

상징과모래놀이치료, 제14권 제1호  
*Journal of Symbols & Sandplay Therapy*  
2023, 4, Vol. 14, No. 1, 17-72.  
doi <https://doi.org/10.12964/jsst.23002>

모래놀이치료에서 치료자-내담자 우뇌 간(inter-brains)  
동시화(synchronization)현상에 관한 fNIRS 하이퍼스캐닝 연구  
fNIRS Hyperscanning of Right-brain Synchronization  
between Therapist-client in Sandplay Therapy

장미경    앨런 쇼어    이세화    이여름    김소명    권미라  
Mikyung Jang   Allan N. Schore   Sehwa Lee   Yeoreum Lee   So-myung Kim   Meera Kowen

The English full text is right after the Korean one.



모래놀이치료에서 치료자-내담자 우뇌 간(inter-brains)  
동시화(synchronization)현상에 관한 fNIRS 하이퍼스캐닝 연구  
fNIRS Hyperscanning of Right-brain Synchronization  
between Therapist-client in Sandplay Therapy

장미경    앨런 쇼어    이세화    이여름    김소명    권미라  
Mikyung Jang    Allan N. Schore    Sehwa Lee    Yeoreum Lee    So-myung Kim    Meera Kowen

<Abstract>

This study investigated inter-right brain synchrony between therapist and client in Sandplay therapy, using hyperscanning technique based on functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). fNIRS is a non-intrusive method that measures changes in oxyhemoglobin the cerebral blood. A total of seven therapist-client pairs-i.e., 14 participants-wore fNIRS devices on their heads and engaged in two sessions of Sandplay therapy, with each session lasting for 30 minutes. The study observed synchronization in the right and left prefrontal cortices of both therapists and clients in all seven pairs, during every session. Interestingly enough, synchronization occurred not only while the pairs engaged in verbal communication about the completed sandpicture but also during the non-verbal process of clients' creating sandpictures. The outcome of the study hence suggests neurobiological fundamentals for the therapeutic relationship between therapist and client, which is also called the therapeutic resonance, relational mutual regression, therapeutic alliance, and mother-child unity.

*Key words* : synchrony, inter-right brains, fNIRS, Sandplay therapy, therapist-client relationship

\* 주저자, 남서울대학교 아동복지학과 교수

\*\* 공동저자, Department of Psychiatry and Biobehavioral Sciences, University of California at Los Angeles, David Geffen School of Medicine

\*\*\* 공동저자, 전주기전대 사회복지상담과 강사

\*\*\*\* 교신저자, 남서울대학교 아동복지학과 강사 (leesummer723@daum.net)

\*\*\*\*\* 공동저자, 동국대학교 대학원 상담코칭학과 겸임교수

\*\*\*\*\* 공동저자, 리본심리상담센터 소장

• 이 논문은 2022년도 사단법인 한국임상모래놀이치료학회 학술연구비에 의해 연구되었음.



Copyright ©2023, Korean Society for Sandplay Therapy. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서 론

Schore(2021)는 심리치료의 2인 관계모델이 한 사람의 뇌에서 일어나는 *정신내적(intrapsychic)* 변화 즉 *퇴행*으로부터 상호작용하고 있는 두 사람의 뇌가 공유하는, *관계적 상호퇴행(relational mutual regression)*으로 옮겨가고 있다고 주장한다. 즉 상호작용하고 있는 두 사람의 뇌는 서로의 뇌에 조율하는 경향 즉 대인간 대뇌 동시화(interpersonal brain synchronization) 또는 커플링(coupling)을 끊임없이 한다는 것이다. 동시화의 개념에 따르면, 두 사람의 뇌는 단지 서로에게서 의식 또는 이해한 언어내용에만 반응하는 것이 아니라 신체감각적 단서에 따라 상대방에게 조율하고 상대방의 뇌 상태를 조절하는 기능을 수행한다. 동시화의 결과로 상호작용하고 있는 두 사람의 정서 및 관계 스트레스가 의식되고, 공유되며, 조절된다. 여기서 퇴행의 의미는 단순히 어린 상태로 돌아간다는 의미가 아니라 언어가 발달하지 않은 어린 시절의 애착 및 소통 방법을 성인기에도 지속한다는 의미이다.

Schore(2022)는 이에 대해 우뇌의 감정 및 관계 과정은 초기 인간 발달 단계 뿐만 아니라 평생에 걸쳐 의식적 인식 아래에서 작동한다고 언급하였다. 상호작용하는 두 사람의 뇌 사이의 동시화는 개인 안에 신경생물학적으로 내재해 있는 메커니즘이며 그래서 생애 초기부터 작동하는 대인관계의 적응 메커니즘이라는 것이다(Schore, 2012; Zhang et al., 2020). 인간의 뇌는 생후 2년 동안 우뇌만 발달하며 언어, 인지의 중추인 좌뇌는 그 이후부터 발달한다. 정서 중추인 우뇌는 좌뇌와 달리 언어, 인지 등이 아닌 촉감, 냄새, 소리(특히 리듬, 운율 등), 자세, 몸짓, 눈맞춤 등의 신체적 방법으로 의사소통 한다. 생후 2년이 지나면서 서서히 발달하기 시작하는 좌뇌는 우뇌가 경험한 정서경험을 받아들여 의식화, 언어화 하는 역할을 담당한다. 더 나아가 좌뇌와 우뇌가 하나의 뇌로 기능하는 통합을 이루게 되는데 이 통합의 주도권은 우뇌에 있다(Schore, 2012, 2019). 이것은 우뇌가 신체적, 감각적, 암묵적 의사소통 방법을 사용하며 상호작용하는 두 사람 뇌의 동시화의 근원인 어린 시절 애착경험을 담당하는 대뇌 중추임을 의미한다. 우반구 전두엽 피질 및 피질하 영역은 애착형성 시기에 해당하는 어린 시절에 결정적으로 발달한다. 즉, 어린시절 주양육자와의 건강한 애착형성은 전 생애 동안 지속되는 대인관계를 위한 신경생물학적 기초를 형성하는 것이다. 반대로 조절되지 않은 애착외상이 지속된다면 심리생물학적 스트레스는 해리상태(dissociative state)를 가져올 수 있고 해리가 성격요소로 굳어질 수 있다(Schore, 2012, 2019).

상호퇴행 이론이 기반하고 있는 대뇌 간 동시화는 공감의 신경생물학적 근거이다. 정신역동적 심리치료에서의 전이-역전이 이론은 치료자와 내담자 사이의 동맹관계 즉 내담자의 어려움을 정서적으로 공감, 이해하고 이를 통해 함께 해결해 가는 과정을 강조한다. 그러다 보니 치료자의 공감능력을 매우 강조한다. 공감은 모든 유형의 심리치료의 효과를 좌우하는 중요한 요소이다. 최근 뇌과학 연구들은 이것이 두 사람 뇌 사이의 상호조율 즉 동시화

에 바탕을 둔 것임을 밝히고 있다. 두 사람 간의 상호작용을 구성하는 내용에는 분위기 (tone)를 만드는 미묘한 얼굴표정, 목소리, 신체 자세, 움직임 패턴 등 비언어적인 것들이 포함되며 이러한 것들은 불안정성, 지지, 유머, 공포 같은 정서를 나타낸다. 목소리의 톤과 크기, 말의 패턴과 속도, 눈맞춤 같은 신체적 요소들에도 무의식적 내용이 들어있는 것이다. 이 모든 신체적, 비언어적, 무의식적 표현들은 우뇌의 소통방식이며 대인관계뿐 아니라 심리치료에서도 안전하고 치유적인 환경을 무의식적으로 형성하는데 기여한다(Scaer, 2005, pp.167-168). 따라서 심리적으로 잘 조율하는 치료자의 우뇌는 내담자의 각성리듬, 정서상태를 신체적 역전을 통해 이해한다. 즉 내담자의 얼굴표정, 말의 운율, 몸짓의 의사소통에서 오는 정서반응을 자신의 신체를 통해 이해하며 그에 따른 신체적 정서반응을 한다. 또한 우뇌는 흥분, 불안, 공포 등의 강력한 정서를 조절할 수 있다. 이러한 정서들에 관여하는 교감신경계를 부교감신경계가 안정시키거나 억제하여 조절한다. 좌뇌는 교감신경계를 조절하지 못하며 우뇌가 조절하는 부교감신경계의 영향에 의해 조절된다.

이와 같이 신체감각적 의사소통 방식을 사용하는 우뇌에 대해 Schore(2019)는 “하나의 주관적 자아(ego)와 다른 주관적 자아 사이의 우뇌 대 우뇌 상호작용(right brain-to-right brain interaction)을 통해 우반구는 자신의 뇌의 정신적 상태 뿐 아니라 타인의 뇌(와 정신)를 해석한다”(Keenan et al., 2005, p.702)고 하였다. Andrade(2005)는 이 때 내담자가 의식하지 못하는 우뇌의 암묵적 기억저장고에 영향을 주는 것은 말의 내용이 아니라 치료자의 목소리가 갖고 있는 정서라고 언급했다(p.683). 따라서 우뇌적 소통은 민감성을 필요로 한다. 민감성의 사전적 정의는 “타인의 태도, 감정, 또는 상황에 대한 감수성”(Schachner et al., 2005, p.141), 그리고 “정서의 매우 작은 차이나 변화를 인식하는 것”이다(Schachner et al., 2005, p.141).

선행연구에 따르면 상호작용하는 뇌 사이에 동시화가 존재한다는 것을 보여준다. fNIRS를 사용하여 Piazza et al.(2020)은 9-15개월 된 유아와 성인이 눈을 마주보고 놀이하는 실험에서 세상에 대한 높은 수준의 이해에 관여하는 뇌영역에서의 동시화를 발견했다. 어린 유아에게는 세상에 대한 높은 수준의 이해 능력이 없다고 알려져 있었으나 이 연구결과는 그렇지 않음을 보여준다. 이 연구에서는 유아-성인의 신경활성화와 상호 눈맞춤, 유아의 미소 짓기, 공동 주의, 성인의 언어 운율과 동시화를 연결했다. 측정 조건은 어머니 무릎 위에 앉아 있는 유아와 실험자가 마주 보고 놀잇감 가지고 놀기, 노래 불러주기, 책 읽어주기 등의 놀이활동을 하는 조건과, 실험자가 유아에게 등을 돌리고 다른 성인과 상호작용하는 조건이었다. 마주 보고 놀이하는 조건에서만 유아-성인 간에 전전두엽피질의 동시화가 발생했다. 전전두엽피질은 공동 눈맞춤, 유아의 정서표현, 공동 사물 응시 시에 역동적으로 활성화 되었다. 이 동시화는 눈맞춤, 얼굴표정, 목소리 운율(톤, 인토네이션), 기타 단서로부터 지속적인 피드백을 받아 이루어졌다.

무의식이 의식의 삶에 미치는 영향을 고려하는 다른 심리치료 접근들과 마찬가지로 모래

놀이치료에서도 그 효과성은 상호 이해의 의식적 및 무의식적 노력과 작용에 의해 좌우된다. 치료자와 내담자 간의 관계의 형성(연결) 또는 치료공간이 암묵적(즉 무의식적)으로 발달하고 특정의 무의식적 요소가 관계를 연결하거나 치료공간에 표현되고 공유된다(Goldfried, 2013; Tschacher et al., 2015). 또한 모든 심리치료가 그러한 것처럼 긍정적인 변화에 필수적인 것인 관계를 기반으로 한다. 모래놀이치료에서는 Dora Kalff (1991)가 이를 모-자녀 단일체(mother-child unity)라는 용어로 표현한다. 모-자녀 단일체는 어린 시절 부모와 자녀 사이의 애착형성(establishment of attachment)에 근거한 표현이면서 동시에 모성원형(Mother Archetype) 또는 자기 원형(Self Archetype)과의 연결 즉 참여신비(participation mystique)를 의미한다. 이 연결성의 회복은 내적 감정의 치유가능성을 의미한다. 모래놀이치료에서 치료의 근거로서 내담자와 형성하고자 하는 것은 치료자와 내담자의 관계에서 모-자녀단일체 경험 또는 참여신비 경험이다(Kalff, 1991). 이 경험은 언어를 넘어서는 깊은 공감으로 경험되는 경향이 있다. 이것을 경험한 내담자는 궁극적으로 스스로 이것을 자신의 내면에서 경험할 수 있게 된다.

본 연구에서 우리는 근적외선 분광기(fNIRS: functional near infrared-spectroscopy)를 사용하여 독특한 비언어적 치료양식인 모래놀이치료에서 치료동맹, 공감, 모-자녀 단일체, 상호 퇴행, 참여 신비, 상호주관성(intersubjectivity) 등으로 불릴 수 있는 독특한 치료자-내담자 관계의 신경학적 배경(치료자-내담자 우뇌 간 동시화 현상)을 연구했다. 모래놀이치료는 언어 보다 모래, 상자, 물, 피규어 등과 손을 사용하는 비언어적 측면을 강조하고 촉감, 시각, 청각, 몸 동작 등 신체감각을 강조하는 접근이 갖는 치유적 기능을 강조하고, 놀이도 그 자체로서 치유효과를 갖고 있다. 인간에 대한 연구는 아니지만 포유류 연구에서 Panksepp (1998, 2007)는 포유류의 즐거운 의도를 뇌에 전달하는 '놀이피부(play skin)'에 관해 기술한 바 있다. 이러한 놀이는 언어 이전에 신체 놀이로 시작되며 눈맞춤, 소리, 억양, 몸짓, 자세, 냄새 등으로 어머니와 하는 상호작용 놀이는 Trevarthen, Aitken(2001)의 원시대화와 일치한다. 모래놀이치료는 치료자가 가능한 개입하지 않고 "자유롭고 보호적인 공간(free and protected space)"을 제공하여 내담자가 모래, 피규어, 상자, 물 등으로 정신(psyche)의 상태를 표현할 수 있게 함으로써 내담자의 변화와 성장을 효과적으로 촉진하고자 하는 치료적 개입이다(Kalff, 2020, p.16). 치료자의 공감적 이해와 신뢰의 분위기는 치료를 위한 상호 퇴행 상태 즉 "모-자녀 단일체(mother-child unity)"(Kalff, 2020, p.5)와 유사한 상태일 수 있을 것이며 이것은 대뇌 간 동시화(Akimoto et al., 2021; Feldman, 2012; Leclère et al., 2014)가 신경생물학적으로 기초하고 있는 것으로 설명될 수 있을 것이며 더 나아가 치료관계의 핵심인 치료적 공감, 치료동맹(therapeutic alliance), 전이-역전이, 상호주관성 그리고 분석심리학의 원형적 개념인 참여신비 등으로도 설명될 수 있을 것으로 가정되기 때문이다. 모-자녀 단일체를 강조하는 것은 위에서 언급한 바와 같이 대뇌 간 동시화가 단순히 신경생물학적 메커니즘만을 의미하는 것이

아니라 대인간 공명(resonance)의 기초가 되는 상호주관적 의사소통에서 모-자녀 간 원시 대화(protoconversation)에 의해 긍정적 또는 부정적으로 발현되는 메커니즘이기 때문이다 (Trevarthen & Aitken, 2001). 모래놀이치료에서 치료자가 수동적으로 보이는 순간조차 내담자의 내면세계에 적극적으로 관여하고 있으며 창조된 모래장면은 두 사람의 공동의 창조물이라고 볼 수 있을 것이다. 그러나 모래놀이치료의 치유 효과에 대한 보고들은 수없이 많지만 이것을 지지하는 신경과학적 설명을 필요로 하는 상태이다.

Schore(2021)는 Taki-Reece의 모래놀이치료 임상작업을 인용하여 이 신경생물학적 메커니즘이기도 한 상호퇴행의 순간 즉 동시화의 순간의 특징을 구체적으로 기술했다(pp.18-19). “치료자의 반응 타이밍은 적절하고 동시적(the therapist’s timing is right on, in synchrony)”이며 그로 인해 “내담자는 치료자의 배경존재를 느끼게 되고(patient feels the background presence of the therapist)” “새로운 (내적) 발견”에 개방적인 태도를 갖는다. Taki-Reece(2004)는 관계적(relational) 모래놀이치료가 “비언어 수준에서” 공동창조된 “공동의 치료동맹”을 이룰 수 있게 하며 이는 내담자의 내면세계의 “우반구 표상”에 신속하게 치료적 접근이 이루어질 수 있게 한다고 언급했다. “상호작용적 조절”이라는 이 관계맥락은 내담자가 상상을 통해 함께 함의 지속을 경험하는 “조절적 배경존재”를 갖는 것이며 이는 성장촉진적 환경으로 작용하여 변화를 촉진한다(Schore, 2021, pp.18-19에서 재인용). 분석심리학적 관점에서 이것은 원형의 작용을 상기하게 하는 개념이다. 인간은 누구나 조율해주고 공명해주며 배경존재가 되어주는 존재를 느낄 수 있는 원형적 기반을 갖고 있다.

대인 간 뇌 동시화(interpersonal brain synchronization)는 두 사람 사이의 정신적 조율/협응을 가능하게 하는 성공적인 이해수준 및 공유수준과 상관관계가 있다는 많은 증거가 있다(Mu et al., 2018; Stephens et al., 2010). 신경 동시화는 상호작용하는 파트너 간의 친밀도 즉 사회적 시선과 긍정적인 감정의 순간에 이루어지는 경향이 있다(Kinreich et al., 2017). 같은 결과를 지지하는 연구들이 이루어졌다. 협력적이고 참여적인 대인간 상호작용을 할 때 그것이 구두 의사소통(Jiang et al., 2012)을 통해서가 아니면 비언어적 의사소통(Cui et al., 2012)을 통해서건 간에 대인 간 뇌 동시화가 전반적으로 증가하는 것을 발견했으며 이러한 결과는 대인 간 뇌 동시화가 성공적인 의사소통에 필수적인 것임을 의미한다. 참가자가 대화 상황, 눈맞춤, 의사 결정 및 운동 조정 작업을 포함한 사회적 상호 작용에 참여할 때 전전두엽 피질의 동시화가 일관성 있게 발견되었다(Fishburn et al., 2018). 즉 대인 간 뇌 동시화는 대인관계의 친밀감/연결성(Kinreich et al., 2017), 이해/공유(Stephens et al., 2010)의 영향을 받을 수 있다.

상담장면에서 최초로 이루어진 대뇌 간 동시화 실험은 Zhang et al.(2018)에 의해 이루어졌다. 첫 번째 상담 세션 동안 연구자들은 피질 혈류(혈색소 산소화)의 증가와 임상가와 내담자의 뇌 모두에서 오른쪽 측두두정엽 접합부(temporo parietal junction)에서 치료자와 내담

자의 우뇌에서 동시화를 발견했다. 이 결과는 600-4000시간의 상담 경험이 있는 숙련된 상담자와 내담자 쌍에서 관찰되었다. 이 실험은 언어상담 장면에서 이루어졌긴 했지만 상담자들은 서로의 비언어적 단서와 신체 기반 감정 상태에 초점을 맞췄으며(예: 감정 표현, 신체 자세 등의 단서를 파악하고 반응에 주의를 기울이려 노력했다) 정서적 피드백을 제공했다. 이 우뇌 간 동시화의 증가는 특히 “쌍둥이 사이의 유대감 또는 긍정적인 개인 애착”에 대한 주관적인 평가와 관련되었다. 경쟁관계에서는 동시화가 발생하지 않았으며(Wikstrom et al., 2022) 친밀감이 가장 높은 연인 쌍을 제외한 모르는 남녀쌍이나 남녀 친구쌍의 협력과제에서는 동시화가 발생하지 않았다는 연구결과(Pan et al., 2017)가 이 발견을 반증한다.

연구자들은 이러한 발견을 통해 대뇌 간 동시화가 치료자와 내담자의 긍정적인 작업동맹 및 치료관계를 구축하는 데 필수적인 역할을 하며 이러한 뇌와 뇌의 결합(coupling)이 정서의 발달을 촉진한다는 것을 보여주는 것으로 해석했다(Schore, 2022; Zhang et al., 2018). 우측 뇌간의 동시화 증가가 더 긴밀한 대인 친밀감/연결성 및 더 나은 동맹/정서적 상호작용과 관련이 있는 연구자들은 숙련된 상담자는 내담자의 정서상태에 구체적으로 초점을 맞추고 대인관계적으로 내담자와 동시화 하는 것이 치료자의 전문성이 능력이라는 것을 보여주는 것이라고 언급했다. 이들은 Kool, Tschacher (2016)의 연구를 자신들의 연구결과를 뒷받침하는 것으로 인용하면서, 세션 동안 “내담자와 상담자의 뇌가 결합(coupling)될수록 치료동맹이 더 좋아진다”는 것을 보여주는 것이라고 결론 내렸다. Dumas et al.(2010)는 자신의 연구결과를 정신병리학적 측면과 연결하여 뇌 간의기능적 연결성의 측면에서 대인관계의 작용원리를 보는 조망이 우울증, 자폐스펙트럼 장애, 조현병, 성격장애, 사회불안장애, 신체화증상장애, 섭식장애, 성기능장애, 자살에서 관계적 결핍에 대한 더 깊은 이해를 가능하게 한다는 주장을 했다.

위의 연구결과들은 모래놀이치료 장면에서 얻은 결과는 아니지만 이 연구결과들이 모래놀이치료에 대해 갖는 의미가 있다. 즉 치료자와 내담자의 관계의 성격, 유대와 신뢰도의 정도가 궁극적으로 치료결과에 영향을 미칠 수 있음을 시사하기 때문이다. 이를 지지하는 증거로서 fNIRS 하이퍼스캐닝을 사용한 Zhang et al.(2018)의 연구에서는 경험 많은 치료자로 구성된 치료자-내담자 쌍에서 초보 상담자-내담자 쌍과 달리 동시화 경향이 나타났다. 아마도 경험 많은 치료자들은 내담자의 말과 행동 및 의도를 더 잘, 더 많이 이해했다면 그것이 표현된 방식은 무엇이었을까 하는 것이다. 물론 언어적 반응이 포함되었으나 언어적 반응에도 목소리의 강도, 깊이, 의성어의 사용등과 같은 비언어적 요소가 작용했을 가능성이 있다. 흥미롭게도, 서로 점수를 더 얻어야 하는 경쟁과제에서는 동시화가 유의미하게 발생하지 않았다(Wikstrom et al., 2022). 흥미로운 연구 중 하나는 남녀 쌍, 연인 쌍, 친구 쌍, 낯선 이 쌍이 협력 과제를 수행할 때의 동시화를 연구한 것이다(Pan et al., 2017). 이 중에서 연인 쌍에서 우뇌전두 두정엽피질의 동시화가 발생했다.

모래놀이치료의 신경학적 기반을 조사한 연구는 소수에 불과하다. 모래놀이치료 중 모래놀이치료자의 뇌혈류 역학을 조사한 최근 연구에서 다양한 전두엽 및 상위측두 채널의 근적외선 분광기(NIRS) 신호와 상관관계가 있었다(Akimoto et al., 2018). 또한 모래놀이치료 연구에서 불안장애가 있는 개인의 양측 시상의 대사변화를 평가한 연구도 있다. 자기공명분광법(fMRI)을 사용한 이 연구에서는 N-아세틸 아스파르트산염 대 크레아틴(NAA/Cr) 비율(즉, 신경 세포 생존의 척도)이 18회 세션 후에 개선되었다(Foo et al., 2020).

모래놀이치료에서 가장 중요한 치료요소인 내담자-치료자 관계가 모래놀이치료 효과의 신경생물학적 메커니즘에 미치는 연구는 더욱 초보적 시작 단계에 있다. 모래놀이치료에서 몇 편 안되는 치료자-내담자 관계의 신경생물학적 메커니즘 연구 중 하나인 Akimoto et al.(2021)의 연구는 모래놀이치료에서 말없이 모래상자에 모래장면을 만드는 과정과 모래장면에 대해 치료자와 내담자가 대화를 나누는 시간구성으로 나누어 두 과정 사이의 대뇌 간 동시화에 관한 연구이다. 그 결과 좌뇌 전두엽 일부 채널에서 모래장면을 만드는 시간에는 “부적 동시화”가, 모래장면에 대해 대화를 나누는 시간에는 정적 동시화라는 결과를 얻었다. 모래장면을 만드는 과정에서 “부적 동시화”가 발생한 것에 대해 연구자들은 내담자가 모래장면을 만들 때 치료자들이 어떠한 이유로 눈을 감고 있었던 것과 관련 있지 않을까 하는 추측을 하기도 했다. 눈맞춤이 동시화에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과(Piazza et al., 2020)를 고려할 때 의미가 있는 해석으로 보인다. 또한 좌뇌에만 생긴 동시화로 인해 모래놀이치료 자체 보다는 언어를 사용하는 상호작용이 강조되었다는 인상을 갖게 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구에 참여한 치료자-내담자 쌍은 총 7쌍, 14명으로 이중 6쌍은 여성 쌍, 1쌍은 남성 쌍이다. 연구대상자 모집은 서울, 경기지역에서 연구대상자를 통해 소개받는 눈덩이 표집(snowball sampling) 방법을 사용하였다. 본 연구는 뇌 혈류 역학 측정하는 fNIRS 시스템을 활용함으로써 혈압약 복용자, 뇌 손상 병력이 있는 경우 그리고 측정 전날 수면 부족 또는 음주 등에 해당하는 자, 스트레스가 높은 자는 연구대상자로서 부적절하다는 이전 연구(류재관, 이진창, 2018)와 동일한 기준을 적용하였다. 또한 협력적인 대인 활동 중 동시화 된 뇌 활동은 파트너의 성별에 따라 달랐다는 연구 결과(Cheng et al., 2015; Lu et al., 2020)에 따라 성별 효과를 피하고자 치료자-내담자 모두 동일한 성별로 매칭하여 쌍을 구성하고자 하였으며, 뇌 활성화에서 우세손과 관련있는 대뇌반구가 더 활성화되었다는 연구결과에 따라(김미경 외,

2021) 우세손에 따른 차이를 줄이고자 우세손이 같은 치료자와 내담자를 매칭하였다.

### 1) 치료자

숙련된 모래놀이치료자는 모래놀이치료 뿐만 아니라 일반적인 심리치료 분야에 대한 지식을 가지고 있고(Friedman & Mitchell, 2007) 보다 자유롭고 보호적인 분위기를 만들며(Kalff, 1991) 전체 치료과정에서 'containing'이라는 결정적 요소에 대해 인식하고 있는 사람이다(Weinrib, 2004/1983)고 판단되어 모래놀이치료 경력 5년 이상, 임상 시간 4,000시간 이상인 치료자를 연구대상자로 선정하였다.

### 2) 내담자

내담자 선정기준은 서울·경기 지역 내 건강한 만 20세 이상, 만 65세 미만인자로 모래놀이치료와 심리치료에 자발적으로 참여한 자였다.

## 2. 연구의 윤리적 고려사항

치료자와 내담자를 포함하는 연구대상자 모집에서 개인의 사생활보호와 개인 정보의 비밀 유지를 위해 가명 또는 코드번호 등으로 익명성을 보장하였다. 모든 모집된 연구대상자에게 연구 목적 및 절차, 주의사항 등에 대한 정보를 제공하였고 연구참여와 동영상 녹화 동의와 윤리적 고려사항을 확인하였음에 대한 서면 동의를 받은 후 실험을 진행하였다. 또한 언제든지 연구대상자 동의를 철회할 수 있음도 구두와 서면으로 고지하였다. 실험이 두 세션으로 한정되었기 때문에 이 기간 동안 심각한 문제가 발견되는 경우 지속적인 치료를 요청할 수 있음을 고지하였다.

## 3. 측정도구(Measurement)

### 1) 지각된 스트레스 척도 (Perceived Stress Scales: PSS-10)

Cohen, Williamson(1988)이 개발하고 박준호, 서영석(2010)이 한국어로 수정·번안한 것을 사용하였다. 지난 한 달 동안의 스트레스 관련 감정과 사고에 대해 총 10문항이며, 점수가 높을수록 지각된 스트레스의 정도가 높으며 16점 이하는 낮은 스트레스 수준으로 구분된다.

### 2) 기능적 근적외선분광기(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy)

본 연구에서 사용한 기능적 근적외선분광기(fNIRS)는 안전하고 비침습적인 영상기법이며 뇌 혈액의 헤모글로빈 중 산소 포화도의 활성을 측정하는 하이퍼스캐닝 장비이다. 이 fNIRS

는 fMRI나 EEG와 같은 다른 하이퍼스캐닝 장비에 비해 착용자가 어느 정도 움직일 수 있으며 두 개 이상의 상호작용하는 뇌 사이의 실시간 역학조사가 가능하다(Czeszumski et al., 2020; Ferrari & Quaresima, 2012). 본 연구에서는 OBELAB사가 개발한 NIRSIT을 사용하였다. 이 장비를 사용한 이유는 치료자와 내담자가 각각 별개의 기계를 이마에 부착하기 때문에 피겨를 고르거나 모래상자에 피겨를 놓기 위해 내담자가 움직여야 하고 피겨와 모래상자 배치 때문에 치료자와 내담자 사이에 공간이 필요하기 때문이다. NIRSIT는 헤드마운트 형태의 근적외선 다채널 기기(Near-Infrared Multi-Channel Device)로 기기 안쪽에는 센서들과 실리콘 캡이 결합되어 있으며(OBELAB, 2022), Fig.1과 같이 기기 뒤쪽에는 고정 스트랩이 있어 이마에 기기를 잘 부착시킬 수 있도록 되어 있다. 이 기기는 뇌 전체가 아닌 좌, 우뇌의 복외측전전두피질, 배외측전전두피질, 안와전두피질, 전두극피질 영역만 측정한다. 각 채널에 따른 뇌영역은 Fig.2와 같다.



Fig.1 NIRSIT 기기와 착용 모습 (www.obelab.com)

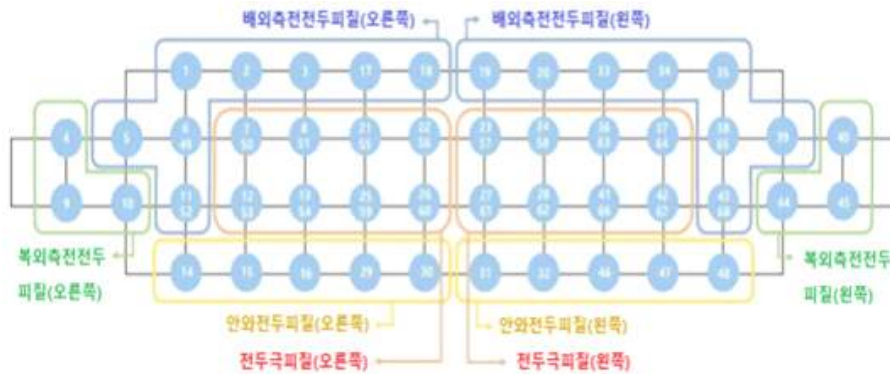


Fig.2 뇌 영역별 채널 위치(OBELAB, 2021)

기기 안쪽에는 780nm와 850nm 파장의 근적외선을 대뇌 피질에 방출하는 24개의 레이저(Laser) 센서와 돌아오는 빛을 수신하는 32개의 광검출기(Detector) 센서가 있다. 전전두엽 대뇌 피질 영역을 48개 채널에서 옥시헤모글로빈(HbO<sub>2</sub>)과 디옥시헤모글로빈(HbR)의 농도값을 측정하여 활성의 해당 위치를 확인할 수 있다. 헤모글로빈은 적혈구에서 산소를 운반하는 단백질과 철을 포함한다. 산소헤모글로빈이라고도 하는 옥시헤모글로빈은 산소와 결합한 헤모글로빈을 말한다. 생체조직에 투과한 근적외광으로 발생한 신호로부터 검출하여 처리하면 HbO<sub>2</sub>와 HbR을 측정할 수 있다. 뇌의 산소 활성화 영역은 혈액 속의 HbO<sub>2</sub>에 의해 수송된 산소를 소비하며 산소를 소비하면 HbO<sub>2</sub>은 HbR으로 변한다. 이 두 가지 헤모글로빈은 가시광과 근적외광 영역에서 광학적 특성을 가지며, 기능적 근적외 분광법으로 측정한 이들의 농도는 뇌 활동의 척도로써 사용될 수 있다. 본 연구에서는 헤모글로빈이 산소와 결합한 상태인 HbO<sub>2</sub>의 산소활성도를 사용하였다. 뇌로 가는 HbO<sub>2</sub>이 증가할수록 영상에서 황색, 적색으로 표시되며, 반대로 HbO<sub>2</sub>이 감소할수록 청색, 남색으로 표시된다.

본 연구에서 wireless fNIRS를 사용한 이유는 모래놀이치료의 내담자가 몸을 움직여 피규어를 고를 수 있는 공간적 여유를 주기 위해서였다. 이 장치는 전두엽만을 하이퍼스캐닝 할 수 있는 반면 두 사람이 와이어로 연결되어 있는 장치는 두뇌 전체를 하이퍼스캐닝 할 수 있지만 와이어의 길이가 짧아 피규어를 고르거나 모래상자에 물을 붓는 등의 동작은 하기가 어렵다.

#### 4. 연구절차

본 연구는 모래놀이치료에서 치료자-내담자 2인 관계의 우뇌 간 동시화의 존재유무 및 세션에 따른 동시화 패턴의 변화를 확인하기 위하여 fNIRS를 사용해 두 세션의 모래놀이치료 동안 우뇌의 헤모글로빈 활성 농도를 측정하였다. 세션은 내담자가 모래장면을 만들고 치료자는 말없이 경청하는 조건과 내담자가 완성한 모래장면에 대해 대화를 나누는 언어적 의사소통 조건으로 나누어 진행되었다(Akimoto et al., 2021). 조건을 두 개로 구분한 이유는 모래놀이치료에서 신체작업을 통한 신체적 의사소통과 언어적 의사소통 조건에서의 동시화의 발생 유무 또는 차이를 구분하기 위해서였다. 구체적 절차는 다음과 같다.

##### 1) fNIRS 측정 절차

뇌 혈류의 산소 활성화도는 호흡 속도나 심박수에 영향을 받을 수 있기 때문에 실험 외적 요인의 인한 영향을 받지 않도록 하기 위해 안정된 환경을 제공하고자 하였다. NIRSIT 착용 후 측정에 들어가기 전 각 채널들에서 정상적으로 신호가 수신되는지 확인하는 과정인 Calibration을 거쳤다. 48개 채널에서 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)가 30dB

이상인 채널을 확인하였고 유효하지 않은 채널이 5개 이상 나타나면 기기를 다시 착용하여 이마와 더욱 밀착될 수 있도록 조정하였다. fNIRS를 착용한 후 연구대상자들이 머리를 움직이지 않는 것과 몸을 움직일 수 있는 범위를 안내하였다. calibration 후 모래놀이치료 회기 시작 전까지의 1분간은 휴식상태에서 뇌 혈액의 산소화성의 base line을 측정했다.

## 2) 모래놀이치료 세션의 진행

모래놀이치료는 일대일 개별 세션으로 30분간 진행되었으며 전 과정은 녹화되었다. 본래 일반적인 성인 상담시간은 50-60분이지만 장비착용으로 인한 불편감을 최소화 하면서 동시에 치료자-내담자가 모래놀이치료에 대한 충분한 시간을 갖게 하기 위해 30분으로 규정하였다. 치료자는 내담자가 모래장면을 만들 때 내담자와 비언어적 단서, 얼굴 표정 및 몸짓과 같은 신체적 표현에 주목했고 치료자 자신의 정서상태, 신체감각, 떠오르는 상상 이미지 등에 주목했다. 더 나아가 내담자가 특정 피규어를 고르거나 모래 상자에 놓거나 모래장면을 바라볼 때의 내담자의 신체적 단서에 주의를 기울이면서 치료자 자신의 내적 감정 및 신체 감각에 주목했다. 이는 모래놀이치료에서 동시화 연구를 한 Akimoto et al.(2021)의 연구 설계와는 다르다. Akimoto et al.(2021)의 연구에서는 내담자가 모래장면을 만드는 동안 치료자는 눈을 감고 있었다. 그러나 본 연구에서는 치료자-내담자 두 사람간의 관계에 초점을 맞추고자 상호응시 등 비언어적 상호작용에도 고려하였다. 언어적인 단서가 아닌 몸짓, 얼굴 표정 등 비언어적 단서를 통해 우뇌에서 상호작용을 고려했기 때문이다. 이후 다 만들어진 모래장면에 대한 연상을 언어적으로 의사소통할 때에도 내담자와 자신의 감정, 신체자세, 태도, 에너지 수준, 동작, 시선 등 “순간의 단서”에 주의를 기울이면서 내담자에게 정서적 피드백을 제공했다. 마찬가지로 치료자 자신의 감정, 신체감각, 상상 이미지 등에 주목했다.

큰 신체 동작이 fNIRS 측정 결과를 오염시킬 수 있기 때문에 내담자의 움직임을 최소화

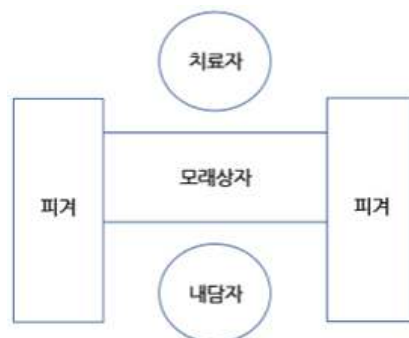


Fig 3. 모래놀이치료 세팅

하기 위해 한 눈에 볼 수 있는 시선 범위와 팔을 뻗으면 닿을 수 있는 범위 내의 테이블 위에 피규어를 놓았다. 그림 3과 같이 치료자와 내담자는 긴 테이블에 서로 마주보고 앉았다. 피규어는 모래놀이치료의 피규어 범주(장미경, 2017)를 반영하여 동물, 사람인형, 물고기, 나무, 집, 가구 등을 선택했다.

## 5. 자료 분석

30분 동안 지속된 모래놀이치료 세션 중 1) 내담자가 모래놀이장면을 만드는 조건과 2) 모래놀이장면을 포함하여 내담자가 치료자와 언어적 의사소통을 하는 조건에서 각각 180초씩 샘플링하여 분석하였다. 모래놀이치료 세션 동안 치료자-내담자 대뇌 간 동시화 하는 뇌 활동을 확인하기 위하여 NIRSIT으로 측정된 결과 fNIRS 데이터를 OBELAB사에서 개발한 NIRSIT Analysis Tool(v.2.2)을 활용하여 1차 전처리하였다. fNIRS 원자료의 Marker를 활용하여 샘플링한 구간에 과제번호(Task number)를 부여하였으며 잡음 제거를 위하여 Low-pass filter(DCT 0.1 Hz)와 High-pass filter(DCT 0.005 Hz)를 통해 Signal Processing 단계를 거쳤다. 휴식 동안 측정된 자료를 기저선(base line)인 뇌 활동의 기준값으로 설정하였다. 신호 대 잡음비(SNR)가 30dB미만인 불량 채널의 자료는 분석에서 제외하였다(Delpy et al., 1988). Calculate Concentration 단계에서는 Modified Beer-Lambert Law(MBLL) 계산 방식을 통하여 혈중 HbO<sub>2</sub>의 농도 데이터를 milli-mol 단위로 산출하였다.

이후 NIRS-SPM(Ye et al., 2009)을 이용하여 1차 전처리한 자료를 2차 전처리하였다. Wavelet-MDL (Minimum Description Length) detrending을 활용하여 잡음 및 인공 신호를 제거하였다. 수행 작업과 혈류 역학적 반응 사이의 지연(Glover, 1999)을 반영할 수 있는 혈류역학 반응함수(Hemodynamic Response Function, HRF)를 적용하였다.

자료의 통계 분석은 Python module인 statsmodels 0.13.5를 사용했다. 일반적으로 생리적 동시화 연구에 사용되는 방법은 피크, 주기 또는 추세와 같은 신호 기능 간의 유사성을 찾는 것을 목표로 한다(Kleinbub et al., 2020). 먼저 두 신호 간의 유사성을 직접적으로 측정하기 위해 Pearson 상관계수를 구하였다. 그러나 Pearson 상관분석은 같은 시간대에 존재하는 신호 간의 상관관계만 분석하기 때문에 다른 참가자의 공변량 변수를 분석에 포함시킬 수 없고 두 개의 유사한 피크가 약간의 지연으로 시간이 이동하는 경우와 같은 상황에서의 동시화를 감지하지 못할 수 있다(Kleinbub et al., 2020). 즉 Pearson 상관분석은 신호 유사성에 대한 평가만 제공하며 누가 먼저 동시화를 시작했는지 또는 누가 동시화를 조절하고 있는지 등에 관해서는 추론을 허용하지 않기 때문에 이를 보완하기 위해 moving-window 상관 값을

구하였다.

즉 Pearson 상관계수는 두 사람의 채널별 HbO<sub>2</sub>수치 간의 유사성에 대한 평가만 제공하며 누가 먼저 동기화를 시작했는지 또는 누가 동기화를 조절하고 있는지 등 시간을 고려한 결과의 값이 아니므로 치료자와 내담자 중 누가 먼저 활성을 보였는지, 두 사람 사이의 활성 간에 시차가 있는지에 대하여 추론을 허용하지 않기 때문에 이를 보완하기 위해 Pearson 상관계수가 가장 높은 채널에 대해 쌍별, 세션별로 moving-window 상관계수와 교차 상관계수를 사용해 Pearson 상관계수 분석을 보완하고자 하였다. moving-window 상관분석은 데이터를 일정한 시간 구간으로 구별하여 상관계수를 구하는 방법이며, 본 연구에서는 1/9초 단위로 수집한 데이터를 45초의 창(window)으로 나누어 이를 계산하였다. 각 창 사이의 간격은 5초이며, 따라서 인접한 두 개의 창 사이에는 180초에 이를 때까지 지속적으로 40초의 중첩 구간이 존재한다. 또한 Vector 자기회귀(VAR)기반 시계열 검정 방법 중 Johansen 공적분 검정을 통해 치료자와 내담자 간 채널별 HbO<sub>2</sub>수치 중 Pearson 상관계수가 가장 높은 채널의 시계열데이터에서 장기적으로 공적분 관계가 존재한다는 것을 통계적으로 보여주어 치료자와 내담자 간 동기화가 이루어지는지 양적으로 분석하고자 하였다. 치료자와 내담자의 채널별 HbO<sub>2</sub>수치 기록은 비정상성(non-stationarity)을 띄고 있어서 벡터 자기회귀 모형(Vector Autoregression)에 따라 두 사람 간의 동기화 데이터의 상관계수에 대한 유의도를 검증하기 위하여 Osterwald-Lenum(1992)의 표를 참조하여 Case 2 ((i) intercept, but (ii) no linear trend in levels, (iii) no drift in differences) 가설검정을 실행하였다. 또한 두 사람의 채널별 HbO<sub>2</sub>수치의 시계열데이터가 얼마나 형태적으로 유사한지를 수치적으로 계산하기 위하여 두 사람의 채널별 HbO<sub>2</sub>수치 데이터를 서로 겹쳐서 계산하는 교차상관분석을 실시하였다. 모든 분석 과정은 치료자와 내담자의 우뇌 채널 중 가장 높은 Pearson 상관계수를 보이는 채널에 대해 쌍별로 이루어졌다.

### III. 연구 결과

7쌍 모두 1세션과 2세션에서 모래장면을 만드는 동안 그리고 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 동안 일부 채널에서 유의한 Pearson 상관계수를 보였다. 따라서 Pearson 상관계수 상으로 동기화를 가정해 볼 수 있다. 동기화는 각 뇌의 최소 한 영역에서만 발생한 쌍도 있었으며 최대 8개 영역에서 일어난 쌍도 있었다. 구체적으로 살펴보면 1세션의 모래놀이장면을 만드는 조건에서 한 쌍 그리고 완성된 모래장면에 대해 언어적 의

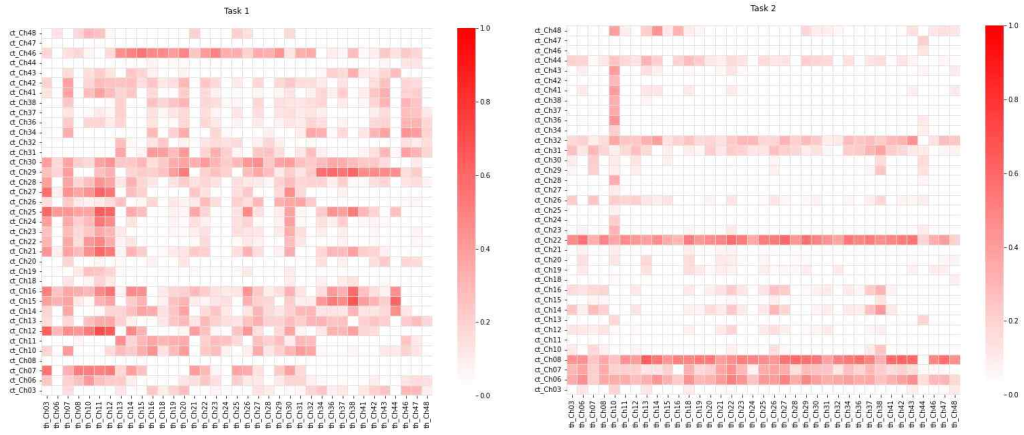
사소통을 하는 조건에서 한 쌍에서 우뇌에서만 동시화가 발생했으며, 나머지 다른 쌍들은 우뇌와 좌뇌 모두에서 동시화가 발생했다. 또한 2세션의 모래놀이장면을 만드는 조건에서 한 쌍에서 좌뇌만 동시화가 발생했으며 이 쌍을 제외한 다른 쌍들은 우뇌와 좌뇌 모두에서 동시화가 발생했다.

Pearson 상관 계수를 가지고 뇌 간 동시화를 보여주는 히트맵을 작성했으며 붉은 색이 진할수록 상관값이 높다. 1세션의 모래놀이장면 만들기 조건에서 더 진한 히트맵을 보인 쌍은 4쌍(1,2,3,6)이며 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건에서 더 진한 히트맵을 보인 쌍은 두 쌍(4,5)이다. 2세션에서는 3쌍(1,2,3)이 모래놀이장면 만들기 조건에서 그리고 4쌍(4,5,6,7)이 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건에서 더 붉은 히트맵을 보였다.

1세션 보다 2세션에 두 조건 모두에서 동시화의 정도가 더 강한 쌍은 4쌍이며(1,2,3,4) 한 쌍은 세션1의 두 조건 모두에서 더 강력한 동시화를 보였다. 2쌍(4,5)은 세션2에 비해 세션1의 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건에서 더 강한 동시화를 보였으며 한 쌍(7)은 1세션의 모래놀이장면 만들기 조건에서 더 강한 동시화를 보였다.

첫 세션에서 7쌍 모두 Johansen 공적분 검정에서 유의미한 시차 상관 값을 보여 동시화가 존재한다는 것을 확인해 주었다. 그러나 1세션의 모래놀이장면 만들기 조건에서 수십 초 이상의 시간 차를 보인 한 쌍(2)이 있으며 조건 2에서는 3쌍(3,4,7)이었다. 2세션의 모래놀이장면 만들기 조건에서는 4쌍(3,4,7), 언어적 의사소통 조건에서는 2쌍(4,5)이었다. 상대적으로 Pearson 상관 계수가 낮은 쌍에서 시간 차이가 컸다. 흥미롭게도 치료자와 내담자 간에 시차가 전혀 없는 조건도 있었다. 1세션의 모래놀이장면 만들기 조건에서 시간 차가 1.2초로 거의 없었으며, 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건에서는 시차상관이 존재하지 않았다.

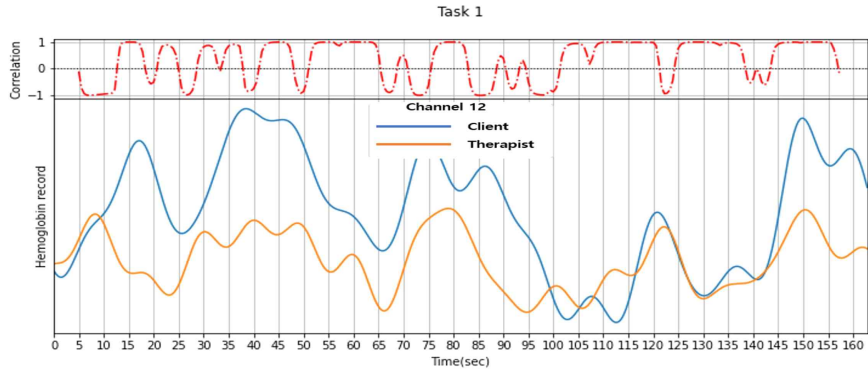
시간 차에서 치료자와 내담자의 선행 또는 후행 여부는 쌍마다, 조건마다 상이한 경향을 보였다. 1세션의 모래놀이장면을 만드는 조건에서는 내담자가 침묵 속에서 모래놀이장면을 만들기 때문에 주로 내담자가 동시화를 리드할 것 같지만 3쌍(1,6,7)은 내담자가 후행했다. 완성된 모래장면에 대한 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건에서는 내담자의 후행이 시차 없는 한 쌍(1)을 포함해 5쌍이어서 내담자들이 치료자의 해석을 따라가는 경향을 보였다고 할 수 있다. 2세션의 모래놀이장면을 만드는 조건에서는 5쌍의 내담자가 선행했다(2,3,4,5,6). 끝까지 내담자의 HbO2 활성화가 먼저 일어난 쌍은 한 쌍이며 1세션과 2세션의 각 조건에서 끝까지 내담자가 후행 한 쌍은 없었다.



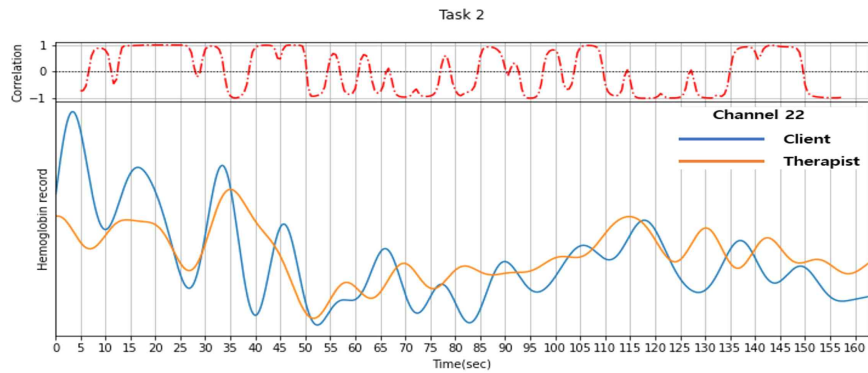
모래놀이장면을 만드는 조건

완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 4. Pair 1의 1세션 치료자-내담자의 전체 채널 간 Pearson 상관분석 히트맵

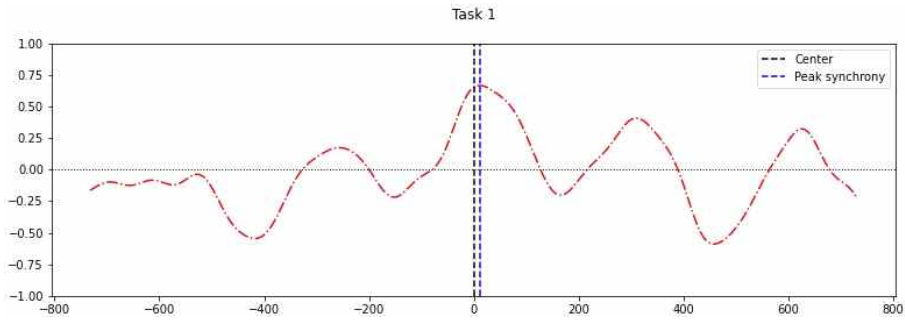


모래놀이장면을 만드는 조건

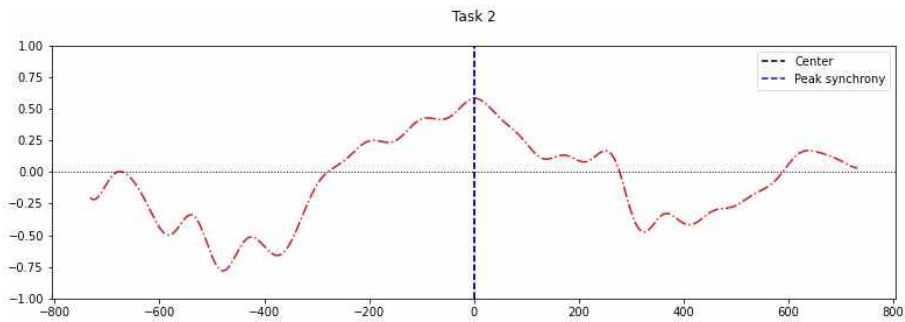


완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 5. Pair 1의 1세션 치료자-내담자 HbO2 수치와 moving-window 상관계수 시계열 그래프

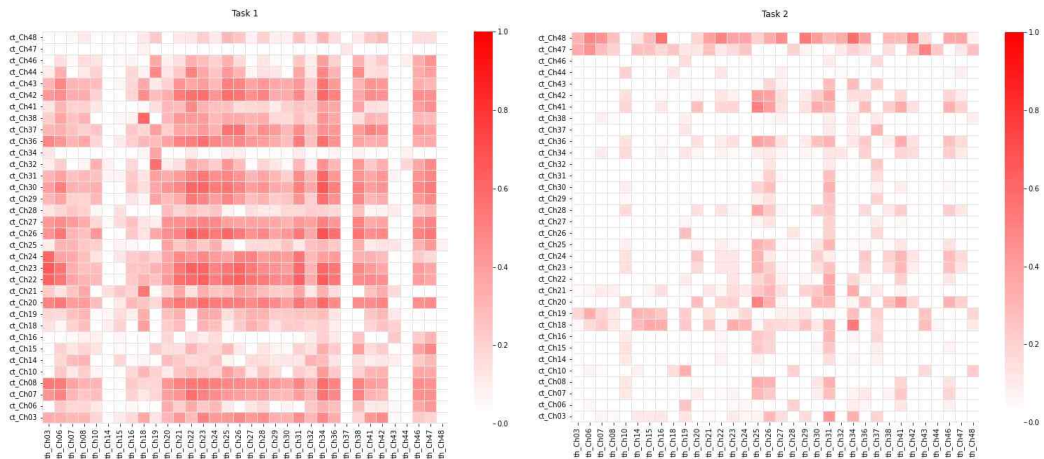


Pearson 상관계수: 0.651 / CCF의 최대값: 0.666  
모래놀이장면을 만드는 조건



Pearson 상관계수: 0.582 / CCF의 최대값: 0.582  
완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

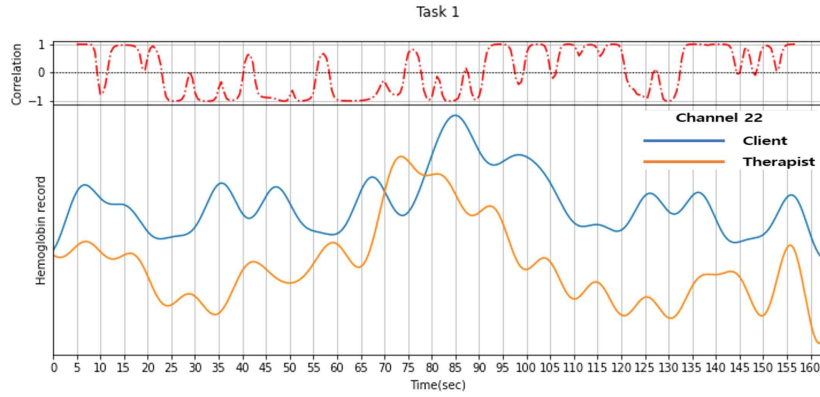
Fig 6. Pair 1의 1세션 치료자-내담자 교차상관 관계(Cross-correlation function: CCF) 그래프



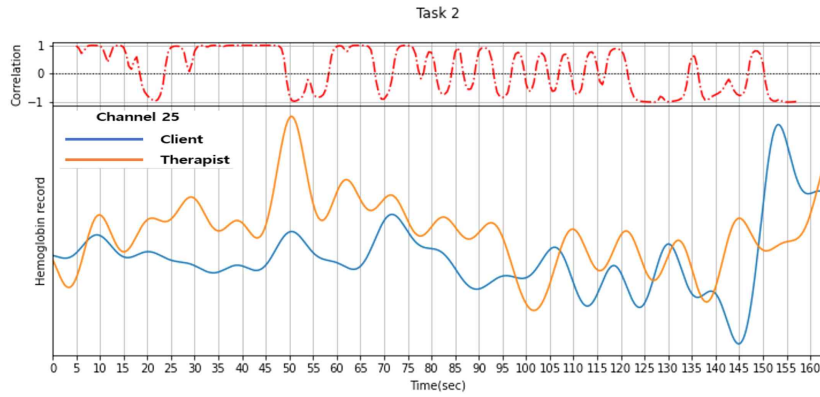
모래놀이장면을 만드는 조건

완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 7. Pair 1의 2세션 치료자-내담자의 전체 채널 간 Pearson 상관분석 히트맵

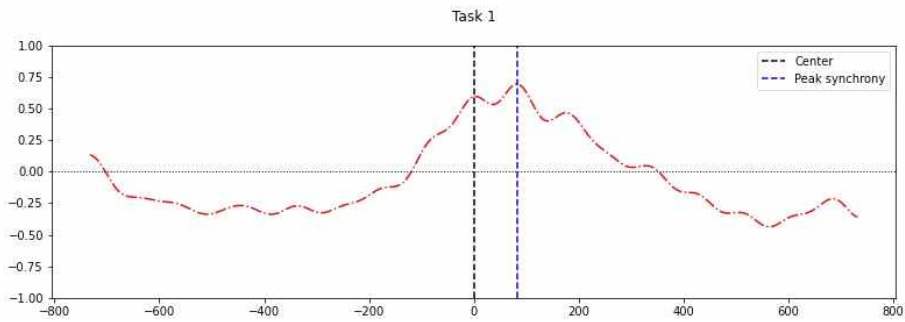


모래놀이장면을 만드는 조건



완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

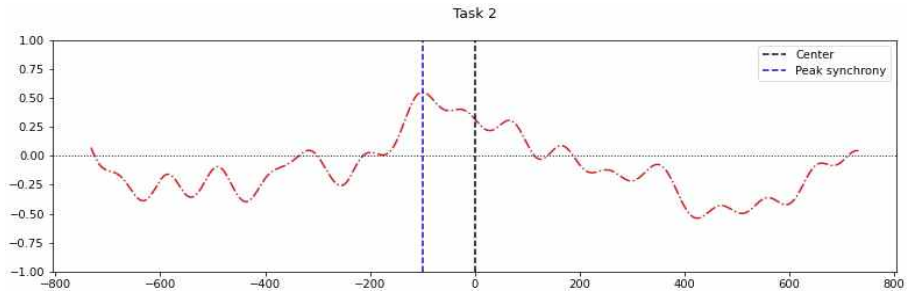
Fig 8. Pair 1의 2세션 치료자-내담자 HbO2 수치와 moving-window 상관계수 시계열 그래프



Pearson 상관계수: 0.595 / CCF의 최대값: 0.69

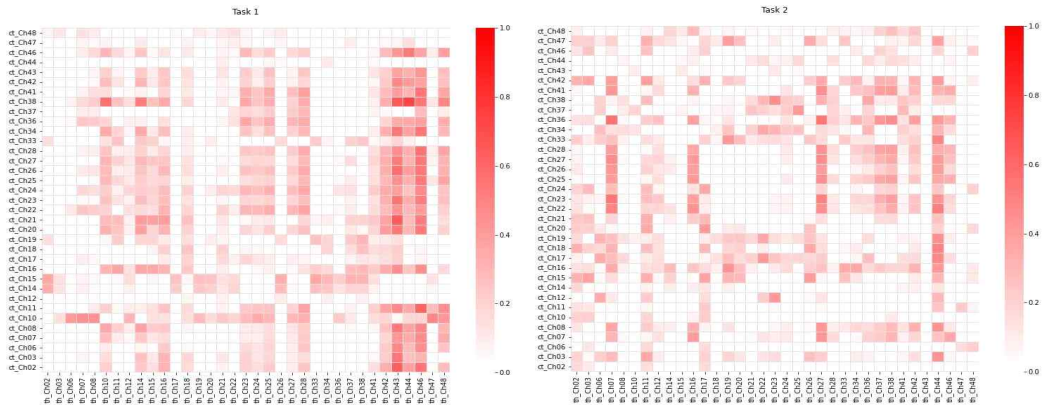
모래놀이장면을 만드는 조건

Fig 9. Pair 1의 1세션 치료자-내담자 교차상관 관계(Cross-correlation function: CCF) 그래프(계속)



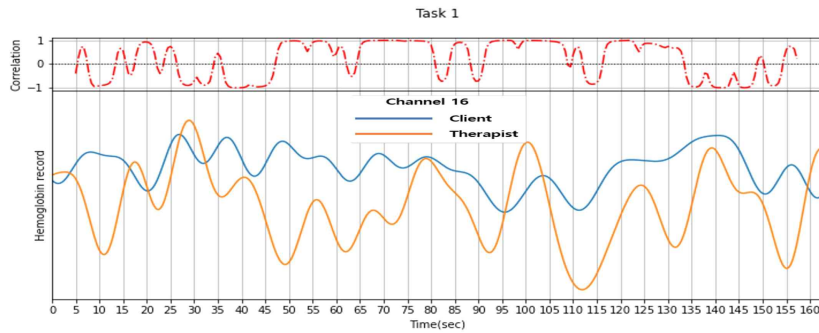
Pearson 상관계수: 0.319 / CCF의 최대값: 0.550  
 완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 9. Pair 1의 1세션 치료자-내담자 교차상관 관계(Cross-correlation function: CCF) 그래프



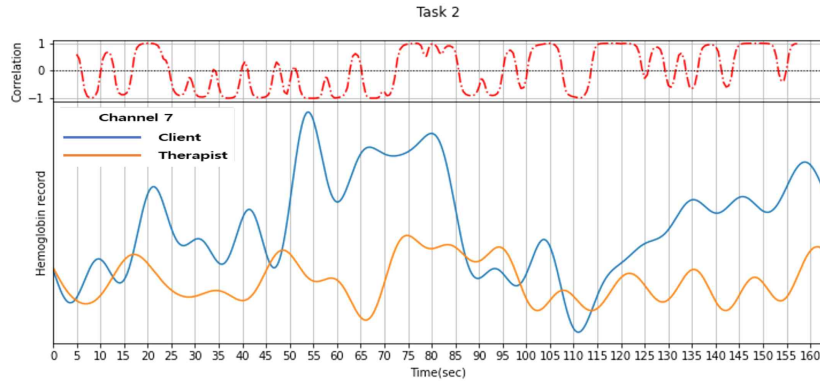
모래놀이장면을 만드는 조건      완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 10. Pair 3의 1세션 치료자-내담자의 전체 채널 간 Pearson 상관분석 히트맵



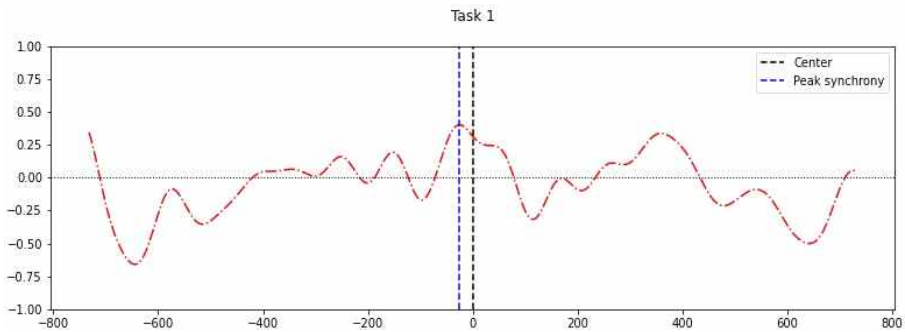
모래놀이장면을 만드는 조건

Fig 11. Pair 3의 1세션 치료자-내담자 HbO2 수치와 moving-window 상관계수 시계열 그래프 (계속)



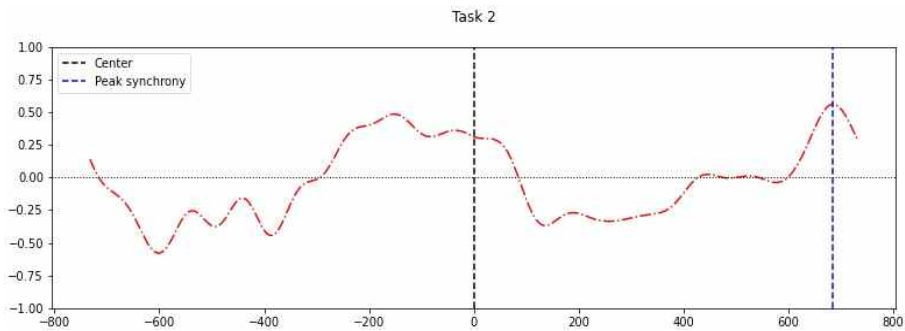
완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 11. Pair 3의 1세션 치료자-내담자 HbO2 수치와 moving-window 상관계수 시계열 그래프



Pearson 상관계수: 0.313 / CCF의 최대값: 0.400

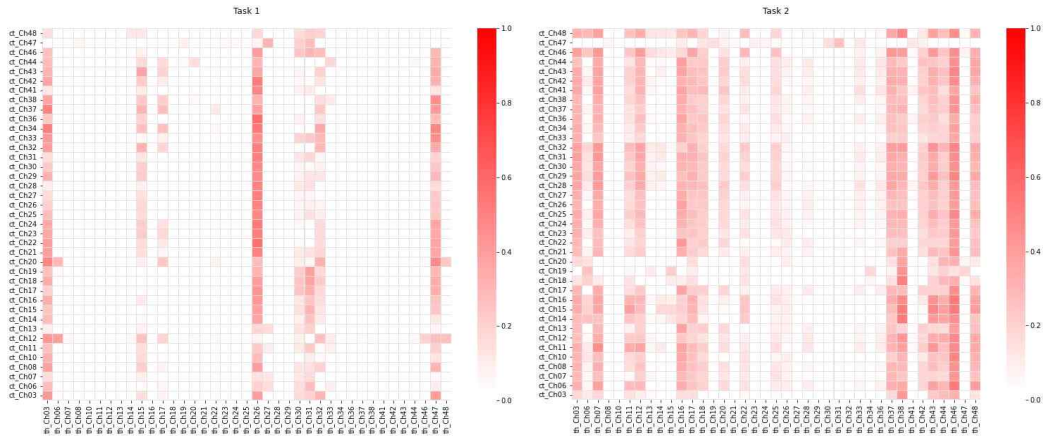
모래놀이장면을 만드는 조건



Pearson 상관계수: 0.309 / CCF의 최대값: 0.559

완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

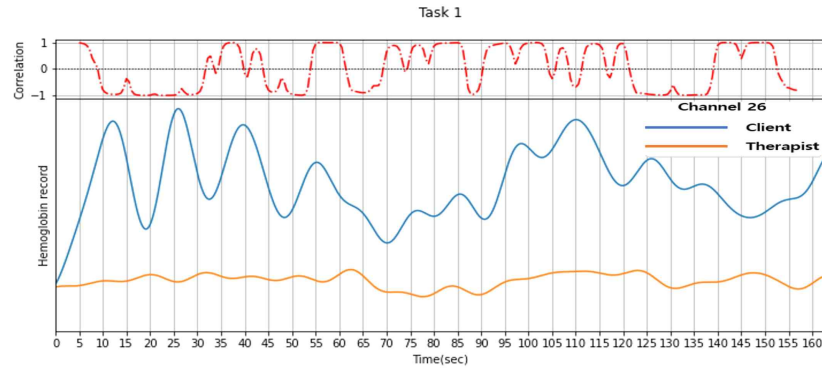
Fig 12. Pair 3의 1세션 치료자-내담자 교차상관 관계(Cross-correlation function: CCF) 그래프



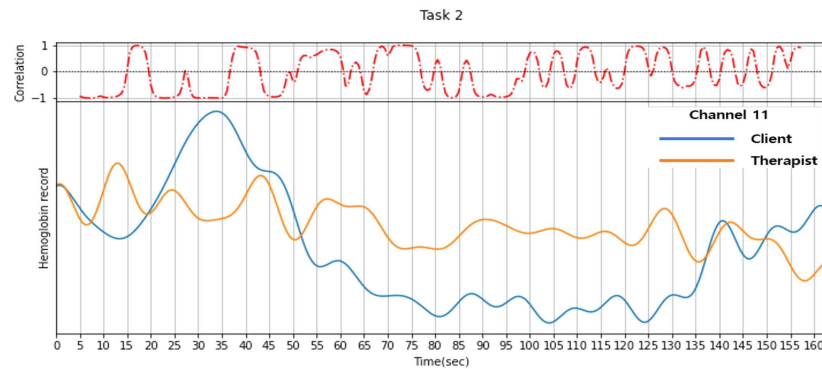
모래놀이장면을 만드는 조건

완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 13. Pair 3의 2세션 치료자-내담자의 전체 채널 간 Pearson 상관분석 히트맵



모래놀이장면을 만드는 조건



완성된 모래장면에 대해 언어적 의사소통을 하는 조건

Fig 14. Pair 3의 2세션 치료자-내담자 HbO2 수치와 moving-window 상관계수 시계열 그래프

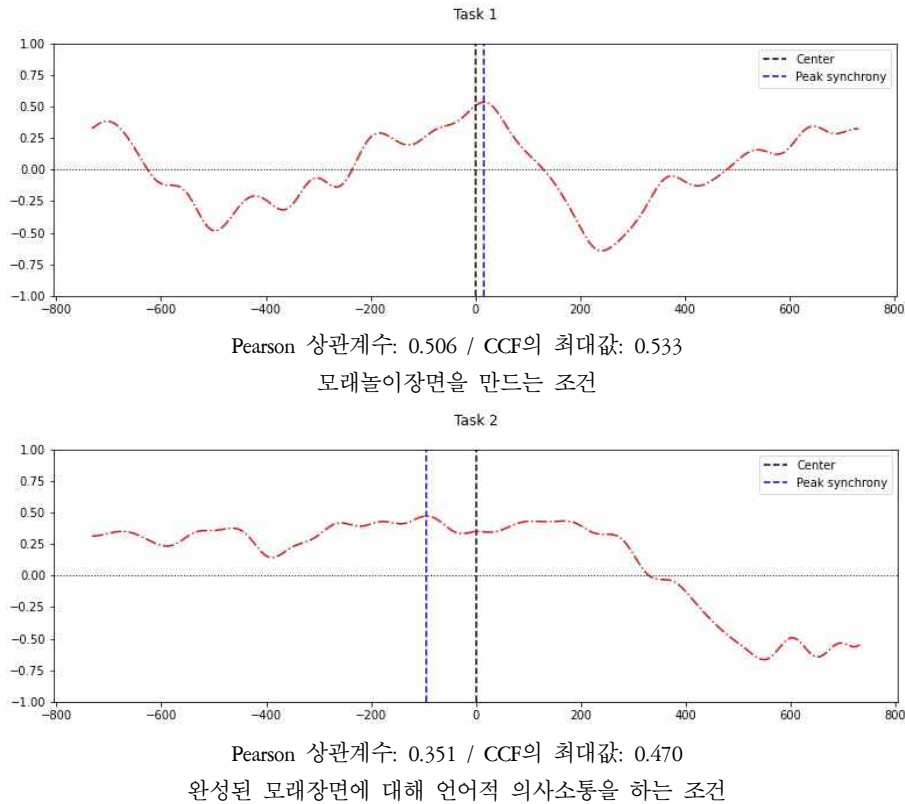


Fig 15. Pair 3의 1세션 치료자-내담자 교차상관 관계(Cross-correlation function: CCF) 그래프

#### IV. 논 의

본 연구는 모래놀이치료 세션에서 fNIRS를 사용하여 모래놀이치료자와 내담자의 우뇌 전 두엽피질에서 동시화를 발견한 최초의 논문일 것이다. 첫 번째 세션에서 치료자와 내담자의 유대의 불안정성의 발생가능성 때문에 본 연구에서는 두 번째 세션에서 이루어진 동시화 측정값을 분석했으며 숙련된 치료자를 내담자와 쌍을 이루게 했다. 모래놀이치료 세션은 모래장면을 만드는 조건과 창조된 모래장면에 대한 연상을 나누는 언어적 의사소통 조건으로 구성되었다. 본 연구의 결과와는 다르게 Akimoto et al.(2021)에서는 모래놀이장면을 만드는 동안 치료자와 내담자의 좌뇌 간의 부적상관의 뇌활성이 있었던 점이 매우 흥미롭다. 이 연구에서는 내담자가 모래장면을 만드는 동안 치료자가 눈을 감고 있었다. 이는 공동과제나 눈맞춤, 제스처와 같은 사회적 행동을 할 때 동시화가 더 잘 일어난다는 연구결

과들(Dikker et al., 2017; Piazza et al., 2020)을 고려할 때 결과가 부분적으로 설명된다.

모래장면을 창조하는 시간 동안 한 쌍을 제외한 6쌍에서 우뇌와 좌뇌에서 동시화가 나타났다. 2세션에서는 한 쌍에서 좌뇌에서만 동시화가 발생했고 나머지 쌍들에서는 우뇌와 좌뇌 모두에서 동시화가 나타났다. 1세션의 모래장면에 언어적 의사소통 시간 동안 한 쌍에서 우뇌의 동시화만 발생한 것을 제외하면 1, 2세션 모두에서 우뇌와 좌뇌의 동시화가 일어났다. 흥미로운 것은 말없이 진행된 모래장면 창조하기 구간을 포함하여 모래놀이치료를 상담하는 동안에 치료자는 내담자와 깊은 공명과 치료동맹 즉 모-자녀 단일체 경험을 했으며 말없는 상태에서도 내담자가 깊은 차원을 작업하고 있다는 것을 상호주관적으로 느꼈다고 보고했다는 것이다. 또한 치료자가 내적으로 느끼고 있는 상호주관적 감정을 내담자가 연상 나누기 시간에 표현했다고 보고했다. 공감과 지지 등을 관계동맹의 주요 요인으로 본 Zhang과 동료들의 연구결과와 일맥상통한다(Zhang et al., 2018, 2020). 비록 언어적 의사소통은 없지만 오랜 기간의 경험과 숙련을 통해 비언어적 소통의 가능성을 신뢰하고 내담자들과 공명하는 능력은 모래놀이치료자의 작업동맹, 긍정적 치료관계, 모-자녀 단일체 형성, 신체적 상호주관성의 근거가 되는 동시화 능력과 깊은 관련성을 갖는다. Schore (2022)가 최신 연구 리뷰 논문에서 언급한 바와 같이 비언어적 의사소통 중에 이 우뇌에 뇌 간 동시화(right-lateralized interbrain synchronization)가 발생했을 뿐 아니라 모래장면에 관한 언어적 의사소통 중에도 좌뇌 뿐 아니라 우뇌 동시화가 발생한다는 것을 보여준다. 이것은 언어에 의해서 주로 작동하는 좌뇌 동시화뿐 아니라 우뇌에 의해 의사소통 즉 다른 수준에서의 의사소통이 동시에 발생하고 있다는 것을 의미한다(Ross & Monor, 2008).

아직 언어가 발달하지 않은 유아와 성인의 놀이 상호작용 연구에서 미소, 눈맞춤, 말의 억양과 톤, 공동주의(같은 것을 보고 있는지)와 같은 행동단서가 있을 때 동시화가 발생했고 그 중 눈맞춤을 하기 직전에 동시화가 절정에 이른다는 연구결과(Piazza et al., 2020), 모르는 남녀 쌍, 연인 쌍, 남녀 친구 쌍의 협력과제 연구에서 연인 쌍에서만 동시화가 발생한 연구결과(Pan et al., 2017) 등과도 연관된다. 이는 유대가 이미 형성된 유아-성인 쌍, 연인 쌍이 다른 쌍에 비해 친밀감이 높고 감정적인 관계에 있다는 공통점이 있다. 모래놀이치료자가 내담자를 향해 가지고 있는 태도역시 내담자의 의도를 읽고, 맞추고, 공감하고 조정하고자 하는 연인 또는 모-자녀 관계와 유사한 친밀감 그리고 협력하고자 하는 의사가 있다는 측면에서 볼 때 동시화가 일어날 가능성이 높은 관계라고 할 수 있다. 초보 치료자보다 숙련된 치료자와의 동시화가 더 많이 일어났다는 연구결과(Zhang et al., 2020)도 치료자가 가지고 있는 기존의 상담경험에 따른 공감 및 정서조절 능력이 동시화의 차이를 가져온다는 결과를 지지한다. 그러나 치료자와 내담자 간의 라포형성 정도의 차이, 내담자의 어려움의 수준 등 개인이 갖고 있는 특성은 쌍마다 조금씩 다른 동시화의 결과를 가져왔을 가능성이 있다. 시간 차(time lag)가 없었던 쌍은 완벽한 공감과 이해의 순간을 경험했다고 할

수 있다.

더 나아가 치료자와 내담자 간의 동시화의 시간 차는 치료자와 내담자의 개인적 성향을 반영하고 있는 것일 수 있다. 맞추려는 성향이 강한 내담자는 후행하는 경향이 있을 것이라 가정할 수 있다. 이러한 결과는 복종적 동물이 자신의 행동과 지배적인 동물의 행동을 부호화 하고 지배적인 동물의 행동을 부호화하는 뉴런을 발견했으며 동시화 연구에서 복종적인 동물이 지배적인 동물의 행동을 따라가는 경향이 있다는 것을 발견한 연구결과와 같은 맥락이다(Kingsbury et al., 2019). 해석, 설명에 치중하는 경향이 있는 내담자는 언어적 의사소통 조건에서 동시화를 리드할 가능성이 있다. 또 한 가지 더 가정해 볼 수 있는 것은 1세션의 두 가지 조건 중 하나 또는 두 가지 모두에서 내담자가 후행했으나 첫 세션을 경험하고 나서 모래놀이치료 구조에 익숙해진 내담자가 2세션에서는 선행으로 바뀌었을 가능성이 있다.

모래놀이치료 자체가 신체감각적 이미지를 강조하고, 비언어적, 무의식적, 상호주관적, 그리고 동시성(synchronicity)의 차원에서 모래장면을 통한 치료자와 내담자의 연결성을 강조하는 바 본 연구의 결과는 심리치료에서 우뇌이론과 일치한다고 할 수 있다. “이미지가 순식간에 나타나거나 격화된 형태로 표현되어서(불명확해서) 부분적인 정보만이 가능할 때는 언제나 우뇌의 우세가 나타난다.”(McGilchrist, 2015, p.509). 모래놀이치료 장면을 만드는 것은 일부 의식되지 않은 부분적인 내용에 대한 해석과정이라고 할 수 있다. 현재의 우뇌이론에서의 무의식에 대한 관점은 분석심리학에서의 개인 무의식에 더 가까우며 집단 무의식에 대해서는 언급하지 않지만 그럼에도 불구하고 모래놀이치료가 강조하는 ‘안전하고 보호적인 공간(free and protected space)’(Kalff, 1991)에서 언어 이면의 차원에서 모-자녀 단일체 내지는 치료동맹의 효과의 신경생물학적 근거를 보여주는 결과라고 할 수 있다.

세션 간 동시화 수준의 증가 또는 감소의 측면에서 동시화 수준은 직선적으로 증가하는 성질의 것이 아니라 오르내림이 있는 과정을 거치면서 증가하는 것이라는 가정을 할 수 있다. 그런 의미에서 Ramseyer, Tschacher(2014)는 세션 간 동시화 수준의 감소가 치료 중단을 예측할 수 있는지 또는 특정 동시화 패턴이 치료 결과를 예측할 수 있는지 여부를 탐색할 수 있을 것이라는 가정을 한 바 있다. 임상경험적으로 첫 세션은 치료자와 내담자가 모르는 사이이기 때문에 동시화 수준이 높지 않을 것이라 가정할 수 있으나 치료에 대한 동기가 높고 서로 알고자 하는 공통의 동기가 높기 때문에 동시화가 강하게 나타날 수 있다. 그러나 2세션에서는 학습의 결과로 인해 기대 수준이 높아져 동시화가 일시적으로 약화될 가능성을 가정할 수 있다. 그러한 측면에서 장기적인 치료과정에 대한 추후 연구가 필요하다.

결론적으로, 모래놀이치료에서 치료자와 내담자 간에 우뇌 뇌 혈류 활성의 동시화가 존재하며 언어적 대화 없이 이루어지는 모래장면 만들기 시간에도 좌뇌뿐 아니라 우뇌에서

동시화가 발생한다고 할 수 있다. 더 나아가 언어적 대화가 이루어지는 시간에도 우뇌에서 동시화가 발생했다. 이것은 심리치료가 언어적 소통에 의해서만 이루어지는 것이 아니며 더 중요한 것은 내담자를 깊이 이해하고 공감하고자 하는 치료자의 태도가 의식적, 무의식적으로 치료자 자신과 내담자에게 영향을 미쳐 동시화에 영향을 준다는 것이다.

치료자와 내담자 대뇌 동시화의 시간 차가 전혀 없는 쌍에서부터 70-80초에 이르는 조건이 있기 때문에 시간 차가 치료자와 내담자의 관계에서 그것이 전혀 의미가 없는 것인지 아니면 공감 과정은 짧은 시간 안에 이루어질 뿐 아니라 더 긴 시간 차를 두고도 이루어지는 것인지 등 의미하는 것에 대한 추후 연구가 필요하다. 또한 치료자-내담자 쌍 마다 우뇌, 좌뇌의 우세 성향이 다르게 나타났다. 이러한 차이가 의미하는 것과 그 원인에 대한 연구가 필요하다. 선행연구에 따르면 치료자-내담자의 개인적 특성인 애착유형, 치료자의 경력, 치료동맹 등으로 인한 차이가 있을 수 있다는 것은 분명하다(Koole & Tschacher, 2016; Palmieri, et al., 2018; Zhang, et al., 2018). 이외에도 다른 개인적 차이에 대한 연구가 필요하다. 마지막으로, 구체적인 신체적 행동, 눈맞춤, 표정 등과 동시화 간의 구체적 관계성에 대한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 김미영, 박선하, 박혜연 (2021). 기능적 근적외선 분광법(fNIRS)을 이용한 우세손에 따른 뇌 활성화도에 대한 융합 연구. *한국융합학회논문지*, 12(12), 323-330.  
doi: 10.15207/JKCS.2021.12.12.323
- 류재관, 이건창 (2018). 아이디어 연상기억 탐색 (SIAM) 모형에 기반한 비즈니스 문제해결 창의성 측정을 위한 뉴로과학 관점의 탐색연구: 근적외선 분광학 (fNIRS) 방법을 중심으로. *경영학연구*, 47(5), 1111-1137. doi: <https://doi.org/10.17287/kmr.2018.47.5.1111>
- 박준호, 서영석 (2010). 대학생을 대상으로 한 한국판 지각된 스트레스 척도 타당화 연구. *한국심리학회지: 일반*, 29(3), 611-628.
- 장미경 (2017). 분석심리학적 모래놀이치료. 학지사
- Akimoto, M., Furukawa, K., & Ito, J. (2018). Exploring the sandplayer's brain: A single case study. *Archives of Sandplay Therapy*, 30, 85-94. doi: 10.11377/ sandplay.30.3\_73
- Akimoto, M., Tanaka, T., Ito, J., Kubota, Y., & Seiyama, A. (2021). Inter-brain synchronization during sandplay therapy: Individual analyses. *Frontiers Psychology*, 12, 723211.  
doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.723211>
- Andrade, V. M. (2005). Affect and the therapeutic action in psychoanalysis. *International Journal of*

- Psychoanalysis*, 86, 677-697. doi: <https://doi.org/10.1516/YHJK-63WN-QX6X-KYP2>
- Cohen, S., & Williamson, G. M. (1988). Perceived stress in a probability sample of the United States. In S. Spacapan & S. Oskamp (Eds.), *The social psychology of health* (pp. 31-67). Sage.
- Cui, X., Bryant, D. M., & Reiss, A. L. (2012). NIRS-based hyperscanning reveals increased interpersonal coherence in superior frontal cortex during cooperation. *Neuroimage*, 59(3), 2430-2437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.09.003>
- Czeczumski, A., Eustergerling, S., Lang, A., Menrath, D., Gerstenberger, M., Schuberth, S., Schreiber, F., Rendon, Z. Z. & König, P. (2020). Hyperscanning: A valid method to study Neural inter-brain underpinnings of social interaction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. doi: 10.3389/fnhum.2020.00039
- Delpy, D. T., Cope, M., van der Zee, P., Arridge, S., Wray, S., & Wyatt, J. (1988). Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. *Physics in Medicine & Biology*, 33(12), 1433-1442. doi: 10.1088/0031-9155/33/12/008
- Dikker, S. Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik, M., McClintock, J. Rowland, J., Michalareas, G., Van Bavel, J. J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Current Biology*, 27(9), 1375-1380. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- Dumas, G., Nadel, J., Soussignan, R., Martinerie, J., and Garnero, L. (2010). Inter-brain synchronization during social interaction. *PLoS One* 5, e12166. doi: 10.1371/journal.pone.0012166
- Feldman, R. (2012). Physiological measures of emotion from a developmental perspective: state of the science: parent-infant synchrony: a biobehavioral model of mutual influences in the formation of affiliative bonds. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 77, 42-51. doi: 10.1111/j.1540-5834.2011.00660.x
- Ferrari, M., & Quaresima, V. (2012). A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *Neuroimage*, 63(2), 921-935. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.049
- Fishburn, F. A., Murty, V. P., Hlutkowsky, C. O., MacGillivray, C. E., Bemis, L. M., Murphy, M. E., et al. (2018). Putting our heads together: Interpersonal neural synchronization as a biological mechanism for shared intentionality. *Social Cognition and Affective Neuroscience*, 13, 841-849. doi: v10.1093/scan/nsy060
- Foo, M., Freedle, L. R., Sani, R., and Fonda, G. (2020). The effect of sandplay therapy on the thalamus in the treatment of generalized anxiety disorder: A case report. *International Journal of Play Therapy*, 29, 191-200. doi: 10.1037/pla0000137

- Friedman, H. S., & Mitchell, R. R. (2007). 모래놀이치료 슈퍼비전(Supervision of sandplay therapy). 장미경, 이미애, 이상희, 채경선, 홍은주 역(한국임상모래놀이치료학회 출판부). Routledge.
- Glover, G. H. (1999) Deconvolution of impulse response in event-related BOLD fMRI. *NeuroImage* 9(4), 416-429
- Goldfried, M. R. (2013). What should we expect from psychotherapy? *Clinical Psychology Review*, 33, 654-662. doi: 10.1016/j.cpr.2012.09.006
- Jiang, J., Dai, B., Peng, D., Zhu, C., Liu, L., & Lu, C. (2012). Neural synchronization during face-to-face communication. *Journal of Neuroscience*, 32, 16064-16069. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2926-12.2012
- Kalff, D. M. (1991). Introduction to sandplay therapy. *Journal of Sandplay Therapy*, 1, 7-15.
- Kalff, D. M. (2020). *Sandplay: A psychotherapeutic approach to the psyche*. Color Edition. Analytical Psychology Press and Sandplay Editions.
- Keenan, J. P., Rubio, J., Racioppi, C., Johnson, A., & Barnacz, A. (2005). The right hemisphere and the dark side of consciousness. *Cortex*, 41, 695-704. doi: [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70286-7](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70286-7)
- Kleinbub, J. R., Talia, A., & Palmieri, A. (2020). Physiological synchronization in the clinical process: A research primer. *Journal of Counseling Psychology*, 67(4), 420-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000383>
- Kingsbury, L., Huang, S., Wang, J., Gu, K., Golshani, P., Wu, Y. E., & Hong, W. (2019). Correlated Neural Activity and Encoding of Behavior across Brains of Socially Interacting Animals. *Cell*, 178, 429-446. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.05.022>
- Kinreich, S., Amir, D., Lior, K., Yoram, L., & Ruth, F. (2017) Brain-to-brain synchrony during naturalistic social interactions. *Scientific Reports*, 7, 17060. doi: 10.1038/s41598-017-17339-5
- Kleinbub, J. R., Talia, A., & Palmieri, A. (2020). Physiological synchronization in the clinical process: A Research Primer. *Journal of Counseling Psychology*, 67(4), 420-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000383>
- Koole, S. L., & Tschacher, W. (2016). Synchrony in psychotherapy: A review and an integrative framework for the therapeutic alliance. *Frontiers Psychology*, 7, 862. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00862>.
- Leclère, C., Viaux, S., Avril, M., Achard, C., Chetouani, M., Missonnier, S., et al. (2014). Why synchrony matters during mother-child interactions: A systematic review. *PLoS One* 9, e113571. doi: 10.1371/journal.pone.0113571
- McGilchrist, I. (2015). Divine understanding and the divided brain. In J. Clausen & N. Levy (Eds.),

- Handbook of neuroethics*. Dordrecht, Netherlands: Springer Science. doi:10.1007/978-94-007-4707-4\_99
- Mu, Y., Cerritos, C., & Khan, F. (2018). Neural mechanisms underlying inter-personal coordination: a review of hyperscanning research. *Social, Personal, & Psychological Compass*, 12, e12421. doi: <https://doi.org/10.1111/spc3.12421>
- OBELAB (2022). NIRSIT Channel Information, Seoul, Korea <https://www.obelab.com/info/notice.php>
- OBELAB (2021) <https://www.obelab.com/technology/technology.php>
- Pan, Y., Cheng, X., Zhang, Z., Li, X., & Hu, Y. (2017). Cooperation in lovers: An fNIRS-based hyperscanning study. *Human Brain Mapping*, 38, 831-841. doi: 10.1002/hbm.23421
- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press.
- Penksepp, J. (2007). Can PLAY diminish ADHD and facilitate the construction of the social brain? *Journal of Canadian Academy Child and Adolescent Psychiatry*, 16(2), 57-66.
- Palmieri, A., Kleinbub, J. R., Calvo, V., Benelli, E., Messina, I., Sambin, M., & Voci, A. (2018). Attachment-security prime effect on skin-conductance synchronization in psychotherapists: An empirical study. *Journal of Counseling Psychology*, 65(4), 490-499.
- Piazza, E. A., Hasenfratz, L., Hasson, U., & Lew-Williams, C. (2020). Infant and Adult Brains Are Coupled to the Dynamics of Natural Communication. *Psychological Science*, 31(1), 6-17. <https://doi.org/10.1177/0956797619878698>
- Ramseyer, F., & Tschacher, W. (2014). Nonverbal synchrony of head-and body-movement in psychotherapy: Different signals have different associations with outcome. *Frontiers in Psychology*, 5, 979. doi: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00979>
- Ross, E. D., & Monnot, M. (2008). Neurology of affective prosody and its functional - anatomic organization in right hemisphere. *Brain and language*, 104(1), 51-74. doi: 10.1016/j.bandl.2007.04.007
- Scaer, R. (2005). *The trauma spectrum: Hidden wounds and human resiliency*. Norton.
- Schachner, D. A., Shaver, P. R. & Mikulincer, M. (2005). Patterns of nonverbal behavior and sensitivity in the context of attachment relationships. *Journal of Nonverbal Behavior*, 29(3), 141-169. doi: 10.1007/s10919-005-4847-x
- Schore, A. N. (2012). *The science of the art of psychotherapy*. Norton.
- Schore, A. N. (2019). *Right brain psychotherapy*. Norton.
- Schore, A. N. (2021). Right Brain-to-Right Brain Psychotherapy: Recent Clinical and Scientific Advances. *Journal of Symbols and Sandplay Therapy*, 12(2), 1-11.

doi: <https://doi.org/10.12964/jsst.21007>

- Schore, A. N. (2022), Right brain-to-right brain psychotherapy: recent scientific and clinical advances. *Annals of General Psychiatry*, 21, 46, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1186/s12991-022-00420-3>.
- Stephens, G. J., Silbert, L. J., and Hasson, U. (2010). Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. *Proc. National Academy of Sciences U. S. A.* 107, 14425 - 14430. doi: 10.1073/pnas.1008662107.
- Taki, S. R. (2004). The crucial moment in sandplay relationship: The therapist's emotive experiences. *Journal of Sandplay Therapy*, 13(1), 131-146.
- Trevarthen, C., & Aitken, K. (2001). Infant intersubjectivity: Research, theory, and clinical applications. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(1), 3-48. doi: 10.1017/S0021963001006552 · Source: PubMe.
- Tschacher, W., Haken, H., & Kyselo, M. (2015). Alliance: a common factor of psychotherapy modeled by structural theory. *Frontiers Psychology*, 6, 421. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00421.
- Weinrib, E. (2004/1983). *Images of the Self*. Temenos Press.
- Wikström, V., Saarikivi, K., Falcon, M., Makkonen, T., Martikainen, S., Putkinen, V., Cowley, U. B., & Tervaniemi, M. (2022). Inter-brain synchronization occurs without physical co-presence during cooperative online gaming. *Neuropsychologia*, 174, 108316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108316>.
- Ye, J. C., Tak, S. T., Jang, K. E., Jung, J., & Jang J. (2009). NIRS-SPM: Statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. *Neuroimage*, 44, 428-447. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.08.036
- Zhang, Y., Meng, T., Hou, Y., Pan, Y., & Hu, Y. (2018). Interpersonal brain synchronization associated with working alliance during psychological counseling. *Psychiatry Res Neuroimaging*, 282, 103 - 109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.09.007>
- Zhang, Y., Meng, T., Yang, Y., & Hu, Y. (2020). Experience-dependent counselor-client brain synchronization during psychological counseling. *eNeuro*, 236, 1-10. doi: <https://doi.org/10.1532/ENEURO.0236-20.2020>

투고일 : 2023. 01. 31

수정일 : 2023. 04. 25

게재확정일 : 2023. 04. 26

## fNIRS Hyperscanning of Right-brain Synchronization between Therapist-client in Sandplay Therapy

Mikyung Jang<sup>\*</sup>  
Yeoreum Lee<sup>\*\*\*\*</sup>

Allan N. Schore<sup>\*\*</sup>  
So-myung Kim<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Sehwa Lee<sup>\*\*\*</sup>  
Meera Kowen<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### <Abstract>

This study investigated inter-right brain synchrony between therapist and client in Sandplay therapy, using hyperscanning technique based on functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). fNIRS is a non-intrusive method that measures changes in oxyhemoglobin the cerebral blood. A total of seven therapist-client pairs-i.e., 14 participants-wore fNIRS devices on their heads and engaged in two sessions of Sandplay therapy, with each session lasting for 30 minutes. The study observed synchronization in the right and left prefrontal cortices of both therapists and clients in all seven pairs, during every session. Interestingly enough, synchronization occurred not only while the pairs engaged in verbal communication about the completed sandpicture but also during the non-verbal process of clients' creating sandpictures. The outcome of the study hence suggests neurobiological fundamentals for the therapeutic relationship between therapist and client, which is also called the therapeutic resonance, relational mutual regression, therapeutic alliance, and mother-child unity.

*Key words* : synchrony, inter-right brains, fNIRS, Sandplay therapy, therapist-client relationship

---

<sup>\*</sup> Lead author, Professor, Department of Child Welfare, Namseoul University

<sup>\*\*</sup> Co-author, Department of Psychiatry and Biobehavioral Sciences, University of California at Los Angeles, David Geffen School of Medicine

<sup>\*\*\*</sup> Co-author, Instructor, Department of Social Welfare Counseling, Jeonju Kijeon College

<sup>\*\*\*\*</sup> Corresponding author, Instructor, Department of Child Welfare, Namseoul University (leesummer723@daum.net)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Co-author, Adjunct Professor, Department of Counseling & Coaching, Dongguk University Graduate School

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Co-author, Director, Reborn Psychological Counseling Center

• Funding for this paper was provided by Korean Society for Sandplay Therapy year 2022.



Copyright ©2023, Korean Society for Sandplay Therapy. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I . Introduction

Schore's (2021) two-person relational model shifts away from the one-person brain's intrapsychic changes or regression, and argues for a relational mutual regression shared by two people's brains interacting. In other words, brains of two people in an interaction continuously engage in interpersonal brain synchronization or coupling. Synchronization involves two people's brains not only responding to the meaning of the language that they picked up and understood from each other but also coordinating with the other person in response to somatosensory clues and regulate the state of the other person's brain. As a result of synchronization, emotional and relational stress of two interacting individuals become conscious, shared, and regulated. In this context, regression is not about going back to one's childhood state but is related to individuals' using attachment and communication methods during their pre-verbal childhood period even in adulthood.

Schore (2022) commented that "right brain emotional and relational processes operate beneath conscious awareness not only in early human development, but over the lifespan." Synchronization between two interactive brains is a neurobiologically inherent mechanism in individuals and is therefore an interpersonal adaptation mechanism that operates from early years of life (Schore, 2012; Zhang et al., 2020). In the first two years of life, only the right part of the human brain develops. The left brain, which is central to language and cognitive skills, develops afterwards. The right brain, which has dominance over emotion, communicates not through language and cognition like the left brain but through physical means including touch, smells, sounds (especially rhythm, prosody, etc.), postures, gestures, and eye contact. The left brain, which develops gradually after the first two years of life, brings the emotions experienced by the right brain into consciousness and verbalizes them. Furthermore, the left brain and the right brain form an integration that allows them to function as a single brain, and the right brain is the one that initiates this integration (Schore, 2012, 2019). This means that the right brain is central to the cerebrum connected to childhood attachment experiences, which is the source of synchronization between two brains interacting through physical, sensory, and implicit communication methods. The right hemisphere's frontal cortex and subcortical regions mostly develop during childhood, which is during when attachment is formed. The formation of a healthy attachment to the main caregiver provides a neurobiological basis for interpersonal relationships throughout life. Conversely, if unregulated attachment trauma persists, the resulting psychobiological stress can lead to a dissociative state and dissociation can permanently become a personality trait (Schore, 2012, 2019).

Inter-brain synchronization, on which the theory of mutual regression is based, is a neurobiological basis for empathy. Therapist's empathy is a critical element that determines

the effect of all modes of psychotherapy. Recent brain studies have shown that empathy is based on mutual coordination between two people's brains, i.e., synchronization. Nonverbal elements such as subtle facial expressions, voice, body postures, and movement patterns are part of what sets the tone between two partners' mutual interaction, and these elements represent emotions like anxiety, support, humor, and fear. Physical elements such as voice tone and volume, speech pattern and speed, and eye contact also contain unconscious contents. All physical, nonverbal, and unconscious expressions are right-brain's way of communication, and they unconsciously contribute to the formation of a safe, therapeutic environment in not only interpersonal relationships but also psychotherapy (Scaer, 2005, pp.167-168). Therefore, the right brain of a psychologically well-attuned therapist can understand client's aroused rhythms and emotional states through physical countertransference. In other words, such therapist is able to understand the emotional response of client conveyed via facial expressions, cadence of speech, and gestures through his or her body and responds both physically and emotionally.

Through the "right brain-to-right brain interaction" between one subjective ego and another (Schore, 2019), the right hemisphere interprets not only its own psychological state but also the other person's brain (and mind) (Keenan et al., 2005, p.702). Andrade (2005) states that it is the affective content of therapist's voice which impacts client's store of implicit memories(p.683). Thus, right brain communication requires sensitivity. The dictionary definition of sensitivity is: 'susceptible to the attitudes, feelings, or circumstances of others' (Schachner, et al., 2005, p.141). It is also about "registering very slight differences or changes of emotion" (Schachner, et al., 2005, p.141). The sympathetic nervous system, which is involved with strong emotions such as excitement, anxiety, and fear, is stabilized or inhibited by the parasympathetic nervous system. The left brain cannot control the sympathetic nervous system; it is regulated by the influence of the parasympathetic nervous system controlled by the right brain.

Related research outcomes have shown the existence of synchronization between two interacting brains. The study of Piazza et al. (2020) used functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) to study the interaction between 9-15 months old babies and adults, who engaged in a play while gazing at each other. The study found synchronization in the area of the brain that is involved in a high-level understanding of the world. It is said that young babies do not have a high level of understanding of the world, but the outcome of Piazza's study spoke otherwise. The researchers connected synchronization with infant-adult neural activation, mutual gaze, infant smiling, and adult speech prosody. All adult-infant dyads participated in two conditions. In the together condition, the adult engaged directly with the child, who sat on the adult's lap, by playing with toys, singing nursery rhymes, and reading a storybook. In the apart condition, the adult experimenter sat facing away from the child and interacted with another adult experimenter. Only in the together situation was there a synchronization in the

pre-frontal cortex; there was a dynamic activation of the pre-frontal cortex in moments of mutual gaze, joint attention to objects, and infant emotion. This synchronization occurred with continued feedback from eye contact, facial expressions, vocal prosody (e.g., tone and intonation), and other cues.

Like other psychotherapy approaches that consider the impact of the unconscious on conscious life, the effect of Sandplay therapy depends on conscious and unconscious process and efforts of mutual understanding. In Sandplay, the therapist-client relationship formation (connection) or the therapeutic space develops implicitly (i.e., unconsciously), and specific elements of the unconscious connect the relationship and are expressed and shared in the therapeutic space (Goldfried, 2013; Tschacher et al., 2015). And just like all other psychotherapy modalities, Sandplay is based on relationship, which is essential to positive changes. Dora Kalff (1991) called this the “mother-child unity” in the context of Sandplay. Mother-child unity is based on the establishment of early parent-child attachment and, at the same time, represents connection to the Mother Archetype or the Self Archetype, i.e., participation mystique. Restoration of this connection represents the potential for healing of inner emotions. As its therapeutic grounds, Sandplay therapy seeks to form the experience of mother-child unity, or participation mystique, between therapist and client (Kalff, 1991). Such experience goes beyond words and is experienced with deep empathy. Client who experiences participation mystique can ultimately experience it in his or her inner world.

This study used fNIRS to examine the psychological background of the unique therapist-client relationship (i.e., inter-brain synchronization between therapist and client)—which can be called therapeutic alliance, empathy, mother-child unity, mutual regression, participation mystique, intersubjectivity, etc.—in Sandplay therapy. Sandplay therapy is a unique, nonverbal therapy method that emphasizes non-verbal aspects—i.e., sand, tray, water, figures, and use of hands—and also stresses the therapeutic power of approaches that focus on bodily sensations, such as touch, sight, hearing, and body movement. Also, play has a healing effect in itself. Although it is not a study of human beings, the study of Panksepp (1998, 2007) described that mammals appear to have “play skin” that conveys their pleasant intentions to the brain. Such play begins as bodily play, before language; interactive play with the mother through eye contact, sound, intonation, gesture, posture, and smell is consistent with “protoconversations” suggested by Trevarthen and Aitken (2001). Sandplay therapy involves minimum intervention by therapist, who instead provides “free and protected space” that allows client to express the state of one’s psyche with sand, tray, figures, and water and effectively facilitates transformations and growth (Kalff, 2020, p.16). Therapist’s empathic understanding and the atmosphere of therapeutic trust can be akin to the state of mutual regression for healing, or the mother-child unity (Kalff, 2020, p.5). This can be explained, hypothetically, as the neurobiological basis of inter-brain synchronization (Akimoto et al., 2021; Feldman, 2012; Leclère et al., 2014), and also as therapeutic empathy, therapeutic

alliance, transference-countertransference, intersubjectivity, and even participation mystique, which is an archetypal concept in analytical psychology. Here, mother-child unity is stressed because inter-brain synchronization does not simply mean a neurobiological mechanism as mentioned above, but is a mechanism manifested either positively or negatively by parent-child protoconversation in intersubjective communication underlying interpersonal resonance (Trearthen & Aitken, 2001). Even during moments when therapist appears to be passive, he or she is actually involved actively in client's inner world and thus sandpictures created in therapy can be regarded as their joint creations. But while many reports have been made about the therapeutic effect of Sandplay therapy, they still lack sound neuro-scientific explanations.

Making reference to the clinical observations of Taki-Reece (2004), Schore specifically described the attributes of moments of mutual regression, a neurobiological mechanism, or of synchronization (as cited in Schore, 2021, pp.18-19). In this context of a "two person psychology," "the therapist's timing is right on, in synchrony," in which the "patient feels the background presence of the therapist," and is open to new (inner) discoveries. Taki-Reece (2004) explained that relational Sandplay therapy allows the formation of a co-created "joint therapeutic alliance" "on a nonverbal level" that in turn enables rapid therapeutic access to a "right hemisphere representation" of client's inner world. The relational context of "interactive regulation" allows for "a background regulatory presence," in which client experiences "a continuity of being together with his imagination" which facilitates change by acting as "growth facilitating environment" (as cited in Schore, 2021, pp.18-19). From the viewpoint of analytical psychology, this reminds us of the function of the archetypes. All human beings have an archetypal foundation that allows them to feel a presence that coordinates, resonates, and becomes a background.

Many evidences indicating that interpersonal brain synchronization is correlated with successful level of understanding and sharing, which allows psychological coordination/cooperation between two persons, have been found (Mu et al., 2018; Stephens et al., 2010). Neural synchrony is anchored in the intimacy between partners, i.e., moments of social gaze and positive affect (Kinreich et al., 2017). Other studies have supported these findings. When two people engage in cooperative and participatory interaction, whether it be through verbal communication (Jiang et al., 2012) or nonverbal communication (Cui et al., 2012), interpersonal brain synchronization increased in general, which indicates that interpersonal brain synchronization is essential for successful communication. When participants engaged in social interaction, including conversation, eye contact, decision making, and motor coordination tasks, synchronization in the pre-frontal cortex was consistently found (Fishburn et al., 2018). In other words, interpersonal brain synchronization can be affected by interpersonal intimacy/connectedness (Kinreich et al., 2017), and understanding/sharing (Stephens et al., 2010).

The first experimentation of inter-brain synchronization in a counseling setting was conducted by Zhang et al. (2018). During the first counseling session, the researchers not only saw increased cortical blood flow (oxygenation of hemoglobin) but also found interpersonal brain synchronization in the right temporo-parietal junction between clients and counselors. This outcome was witnessed in all client-counselor pairs. The counselors had 600-4,000 hours of experience in providing psychological counseling. While the experimentation did take place in verbal counseling sessions, counselors focused on nonverbal clues and body-based emotional state (in other words, they tried to pay attention to clues provided by clients' emotional expressions and bodily postures) and provided emotional feedback. Increase in right brain-to-right brain synchronization is related to the subjective assessment of the bond between twins or positive personal attachment. This is supported by the study of Wikstrom et al. (2022) that witnessed no synchronization between those who are in a competitive relationship, and also the study of Pan et al. (2017) that did not find brain synchrony in stranger pairs and friend pairs engaged in a coordinated task but did so in lover pairs.

Some researchers interpreted these findings as showing that inter-brain synchronization plays an essential role in building positive working alliances and therapeutic relationship between therapist and client, and that inter-brain coupling promotes emotional development (Schore, 2022; Zhang et al., 2018). Making reference to Koole and Tschacher (2016) as supporting their research findings, Zhang and his colleagues concluded that "the more tightly patient and therapist's brains are coupled, the better the alliance." Dumas linked his research findings with psychopathological aspects and argued that viewing interpersonal working principles in terms of functional connectivity between brains allows a deeper understanding of depression, autism spectrum disorder, schizophrenia, personality disorder, social anxiety disorder, eating disorder, sexual dysfunction, and relational deficiency in suicide (Dumas et al. 2010).

While the research findings mentioned above did not involve Sandplay therapy, they do have significance for Sandplay therapy and also suggest that the nature of the relationship between therapist and client and the level of bond and trust between them can ultimately affect the therapeutic outcome. The study of Zhang and his colleagues (2018) supports this claim, as it found synchronization in experienced counselor-client pairs but not in inexperienced counselor-client pairs using fNIRS hyperscanning. If it is the case that counselors with more years of clinical experience better understood clients' words, behaviors, and intentions, how they were expressed is a factor we would have to take into consideration. They would, of course, be expressed through verbal reactions, but nonverbal elements such as intensity and depth of voice, use of onomatopoeias, etc. possibly played a role as well. Interestingly enough, there was no significant synchronization in competition tasks in which one individual in a pair had to gain more points than the other (Wikstrom et al., 2022). One interesting study by Pan and his colleagues (2017) observed inter-brain synchronization in three types of male-female dyads—lovers, friends, and strangers—when they engaged in cooperative tasks.

Among them, lover dyads demonstrated increased inter0brain synchronization in right frontal parietal cortex.

There is only a handful number of studies that looked into the neural backgrounds of Sandplay therapy. In a recent study examining the intra-brain hemodynamics of a Sandplay therapist during therapy, near-infrared spectroscopy (NIRS) signals from various prefrontal and superior temporal channels were found to be temporarily correlated (Akimoto et al., 2018). Moreover, Foo et al. (2020) assessed the metabolic changes in right and left thalami of an individual with anxiety disorder. Using magnetic resonance spectroscopy, the N-acetyl aspartate to creatine (NAA/Cr) ratio (i.e., a measure of neuronal viability) was found to have improved after 18 sessions of Sandplay therapy.

Studies on the effect of therapist-client relationship, the most important therapeutic factor in Sandplay therapy, on the neurobiological mechanism of Sandplay therapy have hardly been made to date. The study of Akimoto et al.(2021) is one of those few. This study broke the therapy session into two segments—one where both therapist and client remained silent while client created a sandpicture and the other where the two participants talked about the completed sandpicture—and examined inter-brain synchronization in those two difference cases. As a result, “negative synchronization” was found during when clients made sandpictures and positive synchronization during when participants talked about the creations in some channels of the left brain’s frontal lobe. The study assumed that the negative synchronization is associated with therapists’ closing their eyes, for whatever reasons, while clients created images in sand tray. This could be a significant interpretation when considering the findings that eye gaze has a positive effect on synchronization (Piazza et al., 2020). Also, synchronization only in the left brain gives the impression that emphasis was placed on verbal interactions rather than Sandplay therapy itself.

## II. RESEARCH METHOD

### 1. Research Participants

A total of seven therapist-client pairs (i.e., fourteen participants) took part in the study, with six female pairs and one male pair. Participants were recruited through snowball sampling, a sampling method where existing study subjects recruit future subjects from among their acquaintances, in Seoul and Gyeonggi regions. Using the standards applied in previous studies using fNIRS (Ryu & Lee, 2018), which measures the dynamics of brain blood flow, this study ruled out those who took blood pressure medications, had history of brain damage, suffered sleep deprivation or consumed alcohol the day before measurement, and also those with high stress levels. In addition, taking into account the findings of an existing study that

observed differences in synchronized brain activities according to partner's gender (Cheng et al., 2015; Lu et al., 2020), all pairs were formed with two people of the same gender so as to avoid gender effect. Moreover, in consideration of a study that found that the cerebral hemisphere associated with the dominant hand was more active (Kim et al., 2021), therapists and clients with the same dominant hand were assigned as a pair so as to reduce differences in brain activation.

### **1) Therapists**

An experienced Sandplay therapist has knowledge of not only Sandplay therapy but also other modes of psychotherapy in general (Friedman & Mitchell, 2007), provides free and protected space (Kalff, 1991), and is aware of the importance of “containing” in the entire therapeutic process (Weinrib, 2004/1983). With that in mind, therapists with more than five years of Sandplay therapy experience and over 4,000 clinical hours were chosen as participants.

### **2) Clients**

Clients were limited to those aged between 20 and 64, inclusive, and lived in Seoul and Gyeonggi regions.

## **2. Ethical Considerations**

For the purpose of privacy protection and confidentiality, all participants—both therapists and clients—were associated with an alias or a code. Participants were fully informed of the research objective, procedure, and related precautions, and provided written consent stating that they agreed to video recording and confirmed the study's ethical considerations. Participants were also notified verbally and in writing that they can withdraw from the study at any time and that a request for continued therapy can be made in the case where serious problems are identified during the two limited sessions of the experimentation.

## **3. Measurement**

### **1) Perceived Stress Scales (PSS-10)**

Perceived Stress Scales (PSS-10) administered in this study was one that was adapted by Park and Seo in 2010. The original PSS was developed by Cohen and Williamson in 1988. The PSS-10 is comprised of 10 items asking about participants' feelings and thoughts related to stress for the past month. The higher the score, the higher the perceived stress is. Scores of 16 or lower indicate low stress level.

### **2) Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)**

fNIRS is a safe, non-invasive imaging technique. fNIRS-based hyperscanning measures changes

in hemoglobin oxygen concentration within the brain. In comparison to other hyperscanning methods such as functional magnetic resonance imaging (fMRI) and electroencephalography (EEG), fNIRS allows participants to move to some extent and can conduct real-time epidemiologic investigation between two or more interacting brains (Czeszumski et al., 2020; Ferrari & Quaresima, 2012). This study used NIRSIT, a portable fNIRS device developed by OBELAB. This specific product was chosen as a separate device was required for each participant, client needed to move in order to choose figures and place them in sand tray, and space had to be provided between therapist and client due to the layout of figures and sand trays. As seen in Figures 1, there is a strap at the back to secure the device on the forehead. NIRSIT measures ventrolateral prefrontal cortex, dorsolateral prefrontal cortex, orbitofrontal cortex, and frontopolar cortex of left and right brains, not the entire brain. The brain area by channel is shown in Figure 2.



Figure 1. NIRSIT (www.obelab.com)

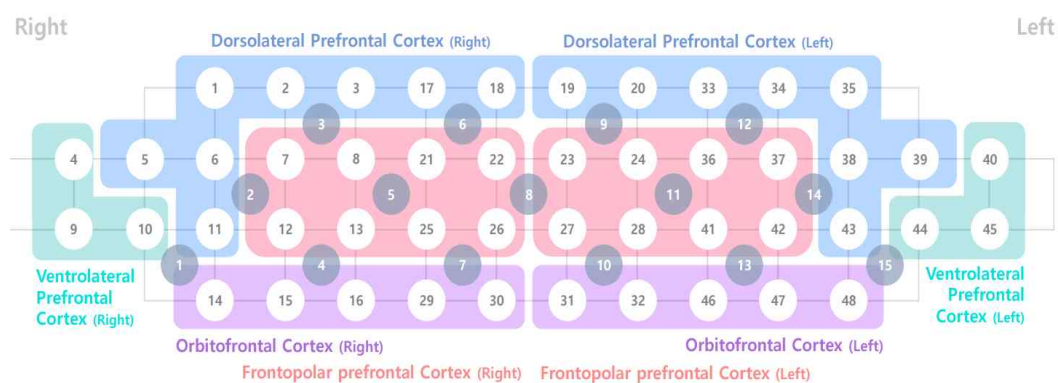


Figure 2. Channel location by brain area (OBELAB, 2021)

Inside the device are 24 laser sensors that radiate near-infrared beams at two wavelengths of 780nm and 850nm to the cerebral cortex and 32 detector sensors that receive the returning rays. The concentration of oxyhemoglobin (HbO<sub>2</sub>) and deoxyhemoglobin (HbR) in the prefrontal cerebral cortex area is measured through 48 channels to identify the location of oxygen activation. Hemoglobin contains iron and protein that carries oxygen from red blood cells. HbO<sub>2</sub> is the oxygen-carrying form of hemoglobin. Both HbO<sub>2</sub> and HbR can be measured through signals generated by near-infrared beams sent through biological tissues. The oxygen-activated area of the brain consumes oxygen transported by HbO<sub>2</sub> in the blood. Once oxygen is consumed, HbO<sub>2</sub> turns into HbR. Both types of hemoglobin have optical properties in the visible/near-infrared spectral range, and their concentrations measured by fNIRS can serve as a yardstick of brain activity. This study observed specifically the oxygen activity of HbO<sub>2</sub>. Increased HbO<sub>2</sub> to the brain is indicated in yellow and red in the image. Conversely, decreased HbO<sub>2</sub> to the brain is indicated in green and navy.

This study used wireless fNIRS device in order to give space for client to move and choose figures. While NIRSIT only hyperscans the frontal lobe, other devices that connect two participants by wires can hyperscan the entire brain area. However, the short wire length limits movements such as choosing figures and pouring water in sand tray. Two wireless devices were required to be used to measure the cerebral blood oxygen saturation of therapist and client separately, but not pressing the start button of the two devices simultaneously could result in artificial time difference in measurement. Therefore, two researchers, who were in a separate room to control and monitor the devices, practiced pressing the start buttons at the same time prior to experimentation so as to prevent errors.

#### **4. Research process**

In order to confirm whether inter-brain synchronization occurs in the therapist-client dyad in Sandplay therapy and also to observe changes in the pattern of synchronization in different sessions, this study used fNIRS to measure cerebral hemoglobin concentration over two Sandplay therapy sessions. The sessions were carried out under two conditions: a non-verbal condition where client created a sandpicture and therapist observed and listened without a word, and a verbal condition where client and therapist talked about the completed sandpicture (Akimoto et al., 2021). The reason for setting these two separate conditions was to see whether synchronization would occur during physical communication and/or verbal communication involving physical task, and to identify the difference between the two synchronizations.

### **1) fNIRS measurement process**

Oxygen activation level in cerebral blood flow can be affected by respiration rate or heart rate, and thus the study sought to provide a stable environment that would prevent participants from being influenced by external factors. After participants wore NIRSIT, the device was calibrated to see whether each channel received signals normally. All 48 channels were checked to see if the signal-to-noise ratio was 30dB or more. When there were five or more invalid channels, the device was worn again and adjusted to be better attached to the forehead. Once wearing the device, participants were informed not to move their heads but that they can move their body to a certain range. After calibration was completed, oxygen activation level in cerebral blood flow was measured as a base line with participants in a relaxed state up to a minute before the experimentation began.

### **2) Sandplay sessions**

One-on-one individual Sandplay therapy sessions were provided for 30 minutes, and the entire therapy process was video recorded. Normally, a typical therapy session with adults lasts 50-60 minutes, but the study limited the session time to 30 minutes in order to minimize the discomfort caused by wearing the equipment and yet still allow enough time for sandplay therapy to take place. Therapist paid attention to not only client's nonverbal clues and physical expressions such as facial expressions and gestures but also their own emotional states, bodily sensations, and symbolic image associations as client created sandpictures, chose figures, placed figures on sand, and gazed at their sand creations. This is different from the research design of Akimoto et al. (2021), which explored synchronization in Sandplay therapy. In that particular study, the therapist's eyes were closed while the client created the sandpicture. However, this study focused on therapist-client relationship and hence also considered nonverbal interactions such as mutual gaze. It saw nonverbal cues such as body gestures and facial expressions as also indicating right brain interactions. Even during verbal communications about associations with the completed sandpictures, therapist paid attention to "momentary clues" like emotions, bodily postures, attitudes, energy levels, movements, and eye gaze client and their own, and also provided emotional feedback. Likewise, therapist also paid attention to his/her own emotions, physical sensations, images, etc.

Because large body movements can contaminate the outcome of fNIRS measurement, clients' movements had to be minimized. Therefore, the table with figures was placed at arm's length to allow clients to see them at a single glance and reach them easily. Therapist and client sat across each other with a long table between them, as illustrated in Figure 3. Taking into account the category of Sandplay therapy figures as suggested by Jang (2017), the figure collection was comprised of animals, human beings, fish, trees, houses, furniture, etc.

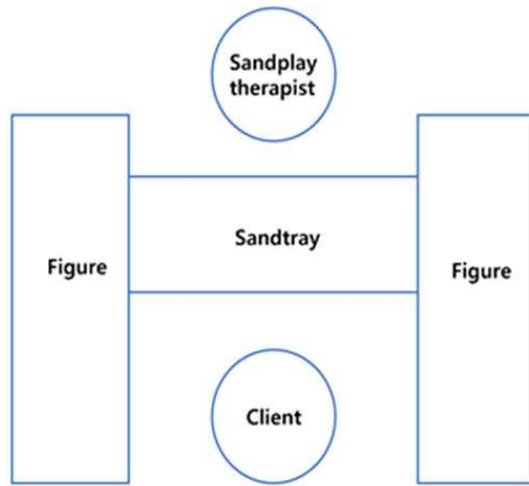


Figure 3. Sandplay therapy setting

## 5. Data Analysis

From each thirty-minute Sandplay therapy session, 180 seconds were sampled from each of the following conditions: one, the condition in which client is creating the sandpicture, and two, the condition in which client is engaging in verbal communication with therapist, including about the sandpicture. To identify inter-brain synchronization between therapist and client from each session, fNIRS data gathered by NIRSIT was preprocessed using the NIRSIT Analysis Tool (v.2.2) developed by OBELAB. Task numbers were assigned to sampled areas using markers from the fNIRS raw data. Signals were processed using low-pass filters (DCT 0.1 Hz) and high-pass filters (DCT 0.005 Hz). A baseline of brain activity was measured during breaks to use as a base value. Data from channels where the SNR was smaller than 30dB were excluded from the analysis (Delpy et al., 1988). The Modified Beer-Lambert Law (MBLL) was applied to calculate HbO<sub>2</sub> blood concentration in milli-mol units.

The Python module statsmodels 0.13.5 was used for the statistical analysis of the data. In general, a physiological synchronization study aims to identify similarities in signaling functions such as peaks, cycles, or trends (Kleinbub et al., 2020). In this study, the Pearson coefficient of correlation was computed to measure the level of similarity between two signals directly. However, because the Pearson coefficient of correlation analyzes only the correlation between signals that exist in the same time frame, the variable of covariance of the other participant cannot be included in the analysis. Also, synchronization may not be detected when time passes between two similar peaks due to some delay (Kleinbub et al., 2020). In other words, the coefficient of correlation only provides information on the

similarities between signals and cannot be used to infer who initiated or is moderating the synchronization. For that reason, the moving-window correlation method was applied as a supplementary measure.

To elaborate, the Pearson coefficient of correlation provides insight only into the similarities in detected HbO<sub>2</sub> levels from each channel. It does not reflect who initiated the synchronization or who is moderating it. Thus, it cannot be used to determine who experienced activation first or if there was any time lag between therapist and client. To address this pitfall and supplement the Pearson coefficient of correlation, the moving-window correlation coefficient and cross-correlation coefficient were applied for each pair for each session on channels with the highest Pearson coefficient of correlation.

In a moving-window correlation analysis, the data is divided into even time intervals. In this study, data was collected every one-ninth of a second and divided into forty-five-second windows. The windows were spaced five seconds away from each other, constantly creating forty-second overlaps up to 180 seconds. In addition, to quantitatively determine the existence of synchronization between therapist and client, the Johansen cointegration test, a time-series testing method based on the vector autoregression (VAR) model, was conducted to statistically demonstrate the existence of a long-term cointegration relationship in the time-series data from channels with the highest Pearson correlation coefficient for HRO<sub>2</sub> levels. As records of therapist and client HRO<sub>2</sub> levels from each channel demonstrated non-stationarity, a statistical hypothesis test in reference to Case 2 ((i) intercept, but (ii) no linear trend in levels, (iii) no drift in differences) of Osterwald-Lenum (1992) was conducted to test the significance of the coefficient of correlation in the synchronization data based on the VAR model. Furthermore, to obtain a numerical value reflecting the level of similarity in the time-series data of HRO<sub>2</sub> levels from each channel, a cross-correlation analysis was conducted by overlaying HRO<sub>2</sub> levels from each channel. All analyses were conducted on data from the right-brain channels of each therapist-client pair with the highest Pearson coefficient of correlation.

### III. Results

In all seven pairs, signals from some channels during sandpicture creation and verbal communication regarding the completed sandpicture had significant Pearson coefficients of correlation, indicating the existence of synchronization in Sandplay therapy. Synchronization occurred in at least one region of each brain in some pairs and in up to eight regions in some pairs. Specifically, synchronization occurred only in the right brain in one pair in creating sandpicture in session 1 and in one pair in verbal communication, and

synchronization occurred in both the right and left hemispheres in the other pairs. Also, in the second session of creating sandpictures, synchronization occurred in only the left brain in one pair, and synchronization occurred in both the right and left brains of the other pairs except for this pair.

Heatmaps portraying levels of inter-brain synchronization based on the Pearson coefficient of correlation were produced, with darker shades of red indicating higher correlation. In session 1, four pairs had darker heatmaps during sandpicture creation, while two pairs had darker heatmaps during verbal communication. In session 2, three pairs had darker heatmaps during sandpicture creation, and four pairs had darker heatmaps during verbal communication.

Four pairs (1,2,3,4) displayed stronger levels of synchronization under both conditions in session 2 compared to session 1, and one pair displayed stronger synchronization in session 1 under both conditions. Two pairs (4,5) displayed stronger synchronization during verbal communication in session 1 compared to session 2, and one pair (7) displayed stronger synchronization during sandpicture creation in session 1.

In the first session, lag correlation values for all seven pairs from the Johansen cointegration test were significant, confirming the existence of synchronization. However, one pair (2) in session 1 experienced a time lag of several dozen seconds during Sandplay creation, and three pairs experienced a time lag in the second condition (3,4,7). In session 2, three pairs (3,4,7) experienced a time lag during sandpicture creation, and two pairs (4, 5) experienced a time lag during verbal communication. Time lags were longer for pairs with a relatively low Pearson coefficient of correlation. Interestingly, there were also conditions where no time lag was found between therapist and client. For example, in session 1, the time lag during sandpicture creation was limited to only a couple of seconds, and no lag correlation was found during verbal communication.

The answer to the question of who leads and who follows in time-lagged synchronization differs for different pairs and conditions. For example, although it may seem that the client creating the sandpicture with no verbal communication in session 1 would lead the synchronization, there were three pairs (1,6,7) in which the client trailed the therapist. In five pairs, the client trailed the therapist while verbally communicating about the completed sandpicture, including one pair (1) with no time lag, demonstrating a tendency of clients to follow the interpretations of the therapists. In session 2, the client led the therapist in five pairs (2,3,4,5,6). The client in pair number 4 led HbO<sub>2</sub> activation throughout the entire process. There were no pairs in which the client followed the therapist in both conditions throughout all of session 1 and session 2.

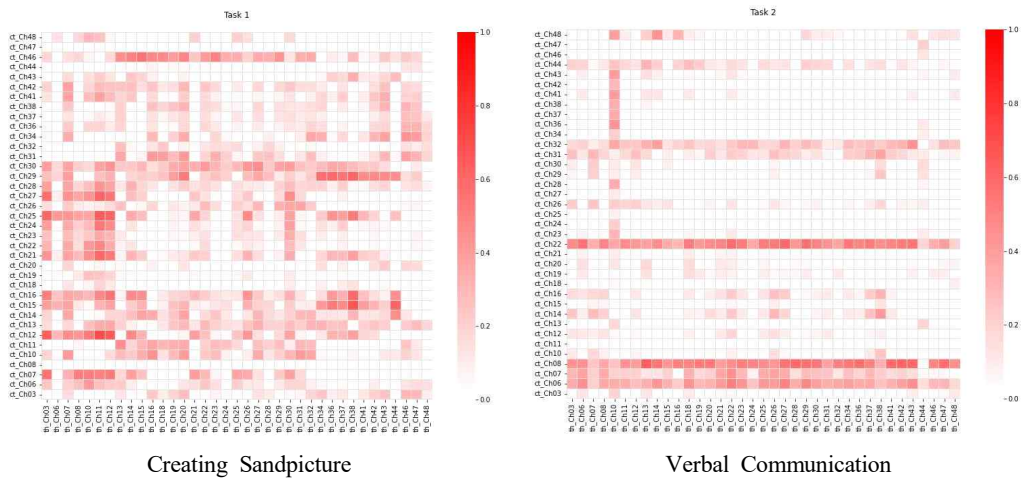


Fig 4. Therapist-Client Pearson Coefficient of Correlation Heatmap for All Channels, Pair 1, session 1

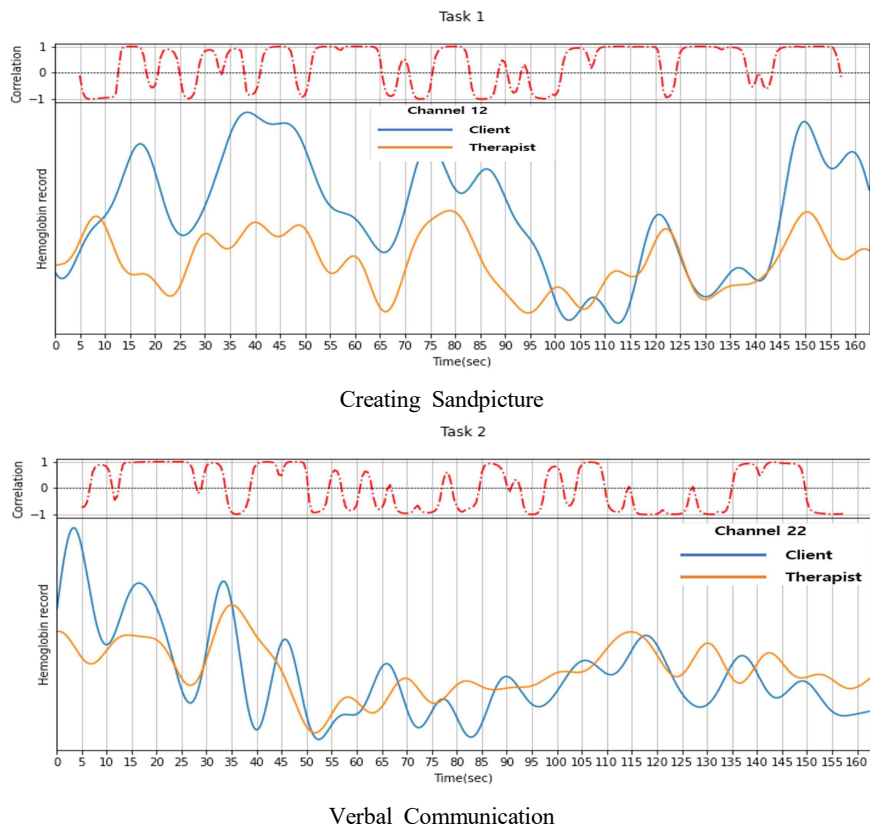


Fig 5. Time-Series Graph of Therapist-Client HbO2 Levels and Moving-Window Correlation Coefficient, Pair 1, session 1

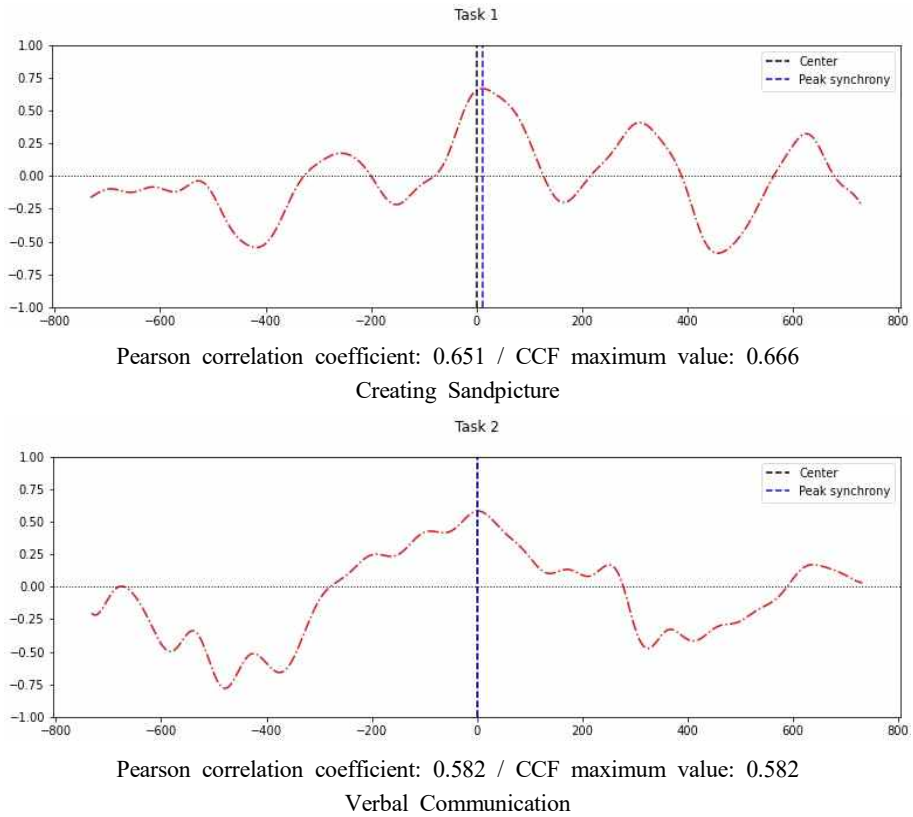


Fig 6. Therapist-Client Cross-Correlation Function (CCF) Graph, Pair 1, session 1

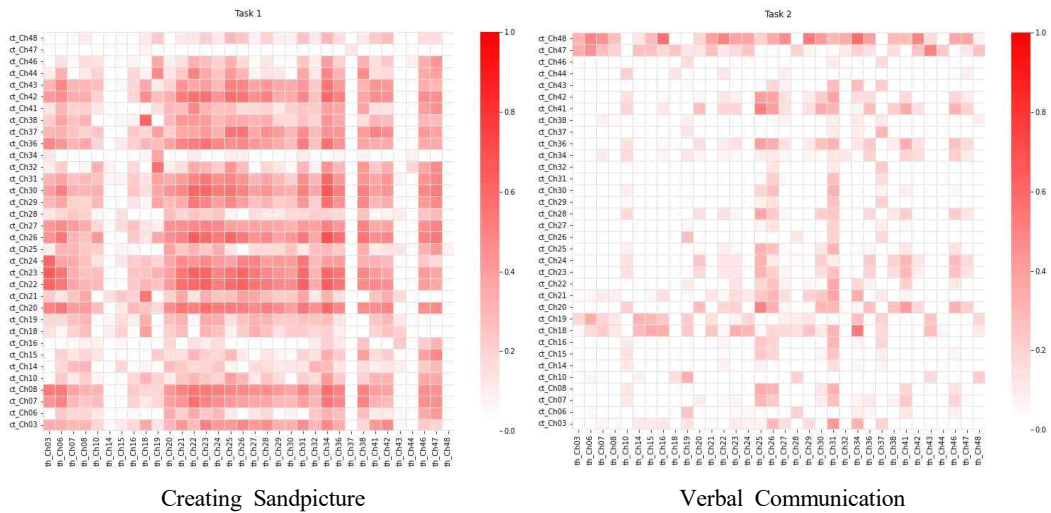
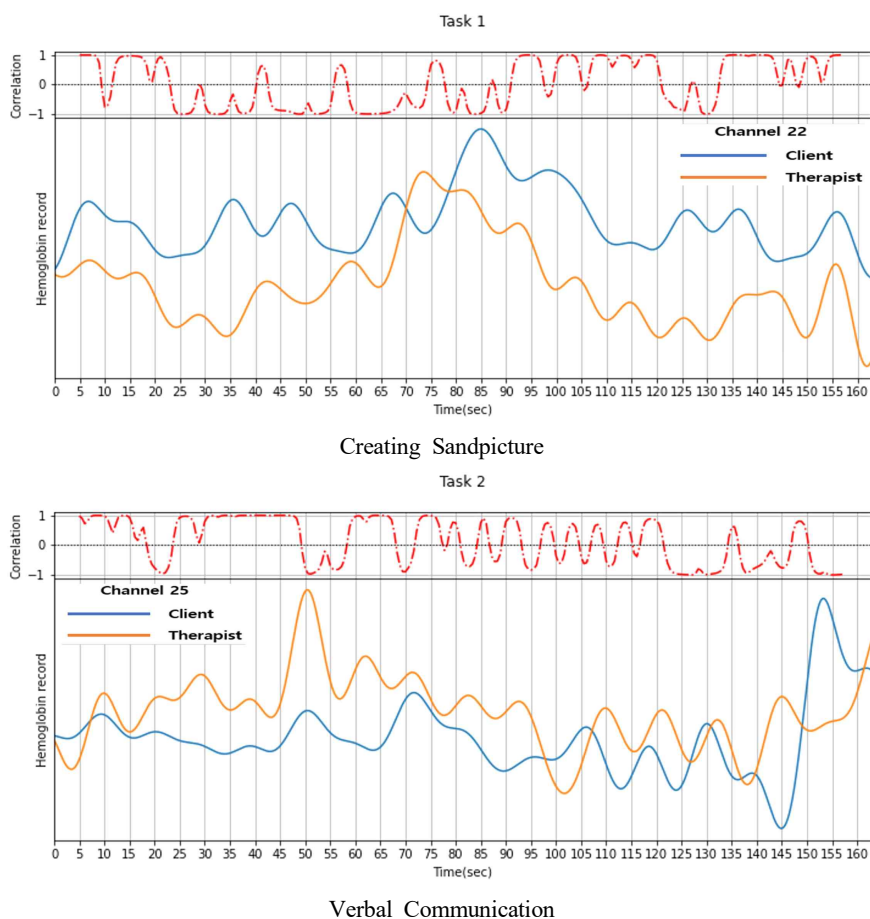
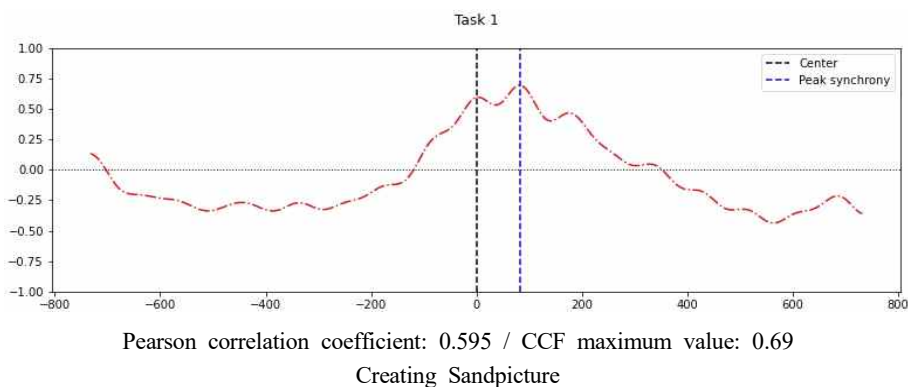


Fig 7. Therapist-Client Pearson Coefficient of Correlation Heatmap for All Channels, Pair 1, session 2



**Fig 8. Time-Series Graph of Therapist-Client HbO2 Levels and Moving-Window Correlation Coefficient, Pair 1, session 2**



**Fig 9. Therapist-Client Cross-Correlation Function (CCF) Graph, Pair 1, session 2 (continued)**

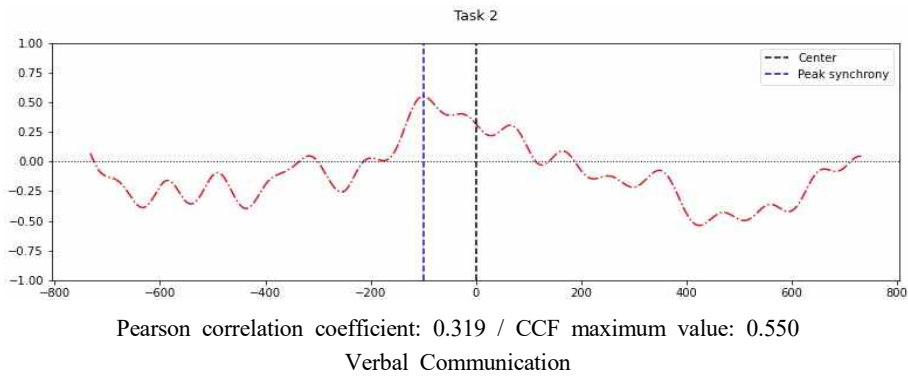


Fig 9. Therapist-Client Cross-Correlation Function (CCF) Graph, Pair 1, session 2

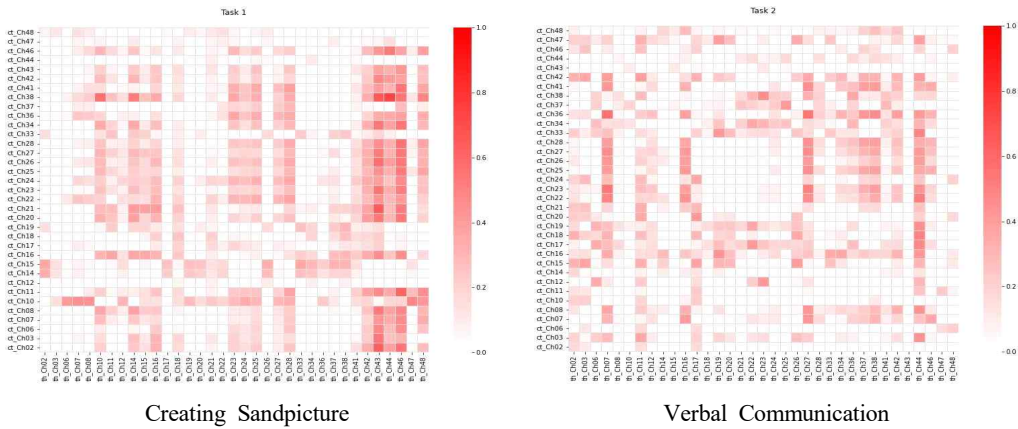


Fig 10. Therapist-Client Pearson Coefficient of Correlation Heatmap for All Channels, Pair 3, session 1

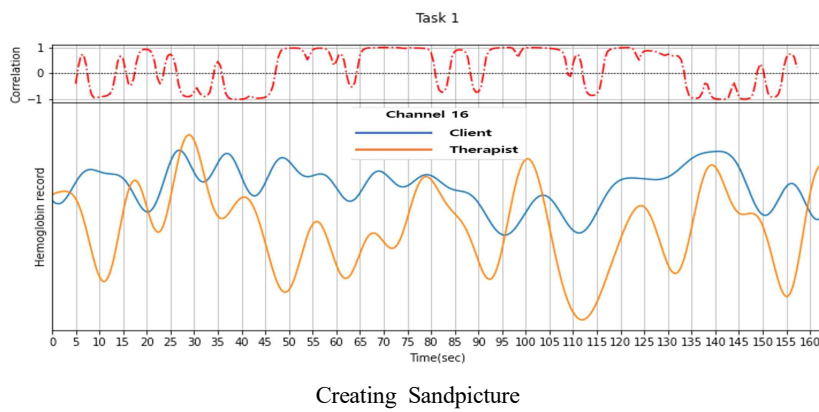
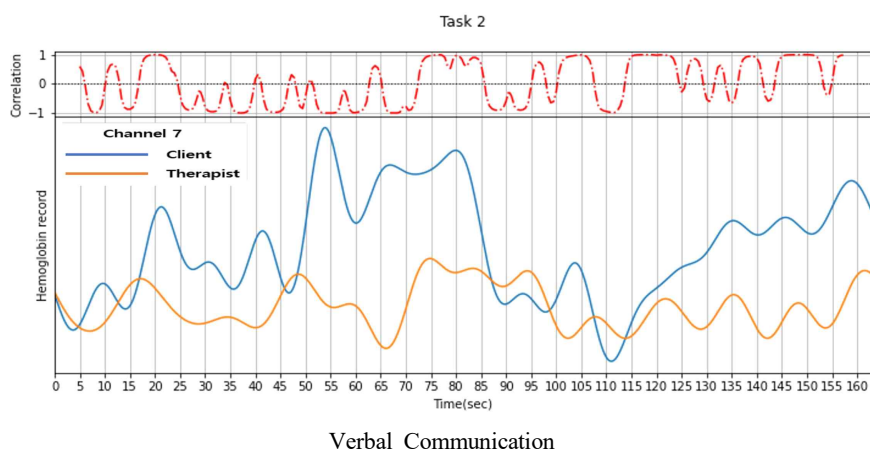
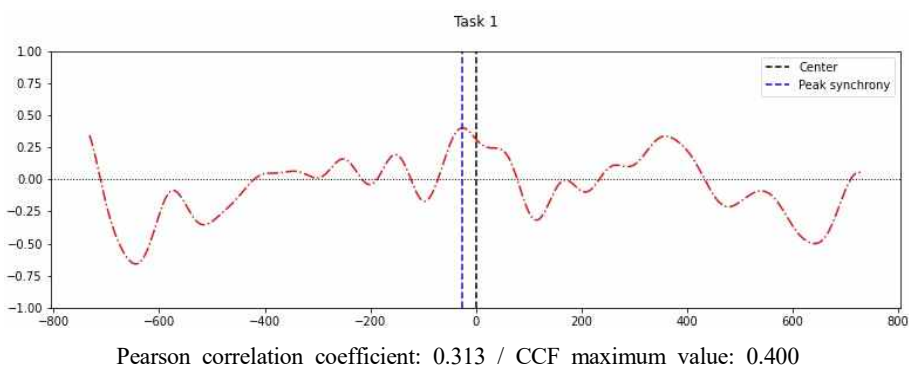


Fig 11. Time-Series Graph of Therapist-Client HbO2 Levels and Moving-Window Correlation Coefficient, Pair 3, session 1 (continued)

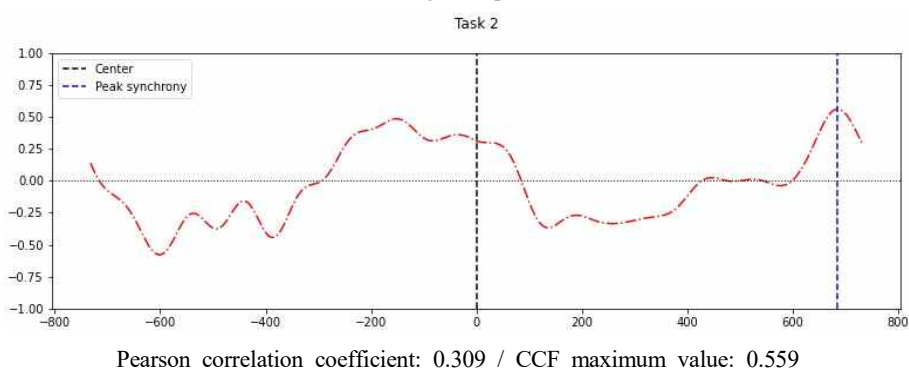


Verbal Communication

**Fig 11. Time-Series Graph of Therapist-Client HbO2 Levels and Moving-Window Correlation Coefficient, Pair 3, session 1**



Creating Sandpicture



Verbal Communication

**Fig 12. Therapist-Client Cross-Correlation Function (CCF) Graph, Pair 3, session 1**

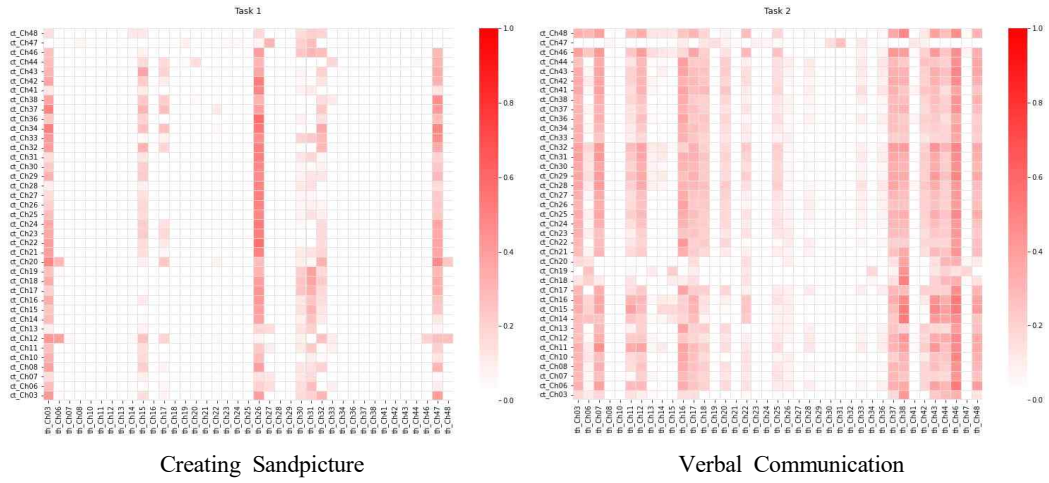


Fig 13. Therapist-Client Pearson Coefficient of Correlation Heatmap for All Channels, Pair 3, session 2

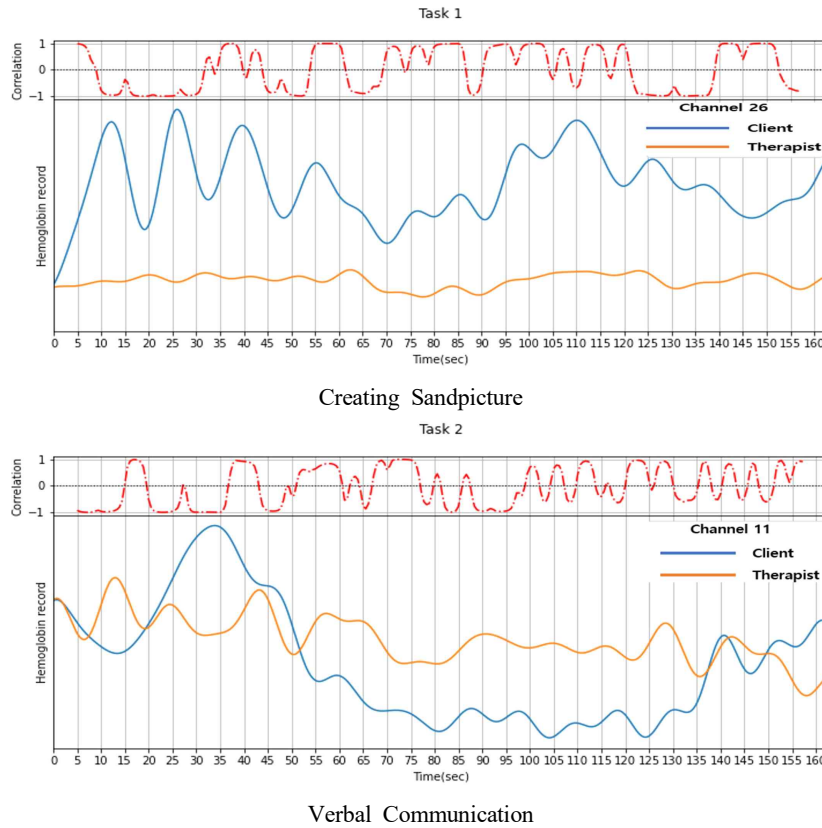


Fig 14. Time-Series Graph of Therapist-Client HbO2 Levels and Moving-Window Correlation Coefficient, Pair 3, session 2

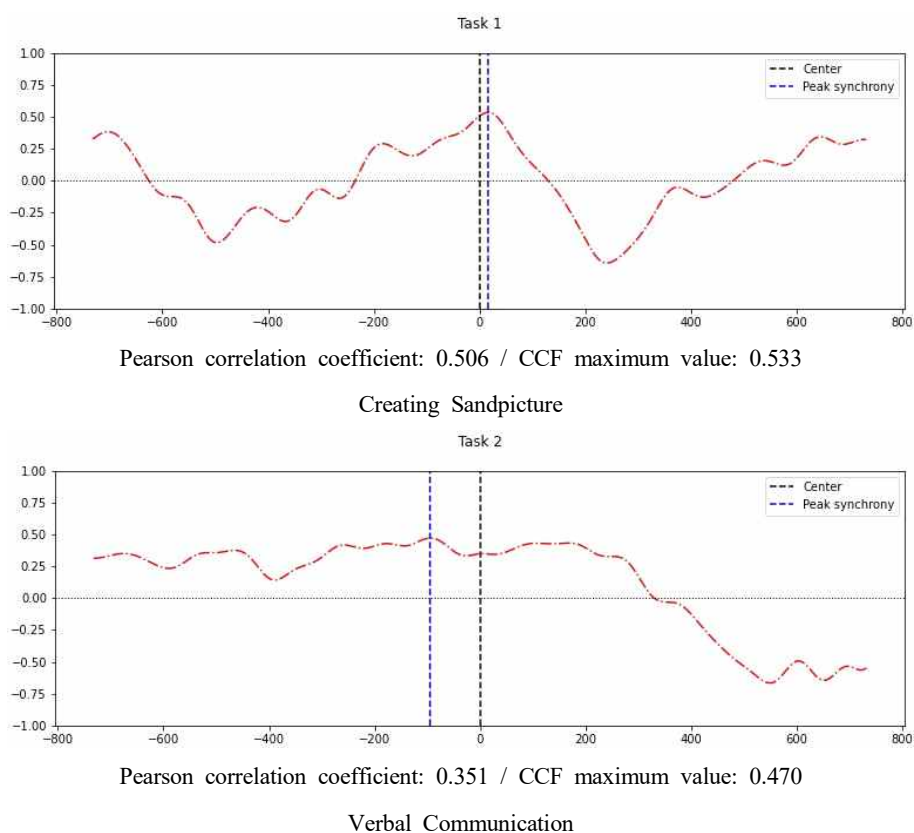


Fig 15. Therapist-Client Cross-Correlation Function (CCF) Graph, Pair 3, session 2

#### IV. DISCUSSION

To the best of our knowledge, this is the first study to have applied fNIRS technology in Sandplay therapy to analyze therapist-client synchronization in the right-brain frontal cortex. The study analyzes measured values of synchronization in therapist-client pairs from their second session of Sandplay therapy, as the interpersonal bond between therapist and client may yet be unstable in the first session. The pairs consisted of experienced therapists and their clients. Data was collected from two different task conditions in each session: creating the sandpicture; and subsequent verbal communication, in which the pair conversed on associations found in the created sandpicture. Interestingly, in another study by Akimoto et al., (2021), negative correlations were observed in the left brains of therapist and client during sandpicture creation, which is in contrast with the findings of this study. The difference between the two studies is that in this study, therapists had their eyes closed while their clients were creating sandpictures. This observation may be explained in part by findings

from other studies suggesting that synchronization occurs more easily when performing a coordinated task or engaging in social behaviors such as eye contact or interpersonal gesture (Dikker et al., 2017; Piazza et al., 2020).

During Sandplay creation in session 1, synchronization was observed in both the right and left brains of therapist and client in six pairs, with the exception of one pair. In session 2, one pair demonstrated synchronization only in the left brain; all other pairs demonstrated synchronization in both the right and left brains. For the verbal communication condition, with the exception of one pair in session 1 that demonstrated synchronization in the right brain only, synchronization was observed in both the right and left brains for all pairs throughout both session 1 and session 2. Interestingly, therapists experienced deep resonance and therapeutic alliance with client, that is, mother-child unity, at times when synchronization occurred, including during sandpicture creation in which no talking was involved. They reported experiencing intersubjective feelings of client working in deep dimensions even at times when there was no verbal communication. Furthermore, they noted that their clients expressed the same intersubjective feelings they experienced internally during verbal communication about the sandpicture. The finding is consistent with the findings by Zhang et al., which identified empathy and support as the main factors of relational alliance (Zhang et al., 2018, 2020). Sandplay therapists with many years of experience and training who believe in the possibilities of non-verbal communication can resonate with clients even under non-verbal conditions. This ability is closely linked to their capability to synchronize with client, which forms the basis of working alliances, positive therapeutic relationships, formation of mother-child unity, and physical intersubjectivity. Along with the right-lateralized interbrain synchronization during non-verbal communication explored by Schore (2022) in a recent study review dissertation, synchronization was also observed during verbal communication in both the left and right brains. The fact that synchronization did not occur only in the left brain, which takes place most often during verbal interaction, suggests that some other level of communication was taking place in the right brain at the same time (Ross & Monot, 2008).

The finding is linked to the outcomes of other studies. For example, one study that examined interactions between young children with premature linguistic abilities and adults during play found synchronization occurring when there were behavioral indications such as smiling, eye-contact, verbal intonations and tone, and joint attention (giving attention to the same thing at the same time). Of these, synchronization reached its peak right before eye-contact (Piazza et al., 2020). In another study in which male-female stranger dyads, lover dyads, and male-female friend dyads were given a cooperative task, synchronization was observed only for the lover dyads (Pan et al., 2017). In both studies, synchronization occurred in child-adult or lover dyads that share an emotional relationship and high levels of intimacy. As Sandplay therapists also seek to understand their clients' needs and develop the kind of intimacy shared between couples or the mother-child that accommodate to, empathize, and coordinate

with each other, it is highly likely that synchronization will occur during Sandplay therapy. Another study found that synchronization occurs more often for experienced therapists than inexperienced ones (Zhang et al., 2020), supporting the conclusion that therapists with the ability to empathize and moderate emotions based on prior counseling experience are more capable of synchronization. There is still a possibility that observed levels of synchronization for each pair may be affected by the level of rapport built between therapist and client, or the level of difficulties that client was experiencing. In moments when synchronization occurred with no time lag, the pair may have experienced perfect empathy and understanding.

Time lags in synchronization may reflect personal inclinations of therapist and client. For example, client with a strong inclination to attune to therapist may have a propensity to follow. In a related synchronization study, subordinate animals were found to encode one's own behavior and those of the dominant animal, and the neurons that encode the dominant animal's behavior were identified. The study also discovered a tendency of subordinate animals to follow the behavior of dominant animals (Kingsbury et al., 2019). On the other hand, a client who is inclined to focus on interpretations and explanations may be prone to lead synchronization in the verbal communication condition. Client who followed therapist in one or both conditions during the first session may have started to lead in the second session because they became used to the structure of Sandplay therapy.

With Sandplay therapy itself emphasizing the kinesthetic image and the non-verbal, unconscious, and intersubjective connectedness between therapist and client from the perspective of synchronicity, the findings of this study are consistent with the right-brain theory in psychotherapy. "Whenever an image is either only fleetingly presented, or presented in a degraded form, so that only partial information is available, a right-hemisphere superiority emerges." (McGilchrist, 2015, p.509). Similarly, the creation of a sandpicture in Sandplay therapy is a process of interpreting partial information that one is unaware of. While the perspective on the unconscious in right-brain theory is closer to individual unconscious in analytical psychology, with no reference to the collective unconscious, the results of this study provide the neurobiological grounds on the effects of the mother-child unity or therapeutic alliance beyond the verbal domain in a free and protected space (Kalff, 1991), an emphasized element of Sandplay therapy.

In terms of variations in the level of synchronicity between sessions, it may be assumed that the overall level of synchronicity increases through a series of ups and downs, rather than linearly. In that sense, Ramseyer and Tschacher (2014) explored the possibility of a decrease in the level of synchronicity between sessions predicting therapy discontinuation, and the possibility of certain synchronization patterns foretelling therapy outcomes. In terms of clinical experience, the level of synchronization in the first session may be relatively low because therapist and client are not familiar with each other. However, a strong level of

synchronization may be observed if their motivation for therapy and shared motivation to get to know each other are high. In the second session, synchronization may temporarily weaken due to higher levels of expectation that come from learning. With that said, more research on long-term therapy processes is required.

To conclude, the findings of this study suggest that right-brain synchronization of blood flow activity occurs between therapist and client in Sandplay therapy, with synchronization observed in both the left and right brains during sandpicture creation, a non-verbal condition. Moreover, right-brain synchronization was observed during verbal communication. The findings indicate that psychotherapy is not just about verbal communication; the attitude of therapist who seeks to deeply understand and empathize with client impacts both therapist and client consciously and unconsciously, thus affecting inter-brain synchronization.

With respect to the different time lags observed in inter-brain synchronization ranging from no time lag at all to 70-80 seconds, more research is needed to determine if they carry no meaning, or if they suggest that the empathy-building process may require both short and long time frames. Existing studies clearly show that differences can arise from therapist-client attachment style, therapist's level of career experience, and therapeutic alliance (Koole & Tschacher, 2016; Palmieri, et al., 2018; Zhang, et al., 2018). Moreover, other individual differences need to be considered in future studies. Finally, studies need to be done on the specific relationship between synchronization and particular physical behaviors, eye contact, facial expression, etc.

## Reference

- Akimoto, M., Furukawa, K., & Ito, J. (2018). Exploring the sandplayer's brain: A single case study. *Archives of Sandplay Therapy*, 30, 85-94. doi: 10.11377/ sandplay.30.3\_73
- Akimoto, M., Tanaka, T., Ito, J., Kubota, Y., & Seiyama, A. (2021). Inter-brain synchronization during sandplay therapy: Individual analyses. *Frontiers Psychology*, 12, 723211. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.723211>
- Andrade, V. M. (2005). Affect and the therapeutic action in psychoanalysis. *International Journal of Psychoanalysis*, 86, 677-697. doi: <https://doi.org/10.1516/YHJK-63WN-QX6X-KYP2>
- Cohen, S., & Williamson, G. M. (1988). Perceived stress in a probability sample of the United States. In S. Spacapan & S. Oskamp (Eds.), *The social psychology of health* (pp. 31-67). Sage.
- Cui, X., Bryant, D. M., & Reiss, A. L. (2012). NIRS-based hyperscanning reveals increased interpersonal coherence in superior frontal cortex during cooperation. *Neuroimage*, 59(3),

- 2430-2437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.09.003>
- Czeszumski, A., Eustergerling, S., Lang, A., Menrath, D., Gerstenberger, M., Schuberth, S., Schreiber, F., Rendon, Z. Z. & König, P. (2020). Hyperscanning: A valid method to study Neural inter-brain underpinnings of social interaction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. doi: 10.3389/fnhum.2020.00039
- Delpy, D. T., Cope, M., van der Zee, P., Arridge, S., Wray, S., & Wyatt, J. (1988). Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. *Physics in Medicine & Biology*, 33(12), 1433-1442. doi: 10.1088/0031-9155/33/12/008
- Dikker, S. Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik, M., McClintock, J. Rowland, J., Michalareas, G., Van Bavel, J. J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Current Biology*, 27(9), 1375-1380. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- Dumas, G., Nadel, J., Soussignan, R., Martinerie, J., and Garnero, L. (2010). Inter-brain synchronization during social interaction. *PLoS One* 5, e12166. doi: 10.1371/journal.pone.0012166
- Feldman, R. (2012). Physiological measures of emotion from a developmental perspective: state of the science: parent-infant synchrony: a biobehavioral model of mutual influences in the formation of affiliative bonds. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 77, 42-51. doi: 10.1111/j.1540-5834.2011.00660.x
- Ferrari, M., & Quaresima, V. (2012). A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *Neuroimage*, 63(2), 921-935. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.049
- Fishburn, F. A., Murty, V. P., Hlutkowsky, C. O., MacGillivray, C. E., Bemis, L. M., Murphy, M. E., et al. (2018). Putting our heads together: Interpersonal neural synchronization as a biological mechanism for shared intentionality. *Social Cognition and Affective Neuroscience*, 13, 841-849. doi: v10.1093/scan/nsy060
- Foo, M., Freedle, L. R., Sani, R., and Fonda, G. (2020). The effect of sandplay therapy on the thalamus in the treatment of generalized anxiety disorder: A case report. *International Journal of Play Therapy*, 29, 191-200. doi: 10.1037/pla0000137
- Friedman, H. S., & Mitchell, R. R. (2007). *Supervision of sandplay therapy*. Routledge.
- Glover, G. H. (1999) Deconvolution of impulse response in event-related BOLD fMRI. *NeuroImage* 9(4), 416-429
- Goldfried, M. R. (2013). What should we expect from psychotherapy? *Clinical Psychology Review*, 33, 654-662. doi: 10.1016/j.cpr.2012.09.006
- Jang, M. (2017). *Analytical Psychological Sandplay Therapy*. Hakji-sa.
- Jiang, J., Dai, B., Peng, D., Zhu, C., Liu, L., & Lu, C. (2012). Neural synchronization during face-to-face communication. *Journal of Neuroscience*, 32, 16064-16069. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2926-12.2012
- Kalff, D. M. (1991). Introduction to sandplay therapy. *Journal of Sandplay Therapy*, 1, 7-15.
- Kalff, D. M. (2020). *Sandplay: A psychotherapeutic approach to the psyche*. Color Edition.

Analytical Psychology Press and Sandplay Editions.

- Keenan, J. P., Rubio, J., Racioppi, C., Johnson, A., & Barnacz, A. (2005). The right hemisphere and the dark side of consciousness. *Cortex*, 41, 695-704. doi: [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70286-7](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70286-7)
- Kleinbub, J. R., Talia, A., & Palmieri, A. (2020). Physiological synchronization in the clinical process: A research primer. *Journal of Counseling Psychology*, 67(4), 420-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000383>
- Kim, M. K., Park S. H., & Park H. Y. (2021). Convergence Study of Brain Activity by Dominant Hand Using functional near-infrared spectroscopy(fNIRS). *Journal of the Korea Convergence Society*, 12(12), 323-330. doi: 10.15207/JKCS.2021.12.12.323
- Kingsbury, L., Huang, S., Wang, J., Gu, K., Golshani, P., Wu, Y. E., & Hong, W. (2019). Correlated Neural Activity and Encoding of Behavior across Brains of Socially Interacting Animals. *Cell*, 178, 429-446. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.05.022>
- Kinreich, S., Amir, D., Lior, K., Yoram, L., & Ruth, F. (2017) Brain-to-brain synchrony during naturalistic social interactions. *Scientific Reports*, 7, 17060. doi: 10.1038/s41598-017-17339-5
- Kleinbub, J. R., Talia, A., & Palmieri, A. (2020). Physiological synchronization in the clinical process: A Research Primer. *Journal of Counseling Psychology*, 67(4), 420-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000383>
- Koole, S. L., & Tschacher, W. (2016). Synchrony in psychotherapy: A review and an integrative framework for the therapeutic alliance. *Frontiers Psychology*, 7, 862. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00862>.
- Leclère, C., Viaux, S., Avril, M., Achard, C., Chetouani, M., Missonnier, S., et al. (2014). Why synchrony matters during mother-child interactions: A systematic review. *PLoS One* 9, e113571. doi: 10.1371/journal.pone.0113571
- McGilchrist, I. (2015). Divine understanding and the divided brain. In J. Clausen & N. Levy (Eds.), *Handbook of neuroethics*. Dordrecht, Netherlands: Springer Science. doi: 10.1007/978-94-007-4707-4\_99
- Mu, Y., Cerritos, C., & Khan, F. (2018). Neural mechanisms underlying inter-personal coordination: a review of hyperscanning research. *Social, Personal, & Psychological Compass*, 12, e12421. doi: <https://doi.org/10.1111/spc3.12421>
- OBELAB (2022). NIRSIT Channel Information, Seoul, Korea <https://www.obelab.com/info/notice.php>
- OBELAB (2021) <https://www.obelab.com/technology/technology.php>
- Pan, Y., Cheng, X., Zhang, Z., Li, X., & Hu, Y. (2017). Cooperation in lovers: An fNIRS-based hyperscanning study. *Human Brain Mapping*, 38, 831-841. doi: 10.1002/hbm.23421
- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press.
- Park, J., & Seo, Y. S. (2010). Validation of the Perceived Stress Scale (PSS) on Samples of Korean University Students. *Korean Journal of Psychology: General* 29(3), 611-629.

- Penksepp, J. (2007). Can PLAY diminish ADHD and facilitate the construction of the social brain? *Journal of Canadian Academy Child and Adolescent Psychiatry*, 16(2), 57-66.
- Palmieri, A., Kleinbub, J. R., Calvo, V., Benelli, E., Messina, I., Sambin, M., & Voci, A. (2018). Attachment-security prime effect on skin-conductance synchronization in psychotherapists: An empirical study. *Journal of Counseling Psychology*, 65(4), 490-499.
- Piazza, E. A., Hasenfratz, L., Hasson, U., & Lew-Williams, C. (2020). Infant and Adult Brains Are Coupled to the Dynamics of Natural Communication. *Psychological Science*, 31(1), 6-17. <https://doi.org/10.1177/0956797619878698>
- Ramseyer, F., & Tschacher, W. (2014). Nonverbal synchrony of head-and body-movement in psychotherapy: Different signals have different associations with outcome. *Frontiers in Psychology*, 5, 979. doi: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00979>
- Ross, E. D., & Monnot, M. (2008). Neurology of affective prosody and its functional-anatomic organization in right hemisphere. *Brain and language*, 104(1), 51-74. doi: 10.1016/j.bandl.2007.04.007
- Ryu, J. K., & Lee, K. C. (2018). Neuroscience-based Exploratory Approach to Measuring the Business Problem-solving Creativity from the Perspective of SIAM(Search for Ideas Associative Memory) Model: Emphasis on fNIRS(functional near-infrared spectroscopy) Method. *Korean Management Review*, 47(5), 1111-1137. doi: <https://doi.org/10.17287/kmr.2018.47.5.1111>
- Scaer, R. (2005). *The trauma spectrum: Hidden wounds and human resiliency*. Norton.
- Schachner, D. A., Shaver, P. R. & Mikulincer, M. (2005). Patterns of nonverbal behavior and sensitivity in the context of attachment relationships. *Journal of Nonverbal Behavior*, 29(3), 141-169. doi: 10.1007/s10919-005-4847-x
- Schore, A. N. (2012). *The science of the art of psychotherapy*. Norton.
- Schore, A. N. (2019). *Right brain psychotherapy*. Norton.
- Schore, A. N. (2021). Right Brain-to-Right Brain Psychotherapy: Recent Clinical and Scientific Advances. *Journal of Symbols and Sandplay Therapy*, 12(2), 1-11. doi: <https://doi.org/10.12964/jsst.21007>
- Schore, A. N. (2022). Right brain-to-right brain psychotherapy: recent scientific and clinical advances. *Annals of General Psychiatry*, 21, 46, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1186/s12991-022-00420-3>.
- Stephens, G. J., Silbert, L. J., and Hasson, U. (2010). Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. *Proc. National Academy of Sciences U. S. A.* 107, 14425-14430. doi: 10.1073/pnas.1008662107.
- Taki, S. R. (2004). The crucial moment in sandplay relationship: The therapist's emotive experiences. *Journal of Sandplay Therapy*, 13(1), 131-146.
- Trevarthen, C., & Aitken, K. (2001). Infant intersubjectivity: Research, theory, and clinical applications. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(1), 3-48. doi: 10.1017/S0021963001006552 · Source: PubMe.
- Tschacher, W., Haken, H., & Kyselo, M. (2015). Alliance: a common factor of psychotherapy

- modeled by structural theory. *Frontiers Psychology*, 6, 421. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00421.
- Weinrib, E. (2004/1983). *Images of the Self*. Temenos Press.
- Wikström, V., Saarikivi, K., Falcon, M., Makkonen, T., Martikainen, S., Putkinen, V., Cowley, U. B., & Tervaniemi, M. (2022). Inter-brain synchronization occurs without physical co-presence during cooperative online gaming. *Neuropsychologia*, 174, 108316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108316>.
- Ye, J. C., Tak, S. T., Jang, K. E., Jung, J., & Jang J. (2009). NIRS-SPM: Statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. *Neuroimage*, 44, 428-447. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.08.036
- Zhang, Y., Meng, T., Hou, Y., Pan, Y., & Hu, Y. (2018). Interpersonal brain synchronization associated with working alliance during psychological counseling. *Psychiatry Res Neuroimaging*, 282, 103-109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2018.09.007>
- Zhang, Y., Meng, T., Yang, Y., & Hu, Y. (2020). Experience-dependent counselor-client brain synchronization during psychological counseling. *eNeuro*, 236, 1-10. doi: <https://doi.org/10.1532/ENEURO.0236-20.2020>

Received : January 31, 2023

Revised : April 25, 2023

Accepted : April 26, 2023