

# 건반악기 음악 중재가 성인 후기의 인지 기능에 미치는 영향에 대한 문헌 고찰

신민정<sup>1</sup> · 문소영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>백석예술대학교 클래식음악과 교수, <sup>2</sup>명지대학교 음악치료학과 교수

## A Literature Review on the Effects of Keyboard Instrument Music Interventions on Cognitive Function in Late Adulthood

Min-Jeong Shin<sup>1</sup> · So young Moon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Prof. of Classic Music Department, Baekseok Arts Univ., 9 Bangbae-ro, South Korea

<sup>2</sup>Prof. of Music Therapy Department, Myongji Univ., 34 Geobukgol-ro, South Korea

(Received July 7, 2024 / Revised August 9, 2024 / Accepted August 27, 2024)

**Abstract Background:** This literature review analyzes 25 studies on the effects of keyboard instrument-based music interventions on cognitive function in older adults. The review shows positive impacts on sensory-motor functions and cognitive domains such as working capacity, attention, and memory. **Objective:** The purpose of this study is to systematically examine the effects of music interventions using keyboard instruments on cognitive function in late adulthood and evaluate their effectiveness. **Method:** The studies were analyzed based on participants, methods, tools, interventions, and outcomes, selecting relevant articles published between 2000 and 2023 according to PRISMA guidelines. **Results:** The analysis showed that keyboard music interventions significantly enhanced cognitive function, particularly in areas such as auditory abilities, attention, and working memory. Pre- and post-intervention tests demonstrated that piano playing significantly improved auditory abilities, attention, working memory, hand function, and brain plasticity. **Conclusion:** Keyboard instrument interventions positively impact cognitive function in older adults, suggesting their potential for preventing cognitive decline and promoting brain health. This study can guide future studies on the long-term effects and development of optimal strategies.

**Key words** Keyboard Instrument, Music Intervention, Late Adulthood, Piano, Cognitive function

**초록 배경:** 이 연구는 성인 후기를 대상으로 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 기능에 미치는 영향을 조사하기 위해 국내외에서 수행된 25개의 실험 연구를 분석한 문헌 고찰이다. 건반악기 음악 중재는 손 기능과 미세 조정 능력 등 감각·운동 영역의 개선뿐만 아니라, 작업 능력, 주의력, 집중력, 기억력 등 인지 영역의 기능에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다. **목적:** 이 연구의 목적은 성인 후기의 대상군을 대상으로 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 기능에 미치는 영향을 고찰하고, 이러한 중재의 유용성을 평가하는 것이다. **방법:** 연구 방법으로는 통합적 문헌 고찰(Integrative Literature Review) 방식을 사용하였으며, 2000년부터 2023년까지 발표된 관련 논문들

을 PRISMA 지침에 따라 체계적으로 선별하였다. 데이터베이스 검색을 통해 선정된 논문들은 연구 대상자, 연구 방법, 검사 도구, 중재 방법과 내용, 연구 결과를 중심으로 분석하였다. **결과:** 분석 결과, 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 기능 향상에 중요한 역할을 한다는 것이 입증되었다. 특히, 피아노 연주는 청각 능력, 주의력, 작업 기억, 손 기능 개선, 뇌 가소성 촉진에 효과적임을 보였다. 연구 대상자들은 중재 전후에 걸친 사전·사후 검사를 통해 이러한 변화를 정량적으로 평가하였다. **결론:** 본 연구는 성인후기를 대상으로 한 건반악기 중재가 인지 기능 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였으며, 이는 인지 저하 예방 및 뇌 건강 증진을 위한 효과적인 중재 전략으로서의 가능성을 제시한다. 향후 연구에서는 이러한 중재의 장기적 효과를 평가하고, 최적의 중재 전략을 개발할 수 있다는 것에 의의가 있다.

**주제어** 건반악기, 음악 중재, 성인 후기, 피아노, 인지 기능

## 서 론

노화 과정에서 나타나는 주요 문제 중 하나는 인지 기능의 저하이다. 이를 예방하고 지연시키기 위한 다양한 중재 방법이 연구되고 있다. 특히 성인 후기, 즉 일반적으로 50세 이상부터 노년기까지의 연령대에서 인지 저하 문제는 심각한 사회적 및 개인적 영향을 미칠 수 있다. 성인 후기는 인지 저하가 본격적으로 나타나기 시작하는 시기로, 기억력, 주의력, 문제 해결 능력 등의 인지 기능이 점차 감소할 수 있다. 이러한 문제를 완화하기 위해 다양한 중재 방법이 연구되고 있으며, 그 중에서도 건반악기 중재는 효과적인 방법 중 하나로 평가받고 있다(Worschech *et al.*, 2021; Bugos & Wang, 2022; Jünemann *et al.*, 2022; Worschech *et al.*, 2022; Jünemann *et al.*, 2023; Marie *et al.*, 2023).

음악 중재 중에서 악기 연주는 감각, 지각 정보와 운동 과정을 통합하여 음악 연주를 수행하는 복합적인 인지 활동으로 정의된다(Alves-Pinto *et al.*, 2017). 음악 연주는 지각과 행동의 복합적인 요소들이 상호 작용하는 활동으로, 음악 훈련이 뇌의 구조적 및 기능적 변화를 유발할 수 있다는 주장이 제기되었다(Boyke *et al.*, 2008; Herdener *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2016; Song *et al.*, 2012). 이는 음악 훈련이 다중 감각 인지 훈련으로서 다양한 인지 기능의 향상 가능성을 시사한다(Zelinski *et al.*, 2011). Paraskevopoulos 등(2023)의 연구에 따르면, 음악 악보 읽기 훈련이 단일 감각 및 다중 감각의 피질 처리를 모두 향상시켜 인지 기능 개선에 중요한 역할을 한다는 강력한 증거가 제시되었다.

건반악기 중재는 피아노와 같은 건반악기를 연주하는 활동을 통해 청각, 시각, 촉각 및 운동 감각을 통합하여 인지 기능 및 신경 가소성을 향상시키는 체계적인 훈련 프로

그램을 의미한다. 건반악기 연주는 감각과 운동 기능의 통합을 통해 인지 과정에 영향을 미치며, 이는 주의력, 집중력, 기억력, 실행 기능, 감각-운동 조절과 같은 다양한 인지 과정을 개선하는 데 기여한다(Bugos *et al.*, 2007). 특히 피아노 연주는 양손 운동, 청각 피드백, 뇌 양측의 상호작용을 포함하여 뇌 기능 향상에 직접적으로 기여한다(Zatorre *et al.*, 2007). 이러한 연주 활동은 손가락의 정교한 개별 움직임을 체계적이고 순차적으로 통제하며, 양손의 고도의 협응을 요구한다(Moon, 2009). 피아노 연주는 청각 처리, 운동 조절, 실행 기능 등 관련 뇌 영역을 자극하며, 이러한 요소들이 감각 통합에 기여함을 보여주었다(Herholz & Zatorre, 2012). 이와 같은 연구 결과들은 건반악기 연주가 뇌 가소성을 촉진하고 인지 기능 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

건반악기 연주가 뇌 가소성에 미치는 영향은 주목할 만하다. 뇌 가소성은 일생 동안 경험에 따라 뇌의 구조와 기능이 변화하고 적응하는 능력을 의미한다(Voss *et al.*, 2017). 이는 신경계 외부 자극이나 경험에 반응하여 활동을 수정하고 연결을 재구성하는 과정을 포함한다(Mateos-Aparicio *et al.*, 2019). 뇌 가소성은 학습과 기억, 뇌 손상 후의 회복 과정에서 근본적인 역할을 하며, 인간의 일생 동안 지속적으로 발생하여 언어 습득, 문제 해결, 운동 기술 향상 등 다양한 인지 기능과 관련이 있다(Draganski *et al.*, 2004). 이러한 강점을 활용할 수 있는 치료의 설계가 가능하다면, 뇌 손상 이후의 신경회복에 있어서 기능적 성과 및 삶의 질이 향상될 것이다(Jasey & Ward, 2019). 이러한 이해는 뇌 가소성의 응용 가능성을 제시하며, 학습과 인지 능력의 향상을 위한 연구의 중요성을 강조한다.

특히 피아노 훈련은 다양한 인지 및 감각 운동의 복잡한

과정을 요구한다(Jünemann *et al.*, 2022). 악보를 해독하면서 시지각을 통한 신경가소성의 변화를 야기하기 위해 감각·운동 기술과 인지과정이 요구된다(Candidi *et al.*, 2014; Houdayer *et al.*, 2016; Bugos & Wang, 2022). 피아노 연주는 성인과 아동 모두에게 작업 기억력, 공간적 사고 능력, 언어 유창성 및 인지 제어 능력과 같은 실행기능의 변화가 나타난다(Bugos & Wang, 2022). 또한 혼자서 피아노 연습을 하는 동안에도 청각적 피드백과 신체의 위치 및 움직임 감지하는 시스템을 통해 스스로 교정할 수 있으며, 이는 뇌의 학습 능력을 향상시키는 데 도움이 된다(Altenmüller, 2003; Jünemann *et al.*, 2022).

성인 후기에 있어서도 꾸준한 정신적, 신체적 활동에 참여하는 것은 뇌 건강과 기능을 유지하고 향상시키는 데 매우 중요하고 효과적인 방법이다. Wan과 Schlaug(2010)의 연구는 음악 훈련이 고령자의 인지적 유연성과 신경 가소성에 긍정적인 영향을 미쳐, 특히 고령기에 인지 기능 저하를 지연시킬 수 있는 잠재력이 있음을 시사한다. 이는 뇌의 구조적 변화를 촉진하는 데 기여할 수 있다. 또한, 고령자가 젊은 성인에 비해 인지 과제 수행 시 뇌의 양측을 더 활발히 사용함으로써, 나이가 들어가도 뇌 가소성이 유지될 수 있음을 보여주었다(Cabeza *et al.*, 2002).

연구를 진행하면서, 원래는 65세 이상의 노인을 대상으로 한 연구 논문을 분석하고자 했으나, 분석된 논문들 중 상당수가 65세 미만의 대상군을 포함하고 있었다. 이에 따라 본 연구의 제목을 ‘성인 후기’대상으로 변경하였으며, 이는 보다 넓은 연령대를 포함하여 연구 결과의 일반화를 도모하기 위함이다.

본 연구는 성인 후기의 대상군에게 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 기능에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하고 이러한 중재의 유용성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 건반악기 연주가 뇌 가소성과 인지 기능을 어떻게 향상시키는지에 대한 심층적인 이해를 도모하고, 음악 중재가 인간의 삶의 질을 향상시키는 데 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 더 깊은 통찰을 제공하고자 한다.

이를 위한 주요 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 성인 후기를 대상으로 한 건반악기를 활용한 음악 중재 관련 선행 연구의 일반적 특성은 무엇인가?

둘째, 성인 후기를 대상으로 한 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 기능에 미치는 영향은 어떠한가?

## 연구 방법

### 연구 설계 및 절차

본 연구는 건반악기를 활용한 음악 중재에 관한 문헌을 통합적 문헌 고찰 방식으로 분석하였다. 건반악기 중재가 인지 기능 및 뇌 가소성에 미치는 영향과 최근의 연구 동향을 파악하기 위해, 2000년부터 2023년까지 발표된 국내외 학술 논문을 문헌 고찰 자료로 선별하였다. 선별 과정은 연구의 신뢰도를 높이는 체계적 고찰 및 메타 분석에 대한 선호 보고 항목(Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses, PRISMA)의 지침에 따라 수행되었다(Prisma, 2020).<sup>1)</sup>

### 자료 수집

건반악기를 활용한 음악 중재 연구를 위한 문헌 선정 기준은 다음과 같다. 본 연구에 포함된 논문들은 2000년부터 2023년까지 발표된 것으로, 일대일 개별 세션부터 그룹 세션까지 다양한 형태의 실험 연구와 한 편의 실험적 설계를 기반으로 한 사례 연구를 포함하고 있다. 이들 논문은 국내 데이터베이스인 한국교육학술정보원(RISS), 한국학술정보(KISS), 국회도서관, 국립중앙도서관과 국외 데이터베이스인 PubMed, Google Scholar를 활용하였다. 분석 문헌 선정 기준은 (1) 건반악기를 활용한 음악 중재를 다룬 연구, (2) 성인 후기를 대상으로 한 연구, (3) 건반악기를 활용한 음악 중재가 포함된 연구, (4) 일대일 개별 세션을 포함한 사례 연구 또는 두 집단 이상을 대상으로 한 실험 연구였다. 제외 기준은 (1) 건반악기 이외의 악기를 활용한 연구, (2) 아동 및 청소년을 대상으로 한 연구, (3) 뇌 가소성 또는 인지 기능을 평가하지 않은 연구, (4) 사례 연구 또는 실험 연구가 아닌 연구였다.

영문 문헌에서는 초기 검색 단계에서 ‘Keyboard’, ‘Piano’, ‘MIDI’, ‘Intervention’, ‘Training’, ‘Playing’, ‘Therapy’ 키워드를 사용하여 총 1,280편의 논문을 확인하였다. ‘Brain plasticity’와 관련이 없는 논문을 제외한 134편을 추렸고, 이후 ‘Cognitive’, ‘Cognition’과 관련이 없는 논문을 제외한 101편을 선별하였다. 이후 제목 및 초록을 면밀히 검토한 결과, 본 연구와 관련이 없거나 영문 논문이 아니거나

1) PRISMA 체크리스트에 따라 각 항목별로 본 논문을 체크하였고, 전문가의 검증을 거쳤다.

중복된 연구 20편을 제외하였다. 또한, 건반악기 중재 없이 음악 경험 그룹과 무경험 그룹만을 비교하거나 검사 도구로만 측정된 연구 8편, 조사 연구 6편, 학위 논문 6편, 웹페이지 개발을 목적으로 한 예비 연구 3편, 그리고 중재 내용이 구체적으로 명시되지 않아 건반악기 중재로 보기 어려운 논문 1편을 제외하였다. 이 과정을 통해 피아노나 키보드 등 건반악기 중재가 포함된 실험 연구 및 사례 연구 57편을 수집하였다. 이 중 프로토콜 연구와 파일럿 연구 4편, 50세 이상 성인을 대상으로 하지 않은 연구 31편을 추가로 제외하여 최종적으로 22편의 영문 논문을 선정하였다.

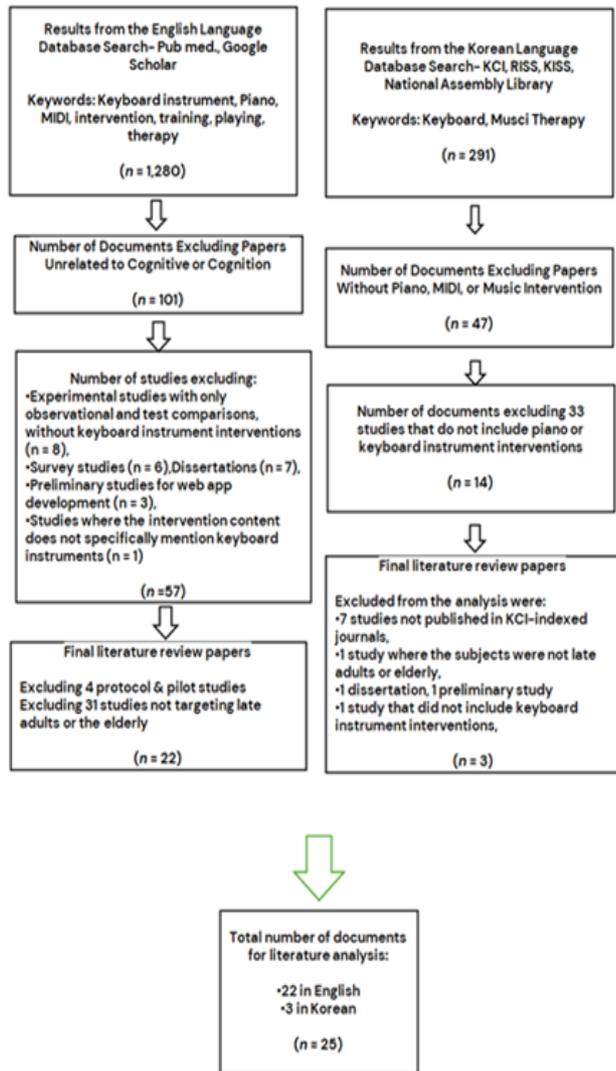


Fig. 1. Selection Process of Music Intervention Studies involving Keyboard Instruments

국문 문헌 검색 초기 단계에서 ‘건반악기’와 ‘음악치료’라는 주제어를 사용하여 총 291편의 논문을 검색하였다. 이후, ‘피아노’와 ‘MIDI’, ‘음악 중재’와 관련이 없는 논문을 제외한 47편이 선별되었고, 세 번째 검색을 통해 피아노 등의 건반악기 중재가 포함되지 않은 연구 33편을 제외한 실험 연구 13편을 최종적으로 선별하였다. 이 중 학위 논문 1편, 예비 연구 1편, 그리고 한국학술지인용색인(KCI)에 게재되지 않은 연구 7편, 그리고 연구 대상자가 성인 후기가 아닌 연구 1편을 제외한 결과 최종적으로 성인 후기를 대상으로 한 실험 연구로서 KCI에 등재된 학술지에 게재된 3편의 논문이 선정되었다.

분석 문헌 추출 과정은 두 명의 연구자가 독립적으로 평가를 실시하였다. 이를 통해 영문 논문 22편과 국문 논문 3편으로 총 25편의 논문이 최종 분석 대상으로 선정되었다.<Fig. 1>

**분석 항목**

본 연구에서의 건반악기 활용 중재는 피아노 등 건반악기를 연주하는 활동을 통해 청각, 시각, 촉각 및 운동 감각을 통합하여 인지 기능 및 신경 가소성을 향상시키는 체계적인 훈련 프로그램을 의미한다(Bugos, 2007). 따라서 분석 항목은 첫째, 각 연구의 일반적 특성으로 연구 대상자, 연구 방법, 검사 도구, 건반악기 연주 중재 방법과 중재 내용, 그리고 연구 결과를 분석하였다. 둘째로는 연구 결과를 통해 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지 영역에서의 인지적, 행동적, 신경적 변화를 어떻게 검증하는지 살펴보았다. 인지적 차원에서는 기억력과 문제 해결 능력의 변화를, 행동적 차원에서는 일상적 행동과 사회적 상호작용의 개선을, 그리고 신경적 차원에서는 뇌 구조 및 기능의 변화를 통해 중재의 영향을 분석하였다.

**연구 결과**

**건반악기를 활용한 연구의 일반적 특성**

분석된 연구에 대한 포괄적인 개요를 제공하기 위해 25개 연구의 연구 목적, 연구 방법 및 건반악기 중재 방법을 표로 정리하였다.<Table 1>

**Table 1.** Summary of Analyzed Studies

	Document	Participants	Study Objective	Study Method	Keyboard Instrument Intervention Method			
					F	T.S	intervention	Duration
1	Marie et al., 2023	n=132 HOA	Cerebellar Gray Matter and Auditory Working Memory	RCT (EG/CG)	1	60 m	2:1	12M
2	Worschech et al., 2023	n=136 HOA	Motor control, cognitive function, and brain structure	RCT (EG/CG)	3	60 m	2:1	6M
3	Jünemann et al., 2023	n=109 HOA	functional connectivity of the brain	RCT (EG/CG)	1	60 m	2:1	12M
4	Worschech et al., 2022	n=134 HOA	cortical thickness in auditory-related brain regions	RCT (EG/CG)	2	60 m	2:1	6M
5	Bugos & Wang, 2022	n=155 HOA	executive function and psychosocial outcomes	RCT (EG/CPG/CG)	2	90 m	s.g.	16W
6	Jünemann et al., 2022	n=121 HOA	white matter microstructure in the brains	RCT (EG/CG)	1	60 m	2:1	6M
7	Worschech et al., 2021	n=156 HOA	white matter microstructure in the brains	RCT (EG/CG)	1	60 m	2:1	6M
8	Jung & Kang, 2020	n=9 SP	hand function rehabilitation	SG (pre/post)	5	30 m	2:1	6W
9	Bugos, 2019	n=135 HOA	cognitive function	RCT (EG/CPG/CG)	1	45 m	s.g.	16W
10	Fleming et al., 2019	n=34 HOA	speech perception	RCT (EG/CPG/CG)	5	30 m	1:1 & sdi	6M
11	Zendel et al., 2019	n=34 HOA	speech comprehension in noisy environments	RCT (EG/CPG/CG)	2	30 m	1:1 & sdi	6M
12	Chong et al., 2017	n=17 SP	hand function and finger	SG (pre/post)	2	30 m	1:1	6W
13	West et al., 2017	n=33 HOA	hippocampal gray matter volume	RCT (EG/CPG/CG)	5	30 m	1:1 & sdi	6M
14	Van Vugt et al., 2016	n=34 SP	motor function recovery	RCT (EG/CG)	1	30 m	-	3~4W
15	Kim et al., 2016	n=12 SP	visuospatial abilities	SG (pre/post)	ca.1~2 (sum 12)	30 m	1:1	2M
16	Shin & Kang, 2016	n=4 SP	hand function	SG (pre/post)	3	30 m	1:1	7W
17	Villeneuve et al., 2014	n=13 SP	dexterity and upper limb function	SG (pre/post)	3	60 m	1:1	3W
18	Chong et al., 2014	n=66 SP	hand function	RCPT (EG/CPG/CG)	-	-	1:1	-
19	Van Vugt et al., 2014	n=28 SP	motor rehabilitation and mood	RCT (EG/CG)	ca.2~3 (sum 10)	30 m	3T: 1:1 7T: 2:1	3~4W
20	Villeneuve & Lamontagne., 2013	n=3 SP	upper limb function	CS-E	3	60 m	1:1	3W
21	Amengual et al., 2013	n=20 SP	cortical excitability and motor function	SG (pre/post)	5	30 m	1:1	4W
22	Seinfeld et al., 2013	n=41 HOA	cognitive function, mood, and quality of life	RCT (EG/CG)	1	30 m	1:1	4M
23	Schneider et al., 2010	n=77 SP	motor function recovery	RCT (EG/CPG/CG)	5	30 m	1:1	3W

	Document	Participants	Study Objective	Study Method	Keyboard Instrument Intervention Method			
					F	T.S	intervention	Duration
24	Schneider et al., 2007	n=40 SP	motor skill recovery	RCT (EG/CG)	5	30 m	1:1	3W
25	Bugos et al., 2007	n=31 HOA	function and working memory	RCT (EG/CG)	1	30 m	1:1	6M

HOA:Healthy older adults; SP: Stroke patients; RCT: Randomized controlled trial; EG: Experimental group; CG: Control group; CPG: Comparative group; SG: Single group; RCPT: Randomized comparative trial; CS-E: Case study with an experiment; F: Times per week; M: Month; T.S.: Time spent per session; m: minute; M: Month; s.g.: small group; W: Weeks; sdi: self-directed intervention; T: Time

● 연구 대상자

분석 대상 연구 25편 중, 뇌졸중으로 인한 장애가 있는 연구 대상자를 대상으로 한 연구는 12편(48%)이었다. 특히 최근 3년(2021~2023년)에 걸쳐서 건강한 노인을 대상으로 한 연구가 54%(전체 분석 논문 대비 28%)를 차지한 것은 괄목할 만하다.

● 연구 목적

뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구들은 주로 상지 기능의 개선, 미세 운동 조절 및 손 기능의 재활에 초점을 맞추었으며, 7건의 연구에서 다루어졌다. 청각-감각운동 능력, 시각적 지각 능력, 그리고 미세 운동 능력 및 대근육 운동 능력의 회복에 미치는 영향을 탐구하였다. 또한, 뇌 영상화 기술인 MRI뿐만 아니라, 뇌를 자극하는 기술인 경두개 자기 자극(TMS) 치료를 받은 뇌졸중 환자의 피질 운동의 흥분성을 평가한 연구도 있었다.<Table 1>

건강한 대상자들을 대상으로 한 연구에서는 자기공명영상(MRI)을 사용하여 뇌의 피질 두께와 백질 가소성을 평가한 연구와 함께, 피아노 훈련이 미치는 영향을 포괄적으로 살펴보기나 실행 기능과 작업 기억에 미치는 영향을 분석한 연구가 있다. 또한 MRI나 fMRI를 활용하여 청각 능력을 살펴본 연구와 인지 및 운동 성능을 평가한 연구, 그리고 손 기능과 상지 기능을 포함한 미세 운동 제어 능력에 관한 연구가 수행되었다. 삶의 질 및 심리사회적 결과의 향상을 알아본 연구 역시 주목할 만하다.<Table 1>

이러한 연구들은 건반악기 중재가 성인 후기의 다양한 신경학적 및 신체적 기능에 미치는 영향을 이해하는 데 중요한 기여를 하고 있다. 각 연구는 인지적, 행동적, 신경적 범주로 분류된 연구 목적에 따라 분석되었으며, 그 결과를 표로 정리하였다. 일부 연구는 단일 주제에 집중한 반면, 다수의 연구는 여러 주제를 동시에 다루고 있었다. 따라서,

여러 연구 목적이 포함된 경우 빈도수가 중복하여 반영되었다.<Table 2>

Table 2. Objective of Studies<sup>2)</sup>

Participant Type(n)	Intervention Area	Objective	Number of Study
Stroke Patient (n=12)	Cognition	visual memory, visual perception	1
		hearing ability	1
	Motor/Sensory	- upper limb or hand function - Improved micro-motor control - The recovery of one's small-muscle motor skills	7
		- large muscle exercise - motion work - Sensory motor plasticity	4
		Neurological area	cortical motor excitability
Emotion	mood	2	
Healthy Adult (n=13)	Cognition	hearing	6
		Cognitive function, work memory, processing speed, Linguistic fluency	4
		Linguistic fluency	1
	Behavior	ability to control fine movement such as hand function	4
	Neurological area	- cortical thickness and white matter plasticity in the brain - grey matter in the hippocampus	6
Emotion	mood and quality of life	1	

● 연구 방법

본 연구는 건반악기 중재 유형을 개별 중재와 그룹 중재로 나누어 분석하였으며, 그룹 중재는 참여자의 유형에 따라 세분화하여 검토했다. 1:1 개별 중재 관련 연구는 총

2) 분석 논문은 총 25편이지만 각 연구에서 하나 또는 다수의 연구 목적으로 연구가 진행되었기 때문에 <Table 2>의 논문 수의 합은 38이다.

6편으로, 이 중 국문 연구가 3편에 해당한다. 그룹 간 대조 연구에서는 피아노 중재를 개별적으로 실시한 연구가 1편, 그룹 중재 연구가 1편이며, 2:1의 쌍으로 중재한 연구는 총 6편으로, 이는 2021년 이후에 발표된 총 7편의 연구 논문 중 6편이 이에 해당한다. 또한, 세 개의 그룹 간 연구에서는 1:1 개별 중재 연구가 5편, 그룹 중재 연구가 2편이었다. 1:1 개별 중재 연구 중 3편은 자기 주도 학습 방식을 적용한 연구였다. 한편, 세 개의 그룹 간 연구 중 대조 시험 연구가 아닌, 차이 비교 연구로서 그룹 중재를 적용한 연구가 1편 있었다.<Table 3>

**Table 3.** Classification of Keyboard Intervention Studies

Keyboard Instruments Intervention Method		Number of Study
Single Group	1:1 Individual Intervention	6
Control Study of 2 Group	1:1 Individual Intervention	1
	Group Intervention	1
	2:1 Intervention	6
	1:1 & 2:1 Mixed Intervention	3
Control Study of 3 Group	1:1 Individual Intervention	2
	1:1 individual intervention & self-directed intervention	3
	Group Intervention	2
Comparative Study of 3 Group	Group Intervention	1
Total		25

연구 대상자의 수는 뇌졸중 환자 3명을 대상으로 한 1:1 개별 세션부터 건강한 노인 156명을 대상으로 한 연구까지 다양하다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구는 비교적 적은 수의 참여자를 포함하며, 대부분의 연구는 1:1 개별 중재를 실시하였다. 한편, 34명 이상의 참여자를 대상으로 한 연구에서는 그룹 중재가 이루어졌다. 예를 들어, Van Vugt 등(2016)의 연구에서는 뇌졸중으로 인한 상지 장애가 있는 대상자를 대상으로 즉시 피드백 그룹(Normal feedback group)과 지연 피드백 그룹(Jitter feedback group)으로 나누어 건반을 눌렀을 때 소리가 나는 방식의 차이가 대상군에게 미치는 영향을 비교하였다. 또 다른 연구에서는 동시에 피아노 연주를 하게 하는 동시 연주 그룹(Together group)과 순차적으로 연주하도록 한 순차 연주 그룹(In-turn group)을 비교하였다(Van Vugt *et al.*, 2014). Schneider 등(2010)의 연구에서는 뇌졸중으로 상지 재활

치료를 받는 77명을 대상으로 피아노나 드럼 세트를 통한 음악 지원 훈련 그룹, 대조 그룹 그리고 기능적 운동 훈련 그룹으로 나누어 3그룹 대조 실험을 실시했다. 이 연구에서는 그룹 내에서 1:1 개별 중재가 이루어졌다.

건강한 성인 후기 대상자 및 노인을 대상으로 한 연구에서는 소규모 그룹 중재 2편, 그룹 내 1:1 개별 중재 3편, 그룹 내 1:1 개별 중재 및 자기 주도 개입 중재 3편을 제외하고는 모두 그룹 내에서 2:1의 중재로 진행되었다. 대부분의 실험 집단과 대조 집단 연구에서 실험 집단은 피아노 교육을 받았으며, 대조 집단은 음악 감상, 음악 수업, 또는 기타 여가 활동을 주제로 중재를 받았다.<Table 1>

세 그룹 간 연구에서 비교 그룹의 중재 내용은 다양하다. 중재 내용에는 피아노 훈련, 컴퓨터를 활용한 보조 인지 훈련과 비치료 그룹(Bugos & Wang, 2022), 피아노 훈련, 타악기 훈련, 음악 감상(Bugos, 2019), 그리고 물리치료와 병행한 피아노나 전자 드럼 연주, 기능적 운동 훈련 그리고 오직 물리치료만을 받은 그룹 간의 연구(Schneider *et al.*, 2010)가 포함되었다.

한편, 캐나다 연구팀은 Synthesia 소프트웨어를 이용하여 비표준 악보(non-standard form of musical notation)와 88건반의 MIDI 피아노를 사용하여 자기 주도 개입 중재를 통해 집에서 혼자 피아노 훈련을 하는 중재 그룹, 비디오 게임 훈련 그룹 그리고 비접촉 대조군을 무작위로 배정하여 청각 관련 연구를 수행하였다(West *et al.*, 2017; Fleming *et al.*, 2019; Zendel *et al.*, 2019). 또한 국내 연구진은 뇌졸중 환자의 질병 단계를 급성, 아급성, 만성으로 구분하여 그룹을 나누고, MIDI 키보드를 이용한 연주 프로토타입을 적용한 무작위 3그룹 비교 연구를 실시했다(Chong *et al.*, 2014).

● 검사도구

분석 대상인 25편의 연구는 모두 건반악기 중재 전후에 사전·사후 검사를 실시하여 비교 분석하였다. 이 중 건반악기 중재 전후를 조사한 연구는 총 17편으로, 전체 연구의 약 68%를 차지한다. 이들 중 8편의 연구에서는 중재 전과 중재 후의 기간이 6개월이었으며, 나머지 연구들은 6주, 16주 또는 12회 세션 후에 사전·사후 검사를 실시하였다. 사전·사후 검사의 구체적인 시점이 명시되지 않은 연구는 6편이다. 또한 중재 전후 및 그 이후 3개월 혹은 6개월에 걸쳐 총 세 차례의 검사를 실시한 연구는 9편이며, 이 중

2편은 사전에 두 번, 사후에 두 번 검사를 진행하였다.

다양한 측정 영역에 걸쳐 여러 검사 도구들을 활용한 것으로 조사되었다. 특히, 현대 신경과학 연구에서 중요한 도구로 자리잡은 자기공명영상은 많은 연구에서 중재 전후의 변화를 측정하는 데 사용되었다. 독일과 스위스에서 수행된 대규모 연구를 포함한 여러 연구들은 컴퓨터 단층촬영(CT) 및 MRI를 통해 건반악기 연주가 미세 운동 기술, 청각적 작업 기억 및 처리 속도와 피질의 두께에 미치는 영향을 정량적으로 분석하여 그 효과성을 입증하였다. 또한 확산 텐서 영상(DTI)을 활용하여 뇌 영역 간의 통신 및 백질의 구조적 연결성을 분석함으로써 순간적 기억력과 과제 수행 능력의 향상과 긍정적인 상관관계를 보여주었다. 이외에도 뇌파 검사(EEG), 전산화 신경인지 검사(Computerized Neuropsychological Test), 그리고 연구자가 직접 개발한 전산화 건반 수행 평가(Computerized Keyboard Performance Test) 등 목적에 따라 다양한 검사 도구들이 사용되었다. 분석된 25편의 논문에서 활용된 모든 검사 도구들을 각 영역별로 분류하였다.<Table 4>

**Table 4.** Classification of Inspection Tools by Inspection Area

Category	Inspection Name and Abbreviation
Cognitive Function Test	WAIS, MoCA, RAVLT, TMT, DSB, Numeric Symbol Substitution Check
Music-related Test	AMMA, MSA, Synthesia Program
Physical and Motor Performance Tests	PPT, NHPT, MIDI Inertia Measurement, BBT, JHFT, ARAT, 3D Motion Analysis
Psychological, Social and Physiological Measures	GSE, MPSES, CSRQ, POMS, FSMR, Cortisol and Immunoglobulin Measurement
Neurological and Neuropsychological Examination	MRI, fMRI, sMRI, EEG, TMS, VBM
Other Inspection	International Matrix Test, SIN, MVPT-3, VCPT, VLT

WAIS(Wechsler Adult Intelligence Scale), MoCA(Montreal Cognitive Assessment), RAVLT(Rey Auditory Verbal Learning Test), TMT(Trail Making Test), DSB(Digit Span Backward Test), DSST(Digit Symbol Substitution Test), AMMA(Advanced Measures of Music Audition), MSA(MIDI-Based Scale Analysis), PPT(Purdue Pegboard Test), NHPT(Nine Hole Peg Test), BBT(Box and Block Test), JHFT(Jebesen Hand Function Test), ARAT(Action Research Arm Test), GSE(General Self-Efficacy Scale), MPSES(Music Performance Self-Efficacy Scale), CSRQ(Cognitive Self-Report Questionnaire for Mood Assessment), POMS(Profile of Mood States), FSMR(Faces Scale Mood Ratings), sMRI(structural Magnetic Resonance Imaging), VBM(Voxel-Based Morphometry), SIN(Speech in Noise), MVPT-3(Motor-Free Visual Perception Test-Third Edition), VCPT(Visual Continuous Performance Test), VLT(Visual Learning Test)

● 건반악기 중재

대부분의 연구는 건반악기 중재를 받은 실험집단과 통제집단을 설정하여 중재 효과를 검증하였다. 통제집단은 아무런 중재를 받지 않거나 컴퓨터 인지 훈련, 타악기 연주, 음악 감상, 비디오 게임, 기능적 운동 훈련 등의 중재를 받았다. 건반악기 중재 방법은 주로 피아노 연주 훈련으로 1:1 개별 세션, 2:1 세션, 그룹 세션 등의 형태로 구성되었다. 연구들은 다양한 검사도구를 통해 뇌 피질의 변화, 손 기능, 미세 운동 능력, 인지 기능 등의 변화를 측정하여 건반악기 중재의 긍정적 효과를 검증하였다.

건반악기를 활용한 중재는 다양한 방법과 내용으로 이루어졌으나, 많은 연구들이 중재 방법과 연구 결과에 초점을 맞추었고, 구체적인 건반악기 중재 내용에 대한 정보는 제한적이었다. 건반악기 중재 세션은 주로 손가락 운동, 건반 누르기, 음악 이론 교육 등을 포함하였다. 일반적으로 음악치료 세션은 개인 또는 소그룹별로 보통 주 1~2회 그리고 회당 60~90분이다(Moon & Moon, 2022). 본 연구의 분석 논문들에서는 건반악기 중재 시간에 대한 정보가 포함되지 않은 논문 1편을 제외한 총 24편의 연구 중에서 30분의 중재를 실시한 연구가 14개(56%)로 가장 많았으며, 60분의 중재를 실시한 연구는 8개(32%)였고, 나머지 2편에서는 45분과 90분의 중재가 진행되었다.

한편 건반악기 중재 이후에 집에서 연습하는 과제가 있는 연구가 전체 분석 논문 25편 중 15편(60%)이며, 이 중에서 주당 최소 3시간의 연구가 1편(Bugos *et al.*, 2007)이고, 45분의 연습 과제가 있는 연구가 1편(Seinfeld *et al.*, 2013)이며 나머지 13편은 모두 최소 30분 동안 참여자 스스로 집에서 연습하도록 하였다.<Table 5>

**Table 5.** Number of Keyboard Intervention Studies with a Task

Category	Number of Studies	Ratio (%)
Study with Task	15	60
- At least 3 Hours of Practice per Week	1	4
- 45 Minutes of Practice	1	4
- At least 30 Minutes of Practice	13	52
Study without Task	10	40
Analysis Studies	25	100

대부분의 문헌에서는 건반악기 활용 중재 시의 구체적

인 교재나 중재 내용이 기록되어 있지 않았으나, 몇몇 연구에서는 사용된 교재에 대한 정보를 제공하였다. 주로 기본적인 연주 방법을 배우기 시작하였고, 1:1 혹은 2:1의 중재인 경우 개별 맞춤형으로 쉬운 곡이나 친숙한 곡을 자유롭게 선택하여 중재가 이루어졌다. 건강한 60세 이상 노인 대상으로 소음 속의 음성 이해를 목적으로 하는 연구에서는 A. Gajewski가 만든 65개의 입문 레슨 영상을 통해 자기 주도 개인 중재가 실시되었으며, 1:1의 중재를 통해 컴퓨터 화면의 색상 막대를 보고 키보드로 해당음을 연주하는 중재가 함께 이루어졌다(Fleming *et al.*, 2019; Zendel *et al.*, 2019). 한편, 뇌졸중 환자 대상의 중재에서는 주로 건반 누르기와 난이도 조절 손가락 움직임(Amengual *et al.*, 2013; Villeneuve *et al.*, 2014; Chong *et al.*, 2017), 숫자 악보를 보고 건반 누르기(Kim *et al.*, 2016; Shin & Kang, 2016), 손가락 운동에 중심을 둔 피아노 연주(Van Vugt *et al.*, 2014) 그리고 다섯 손가락의 타건을 위한 음계 연습(Jung & Kang, 2020)이 실시되었다.

고찰 연구 중에 두 편<sup>3)</sup>에서 서술된 건반악기 중재 시 사용된 교재는 Schlichting의 Piano Prima Vista(Inter-Note GmbH Musikverlag 2013)와 Hall Leonard Piano Method for Adults(ISBN 9789043134378), 또는 Schmitz의 ‘Youth Album for Piano’(ISBN 9783932587412)와 같은 다양한 교재를 사용하여 간단한 음악 작품을 배우기도 하였다. 또 다른 연구에서는 알프레드 올인원 텍스트(Alfred All in One)를 기반으로 피아노 레슨을 하였다(Bugos, 2019).

인지 기능 향상을 위해서는 악보 읽기 및 즉흥 연주, 음악 이론 학습 등이 포함되었고, 행동 기능 강화를 위해 리듬 체조와 양손 연주 기법 등이 활용되었으며, 전자 키보드를 사용하여 난이도를 조절하며 손가락 움직이는 중재 연구(Villeneuve *et al.*, 2014) 등이 있다. 한편, 피아노 중재 그룹, 타악기 중재 그룹 그리고 음악 감상 그룹을 비교한 연구(Bugos *et al.*, 2019)에 따르면, 피아노 중재 그룹과 타악기 중재 그룹은 모두 음악 감상만 한 그룹보다 시각적 스캐닝과 작업 기억 능력 및 양손 조정 능력과 더불어 운동 동기화 기술에서 향상을 보였다. 특히, 피아노 중재 그룹은 타악기 중재 그룹에 비해 이러한 능력들이 유의미하

게 더 향상된 것으로 나타났다.

### 건반악기를 활용한 음악 중재가 인지영역에서 미치는 영향

#### ● 건반악기 중재가 인지 기능에 미치는 효과

건반악기 중재, 특히 피아노 연주는 성인 후기의 인지 기능, 특히 처리 속도, 주의력, 작업 기억, 집행 기능 등을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다는 연구가 많다. 그 중에서 Bugos 등(2007)은 개별화된 피아노 교육이 노인의 집행 기능과 작업 기억력을 향상시킨다고 보고했다. 최근 연구들에서는 음악이 뇌의 여러 부위에 미치는 영향을 정량화할 수 있게 되었으며, 피아노 연주가 뇌의 기능적 및 구조적 가소성을 유도하여 인지 및 운동적 저하를 감소시키는 것으로 나타났다. 또한, 전산화 건반 훈련은 뇌졸중 환자의 시지각 능력과 시각적 기억력에 긍정적인 영향을 미치며, 소음 환경에서의 언어 이해 능력을 향상시키는 데에도 도움이 되었다. 이러한 연구 결과들은 건반악기 연주가 인지 기능 저하를 방지하거나 지연시키는 효과적인 중재 수단임을 시사한다.

#### ● 건반악기 중재가 행동적 측면에 미치는 효과

성인 후기의 건강한 사람뿐 아니라 뇌졸중 환자를 대상으로 한 건반악기 중재 연구에서 행동적 변화가 주목할 만한 결과를 보였다. 피아노 연주는 뇌졸중 환자의 손 기능, 손 조작 능력, 기민성 및 장악력을 향상시키는데 효과적이었으며, 손가락 집기와 꼬집기 힘을 증가시키는 것으로 나타났다(Chong *et al.*, 2017; Jung & Kang, 2020). 이는 내재성 및 외재성 굴곡근의 운동을 통해 이루어지기 때문이다. 또한, 뇌졸중 후 메트로놈에 맞추어 피아노 건반을 탭핑하는 음악을 이용한 운동 훈련은 미세 운동 제어의 개선과 함께 우울감과 피로감의 감소를 가져왔다(Van Vugt *et al.*, 2014).

이와같이 건반악기 중재는 일상 활동에서의 운동 제어를 유의미하게 향상시키는 것으로 나타났으며, 이는 반복적인 운동 연습과 즉각적인 청각 피드백을 통해 운동 기술의 개선을 촉진할 수 있음을 시사한다(Schneider *et al.*, 2010). 이러한 연구 결과들은 피아노 연주가 뇌 기능의 회복 및 인지 기능의 향상에 기여할 뿐만 아니라, 구체적인 행동적 변화를 통해 일상생활의 질을 개선하는 데 효과적일 수 있음을 보여준다.

3) 2021년부터 독일과 스위스 합동 연구팀의 논문 6편이 모두 같은 교재를 사용하였으리라 추측되나, 문헌에 건반악기 중재 시 사용된 교재를 기술한 논문은 Worschech 등(2021)과 Worschech 등(2023)의 두 편이다.

### ● 건반악기 중재가 신경계 변화에 미치는 효과

악기 연주를 배우는 것은 여러 가지 방식과 고차원적인 인지 기능의 상호작용을 포함하는 매우 복잡한 작업이며, 이는 수일에서 수년에 걸친 시간 척도에서 행동적, 구조적, 기능적 변화를 가져온다(Herholz & Zatorre, 2012). 음악 연주는 지각과 행동의 강력한 결합 작용의 결과로, 이를 위한 집중적인 훈련은 뇌의 구조적 및 기능적 변화를 유발할 수 있다(Boyke *et al.*, 2008; Herdener *et al.*, 2010; Song *et al.*, 2012; Klein *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2018). 최근의 성인 후기 대상의 피아노 중재 치료와 음악 청취 그룹 간의 대규모 비교 연구에서는 뇌에 직접적인 변화가 나타난 결과를 제시하고 있다. 건반악기를 연주함으로써 백질 미세 구조를 안정화시키고(Jünemann *et al.*, 2022), 고령자의 특정 뇌 영역에서 피질 가소성을 촉진하며(Worschech *et al.*, 2022), 왼쪽 두개강의 회색질 부피가 증가하는(Marie *et al.*, 2023) 등의 눈에 보이는 근거들이 제시되었다. 의학 및 과학의 발전은 음악이 뇌에 미치는 영향을 정량화하고 비교할 수 있는 기회를 제공하였다. 이는 뇌의 다양한 영역에서 기능적·구조적 가소성을 통해 인지 저하와 인지-운동 기능 저하를 감소시키는 데 효과적인 것으로 나타났다(Jünemann *et al.*, 2022; Worschech *et al.*, 2022; Marie *et al.*, 2023).

또한, 청각 처리 능력의 향상과 뇌의 긍정적인 전이 효과가 확인되었으며(Worschech *et al.*, 2021), 뇌졸중 환자에게서도 전산화건반 훈련 후 다감각적 처리 능력이 향상된 것으로 보고되었다(Kim *et al.*, 2016). 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 건반악기 중재 연구에서는 MIDI 키보드 연주 시 손가락 근육의 활성화 증가와 집기 및 꼬집기 힘의 향상이 관찰되었다(Chong *et al.*, 2017). 이러한 연구 결과들은 능동적인 음악 연주가 뇌의 구조적 및 기능적 가소성을 통해 신경학적 회복을 촉진할 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 시사한다. 따라서 음악 활동, 특히 건반악기 연주는 성인 후기 및 뇌졸중 환자의 인지 및 운동 기능 향상을 위한 효과적인 중재 방법으로 고려될 수 있을 것이다.

건반악기 중재 연구의 분석 결과, 청각 능력 향상이 28%로 가장 높은 비율을 차지하며, 이는 건반악기가 청각적 인지 능력 개선에 효과적임을 나타낸다. 또한 뇌의 기능적 및 구조적 가소성 향상과 뇌졸중 환자의 손 기능 개선이 각각 24%의 비율로, 이는 건반악기 중재가 신경재활

에 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다. 따라서, 건반악기 음악 중재가 성인 후기의 인지적 강화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여주었다.

## 결론 및 논의

본 연구는 성인 후기를 대상으로 한 건반악기 중재가 인지 기능 향상과 뇌 가소성 촉진에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 분석 결과, 건반악기를 활용한 음악 중재는 인지 기능 향상에 중요한 역할을 하였다. 특히, 피아노 연주는 청각 처리, 운동 조절, 실행 기능 등 관련 뇌 영역을 자극하여 인지 기능을 향상시키는 것으로 나타났다. 이러한 연주 활동은 손가락의 개별적인 움직임에 체계적이고 순차적으로 통제하며, 양손의 조화를 높은 수준에서 요구하여 인지 기능과 뇌 가소성을 모두 향상시키는 데 기여할 수 있다.

연구 결과들은 다음과 같은 주요 시사점을 제시한다. 첫째, 건반악기 중재는 성인 후기의 인지 기능 저하를 예방하고 지연시키는 데 효과적이다. 둘째, 건반악기 음악 중재는 뇌 가소성을 촉진하여 학습과 기억, 뇌 손상 후의 회복에 긍정적인 영향을 미친다. 셋째, 성인 후기에 꾸준한 정신적, 신체적 활동에 참여하는 것은 뇌 건강과 기능을 유지하고 향상시키는 데 매우 중요하고 효과적인 방법이다.

건반악기를 활용한 음악 중재가 뇌 가소성과 인지 기능에 미치는 효과에 대한 최근 연구들은 이러한 중재가 인지 능력과 뇌의 구조적 변화를 촉진하는 중요한 수단임을 입증하고 있다. 음악을 듣거나 연주할 때, 우리의 뇌는 여러 가지 생각, 움직임, 그리고 감정을 일으키는 일련의 과정을 시작하며, 이 과정은 뇌의 여러 부분, 특히 뇌의 바깥층과 그 아래쪽에 있는 부위들이 함께 작동하면서 조절된다(Särkämö *et al.*, 2013). 2019년 이후 건반악기를 활용한 음악 중재에 관한 대규모 장기 연구가 성인 후기의 건강한 노인을 대상으로 증가하였으며, 이들 연구는 fMRI, CT, 뇌파 검사 등 뇌 영상 기술을 활용하여 중재 전후의 뇌변화를 시각화함으로써 건반악기 연주가 성인 후기의 인지 능력에 미치는 영향의 입증에 중요한 역할을 하였다.

이러한 연구 결과는 건반악기 연주가 청각 처리, 운동 조절, 실행 기능 및 감정 조절에 관여하는 뇌 영역의 네트워크를 활성화시키는 복잡한 활동으로, 인지적, 행동적, 신

경적 변화를 유도하여 전반적인 인지 기능의 향상에 기여한다는 것을 시사한다. 피아노 중재 그룹과 대조 그룹 간의 비교 연구에서 피아노 중재 그룹이 미세 운동 기술, 작업 기억, 청각 및 운동 영역, 순간적 기억 과제 수행, 언어 처리 능력 등 인지 기능 면에서 더 효과적임을 입증하였다 (Bugos, 2019). 이는 건반악기 연주 훈련이 성인 후기의 뇌 건강을 최적화하고 ‘인지 예비력(Cognitive Reserve)’을 촉진하는 데 기여할 수 있음을 보여준다(Seinfeld *et al.*, 2013).

‘인지 예비력’은 노화 과정에서 인지 기능을 보호하고 유지하는 경향이 있다(Bagarinao *et al.*, 2022). Bagarinao 등(2022)의 연구에서는 성인 후기를 대상으로 5년 동안 장기 추적 연구한 결과, 이 예비력이 유지되는 동안 노인들의 뇌 구조와 기능이 더 건강하게 유지되었다. 이는 ‘인지 예비력’이 높은 대상자들이 더 나은 인지 기능을 유지하는 경향이 있음을 시사한다.

1987년부터 미국에서 실시하였던 수녀 연구(The Nun Study)를 통해 ‘인지 예비력’은 노화와 관련된 인지 기능 저하를 방지하고, 특히 알츠하이머병과 같은 치매 상태이더라도 정상적인 인지 기능을 할 수 있음을 보여주었다 (Snowdon, 2003; Ryu, 2018). 이를 통해 건반악기 연주가 뇌의 인지 영역에 긍정적인 영향을 미치고 삶의 질을 향상시키며, 인지 저하 위험을 줄이는 전략으로서의 잠재력을 가진다고 할 수 있다.

결론적으로, 본 연구는 성인 후기의 인지 기능 저하를 예방하고 지연시키기 위한 효과적인 중재 전략으로 건반악기 연주가 유용할 수 있음을 시사한다. 이는 성인 후기 대상의 추가적인 연구가 필요함을 강조하며, 이러한 연구는 노화 과정에서의 인지 저하를 예방하고 삶의 질을 향상시키기 위한 효과적인 중재 전략을 개발하는 데 중요한 기초 자료를 제공할 것이다.

본 연구의 결과를 바탕으로, 향후 건반악기 연주 훈련과 인지 기능 및 뇌 가소성 간의 관계에 대한 심층적인 연구를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 시간 경과에 따른 인지 능력 변화와 건반악기 연주 훈련의 인과 관계를 명확히 밝혀내기에는 한계가 존재한다. 건반악기 연주 훈련의 장기적인 효과를 평가하기 위해서는 다변량 종단 연구 설계가 필수적이다. 이러한 연구는 건반악기 연주가 신경가소성에 미치는 영향을 분석하

고, 인지 저하 및 치매 예방에 대한 잠재적 보호 효과를 명확히 규명할 수 있을 것이다. 특히, 다양한 인구통계학적 변수와 생활 습관 요인을 통제하여, 건반악기 연주가 독립적인 인지 건강 보호 요인으로 작용하는지를 검증하는 것이 필요하다.

둘째, 앞으로의 연구에서는 신경영상기법과 생체표지자 분석을 포함한 다각적인 접근을 통해, 건반악기 연주가 뇌 구조 및 기능에 미치는 장기적 영향을 심층적으로 탐구해야 할 것이다. 이를 위해 다양한 신경영상 기술을 통합적으로 활용하여 뇌의 변화를 단기, 중기, 장기적으로 추적 관찰할 필요가 있다. 또한, 연습 강도와 빈도에 따른 비선형적 변화를 분석하고, 작업 기억, 주의력, 실행 기능 등 특정 인지 영역에 맞춘 fMRI 과제를 개발하여 보다 정확한 효과 측정이 이루어져야 한다. 이러한 통합적이고 체계적인 연구는 건반악기 연주 훈련이 인지 저하 예방에 미치는 효과를 입증할 뿐만 아니라, 연령별, 개인별 최적화된 훈련 프로토콜을 개발하기 위한 과학적 근거를 제공할 것이다.

셋째, 건강한 노인군과 경도인지장애(Mild Cognitive Impairment, MCI) 환자를 대상으로 한 종단 연구를 통해, 건반악기 연주 훈련이 인지 기능 저하의 궤적을 어떻게 변화시키는지 탐색할 필요가 있다. 특히 뇌 연결성 변화와 신경가소성 지표를 활용하여, 건반악기 연주가 ‘인지 예비력’을 강화하는 메커니즘을 규명할 수 있을 것이다. 이는 개인의 인지 프로파일에 따른 맞춤형 음악 중재 프로그램 개발로 이어져, 노년기 인지 건강 증진을 위한 혁신적 예방 의학 전략 수립에 기여할 수 있다.

국내에서 건반악기 연주 중재와 뇌 가소성 간의 상관관계를 체계적으로 연구할 혁신적 생태계 구축이 필요하다. 최첨단 의료 장비와 인공지능 기반 분석 도구의 도입, 다학제적 전문가 팀의 협력, 민간 협력 연구 지원 체계의 확립을 통해, 음악과 인지 기능, 뇌 가소성 간의 복잡한 상호작용을 해독하고 개인 맞춤형 인지 재활 프로그램을 개발할 수 있다. 이는 건반악기 연주 중재가 인지 기능 향상과 뇌 가소성 촉진의 강력한 도구임을 입증하며, 성인 후기의 인지 건강 증진뿐만 아니라 신경퇴행성 질환의 예방 및 치료에도 기여할 것이다.

제안된 융합 연구 플랫폼은 인공지능을 활용한 데이터 분석과 개방형 연구 환경을 통해 건반악기 연주 중재의 효

과를 정밀하게 분석하고 그 메커니즘을 이해하는 데 중요한 역할을 할 것이다. 이를 통해 다양한 연령층의 인지 기능 향상과 삶의 질 개선에 기여하며, 음악 치료, 인지 신경과학, 노년학 분야의 발전에 중요한 기초 자료를 제공할 것이다.

## References

\*표는 분석 대상 논문임.

- Altenmüller, E. 2003. Focal dystonia: Advances in brain imaging and understanding of fine motor control in musicians. *Hand Clinics* 19(3): 523-538.
- Altenmüller, E. and G. Schlaug. 2013. Neurologic music therapy: The beneficial effects of music making on neurorehabilitation. *Acoustical Science and Technology* 34(1): 5-12.
- Alves-Pinto, A., S. Ehrlich, G. Cheng, V. Turova, T. Blumenstein, and R. Lampe. 2017. Effects of short-term piano training on measures of finger tapping, somatosensory perception and motor-related brain activity in patients with cerebral palsy. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, pp.2705-2718.
- \*Amengual, J.L., N. Rojo, M. Veciana De Las Heras, J. Marco-Pallarés, J. Grau-Sánchez, S. Schneider, ... and A. Rodriguez-Fornells. 2013. Sensorimotor plasticity after music-supported therapy in chronic stroke therapy in chronic stroke patients revealed by transcranial magnetic stimulation. *PLoS One* 8(4): e61883.
- Bagarinao, E., H. Watanabe, S. Maesawa, K. Kawabata, K. Hara, R. Ohdake, ... and G. Sobue. 2022. Reserve and maintenance in the aging brain: A longitudinal study of healthy older adults. *eNeuro* 9, ENEURO. 0455-21.
- Boyke, J., J. Driemeyer, C. Gaser, C. Buchel, and A. May. 2008. Training-induced brain structure changes in the elderly. *Journal of Neuroscience* 28(28): 7031-7035.
- \*Bugos, J.A. 2019. The effects of bimanual coordination in music interventions on executive functions in aging adults. *Frontiers in Integrative Neuroscience* 13: 68.
- \*Bugos, J.A., W.M. Perlstein, C.S. McCrae, T.S. Brophy, and P.H. Bedenbaugh. 2007. Individualized piano instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging and Mental Health* 11(4): 464-471.
- \*Bugos, J.A. and Y. Wang. 2022. Piano training enhances executive functions and psychosocial outcomes in aging: Results of a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology: Series B* 77(9): 1625-1636.
- Cabeza, R., N.D. Anderson, J.K. Locantore, and A.R. McIntosh. 2002. Aging gracefully: Compensatory brain activity in high-performing older adults. *Neuroimage* 17(3): 1394-1402.
- Candidi, M., L.M. Sacheli, I. Mega, and S.M. Aglioti. 2014. Somatotopic mapping of piano fingering errors in sensorimotor experts: TMS studies in pianists and visually trained musically naives. *Cerebral Cortex* 24(2): 435-443.
- \*Chong, H.J., S.J. Han, Y.J. Kim, H.Y. Park, and S.J. Kim. 2014. Relationship between output from MIDI-keyboard playing and hand function assessments on affected hand after stroke. *NeuroRehabilitation* 35(4): 673-680.
- \*Chong, H.J., S.J. Han, and S.J. Kim. 2017. Keyboard playing as a hand exercise for patients with subacute stroke. *Music Therapy Perspectives* 35(2): 144-150.
- Draganski, B., C. Gaser, V. Busch, G. Schuierer, U. Bogdahn, and A. May. 2004. Changes in grey matter induced by training. *Nature* 427(6972): 311-312.
- \*Fleming, D., S. Belleville, I. Peretz, G. West, and B.R. Zendel. 2019. The effects of short-term musical training on the neural processing of speech-in-noise in older adults. *Brain and Cognition* 136: 103592.
- Gonzales, M.M., V.R. Garbarino, E. Pollet, J.P. Palavicini, D.L. Kellogg, E. Kraig, and M.E. Orr. 2022. Biological aging processes underlying cognitive decline and neurodegenerative disease. *The Journal of Clinical Investigation* 132(10).
- Hall, L. 1985. *Piano method for adults: a comprehensive guide to learning to play the piano*. Milwaukee.
- Herdener, M., F. Esposito, F. di Salle, C. Boller, C.C. Hilti, B. Habermeyer, ... and K. Cattapan-Ludwig. 2010. Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *Journal of Neuroscience* 30(4): 1377-1384.
- Herholz, S.C. and R.J. Zatorre. 2012. Musical training as

- a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron* 76(3): 486-502.
- Houdayer, E., M. Cursi, A. Nuara, S. Zanini, R. Gatti, G. Comi, and L. Leocani. 2016. Cortical motor circuits after piano training in adulthood: neurophysiologic evidence. *PLoS One* 11(6): e0157526.
- Jasey, N. and I. Ward. 2019. Neuroplasticity in brain injury: Maximizing recovery. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports* 7(4): 333-340.
- \*Jünemann, K., D. Marie, F. Worschech, D.S. Scholz, F. Grouiller, M. Kliegel, ... and C. Sinke. 2022. Six months of piano training in healthy elderly stabilizes white matter microstructure in the fornix, compared to an active control group. *Frontiers in Aging Neuroscience* 14: 817889.
- \*Jünemann, K., A. Engels, D. Marie, F. Worschech, D.S. Scholz, F. Grouiller, ... and C. Sinke. 2023. Increased functional connectivity in the right dorsal auditory stream after a full year of piano training in healthy older adults. *Scientific Reports* 13(1): 19993.
- \*Jung, H.L. and K.S. Kang. 2020. The effect of keyboard-based music therapy on improvement of hand functionality in convalescent stroke patients. *The Korean Journal of Rehabilitation Psychology* 27(1): 153-174.
- \*Kim, S.A., S.Y. Moon, and Y.S. Jo. 2016. The influence of Computerized Keyboard Exercise(CKE) on the visual perception of stroke patients with left hemiplegia. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science* 55(1): 335-353.
- Klein, C., F. Liem, J. Hänggi, S. Elmer, and L. Jäncke. 2016. The “silent” imprint of musical training. *Human Brain Mapping* 37(2): 536-546.
- Li, Q., X. Wang, S. Wang, Y. Xie, X. Li, Y. Xie, and S. Li. 2018. Musical training induces functional and structural auditory-motor network plasticity in young adults. *Human Brain Mapping* 39(5): 2098-2110.
- \*Marie, D., C.A. Müller, E. Altenmüller, D. Van De Ville, K. Jünemann, D.S. Scholz, ... and C.E. James. 2023. Music interventions in 132 healthy older adults enhance cerebellar grey matter and auditory working memory, despite general brain atrophy. *Neuroimage: Reports* 3(2): 100166.
- Mateos-Aparicio, P. and A. Rodríguez-Moreno. 2019. The impact of studying brain plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience* 13: 66.
- Moon, H.H. and S.Y. Moon. 2022. A case study on experience and meaning of the schizophrenic band through community music therapy. *Culture & Convergence* 44(8): 291-306.
- Moon, S.Y. 2009. Principles of piano-playing music therapy. *Music Research* 42: 1-19.
- Palmer, W.A., M. Manus, and A.V. Lethco. 1995. All-in-one course for children: lesson, theory, solo, book. Alfred Music.
- Paraskevopoulos, E., A. Kuchenbuch, S.C. Herholz, and C. Pantev. 2023. Multisensory integration during short-term music reading training enhances both uni- and multisensory cortical processing. *Journal of Cognitive Neuroscience* 26(10): 2224-2238.
- Prisma 2020. <http://www.prisma-statement.org/>, Searched in January 2024.
- Ryu, S.H. 2018. The clinical significance of cognitive interventions for the patients with mild cognitive impairment. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association* 57(1): 23-29.
- Särkämö, T., M. Tervaniemi, and M. Huotilainen. 2013. Music perception and cognition: development, neural basis, and rehabilitative use of music. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science* 4(4): 441-451.
- Schlichting, J. 2013. Piano prima vista. Inter-Note GmbH Musikverlag.
- Schmitz, A. 2000. Youth album for piano. Ama Verlag.
- \*Schneider, S., P.W. Schönle, E. Altenmüller, and T.F. Münte. 2007. Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *Journal of Neurology*, 254: 1339-1346.
- \*Schneider, S., T. Münte, A. Rodriguez-Fornells, M. Sailer, and E. Altenmüller. 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.
- \*Seinfeld, S., H. Figueroa, J. Ortiz-Gil, and M.V. Sanchez-Vives. 2013. Effects of music learning and piano practice on cognitive function, mood and quality of life

- in older adults. *Frontiers in Psychology* 4: 810.
- \*Shin, M.H. and K.S. Kang. 2016. The effect of therapeutic instrumental music performance with MIDI keyboard on hand function in elderly patients with stroke hemiplegia. *Journal of Rehabilitation Psychology* 23(1): 123-136.
- Snowdon, D.A. 2003. Healthy aging and dementia: Findings from the Nun Study. *Annals of Internal Medicine* 139(5\_Part\_2): 450-454.
- Song, J.H., D. Skoe, K. Banai, and N. Kraus. 2012. Training to improve hearing speech in noise: Biological mechanisms. *Cerebral Cortex* 22(5): 1180-1190.
- \*Van Vugt, F.T., J. Ritter, J.D. Rollnik, and E. Altenmüller. 2014. Music-supported motor training after stroke reveals no superiority of synchronization in group therapy. *Frontiers in Human Neuroscience* 8: 315.
- \*Van Vugt, F.T., T. Kafczyk, W. Kuhn, J.D. Rollnik, B. Tilmann, and E. Altenmüller. 2016. The role of auditory feedback in music-supported stroke rehabilitation: A single-blinded randomised controlled intervention. *Restorative Neurology and Neuroscience* 34(2): 297-311.
- \*Villeneuve, M. and A. Lamontagne. 2013. Playing piano can improve upper extremity function after stroke: case studies. *Stroke Research and Treatment*, 2013(1): 159105.
- \*Villeneuve, M., V. Penhune, and A. Lamontagne. 2014. A piano training program to improve manual dexterity and upper extremity function in chronic stroke survivors. *Front Hum Neurosci.* 8: 662.
- Voss, P., M.E. Thomas, J.M. Cisneros-Franco, and É. de Villers-Sedani. 2017. Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: implications for learning and recovery. *Frontiers in Psychology* 8: 274878.
- Wan, C.Y. and G. Schlaug. 2010. Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *The Neuroscientist*, 16(5): 566-577.
- \*West, G.L., B.R. Zendel, K. Konishi, J. Benady-Chorney, V.D. Bohbot, I. Peretz, and S. Belleville. 2017. Playing Super Mario 64 increases hippocampal grey matter in older adults. *PloS one* 12(12): e0187779.
- \*Worschech, F., D. Marie, K. Jünemann, C. Sinke, T.H. Krüger, M. Großbach, ... and E. Altenmüller. 2021. Improved speech in noise perception in the elderly after 6 months of musical instruction. *Frontiers in Neuroscience* 15: 696240.
- \*Worschech, F., E. Altenmüller, K. Jünemann, C. Sinke, T.H. Krüger, D.S. Scholz, ... and D. Marie. 2022. Evidence of cortical thickness increases in bilateral auditory brain structures following piano learning in older adults. *Annals of the New York Academy of Science* 1513(1): 21-30.
- \*Worschech, F., C.E. James, K. Jünemann, C. Sinke, T.H. Krüger, D.S. Scholz, ... and E. Altenmüller. 2023. Fine motor control improves in older adults after 1 year of piano lessons: Analysis of individual development and its coupling with cognition and brain structure. *European Journal of Neuroscience* 57(12): 2040-2061.
- Zatorre, R.J., J.L. Chen, and V.B. Penhune. 2007. When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience* 8(7): 547-558.
- Zelinski, E.M., L.M. Spina, K. Yaffe, R. Ruff, R.F. Kennison, H.W. Mahncke, and G.E. Smith. 2011. Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: Results of the 3-month follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society* 59(2): 258-265.
- \*Zendel, B.R., G.L. West, S. Belleville, and I. Peretz. 2019. Musical training improves the ability to understand speech-in-noise in older adults. *Neurobiology of Aging* 81: 102-115.