 때, 두 전문 분야 간 협업은 양측 모두에 긍정적인 결과를 가져올 수 있다(Magee & Stewart, 2015). 국외에서는 신경학적 손상 환자의 신체 재활을 목표로 음악치료사와 타분야 전문가가 함께 협업한 학제간 연구가 다양한 범

위에서 적용되고 있다(Clark, Baker, & Taylor, 2012; Magee, Brumfitt, Freeman, & Davidson, 2006; Thaut, Rice, Braun Janzen, Hurt-Thaut, & McIntoch, 2019). 국내에서는 이러한 시도가 상대적으로 적은 편이었는데, 추후 지속적인 학제 간 협력 연구를 통해 RAS기법의 심화와 적용 대상군 및 임상 적용성을 높일 필요가 있다.

## References

- Bayat, R., Barbeau, H., & Lamontagne, A. (2005). Speed and temporal-distance adaptations during treadmill and overground walking following stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 19(2), 115-124.
- Cho, H. Y. (2017). *Effect of balance and gait in stroke patient with action observation using audiovisual* (Unpublished master's thesis). Daegu University, Gyeongbuk.  
[조호영 (2017). **시청각을 이용한 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형에 미치는 영향**. 대구대학교 석사학위논문.]
- 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.
- Cooper, H., Carlisle, C., Gibbs, T., & Watkins, C. (2001). Developing an evidence base for interdisciplinary learning: A systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 35(2), 228-237.
- Dalla-Bella, S., Dotov, D., Bardy, B., & de Cock, V. C. (2018). Individualization of music-based rhythmic auditory cueing in Parkinson's disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 308-317.
- Dobkin, B. H. (2004). Strategies for stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 3(9), 528-536.
- Ghai, S., Ghai, I., Schmitz, G. & Effenberg, A. O. (2018). Effect of rhythmic auditory cueing on parkinsonian gait: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 8(1), 1-19.
- Jeong, S. H. (2013). Systematic review of the literatures on music intervention for neurological patients in Korea. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 15(2), 65-73.  
[정성희 (2013). 신경계 질환자 대상의 국내 음악중재연구에 대한 체계적 문헌고찰. **기초간호자연과학회지**, 15(2), 65-73.]

- Johansson, B. B. (2011). Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. *Acta Neurologica Scandinavica*, 123(3), 147-159.
- Kim, S. J., Cho, S. R., Oh, S. J., & Kwak, E. M. (2010). Case study of gait training using rhythmic auditory stimulation(RAS) for a pediatric patient with cerebellar astrocytomas. *Journal of Music and Human Behavior*, 7(2), 65-81.  
[김수지, 조성래, 오수진, 곽은미 (2010). 리듬청각자극(RAS)을 사용한 소뇌별아교세포종(CA) 환자의 보행훈련 사례 연구. **인간행동과 음악연구**, 7(2), 65-81.]
- Kim, S. J., Yoo, G. E., Shin, Y. K., & Cho, S. R. (2020). Gait training for adults with cerebral palsy following harmonic modification in rhythmic auditory stimulation. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Advance online publication. doi.org/10.1111/nyas.14306
- Magee, W. L., Brumfitt, S. M., Freeman M., & Davidson, J. W. (2006). The role of music therapy in an interdisciplinary approach to address functional communication in complex neuro-communication disorders: A case report. *Disability and Rehabilitation*, 28(19), 1221-1229.
- Magee, W. L., Clark, I., Tamplin, J., & Bradt, J. (2017). Music interventions for acquired brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(1), 1-117. doi: 10.1002/14651858.CD006787.pub3
- Magee, W. L., & Stewart, L. (2015). The challenges and benefits of a genuine partnership between music therapy and neuroscience: A dialog between scientist and therapist. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 223.
- Nombela, C., Hughes, L. E., Owen, A. M., & Grahn, J. A. (2013). Into the groove: Can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2564-2570.
- Oh, S. J., Kim, S. J., Cho, S. R., & Kwak, E. M. (2010). Case study of gait training with rhythmic auditory stimulation (RAS) in hemiplegia adults with spastic cerebral palsy. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 6(1), 119-130.  
[오수진, 김수지, 조성래, 곽은미 (2010). 리듬청각자극을 사용한 편측 경직성 뇌성마비 성인의 보행훈련 사례 연구. **한국운동재활학회지**, 6(1), 119-130.]
- Park, H. J. (2015). Exploring the use of melody during RAS gait training for adolescents with traumatic brain injury: A case study. *Journal of Music and Human Behavior*, 12(2), 19-36.  
[박혜지 (2015). 외상성 뇌손상 청소년 대상 리듬청각자극(RAS) 보행 훈련 시 선율 적용 사례. **인간행동과 음악연구**, 12(2), 19-36.]



- Park, J., Kim, B. R., & Kim, T. H. (2018). Effects of visual feedback and rhythmic auditory stimulation on walking of stroke patients induced by treadmill walking training. *Physical Therapy Korea, 25*(2), 53-61.  
[박진, 김범룡, 김태호 (2018). 시각적 피드백과 리듬청각자극을 통한 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향. *한국전문물리치료학회지, 25*(2), 53-61.]
- Repko, A. F., & Szostak, R. (2016). *Interdisciplinary research: Process and theory* (3rd ed.). NY: Sage Publications.
- Song, S. Y., Song, Y. H., & Lee, H. M. (2018). The effects of action observational physical training with rhythmic auditory stimulation on muscle activity of the lower extremity and gait ability in patients with chronic stroke. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine, 13*(2), 137-145.  
[송수영, 송요한, 이현민 (2018). 리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향. *대한물리의학회지, 13*(2), 137-145.]
- Thaut, M. H. (2003). Neural basis of rhythmic timing networks in the human brain. *Annals of the New York Academy of Sciences, 999*(1), 364-373.
- Thaut, M. H. (2005). *Rhythm, music, and the brain*. NY: Routledge.
- Thaut, M. H., & Abiru, M. (2010). Rhythmic auditory stimulation in rehabilitation of movement disorders: A review of current research. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 27*(4), 263-269.
- Thaut, M. H., Rice, R. R., Braun Janzen, T., Hurt-Thaut, C. P., & McIntosh, G. C. (2019). Rhythmic auditory stimulation for reduction of falls in Parkinson's disease: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation, 33*(1), 34-43.
- Yoo, G. E., & Kim, S. J. (2016). Rhythmic auditory cueing in motor rehabilitation for stroke patients: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Music Therapy, 53*(2), 149-177.
- Yoon, S. K., & Kang, S. H. (2015). Effects of inclined treadmill walking training with rhythmic auditory stimulation on balance and gait in stroke patients: A pilot study. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine, 3*(4), 69-78.  
[윤성경, 강순희 (2015). 리듬청각자극을 동반한 경사 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향: 예비연구. *대한통합의학회지, 3*(4), 69-78.]

- 게재신청일: 2020. 04. 06.
- 수정투고일: 2020. 05. 08.
- 게재확정일: 2020. 05. 22.

# An Analysis of Research Using the Rhythmic Auditory Stimulation Technique: A Comparison of Music Therapy and Physical Therapy Approaches

Lee, Jiyeon\*

The purpose of this study was to identify research that included the rhythmic auditory stimulation (RAS) technique and to compare this body of research within the field of music therapy with that in physical therapy. Forty-five studies were identified that were published from January 1999 through November 2018, and these were analyzed in terms of intervention procedure, type of rhythmic cueing, and therapeutic basis described by the researcher. While research in both fields used rhythmic cueing as the primary therapeutic agent, differences were found in the area targeted by training and specific type of rhythmic cueing used. Research conducted in the field of music therapy focused primarily on gait function, while research in the field of physical therapy tended to address gait-related physical issues, such as balance, muscle strength, and proprioceptive sensation as well as gait. While all of the identified studies from the field of music therapy used music for cueing, a metronome was used more often for cueing in physical therapy research. In terms of description of theoretical basis, theory of entrainment was more sufficiently described in music therapy research. These results indicate that while music therapy research maximized the role of various elements of music in intervening in gait function, physical therapy research addressed gait in relation to other physical functions. Considering that both aspects are essential for gait training, this study supports the need for a multidisciplinary approach to neurological rehabilitation with RAS.

*Keywords: rhythmic auditory stimulation, neurologic music therapy, neurological rehabilitation, music therapy, physical therapy*

---

\*First and corresponding author: Gyeonggi Provincial Medical Center Paju Hospital, Physical Therapist and Korean Certified Music Therapist(KCMT) (sangvitamin@naver.com)

<Appendix 1> 음악치료 분야 분석 대상 연구 목록

번호	저자 (연도)	제목	학술지명	연구 방법	자극 형태
1	김수지 외 (2010)	리듬청각자극(RAS)을 사용한 소뇌별야교세포종(CA) 환자의 보행훈련 사례 연구	인간행동과 음악연구	증재	청각
2	김태연 (2008)	리듬적 청각리듬적 청각자극이 편마비환자들의 보행에 미치는 영향	인간행동과 음악연구	증재	청각
3	박혜지 (2015)	외상성 뇌손상 청소년 대상 리듬청각자극(RAS) 보행 훈련 시 선율 적용 사례	인간행동과 음악연구	증재	청각
4	원혜경 (2003)	Rhythmic Auditory Stimulation (RAS)이 뇌졸중 환자의 보행개선에 미치는 영향	이화여자대학교 석사학위논문	증재	청각
5	오수진 외 (2010)	리듬청각자극을 사용한 편측 경직성 뇌성마비 성인의 보행훈련 사례 연구	한국운동재활 학회지	증재	청각
6	이주영 (1999)	음악의 리듬이 뇌졸중 환자의 균형적 보행에 미치는 영향	한국음악치료 학회지	증재	청각
7	정희진 (2000)	Rhythmic Auditory Stimulation (RAS)이 뇌성마비아동의 보행 능력증진에 미치는 영향	이화여자대학교 석사학위논문	증재	청각
8	Kim et al. (2012)	Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: A randomized controlled trial	Clinical Rehabilitation	증재	청각
9	Kim et al. (2011)	Changes in gait patterns with rhythmic auditory stimulation in adults with cerebral palsy	Neuro Rehabilitation	증재	청각
10	Kim et al. (2016)	Changes in gait patterns induced by rhythmic auditory stimulation for adolescents with acquired brain injury	Annals of The New York Academy of Sciences	증재	청각
11	Kwak (2007)	Effect of Rhythmic Auditory Stimulation on Gait Performance in Children with Spastic Cerebral Palsy	Journal of Music Therapy	증재	청각
12	김지석 (2015)	리듬청각자극(RAS) 적용 시 화음의 유형이 뇌졸중 성인의 보행기능에 미치는 즉각적 효과	가천대학교 석사학위논문	실험	청각

## 〈Appendix 2〉 물리치료 분야 분석 대상 연구 목록

번호	저자 (연도)	제목	학술지명	연구 방법	지급 형태
1	김현동 (2013)	리듬청각자극을 이용한 편측 복합스테핑운동이 편마비 환자의 균형과 보행능력에 미치는 영향	한국고통대학교 석사학위논문	중재	청각
2	박진 (2014)	리듬청각자극을 이용한 트레드밀 훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향	전주대학교 석사학위논문	중재	청각
3	송승곤 (2013)	리듬청각자극을 동반한 트레드밀 훈련이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향	용인대학교 석사학위논문	중재	청각
4	오용섭 (2013)	리듬청각자극 훈련 시 음악 삽입 유무가 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향	한림대학교 석사학위논문	중재	청각
5	우영근 외 (2011)	트레드밀에서의 리듬 청각 자극 훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향	대한치료 과학회지	중재	청각
6	윤성경 외 (2015)	리듬청각자극을 동반한 경사 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향: 예비연구	대한통합 의학회지	중재	청각
7	윤성경 외 (2017)	리듬청각자극을 동반한 경사 트레드밀 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향	PNF and Movement	중재	청각
8	차유리 (2011)	리듬청각자극이 만성 뇌졸중 환자의 근력, 근 반응시간, 균형, 보행, 삶의 질에 미치는 영향	삼육대학교 석사학위논문	중재	청각
9	현동수 외 (2013)	리듬청각자극을 이용한 후방 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향	한국산학기술 학회논문지	중재	청각
10	황성환 (2014)	리듬청각자극을 이용한 PNF패턴 협응운동이 뇌졸중환자의 동적균형 및 보행속도에 미치는 영향	가천대학교 석사학위논문	중재	청각
11	Cha et al. (2014)	Intensive gait training with rhythmic auditory stimulation in individuals with chronic hemiparetic stroke: A pilot randomized controlled study	NeuroRehabilitation	중재	청각
12	Kim & Oh (2012)	Home-based auditory stimulation training for gait rehabilitation of chronic stroke patients	Journal of Physical Therapy Science	중재	청각
13	Kim et al. (2012)	Effects of the combination of rhythmic auditory stimulation and task-oriented training on functional recovery of subacute stroke patients	Journal of Physical Therapy Science	중재	청각
14	Lee et al. (2018)	Gait training with bilateral rhythmic auditory stimulation in stroke patients: A randomized controlled trial	Brain Sciences	중재	청각

<Appendix 2> 계속

번호	저자 (연도)	제목	학술지명	연구 방법	자극 형태
15	Park et al. (2010)	Clinical feasibility of integrating fast-tempo auditory stimulation with self-adopted walking training for improving walking function in post-stroke patients: A randomized, controlled pilot trial	Journal of Physical Therapy Science	증재	청각
16	Park et al. (2015)	Comparison between treadmill training with rhythmic auditory stimulation and ground walking with rhythmic auditory stimulation on gait ability in chronic stroke patients: A pilot study	Neuro Rehabilitation	증재	청각
17	Shin et al. (2015)	Effect of rhythmic auditory stimulation on hemiplegic gait patterns	Yonsei Medical Journal	증재	청각
18	Song et al. (2016)	Effects of gait training with rhythmic auditory stimulation on gait ability in stroke patients	Journal of Physical Therapy Science	증재	청각
19	Suh et al. (2014)	Effect of rhythmic auditory stimulation on gait and balance in hemiplegic stroke patients	NeuroRehabilitation	증재	청각
20	김태현 외 (2014)	마비측 시야 유도 보행 훈련과 리듬 청각 자극 훈련이 만성 뇌졸중 환자들의 보행에 미치는 효과	대한고유수용성신경근 축진법학회지	증재	청각+ 시각
21	박진 외 (2018)	시각적 피드백과 리듬청각자극을 통한 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향	한국전문 물리치료학회지	증재	청각+ 시각
22	송수영 외 (2018)	리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향	대한물리 의학회지	증재	청각+ 시각
23	조남정 (2010)	시청각리듬자극이 뇌졸중환자의 균형과 보행에 미치는 영향	서남대학교 대학원 박사학위논문	증재	청각+ 시각
24	조남정 외 (2010)	시각리듬자극이 만성뇌졸중 환자의 보행과 고유수용감각에 미치는 영향	한국산학기술 학회논문지	증재	청각+ 시각
25	조남정 (2013)	시·청각리듬자극이 만성 뇌졸중 환자의 정적균형과 동적균형에 미치는 영향	대한통합 의학회지	증재	청각+ 시각

## 〈Appendix 2〉 계속

번호	저자 (연도)	제목	학술지명	연구 방법	자극 형태
26	조호영 (2017)	시청각을 이용한 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형에 미치는 영향	대구대학교 석사학위논문	중재	청각+ 시각
27	진유신 (2014)	시청각리듬자극을 이용한 보행훈련이 뇌졸중 환자의 뇌파, 폐기능 및 균형에 미치는 영향	대구대학교 박사학위논문	중재	청각+ 시각
28	Shin et al. (2017)	Influence of visual feedback and rhythmic auditory cue on walking of chronic stroke patient induced by treadmill walking in real-time basis	NeuroRehabilitation	중재	청각+ 시각
29	이순현 외 (2011)	리듬청각자극이 만성 뇌졸중 환자의 보행대칭성에 미치는 효과	한국산학기술 학회논문지	실험	청각
30	하귀현 외 (2013)	양측 리듬청각자극을 이용한 트레드밀 보행이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 효과	특수교육 재활과학연구	실험	청각
31	Cha et al. (2014)	Immediate effects of rhythmic auditory stimulation with tempo changes on gait in stroke patients	Journal of Physical Therapy Science	실험	청각
32	Ko et al. (2015)	Rhythmic auditory stimulation using a portable smart device: Short-term effects on gait in chronic hemiplegic stroke patients	Journal of Physical Therapy Science	실험	청각
33	Kim et al. (2011)	Visual and kinesthetic locomotor imagery training integrated with auditory step rhythm for walking performance of patients with chronic stroke	Clinical Rehabilitation	실험	청각+ 시각

<Appendix 3> 음악치료 분야 내 RAS 기법 활용 연구에 기술된 치료 원리

번호	저자 (연도)	게재 학술지 등재정보	연구자가 기술한 치료 원리
1	김수지 외 (2010)	KCI	청각자극은 인지 과정을 거치지 않고 뇌간 내 망상구조로 전달되어, 척수 운동계의 신경세포를 통해 근육 움직임에 동조화를 유도하고 효율적인 보행 패턴을 유도함
2	김태연 (2008)	KCI	리듬청각자극을 통해 인간의 몸에 생리적 동조현상을 이끌어 낼 수 있으며 청각운동경로를 통해 하위운동신경원으로 이동함
3	박혜지 (2015)	KCI	규칙적인 간격의 외부 청각자극을 제공하여 망상척수로 통해 보행 시작 신호를 하위운동신경원으로 전달함으로써 동조화를 통한 보행 기능의 변화를 유도해냄
4	원혜경 (2003)	학위논문	외부 청각자극이 신경계를 통해 전달되어 움직임이 리듬에 동조화되는 동조화 현상을 바탕으로 함. 뇌간으로 전달된 정보들이 대뇌피질과 척수로 동시에 보내지며 움직임에 대한 흥분과 준비성을 높임
5	오수진 외 (2010)	KCI	규칙적인 청각 자극은 망상척수로 수준에서의 운동반응을 이끌어냄으로써 신체 움직임에 필요한 근육을 순차적으로 활성화함
6	이주영 (1999)	학위논문	운동에 대한 청각적 리듬의 효과는 생물학적 주기의 변화 즉, 동조화를 유도해냄. 음향 신호는 반사 혹은 자발적인 움직임에 재반응 시간을 줄이고 생리적 근육 활동을 증가시킴. 이로써 운동반응의 준비(priming)가 가능해짐
7	정희진 (2000)	일반 학술지	외부 청각자극이 대뇌피질과 기저핵, 소뇌를 자극하고 뇌간과 척수를 거쳐 각각의 자율신경계로 전달되어 움직임을 생성하게 되는 과정이 일어남
8	Kim et al. (2012)	SCI	외부에서 반복적으로 제공되는 시간적 큐는 망상척수로에서의 청각 자극 처리 과정을 효율적으로 촉진함으로써 청각-운동 동조화를 바탕으로 한 운동패턴의 조율 및 최적화로 이어짐
9	Kim et al. (2011)	SSCI	운동신경세포가 외부 청각 자극에 동조되어 보행과 같이 반복적이고 리드미한 움직임을 효율적으로 조절할 수 있도록 함
10	Kim et al. (2016)	SCI	규칙적인 속도의 외부 신호는 지속되는 진동운동과 동조화 되며 반복적인 리드미 큐(cue)는 운동 조절을 가능하게 하고 예상되는 운동 반응의 실행을 촉진시킴. 이는 근육의 예측적인 조절을 강화하고 예측 가능한 시간 간격 내에서 움직임 타이밍의 변동성을 줄임으로써 움직임을 최적화함
11	Kwak (2007)	SSCI	외부 청각자극이 신경계를 통해 전달되어 움직임이 리듬에 동조화되는 동조화 현상을 바탕으로 함. 뇌간으로 전달된 정보들이 대뇌피질과 척수로 동시에 보내지며 움직임에 대한 흥분과 준비성을 높임
12	김지석 (2015)	학위논문	외부에서 제시된 청각 자극은 망상척수를 통해 움직임의 동조화를 유도함으로써 효율적인 보행패턴을 이끌어냄. 보행 타이밍에 대한 청각적 신호를 제공하여 조직적이고 능률적인 신체적 반응을 유도함

## 〈Appendix 4〉 물리치료 분야 내 RAS 기법 활용 연구에 기술된 치료 원리

번호	저자 (연도)	게재 학술지 등재정보	연구자가 기술한 치료 원리
1	김현동 (2013)	학위논문	뇌의 운동중추에 청각적인 리듬자극을 주어 생리적인 효과를 이끌어 냄으로써 운동 조절 기능의 증진과 운동반응의 촉진을 도모하는 신경학적 테크닉임. 소리는 그물척수로를 통해 하위 운동 신경원으로 이동함
2	박진 (2014)	학위논문	리듬청각자극은 망상척수로를 따라 중추 유형 발생기로 전달되는 동시에 척수상위 청각 시스템을 통해 일차 청각 피질로 전달되어 운동패턴을 시간적으로 구조화하고 조절함
3	송승곤 (2013)	학위논문	운동체계에 대한 리듬의 생리학적 효과를 이용하여 기능회복과 운동조절을 개선시킴
4	오용섭 (2013)	학위논문	리듬은 시간의 구조와 예견을 제공함으로써 뇌의 작용을 향상 시킬 수 있음. 리듬을 가진 반복적 움직임이 외부 리듬과 리듬적 움직임을 서로 결합시킴
5	우영근 외 (2011)	KCI 등재후보	리듬이 가진 박자, 빠르기, 악센트 등이 조직적인 신체 움직임, 근육 활동, 움직임의 타이밍과 연계성이 있음. 리듬의 신호와 보행이 청각-척추 메커니즘의 촉진을 통한 결합과정의 결과임. 시간적 리듬 운동 신호는 시간적 움직임의 선행 자극 패턴이 되어 시간의 신호 역할을 함
6	윤성경 외 (2015)	KCI 등재후보	RAS는 신경학적 음악치료의 한 분야이며 이를 통한 감각운동훈련(sensorimotor training)은 주로 보행 장애를 가진 환자의 재활치료에 적용될 수 있음
7	윤성경 외 (2017)	KCI 등재후보	일정한 리듬의 외부감각이 하지에 율동적이고 대칭적인 상호 교대 움직임을 유도함
8	차유리 (2011)	학위논문	운동 중에 리듬신호를 제공하여 즉각적인 신경학적 움직임의 동조화를 이끌어 냄. 음악은 뇌간과 척수 수준에 있는 청각 및 운동 연결에 매개되어 척수의 운동 뉴런을 흥분시킴
9	현동수 외 (2013)	KCI	운동체계에 리드미한 감각 신호를 사용하는 것으로 안정된 시간 내에 청각자극과 운동 반응을 동조화하고, 보행 패턴을 안정감 있게 만들
10	황성환 (2014)	학위논문	리듬을 이용하여 움직임의 다음 동작을 준비시키고 근육의 순차적 활성화를 촉진하는 신경학적 음악치료의 기법 중 하나임



〈Appendix 4〉 계속

번호	저자 (연도)	계재 학술지 등재정보	연구자가 기술한 치료 원리
11	Cha et al. (2014)	SSCI	운동 패턴은 리듬청각자극의 반복되는 신호에 의해 조절되고 영향을 받을 수 있으며 망상척수로는 인간의 최적의 조절 및 운동 패턴에 관여함. 반복적이고 리드미한 소리 패턴이 망상척수로를 통해 척수 운동 뉴런을 흥분시키며 이는 운동 명령 시 몸 중심부 쪽 움직임에 관여함
12	Kim & Oh (2012)	일반 학술지	청각자극은 그물척수로를 통해 척수 운동 뉴런의 흥분을 증가시키고 움직임에 필요한 운동계 반응 시간을 감소시킴
13	Kim et al.(2012)	일반 학술지	리듬자극을 운동 증추에 제공하여 운동 기술을 향상시킬 수 있는 훈련 방법. 리듬자극과 근 수축 패턴을 조절하는 동기화 원리를 바탕으로 함
14	Lee et al. (2018)	SCI-E	운동 시스템으로 가는 리드미한 신호를 통해 운동 반응과 리드미한 청각 신호사이의 안정적인 동조화를 이끌어냄
15	Park et al. (2010)	일반 학술지	청각적 리듬과 운동 반응의 동조화는 보행 패턴을 안정화하고 조절하는 메커니즘으로 작용함
16	Park et al. (2015)	SSCI	리듬청각자극은 지각적 운동 영역의 동기화를 통해 뇌의 활성을 유도함
17	Shin et al. (2015)	SCI-E	외부의 청각적 큐는 피질 하 시스템 내 운동신경의 흥분 및 증추신경계에서의 청각-운동 동기화를 유도함으로써 보행의 리드미한 움직임을 효율적으로 통제하고 최적화된 운동 패턴을 이끌어냄
18	Song et al. (2016)	SCI-E	리드미한 자극을 뇌의 운동 증추에 제공함으로써 운동 기능을 유도하는 훈련 방법임
19	Suh et al. (2014)	SSCI, SCOPUS	RAS는 뇌 내 움직임과 감각 영역을 동기화하여 운동 통제에 영향을 미침. 리듬은 움직임이 안정된 시간 내에 맵핑(mapping)될 수 있도록 예측적이고 지속적인 시간적 참조로 활용됨
20	김태현 외 (2014)	일반 학술지	일정한 시간 내에 청각자극과 운동 반응을 동조화하여 보행 패턴을 안정감 있게 만들어 보행 능력을 향상시킴
21	박진 외 (2018)	일반 학술지	리듬청각자극은 망상척수로를 따라 증추유형발생기로 전달되는 동시에 척수상위 청각 시스템을 통해 일차 청각 피질로 전달되어 운동패턴을 시간적으로 구조화하고 조절함
22	송수영 외 (2018)	KCI	일정한 청각 자극을 통해 리듬감각을 자극하여 운동체계에 영향을 주고 안정된 시간 내에 운동영역과 지각 영역을 동기화시켜 뇌의 각 영역의 활성화를 유도함

## 〈Appendix 4〉 계속

번호	저자 (연도)	게재 학술지 등재정보	연구자가 기술한 치료 원리
23	조남정 외 (2010)	KCI	보행 향상을 위한 음악치료 중재 기법임
24	조남정 (2010)	학위논문	운동체계에 대한 리듬의 생리학적 효과를 이용하여 기능회복 훈련과 치료에서 운동조절을 개선함
25	조남정 (2013)	KCI 등재후보	리듬은 불규칙적인 움직임을 통제하고 자극하여 조화로운 움직임으로 자연스럽게 변화시키는 촉진제 역할을 함. 리듬은 동기제로서 오랜 시간 반복을 요구하는 보행훈련과 같은 신체 재활에 즐거움을 증가시킴
26	조호영 (2017)	학위논문	리듬청각자극은 움직임의 준비 및 근육의 순차적 활성화를 유도함
27	진유신 (2014)	학위논문	동조화 현상은 외부에서 주어지는 청각자극이 망상척수로를 자극하여 운동 뉴런의 흥분을 증가시켜 근육의 반응 소요시간을 단축시킴
28	Shin et al. (2017)	SSCI	운동 조절 시간의 동기화를 성공적으로 끌어내기 위해 운동 중 리드믹 큐를 제공함
29	이순현 외 (2011)	KCI	일정한 청각자극은 운동영역과 지각영역의 동기화를 통해 안정감 있는 보행패턴 및 움직임의 유연성을 개선시킴
30	하귀현 외 (2013)	KCI	일정한 청각자극은 외부 리듬과 리듬적 움직임을 결합시킴으로써 중추신경계 손상 환자의 운동수행력을 향상시킴
31	Cha et al. (2014)	SCI-E	일정한 시간 내에 청각자극과 운동 반응을 동조화하여 보행 패턴을 안정감 있게 만들어 보행 능력을 향상시킴
32	Ko et al. (2015)	SCI-E	음악은 예측가능성과 같은 시간적인 특성을 포함함
33	Kim et al. (2011)	SCI	순차적인 움직임을 조정하도록 함. 리듬패턴과 움직임 패턴이 동기화됨