인간행동과 음악연구 2016, Vol. 13, No. 1, 1-18
Journal of Music and Human Behavior http://dx.doi.org/10.21187/jmhb.2016.13.1.001

초등학생의 리듬 재산출 능력과 인지기능 수준 간 상관관계

오소영*, 정현주**

본 연구는 아동의 리듬 수행 능력과 인지 능력 간 상관관계를 알아보고자 하였다. 이를 위해 평균 연령 9세의 초등학생 59명을 대상으로 iPad 기반 리듬 수행 검사, 숫자 외우기 검사(DST), 아동 색선로 검사(CCTT), 키보드를 활용한 자가탭핑 검사를 진행하였다. 검사 결과, 리듬 재산출의 정확도(accuracy)를 측정하는 리듬 수행 검사 1단계 10개 문항은 자가탭핑 평균 속도(s)와 유의한 상관관계가 나타났으며, 리듬 수행 검사 2단계에서 측정하는 그룹핑(grouping) 능력은 CCTT 검사 결과와 유의한 상관관계가 있었다. 특히 문항 특성에 따른 결과를 분석한 결과 일정한 리듬이 두 번 이상 연속으로 반복되어 제공되는 리듬꼴의 정확한 수행은 자가탭핑 속도와 부적 상관관계가 있었으며, 분할박이 많은 리듬꼴의 리듬 수행력은 CCTT, 즉 집행기능과 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 본 연구 결과 리듬 재산출 과제가 초등학교 학령기 아동의 인지 기능 검사 결과와 유의한 상관관계에 있다는 것을 확인하였다. 또한 아동이 산출하는 자가탭핑 속도, 즉 내적 리듬 특성이 인지 기능과 상관관계에 있음을 알 수 있었다. 본 연구는 학령기 아동의 리듬 수행력과 관련된 기초 자료를 제시하고, 이러한 리듬 수행력이 인지 기능의 측정 지표가 될 수 있는 가능성이 있음을 시사한다. 본 연구에서 도출된 결과를 통해 추후 리듬꼴의 특징 및 리듬 과제의 난이도에 따른 리듬 수행력이 학령기 아동의 인지적, 정서행동적, 음악적 특성을 다각적으로 평가할 수 있는 가능성 또한 제언되었다.

핵심어 : 리듬수행능력, 숫자외우기검사, 아동색선로검사, 자가탭핑, 초등학생

* 한빛초등학교 교사
** 교신저자: 이화여자대학교 대학원 음악치료학과 교수, 미국공인음악치료사(MT-BC) (hju@ewha.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

음악과 관련된 활동을 수행하는데 있어 인지 기능과의 연관성을 살펴보는 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다(Baars & Gage, 2010; Banich, 2009; Chong 2006; Seung, 2012). 특히 음악의 기본적 요소라고 할 수 있는 리듬 인지와 수행에 대해 꾸준히 연구되어 왔는데(Ashcraft, 1998; Baars & Gage, 2010; Kalat, 1984; Seung, 2012), 주로 템포와 타이밍에 따른 재산출 능력(Chelonis, Flake, Baldwin, Black, & Paule, 2004; Deutsch, 1999; Holm, Ullen, & Madison, 2011, 2013; Ullen, Forsman, Blom, Karabanov, & Madison, 2008) 및 그룹핑(Parmentier, Maybery, & Jones, 2004; Ryan, 1969; Ullen, Soderlund, Kaaria, & Madison, 2009)과 관련된 인지기능을 살펴보았다. 또한 이러한 연구결과들을 바탕으로 리듬 패턴의 복잡성 및 난이도 규명과 이에 따른 리듬수행능력에 대한 연구 역시 수행되었다(Duerksen & Chong, 2013).

실제 리듬 재산출 과제는 인지 기능 측정에 적합하다고 할 수 있다. 리듬 재산출 과정은 시공간 능력 및 단기 기억력에 영향을 받아 청각 정보를 재구조, 부호화하는 과정을 거치기 때문이다(Ashcraft, 1998; Deutsch, 1999; Duerksen & Chong, 2013; Kalat, 1984; Parmentier et al., 2004; Radocy & Boyle, 2001; Ryan, 1969). 또한 Chelonis와 그 동료들(2004)은 지능지수와 연령이 리듬 재산출의 정확도와 정적 상관관계에 있음을 밝힌 바 있다. 따라서 리듬 재산출 수행 능력은 인지 발달 수준의 영향을 받아 상이하게 나타날 수 있으며, 이는 상관관계 도출을 통하여 리듬 재산출 과제 수행과 인지기능 수준에 대한 연관성을 예측할 수 있음을 시사한다.

이처럼 리듬 수행 능력과 인지 기능 간 상관관계 연구는 다양한 연령을 대상으로 진행되어 왔으나 인지 기능 측정에 가장 적합한 대상은 동일 연령대의 아동이라고 할 수 있다. 리듬 수행 과제와 인지 관련 연구에서는 상향식 처리과정과 하향식 처리과정을 연관지어 언급한다(Holm et al., 2011, 2013; Seung, 2012; Ullen et al., 2009). 상향식 처리과정은 1000분의 1초(millisecond) 수준에서의 정확한 리듬 연주와 관련이 있고(Holm et al., 2011, 2013), 하향식 처리과정은 주로 리듬 수행 과제 시 반응 시간(reaction time)과 집행기능(executive function)과 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 두 과정은 상호작용하며 이루어지지만 발달과 학습에 의한 리듬 수행력이 아닌 인지 수준 자체와의 비교를 위해서는 동일 연령대의 아동이 가장 적절한 대상임을 제시할 수 있다.

아동기는 다양한 연령대 중에서 리듬 수행과 인지 기능 간의 연관성이 드러나는 시기로 구체적 조작기부터 이러한 연관성을 보기에 적절한 대상이라고 볼 수 있다. 구체적 조작기의 특성은 음악적 발달에서도 나타나며 단계적으로 이루어진다(Radocy & Boyle, 2001). 연령 증가에 따라 리듬 기술도 발달하지만, 특히 학령기 9세 아동을 기점으로 정교한 리듬 표현이

가능해지고, 관련 능력이 급격히 발달하다가 감소하는 변화를 보이기도 한다(Hargreaves, 2010; Radocy & Boyle, 2001). 또한 제시된 메트로놈을 듣고 일관적 템포를 유지하는 능력 또한 초등학교 시기에 가장 발달하게 된다(Radocy & Boyle, 2001).

학령기 아동에 있어 인지 기능은 학교 적응 여부 및 성공적 경험을 좌우하며(Cho, 2014; Park & Joo, 2013; Song, 2011), 특히 학업수행에 큰 영향을 미치는 집행기능의 경우 자기조절, 문제해결과 같은 능력과 연관되어(Anderson, 2002; No & Park, 2011; Shin, Yun, & Lee, 2010; Song, 2010) 학습 및 행동발달에도 영향을 미친다. 집행기능이란 전두엽에서 이루어지는 상위 인지기능으로 특정 목적을 위해 정서 및 행동 억제, 인지적 융통성, 계획 등을 수행하는 능력을 의미한다(Do, Cho, Kim, Kim, & Shin, 2010; Kong & Lim, 2011; Song, 2011; Zelazo, Muller, Frye, & Marcovitch, 2003). 이러한 집행기능의 하위 영역에는 작업기억, 계획하기 등이 포함되며, 이 역시 10세 정도에 완성되기 시작하기 때문에(Anderson, 2002) 초등학교 3학년 연령이 집행기능을 평가하기에 적절함을 알 수 있다. 실제 몇몇 연구에서는 초등학교 3학년을 학습 능력 평가가 가능하며 적합한 시기로 보고 3학년의 기초학습 진단평가를 활용한 바 있다(Kim & Hong, 2009; Kwon, 2013; Lee, 2004).

현재까지 리듬과 인지 관련 연구는 리듬 수행력과 단기 기억 및 작업 기억(Parmentier et al., 2004; Ryan, 1969), 인지 처리 과정과 집행기능 및 신경학적 기능(Holm et al., 2011, 2013; Ullen et al., 2008) 간 상관관계에 대해 연구해왔고, 각 연구의 대상은 유아부터 노인까지 다양하게 분포되어 있으나 학령기 아동을 대상으로 리듬과 인지 및 학습 능력을 연구한 연구는 미비했다. 또한 연구 결과 리듬 과제가 복잡할수록 집행기능과 상관관계가 있다는 결론은 도출했으나(Holm et al., 2013) 리듬꼴 분석 및 리듬 복잡성에 따른 아동의 집행기능 수준과 리듬 수행 단계는 확인되지 않았다. 따라서 본 연구는 초등학교 3학년 아동을 대상으로 리듬 수행 능력과 인지 능력의 상관관계 비교를 통해 해당 아동의 리듬 수행 능력을 알아보고자 하였다. 이를 위해 리듬 수행 능력을 정확성과 리듬 그룹핑으로 구분하여 측정하고, 개인의 내적 리듬 특성(자가탭핑)을 통한 기본박 유지능력(time keeping)과 비음악적 인지기능(작업기억과 집행기능)과의 관계를 알아보았다. 이에 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 초등학생의 자가탭핑 과제 시 측정되는 개인 내적 리듬 특성과 리듬 수행 능력 간 상관관계가 있는가?
2. 초등학생의 리듬 재산출 능력과 집행기능을 측정하는 색 선로 검사 점수 간에는 상관관계가 있는가?
3. 초등학생의 리듬 재산출 능력과 작업기능을 측정하는 숫자폭검사 점수 간에는 상관관계가 있는가?
4. 리듬패턴별 리듬 재산출 능력과 인지기능검사 점수 간에는 상관관계가 있는가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

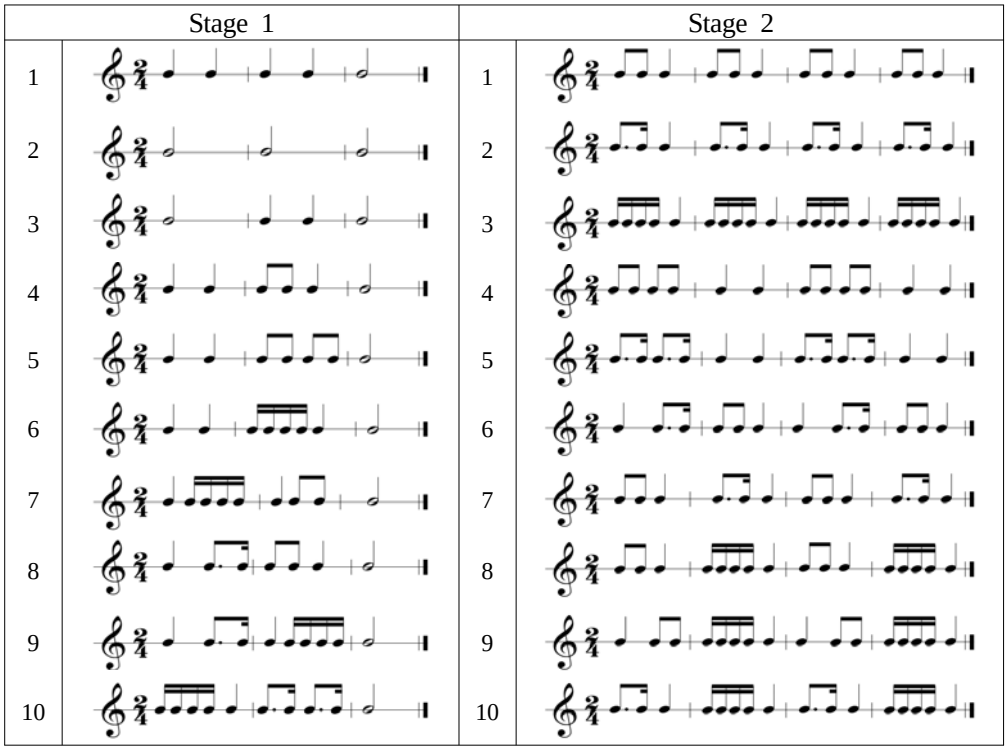
본 연구에서 대상자 모집과 전체 연구 진행 절차와 관련된 제반 사항은 이화여자대학교 IRB 심의를 통해 승인받았다(IRB No. 89-9). 본 연구의 참여 대상자는 만 6-12세의 발달학적, 신경학적 장애가 없는 초등학생이다. 청력으로 인한 일상생활에서의 이상이 없는 자, 간단한 선 긋기 및 글자쓰기 수행에 있어 시지각 및 시각-운동 협응 능력에 문제가 없는 자, 구두로 자신의 의사를 밝히고 의사소통하는 데 문제가 없는 자가 모집되었다. 학교 내 승인절차를 걸쳐 연구 진행이 허가된 경기도 소재 초등학교에서 보호자의 동의를 받은 아동과 개별 면담을 진행하였고, 자발적으로 연구 참여 의사를 밝힌 만 9세 아동 61명(남 25명, 여 34명)을 대상으로 연구 절차를 진행하였다.

2. 측정 도구

본 연구의 실험을 위해 리듬 재산출 수행 과제를 위하여 연구자가 개발한 아이패드 기반 애플리케이션을 사용하였으며, MIDI 키보드를 활용하여 자가탭핑 검사를 실시하였다. 또한 아동용 색 선로 검사(children’s color trail test: 이하 CCTT), 숫자 외우기 검사(digit span test: 이하 DST)를 통해 인지 능력을 측정하고자 하였다.

리듬 수행 과제는 Duerksen과 Chong(2013)의 프로토콜을 토대로 연구자가 개발하여 검증 단계에 있는 아이패드 기반 애플리케이션 프로그램을 통하여 실시하였다. 리듬 문항은 <Figure 1>과 같이 각 단계별로 10개씩 구성되어 있다. 1단계에서는 리듬 재산출의 정확성을 측정하고자 하였으며, 대상자들이 리듬의 속도와 상대적 박의 길이를 최대한 똑같이 모방하여 연주하도록 하였다. 2단계에서는 리듬 그룹핑 능력을 측정하고자, 제시된 4마디 중 반복되는 패턴을 찾아 연주하는 과제가 제시되었다. 실제 검사 시, 본 검사 문항 시작 전 이해를 돕기 위한 연습 문제가 제공되었으며, 과제 수행 시에는 모든 문항을 2회씩 들려준 후 연주 지시 없이 리듬을 모방하여 iPad에 직접 탭핑하도록 하였다.

이 외에도 아동의 기본적 리듬 유지 능력 및 내적 리듬 특성을 알아보기 위해 MIDI 입력이 가능한 키보드와 Cubase 프로그램, 메트로놈을 활용하여, 자가탭핑 과제를 수행하게 하였다. 과제 수행 시, 자신이 편하게 느끼는 속도에서 우세손으로 일정한 속도의 탭핑을 유지하게 하였으며 각 아동이 약 10회 이상 탭핑하였다. 데이터는 10회까지의 탭핑을 측정하여 분석하였다.



<Figure 1> Rhythm patterns in each stage of rhythm reproduction test

본 연구에서 인지 기능을 측정하기 위해 두 가지 실험 도구를 선정하였다. CCTT는 성인용 선로 잇기 검사(trail making test: 이하 TMT)의 축약형으로 숫자와 색을 사용하였기 때문에 특히 아동의 인지 발달 상태에 적합하다(Shin & Gu, 2007). 숫자의 순서대로 잇기(CCTT 1), 숫자를 잇는 데 있어 두 가지 색깔을 번갈아가며 연결하기(CCTT 2) 과제 시 소요된 시간은 정보처리속도뿐만 아니라 지각적 정보 처리 능력, 융통적 정신처리과정 등을 반영하며(Shin & Gu, 2007), 소요 시간이 오래 걸릴수록 인지적 융통성이 낮다고 볼 수 있다. CCTT를 통해서는 특히 전환능력을 측정할 수 있으며(Park & Song, 2012), 집행기능 중 인지적 융통성 검사를 위하여 선로검사를 사용한 예도 있다(Do et al., 2010).

DST는 작업 기억을 측정할 수 있는 검사 도구로 한국판 웩슬러 성인용 지능 검사에 포함된 숫자 관련 소검사를 아동용으로 번안한 것을 사용하였다. 제시된 숫자를 따라 말하는 문항으로 구성된 DST에는 바로 따라 말하기(digit span forward: 이하 DSF)와 거꾸로 말하기(digit span backward: 이하 DSB)의 두 가지 하위 검사가 있으며, 다른 수준의 작업 기억을 요구한다(Hwang, Kim, Park, Choi, & Hong, 2008; Kang, Jin, & Na, 2002). DST 검사 동안에는 자리 수마다 2개 문항씩, 총 20개 문항을 따라 말하도록 하였다.

3. 연구절차

연구의 본 실험을 진행하기에 앞서 보호자 및 대상자의 서면 동의를 획득한 초등학생 총 9명(평균 연령 7.4세, $SD = 0.4$)을 대상으로 예비 실험을 진행하였다. 예비 실험 결과, 대상자 모두가 본 연구에서 실시된 검사 도구의 수행 방법 숙지 및 적절한 참여가 가능한 것을 확인할 수 있었다. 본 실험의 진행 절차는 <Figure 2>와 같다.

Step	Procedures
Participant recruitment	· review and acceptance of study procedures by IRB · contacted elementary schools and received permission to conduct this study at the schools · obtained the signed consent form from parents and participants after explaining the purpose, procedures, and benefits of the study
↓	↓
Pilot study	· conducted a pilot study
↓	↓
Collection of demographic information	· obtained the signed consent from participants · collected basic demographic information from the participants
↓	↓
Implementation of rhythm and cognitive tests	· conducted a self-paced tapping test via a MIDI-keyboard · conducted the investigator-invented rhythm reproduction test · conducted cognitive tests
↓	↓
Analysis of data collected	· computed the descriptive data from test results · measured the correlation between test scores · analyzed the features of rhythm items in terms of the correlation with cognitive test scores

<Figure 2> Procedures of the study

본 연구는 2015년 4월 13일부터 5월 4일까지 총 3주간 기관 내 연구 진행 승인 절차를 거친 초등학교에서 진행하였다. 학교의 허가를 받은 후 담임 교사의 동의를 얻은 학급에서 연구자가 연구에 대해 설명한 후 가정 통신문을 송부하였다. 이후 보호자가 연구 참여 의사를 밝힌 동의를 얻은 학생들 61명(남 27명, 여 34명)을 최종 모집하였고, 보호자의 서면 동의를

받았다. 연구 시작 전 모든 아동에게 연구 목적과 절차에 대해 설명하고 서면 동의서를 얻었다. 동의서 획득 후 각 참여자들에게 손가락 터치나 탭핑을 요구하는 전자 기기 사용 경험과 음악 친숙도 및 음악 활동 여부를 포함한 기본 정보를 조사하였다. 이후 담임교사 재량 시간이나 방과 후, 아침 자습 시간을 활용하여 리듬 수행 과제 및 인지 기능 검사를 개별적으로 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

본 연구에는 자발적 연구 참여 의사를 밝힌 보호자와 연구 참여자에게 서면 동의를 얻은 총 61명이 참여하였다. 최종 연구 결과 분석에는 ADHD로 진단받은 아동 1명과 전체 검사 절차가 완료되지 않은 1명을 제외한 총 59명(남 25명, 여 34명)의 결과가 포함되었다.

1. 결과

1) 연구 대상자의 음악 관련 특성

각 연구 참여자에게 음악 청취 활동 선호 여부와 선호 음악 장르, 음악 활동의 현재 및 과거 참여 경험 여부, 음악 활동 경험 기간 등을 조사한 결과 약 62.7%(37명)의 아동들이 음악을 즐겨 들으며, 전체 아동의 39%(23명)가 현재 음악 활동에 참여하고 있었다. 현재 음악 활동에 참여하고 있지 않더라도 과거 음악 경험이 있는 아동은 응답자 중 25명인 것으로 나타났다.

본 연구에서 사용된 리듬 재산출 검사가 아이패드 기반 기기를 통해 이루어지는 점을 고려해 손가락 터치나 탭핑이 요구되는 기기, 즉 스마트폰, 태블릿 PC, 터치스크린을 포함한 공공기관 기기 등의 경험 여부를 조사한 결과 가장 많은 아동이 경험해본 기기는 스마트폰이며, 연구 대상자들 대다수가 터치스크린 조작을 해 본 경험이 있었다.

2) 검사별 수행 결과

본 연구의 실험 대상자를 대상으로 단계별 문항에 따른 리듬 재산출 과제 수행 결과는 <Table 1>과 같다.

<Table 1>의 결과는 리듬 재산출 과제의 유형 및 난이도에 따라 수행 점수에 차이가 있음을 보여준다. 1단계인 리듬 재산출 정확도(accuracy) 점수가 2단계인 리듬 패턴의 그룹핑점수보다 높은 것으로 나타났으며 전체 리듬 재산출 과제 수행점수는 74.47(SD = 27.41)로 개인 간 수행능력의 차이가 많은 것으로 나타났다.

<Table 1> Rhythm Task Performance of Participants (N = 59)

Rhythm reproduction task performance	***M***	***SD***
Stage 1 (accuracy)	45.58	13.10
Stage 2 (grouping)	28.90	18.20
Total score	74.47	27.41

인지검사결과를 보여주는 <Table 2>를 살펴보면 CCTT 1과 CCTT 2의 수행 시간을 유사 연령대의 표준치를 기준으로 100점 만점으로 환산한 T 점수의 경우 평균은 각각 52.26과 52.30으로 보통 수준에 해당한다. DST의 경우 바로 따라 말하기(DSF)가 거꾸로 말하기(DSB)에 비해 더 높은 검사 점수를 보였다. MIDI 키보드를 활용하여 수행한 자가탭핑 과제 시 평균 속도, 즉 탭핑 시 박 간 평균 간격은 0.57초로 참여한 초등학생들은 105bpm 정도의 속도로 탭핑하는 것으로 나타났다.

<Table 2> Results of CCTT, DST, and Self-Paced Tapping Task (N = 59)

Cognitive test	***M***	***SD***
CCTT		
CCTT 1 completion time (second)	19.64	6.05
CCTT 2 completion time (second)	48.81	9.40
DST		
DSF (number)	9.52	2.64
DSB (number)	6.08	1.24
DST total (number)	15.55	3.15
Self-paced tapping task		
Mean intertap interval (second)	0.57	0.25

Note. CCTT: children's color trail test; DST: digit span test; DSF: digit span forward; DSB: digit span backward.

3) 검사 결과 간 상관관계

먼저, 자가탭핑 시 박 간 간격과 리듬재산출 2단계 과제인 그룹핑 수행능력 총점을 제외하고 모든 점수에서 유의미한 부적 상관을 보였다(<Table 3> 참조). 즉, 자가탭핑 속도가 빠를수록 리듬 재산출을 포함한 리듬 수행 과제 전반의 점수가 낮은 경향을 보였다고 할 수 있다. 자가탭핑 과제 시 평균 박 간 간격과 실시된 CCTT검사와 DST검사 결과 간 상관관계를 알아본 결과 CCTT 1 수행 시간과는 낮은 수준의 정적 상관관계가 나타난 반면(r = .39, p < .05), DST와는 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 수행한 리듬패턴 내 연주한 박 간격이 넓을수록, 즉 내재박 속도가 느릴수록 사전 계획 및 행동 조절을 통해 순차적인 정

보를 처리하는 집행기능을 측정하는 CCTT를 빠르게 수행하는 경향이 있지만, 작업 기억을 처리하는 수준과는 유의미한 관계가 없음을 보여준다.

<Table 3> Correlation Between Self-Paced Tapping Speed and Rhythm Reproduction Performance

Self-pace tapping	Rhythm reproduction task performance		
	Stage 1 (accuracy)	Stage 2 (grouping)	Total
Mean intertap interval (second)	-.35**	-.24	-.33*

*p < .05. **p < .01.

본 연구에서는 또한 리듬 재산출 과제 수행력과 인지검사 결과 간 상관관계를 살펴보고자 하였다. 그 결과는 <Table 4>에 제시되어 있다. 리듬재산출 정확도는 CCTT 및 DST 검사 결과와 유의한 상관관계를 보이지 않은 반면, 그룹핑 점수와 리듬 재산출과제 수행력 총점은 CCTT 및 DST 검사와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 자세히 살펴보면 CCTT 내 2개의 세부검사 수행시간 모두 그룹핑 점수와 부적상관관계가 있는 것으로 나타났고, 리듬 재산출 점수 역시 CCTT 검사 수행시간과 부적 상관관계를 보였다. 이는 리듬그룹핑 수행력이 높을수록, 색선로 검사를 빠르게 수행함을 의미한다. DST 결과와의 상관관계에 있어서는, 그룹핑 점수가 작업기억능력을 보여주는 바로 따라 말하기(DSF) 및 숫자폭 검사 합계 점수(DST total)와 정적 상관관계에 있는 것으로 나타난 반면, 거꾸로 따라 말하기(DSB)와의 상관관계는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<Table 4> Correlation Between Rhythm Task and Cognitive Test Scores

Cognitive test	Rhythm reproduction task performance		
	Stage 1 (accuracy)	Stage 2 (grouping)	Total
CCTT			
CCTT 1 completion time (second)	-.19	-.39**	-.35**
CCTT 2 completion time (second)	-.18	-.31*	-.29*
DST			
DSF (number)	.15	.31*	.28*
DSB (number)	.03	.15	.12
DST total (number)	.15	.32*	.28*

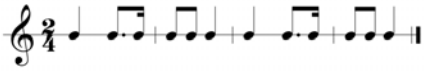
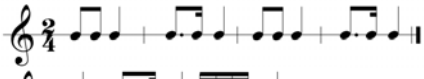
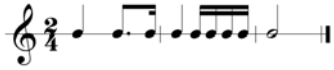
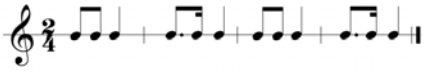
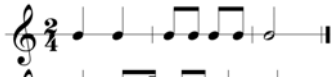
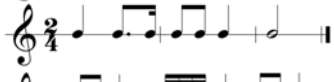
Note. CCTT: children's color trail test; DST: digit span test; DSF: digit span forward; DSB: digit span backward.
*p < .05. **p < .01.

4) 리듬 문항 분석을 통한 리듬 특성과 인지 검사 결과 간 상관

제시된 리듬 문항의 특성에 따른 결과를 분석하기 위하여 문항별 리듬 재산출 점수와 CCTT, DST, 자가탭핑 과제 결과 간 상관관계를 분석하였다. 상관관계 분석 결과, 자가탭핑 수행 시 탭핑 박 간 간격과 유의한 상관관계를 보인 문항은 1단계 리듬 재산출 검사에 집중되어 있는 반면, 타 인지검사 결과와 유의미한 상관관계를 보인 문항은 2단계에 집중된 경향이 나타났다. 각 검사와의 상관관계 분석 결과는 <Table 5>와 같다.

또한 본 연구에서는 타 검사 결과와 유의한 상관관계를 보인 리듬 문항을 보다 구체적으로 분석함으로써, 리듬꼴에 따른 리듬 재산출 수행력과 인지 기능 간 관계를 찾고자 하였다. CCTT 검사 결과와 유의한 상관결과를 보인 문항은 1단계 9번과 2단계 4, 6, 7번 문항이었고, DST 검사 결과와 유의한 상관관계를 보인 문항은 2단계 7번이었다. 또한 1단계 1, 5, 8번과 2단계의 8번에서 높은 리듬 재산출 수행력을 보인 아동일수록 기질적인 개인 내적 리듬이 느린 경향이 있었다. 인지검사별로 각 검사와 유의한 상관관계를 보인 리듬 문항은 <Table 6>에 제시되어 있다.

<Table 5> Analysis of Rhythm Item Correlated with Cognitive Test Scores

Cognitive test	*r*	Rhythm pattern	Item #
CCTT			
CCTT 1	-.36*		2-4
	-.34**		2-6
	-.29*		2-7
CCTT 2	-.29*		1-9
DST			
DSF	.35*		2-7
Total	.29*		
Self-paced tapping task			
Mean intertap interval	-.30*		1-1
	-.29*		1-5
	-.28*		1-8
	-.34**		2-8

a. Pearson's correlation.
*$p < .05$. **$p < .01$.

<Table 6> Correlation Between Performance of Each Rhythm Reproduction Task Item and Other Test Scores

Cognitive test	Rhythm reproduction task performance																			
	Stage 1										Stage 2									
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
CCTT																				
CCTT1	-.17	.05	-.01	.01	-.27*	-.05	-.05	-.02	-.12	.03	.01	-.20	.02	-.38**	-.16	-.36**	-.29*	-.35**	-.07	-.21
CCTT2	-.32*	.04	-.13	.12	.04	.04	.03	-.11	-.26*	-.22	-.17	-.12	.07	-.33*	-.13	-.08	-.32*	-.20	-.24	-.02
DST																				
DSF	-.08	-.06	-.02	.21	.04	.04	-.11	.20	.11	.06	.05	.11	.06	.28*	.23	.19	.34**	.19	-.06	.25
LDSF	-.09	-.07	-.01	.20	.03	.01	-.14	.17	.11	.01	.06	.16	.01	.23	.23	.17	.28*	.20	-.12	.27*
DSB	-.05	-.06	-.02	.08	.14	.10	-.01	.08	-.05	.07	-.09	.08	-.10	.23	.12	-.05	.02	.29*	.08	.14
LDSB	-.06	-.01	.09	.18	.03	.06	.06	-.05	-.14	-.04	.11	.01	-.17	.23	-.04	.06	.00	.20	-.09	.10
Total	-.08	-.07	-.03	.21	.09	.07	-.10	.20	.07	.08	.00	.12	.00	.33*	.24	.14	.29*	.28*	-.02	.27*
Self-paced tapping task																				
Mean intertap interval (second)	-.32*	.10	-.08	-.11	-.29*	.09	.25	-.28*	-.11	-.11	.03	-.15	.04	-.22	-.20	-.02	-.14	-.34**	-.20	-.03

*$p < .05$. **$p < .01$.

각 리듬 특성을 분석하면 자가탭핑 과제와 유의미한 상관관계에 있는 리듬들은 한 마디에서 같은 길이의 음표가 두 번 이상 연속적으로 반복되는 것을 발견할 수 있었다. 리듬 재산출 과제의 정확도를 보여주는 1단계 중 첫 문항인 1-1에서는 ♩, 1-5는 ♩와 ♪, 2-8은 ♪길이와 ♪ 길이의 음표를 두 번 이상 연속으로 연주하도록 구성되어 있는 것을 확인할 수 있다. CCTT와 상관성이 나타난 리듬들은 1단계의 1번 문제를 제외하고는 같은 리듬을 두 마디 이상 반복하지 않으며, 분할되어 있다. DST의 경우 해당 점수와 유의한 상관관계를 보인 문항은 2-7번 한 개로 리듬의 공통적 특성을 찾을 수는 없었다. 다만, 여러 길이의 음표가 사용된 것을 볼 때 해당 결과가 단기 기억을 위한 파지 개수와 연관된다고 예측해볼 수 있다.

2. 논의

본 연구에서 조사된 결과를 바탕으로 도출된 논의점은 다음과 같다. 첫째, 학령기 아동의 자가탭핑 과제 시 산출된 박 간 간격과 리듬 재산출 수행력은 부적 상관관계를 지니고 있는 것으로 나타났다. 박 간 간격 값은 자가탭핑 수행 중 개인의 내적 리듬 속도를 반영한 것으로 리듬 수행 과제 1단계에서만 부적 상관관계가 나타나는 경향을 보였는데, 이는 리듬 수행의 정확성을 보고자하는 1단계 과제 특성과 연관된 것으로 설명할 수 있다. 즉, 내적 박자가 빠른 아동일수록 정확한 리듬 재산출이 어려웠다고 해석할 수 있다. 또한 정확성과 그룹핑으로 나뉘는 리듬 수행 과제의 각 단계별 과제 목표 특성이 리듬 수행 결과 반영된 것으로 해석할 수 있다.

둘째, 아동의 리듬 수행능력과 CCTT 수행 시간은 낮은 수준의 부적 상관관계가 나타났으며, 리듬 수행 과제 2단계에서만 유의한 상관관계가 나타났다. 이는 집행기능이 단순한 인지기능이 아니라 전략을 세워야하는 고차원적 능력(Do et al., 2010)이며 집행기능은 복잡한 사고 과정에서 발현하기(Holm et al., 2013) 때문이라고 볼 수 있다. 또한 2단계 그룹핑 문항들이 인지기능과 밀접한 상관성을 보인 것은 단순 리듬의 나열보다는 시간 간격을 활용한 그룹핑이 인지 인출에 더욱 효과적이라는 의견(Henson, Burgess, & Frith, 2000; Ryan, 1969)과 일맥상통함을 알 수 있다.

셋째, 리듬 과제 수행 능력과 DST 총점 간 상관관계가 도출되었으며, 그 중에서도 리듬 재산출 점수인 그룹핑 문항들과 유의한 상관관계를 보였다. 이는 DST가 리듬 수행 과제의 정확성보다는 그룹핑 능력과 연관 있다는 것을 시사한다. 작업 기억 능력을 의미하는 DST 점수가 2단계 문항과 정적 상관관계를 보인다는 것은 그룹핑이 기억과 회상을 위한 가장 효과적 전략이라는 선행 연구(Deutsch, 1999; Parmentier et al, 2004; Ryan, 1969)와 일치하는 결과로 DST 검사를 위해 그룹 전략을 사용할 수 있는 아동들이 리듬 그룹핑 과제에서도 높은 과제 수행력을 보이는 것으로 예측할 수 있다. 흥미롭게도 리듬 과제를 단계별로 분석하였을

때 리듬 수행능력 점수와 DST 간 유의한 상관관계를 보인 문항들이 제시된 리듬 패턴을 그룹핑하는 능력이 요구되는 2단계에서 명료하게 나타났다. 이는 DST 수행 시 그룹핑과 유사한 전략을 사용하기 때문이라는 해석이 가능하다.

넷째, 본 연구에서는 보다 세분화된 리듬 수행 과제의 문항 분석을 통해 리듬 수행 과제의 단계, 문항, 하위 점수별로 각 인지 및 개인 내적 리듬 특성과 상관성을 보인 리듬꼴을 분류할 수 있었다. 일정한 길이의 리듬이 두 번 이상 연속적으로 제공되는 리듬꼴을 정확하게 재산출한 아동은 내적 리듬 기질이 느린 경향이 있었다. 또한 각 문항의 리듬꼴을 해석하였을 때 CCTT 점수가 높을수록 비교적 분할 리듬이 많은 리듬꼴의 리듬 수행력이 높은 경향이 있었다. 이와 유사하게 DST와 정적 상관관계를 보인 문항의 리듬꼴은 한 개 뿐이어서 일반화에는 어려움이 있으나, 다양한 리듬꼴이 섞여 있었다는 점에서 작업 기억을 위한 파지의 수가 클수록 다양한 리듬꼴을 모두 기억할 수 있었고 그 결과 리듬 연주를 잘 하는 아동이 DST 점수도 높았던 것으로 해석할 수 있다.

자가탭핑 과제의 탭핑 박 간 간격 값과 부적 상관을 보인 문항은 동일한 리듬꼴이 두 번 이상 반복되며, 일정한 속도 유지 능력이 부족한 아동들이 해당 리듬꼴 수행에 어려움을 보인 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 제시된 리듬 패턴과 그에 따른 리듬 수행력에 따라 아동의 여러 측면에서의 인지 과제 수행 양상을 예측할 수 있는 가능성을 제시한다.

추가적으로 개인의 내적 리듬 능력과 인지 능력 간에도 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 자가탭핑 과제 시 탭핑한 박 간 간격 값은 리듬 수행 능력 간 상관관계에서 유의한 부적 상관관계를 보였다. 특히 리듬 과제를 단계별로 비교했을 때에는 주로 1단계와 상관성이 나타나는 경향이 발견되었다. 리듬 과제의 1단계는 정확성을 요구하는 문항들이며, 정확성 수행을 위해서는 정확한 시간 간격 유지에 해당하는 인지 능력이 요구된다(Duerksen & Chong, 2013). 본 연구 결과, 개인 내적 박자가 빠르거나 정확성이 낮았던 아동은 집행기능에 관련된 인지 능력이 낮을 수 있음을 확인하였다. 이는 리듬 과제에서의 정확성과 인지와의 관계를 제시한 선행 연구(Chelonis et al., 2004; Holm et al., 2011; Ullen et al., 2008)의 결과와 일맥상통한다. 또한 아동의 개인 내적 리듬과 제 타이밍에 맞춰 리듬을 손가락으로 두드리는 탭핑 능력은 인지 기능과 상관관계에 있다는 사실이 확인되었다. 즉, 개인 내적 리듬이 빠를수록 리듬의 재산출의 정확도가 낮아지며, 이를 리듬과 인지의 관계로 확장하여 보자면 개인 내적 리듬이 빠를수록 인지 기능 검사는 낮게 나타날 수 있다는 의미로 해석할 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구 결과를 종합해볼 때, 제시된 리듬을 재산출하는 능력이 아동의 기질과 인지 기능을 확인하고 예측할 수 있는 효과적인 진단 도구가 될 수 있다는 사실을 알 수 있다. 리듬 수행능력과 인지능력, 일정한 속도를 유지하는 능력을 포함한 개인의 내적인 리듬 특성과 리듬 수행 과제 및 인지 능력과의 유의미한 상관관계를 통해 본 연구에 사용된 리듬 수행 과제의 활용 가능성을 볼 수 있었다. 더 나아가 아동의 기능과 연관된 리듬의 분석을 통해 특정 리듬 패턴의 요소를 활용한 인지 발달 및 진단의 가능성을 발견하였다.

본 연구의 제한점과 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상을 확장하여 연구할 필요가 있다. 본 연구는 초등학교 3학년 학생들을 중심으로 진행되었는데, 본 연구 결과를 바탕으로 여러 연령의 아동들을 대상으로 확대하여 연구한다면 발달적 측면에서 리듬 및 인지기능간의 관계성에 대한 기초자료가 제공될 것이다. 특히 본 연구에서 제시된 리듬문항의 난이도 및 속성에 따라 리듬 수행력 수준이 달라진다는 것을 확인하였다. 이러한 측면에서 볼 때 수행력 수준에 따른 리듬 패턴 분석과 해석 연구는 리듬능력 발달과 관련된 정보도 제공할 것으로 사료된다.

둘째, 리듬 난이도에 대한 제언사항으로 본 리듬 수행 과제는 난이도 순으로 제시되기 때문에(Duerksen & Chong, 2013), 해당 문항의 수준이 3학년 아동의 평균적 발달 수준보다 어려웠을 수 있다. 이는 해당 리듬이 집행기능과 작업 기억 능력을 구분하는 데 매우 변별력 있는 정보를 제공하는 리듬 패턴일 가능성도 있으며, 리듬과는 상관없이 과제 지시 사항에 대한 이해도가 아동의 집행기능과 작업 기억 수준과 연관되어 차이를 만들었을 수도 있다. 따라서 해당 문항들에 대한 후속 연구가 진행된다면 학령기 아동의 리듬 수행 가능 패턴과 인지 기능 간 상관성에 대한 보다 깊은 연구가 가능할 것이라 예상된다.

마지막으로 집행기능과 리듬의 상관관계에 대한 결과를 확대하여 연구할 필요가 있다. 본 연구에서는 집행기능 수준과 리듬 수행 능력의 상관관계를 확인하였으나, 집행기능의 하위 영역까지 확장하여 연구 주제를 선정하지는 않았다. 집행기능은 단순한 인지 능력이 아니라 매우 폭넓은 고위 인지 능력이므로 후속 연구에서는 집행기능의 하위 영역들과 리듬 간 상관관계에 대해 조사할 필요가 있다. 또한 음악적 측면에서의 집행기능과 인지적 처리 과정의 특성에 대해 연구한다면 더 다양한 측면에서 리듬과 집행기능 간의 밀도 있는 연계성을 만들어낼 수 있을 것이다.

References

Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, *8*(2), 71-82.

Ashcraft, M. H. (1998). *Fundamentals of cognition*. New York: Longman.

Baars, B. J., & Gage, N. M. (2010). *Cognition, brain, and consciousness: Introduction to cognitive neuroscience* (B. G. Kang, Trans.). Paju: Kyobo (Original work published 2004)

Banich, M. T. (2009). *The student's guide to cognitive neuroscience* (M. S. Kim, et al. Trans.). Seoul: Sigmapress. (Original work published 2004)

Chelonis, J. J., Flake, R. A., Baldwin, R. L., Blake, D. J., & Paule, M. G. (2004). Developmental aspects of timing behavior in children. *Neurotoxicology and Teratology*, *26*(3), 461-476.

Cho, H. I. (2014). The relationship between social, academic achievement goal orientation, self-determination theory, academic achievement, and school adjustment. *Journal of Elementary Education*, *27*(4), 207-229.

Chong, H. J. (2006). Relationship between music cognitive skills and academic skills. *Korean Journal of Music Therapy Education*, *3(*1), 63-76.

Deutsch, D. (1999). *The psychology of music* (2nd ed.). San Diego, SD: University of California.

Do, R. M., Cho, S. C., Kim, B. N., Kim, J. W., & Shin, M. S. (2010). Development of executive function in childhood. *Journal of the Korean Association of Psychotherapy*, *2*(2), 1-12.

Duerksen, G., & Chong, H. J. (2013). Preliminary study on developing protocol for music therapy assessment for cognitive and emotional-behavior domain using rhythm (MACED-Rhythm). *Journal of Music and Human Behavior*, *10*(1), 67-83.

Hargreaves, D. J. (2010). *The developmental psychology of music* (J. Y. Na, Trans.). Seoul: Kyohaksa. (Original work published 1986)

Henson, R. N. A., Burgess, N., & Frith, C. D. (2000). Recoding, storage, rehearsal and grouping in verbal short-term memory: An fMRI study. *Neuropsychologia*, *38*(4), 426-440.

Holm, L., Ullen, F., & Madison, G. (2011). Intelligence and temporal accuracy of behaviour: Unique and shared associations with reaction time and motor timing. *Experimental Brain Research*, *214*(2), 175-183.

Holm, L., Ullen, F., & Madison, G. (2013). Motor and executive control in repetitive timing

of brief intervals. *Journal of Experimental Psychology*, *39*(2), 365-380.

Hwang, S. T., Kim, J. H., Park, G. B., Choi, J. Y., & Hong, S. H.(2008). *Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale* (4th ed.). Daegu: Korea Psychology.

Kang, Y. W., Jin, J. H., & Na, D. L. (2002). A normative study of the digit span test for the elderly. *Korean Journal of Clinical Psychology*, *21*(4), 911-922.

Kalat, J. W. (1984). *Biological psychology* (2nd ed.). Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

Kim, S. Y., & Hong, S. J. (2009). Investigating the effect of students' background characteristics on the basic academic skill test for the 3rd grade students. *Journal of Elementary Education*, *22*(2), 233-256.

Kong, Y. S., & Lim, J. Y. (2011). Analysis of trends in research on executive function. *Child Education*, *20*(1), 61-75.

Kwon, J. R. (2013). Analysis on the 3rd graders' achievement in the elementary school -focused on the result of the grade 3 diagnostic assessment of basic competency in 2011-. *Education of Primary School Mathematics*, *16*(2), 163-184.

Lee, J. S. (2004). An analysis on the reading and writing basic achievement of elementary school 3rd grade students. *Journal of Reading Research*, *11*, 301-326.

No, M. J., & Park, H. W. (2011). Influence of executive control on preschool adaptation in normal and attention problem children. *Journal of the Association of Cognitive Development and Intervention*, *2*(2), 17-42.

Park, G. S., & Joo, D. C. (2013). The effects of the music activities on the self-efficacy and the adaptation of new students in the elementary school. *Korean Journal of Gestalt Counseling*, *3*(2), 57-69.

Park, J. R., & Song, H. J. (2012). Development and validation of children's executive function deficits inventory (CEFDI). *Korean Journal of Clinical Psychology*, *31*(1), 1-23.

Parmentier, F. B., Maybery, M. T., & Jones, D. M. (2004). Temporal grouping in auditory spatial serial memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*(3), 501-507.

Radocy, R. E., & Boyle, J. B. (2001). *Music Psychology*, (B. C. Choi, & G. J. Bang, Trans.). Seoul: Hakjisa. (Original work published 1997)

Ryan, J. (1969). Grouping and short-term memory: Different means and patterns of grouping. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *21*(2), 137-147.

Seung, Y. H. (2012). An understanding of bottom-up/top-down processing and a reconsideration of musical thinking. *Korean Journal of Research in Music Education*, *41*(2), 147-169.

Shin, M. S., & Gu, H. J. (2007). *Children's color trails test: Professional manual.* Seoul: Hakjisa.

Shin, Y. H., Yun, J. Y., & Lee, S. B. (2010). A study on executive function and problem behavior type for a children with maladjustment behaviors in school environment and general children. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, *49*(1), 197-213.

Song, C. W. (2010). The study on education research of executive function of the children with learning disorders: Theoretical character and individual teaching approach. *Korea Journal of Learning Disabilities*, *7*(3), 81-104.

Song, H. J. (2011). Executive function and school adjustment in elementary school students. *Journal of the Korean Association of Psychotherapy*, *3*(2), 31-39.

Ullen, F., Forsman, L., Blom, O., Karabanov, A., & Madison, G. (2008). Intelligence and variability in a simple timing task share neural substrates in the prefrontal white matter. *The Journal of Neuroscience*, *28*(16), 4238-4243.

Ullen, F., Soderlund, T., Kaaria, L., & Madison, G. (2009) Bottom-up mechanisms are involved in the relation between accuracy in timing tasks and intelligence: Further evidence using manipulations of state motivation. *Intelligence*, *40*(2), 100-106.

Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *68*(3), I-151.

• 게재신청일: 2015. 10. 12.
• 수정투고일: 2015. 11. 05.
• 게재확정일: 2016. 04. 04.

Correlation Between Rhythm Reproduction Task Performance and Cognitive Function in School-Aged Children

Oh, So-young[*], Chong, Hyun Ju[**]

This study examined the correlation between the rhythm reproduction performance and cognitive function of school-aged children. A total of 59 third grade elementary students participated in this study. An iPad-based rhythm reproduction task, the Digit Span Test (DST), the Children's Color Trails Test (CCTT), and a self-paced tapping task via a MIDI keyboard were conducted for each participant. The results demonstrated that scores at each stage of the iPad-based rhythm reproduction test showed different patterns of correlation with cognitive function test scores. This result suggests that accuracy of a simple rhythm task is correlated to speed of self-paced tapping (second). Also cognitive function may affect rhythm grouping ability. Results of this analysis for each of 20 rhythm items showed that there was a common rhythm characteristics that correlated with executive function, working memory or self-paced tapping speed. These results indicate that rhythm ability is related to, and predictive of, the level of cognitive functioning in elementary school students and can be used as an useful parameter when examining cognitive function of school-aged children in multifaceted dimensions.

Keywords : rhythm task performance, digit span test, children's color trail test, self-paced tapping, elementary school students

* Hanbit elementary school teacher

** Corresponding author: Professor, Department of Music Therapy, Graduate school, Ewha Womans University, MT-BC (hju@ewha.ac.kr)