

2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구

Using Clinical Assessment, Cohort Study of
Game Play Pattern in Individuals with Internet Game Play

20
22

2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구

Using Clinical Assessment, Cohort Study of
Game Play Pattern in Individuals with Internet Game Play

20
22



본 보고서의 내용은 연구자들의 견해이며, 본원의 공식입장과는 다를 수 있습니다.

제 출 문

한국콘텐츠진흥원장 귀하

본 보고서를 “2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구”의 결과보고서로 제출합니다.

2023년 01월 10일

연구조사기관 : 중앙대학교 산학협력단

연구조사책임자 : 한 덕 현 (중앙대학교 의학과 교수)

2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구

연구가설

게임의 중립적 자극 ↔ 상호작용 ↔ 이용자 특징적 인지

중립적 자극이 개인의 특성에 따라
긍정/부정적 결과를 보임

실험개요

초등학생
90명 모집

스크리닝
집단 분류



집단	명수	평균 나이
게임전문군	39명	9.8세
일반사용자군	32명	10.2세
게임위험군*	19명	9.7세

* 게임위험군: 과몰입위험군 + 과몰입군

1 뇌 MRI** 촬영

구조 (sMRI) + 기능 (rs-fMRI)



2 지능 검사

3 인터넷 게임장에
진단을 위한
인터뷰

4 임상척도
(설문지)
측정

연구결과

중년 유소년 집단 연구결과와 2021년 청소년 집단, 2020년 성인 집단 연구결과와의 비교

임상척도

게임과몰입 주요 영향 요인: 공존질환/심리상태

게임위험군

유소년, 청소년, 성인 집단 모두 ADHD 지수 다른 군에 비해 높음

게임전문군

유소년 집단: 포괄 집단 간의 관계에서는 부모의 관리와 통제가 중요
청소년 집단: ADHD + 긍정적인 교우관계 → 게임 전문으로 진화 가능성

유소년 집단
ADHD***
집수



ADHD 지수: 게임과몰입 진단의 주요 변수

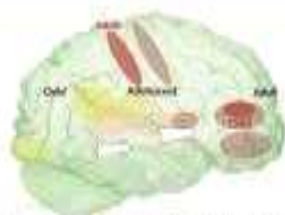
지능지수: 유소년 및 청소년 집단에서 군별 차이를 보였음. 성인 집단은 과몰입군에서 차이를 보임

뇌 활성화

게임전문군과 게임위험군을 결정 짓는 부위:
뇌 집중력 회로가 중요
(ADHD 뇌 발달 측면과 유사)



전체 게임이용자군의 연령 집단별 뇌 활성화
(①: 전두엽 쪽으로 뇌 발달의 방향성 보임)



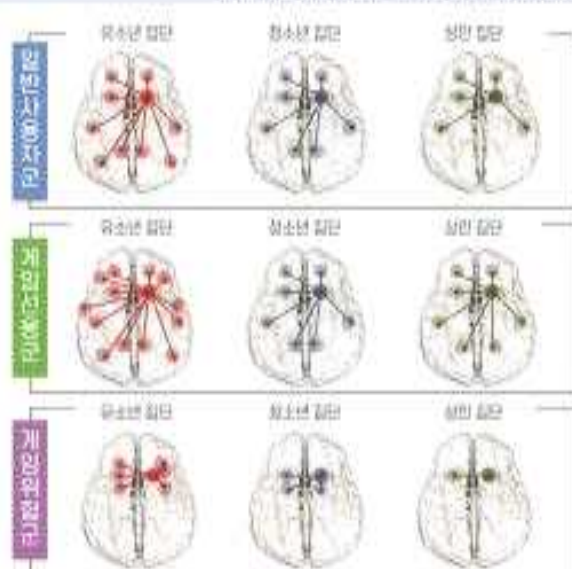
게임전문군의 연령 집단별 뇌 활성화
(전두엽 쪽으로 뇌 발달의 방향성 ↑)



게임위험군의 연령 집단별 뇌 활성화
(후두엽 쪽으로 뇌 발달의 방향성 ↓)

뇌 기능적 연결성

군별 연령 집단 간 뇌 기능적 연결성 차이



연령 집단별 비교

유소년 집단과 청소년 집단이
성인 집단에 비해 더 많은
연결성을 보임

게임전문군

일반사용자군과 연결성은
유치하면서 전체 연령 집단에서
그 연결성이 더 높아짐

게임위험군

전체 연령 집단에서
최적전대칭성에 비해 연결성이
아래로 보임

(1) <https://www.siemens-healthineers.com/kr/> (2) <https://www.lead-dbs.org/about-the-mni-spaces/>

** MRI: Magnetic Resonance Imaging: 자기공명영상 / sMRI: structural MRI: 구조적 자기공명영상 / rs-fMRI: resting state functional MRI: 휴지기상대 기능적 자기공명영상

*** ADHD: Attention Deficit Hyperactivity Disorder: 주의력결핍 과잉행동장애

요 약 문

제1장 서론

- 인터넷 게임이 이용자에게 미치는 영향에 대한 논의는 최근 몇 십 년 동안 꾸준히 연구 및 논의되어 왔음. 하지만 긍정적인 효과보다는 과도한 게임 과몰입 때문에 생기는 부작용 혹은 피해에 대한 연구 및 논의에 대해 집중적으로 다루어져 온 면이 있음. 즉 게임의 긍정적인 요인 혹은 중립적인 요인에 대한 논의는 부족한 실정임. 또한 인터넷 게임 이용 후 발생하는 행동 혹은 뇌의 변화에 대한 의학적 관점에서는 중립적인 증거들이 부족하며 이에 대한 연구 및 증거가 필요한 실정임
- 이에 본 연구에서는 인터넷 게임과 뇌, 심리 상태에 대해 다룬 기존 연구들의 한계점 및 제한점을 다소 극복해 보고자 게임에 대한 뇌 반응의 중립적 접근을 하려고 함. 특히 본 연구는 그 동안 상대적으로 뇌 연구가 많이 이루어지지 않았던 초등학교 연구대상자들을 대상으로, 게임과 뇌 그리고 심리속성의 관계를 탐구하는 것을 목표로 함

제2장 본론

• 연구 방법

- 연구대상자: 초등학교를 다니고 있는 남학생 중 최근 게임을 1주일 평균 7시간 이상 이용하고 있으며 뇌 자기공명영상(MRI) 촬영이 가능한 98명
- 연구대상자 모집: 서울 및 경기도 초등학교 홍보, 게임 관련 커뮤니티, 블로그, SNS 페이지 등을 통한 온라인 홍보, 연구참여자 및 연구팀 인력 통한 홍보 후 연락을 준 사람들에게 연구에 대한 자세한 설명 후 학생 본인 및 학생의 법정대리인 모두 연구 참여에 동의한 사람들을 모집함
- 연구 참여 과정: 연구내용 설명 → 동의서 작성(본인, 법정대리인 모두) → 참여일자 조율 → 인구통계특성 및 인터뷰, 설문지 실시 → 지능검사 실시 → 뇌 MRI 촬영 실시 (연구 종료)
- 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 대비 방역 대책: 실험안내자 및 연구참여자 모두 손소독, 검사 중 마스크 착용을 실시하였으며 검사 장소는 매일 환기 및 소독을 실시함
- 검사(측정) 항목: 뇌 MRI (구조 뇌 영상, 기능 뇌 영상), 지능검사 (한국판 웨슬러 아동 지능검사 4판), 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰, 인구통계특성, 자가보고식 설문지 5종

• 데이터 분석 방법

- 기능 자기공명영상: MATLAB 소프트웨어와, 이를 기반으로 구현된 뇌영상 분석 도구인 SPM(Statistical Parametric Mapping), DPARSF(Data Processing Assistant for Resting-State fMRI)를 사용함

- 구조 자기공명영상: 복셀 기반 형태 계측(Voxel-based Morphometry) 방법 및 대뇌피질두께분석법 (Cortical Thickness Analysis, CTA)을 사용함
- 통계분석 소프트웨어: SPSS 25

● 연구참여자 집단별 명 수 및 나이 평균

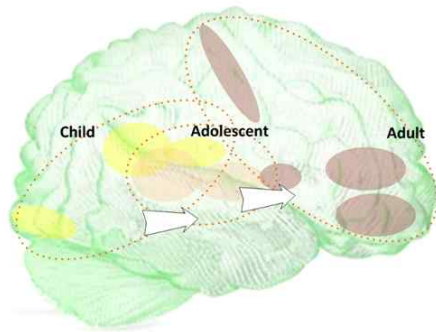
집단명	명 수	나이 평균
게임선용군	39	9.8±1.6
일반사용자군	32	10.2±1.5
게임위험군 (과몰입위험군 + 과몰입군)	19	9.7±1.9
합계	90	

● 인구학적 정보 및 임상심리학적 결과

- 전체 지능 및 소항목에서 집단 간 유의미한 차이는 발견되지 않았음
- 게임위험군(과몰입위험군 + 과몰입군)에서 게임 과몰입의 정도, 주의력결핍 과잉행동장애 지수, 신체화 점수가 상대적으로 높게 관찰되었음. 사회불안지수와 우울감 지수, 일반 불안감 지수는 세 군 간 차이가 없었음
- 모든 참여자(3그룹)에서 게임 과몰입의 정도와 주의력결핍 과잉행동장애 지수, 사회불안, 우울감 및 일반 불안감의 척도와 양의 상관관계가 있었고, 주의력결핍 과잉행동장애 지수와 게임 과몰입의 정도만이 유의한 양의 상관관계가 있었으며, 사회불안은 우울감, 일반 불안감과 상관관계가 있었고, 일반 불안감은 우울감, 사회불안과 상관관계가 있었음

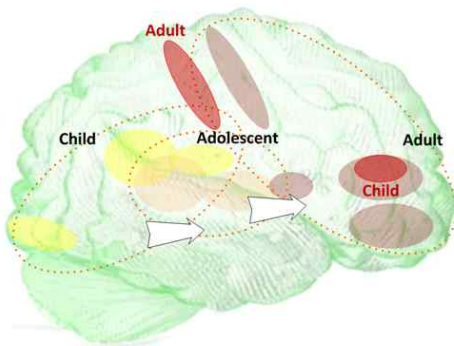
● 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 뇌 활성화 연구

- 게임을 이용한 참여자들의 평소 뇌 활성화: 나이순으로 뇌의 뒤쪽 부분(후두엽)부터 활성화↑
- 유소년: 시상(Thalamus), 아래 두정엽(Inferior Parietal Lobe)
- 청소년기: 두정엽(Parietal Lobe), 측두엽(Temporal Lobe)
- 성인: 섬피질(Insular), 중심앞이랑(Precentral Gyrus)



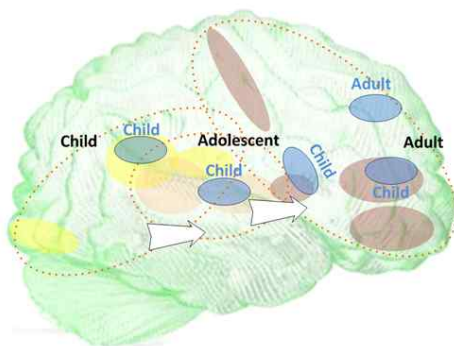
■ 게임선용군의 평소 뇌 활성화: 활성화↑

- 유소년: 우측 중간이마이랑(Right Middle Frontal Gyrus)
- 성인: 중심뒤이랑(Postcentral Gyrus)



■ 게임위험군의 평소 뇌 활성화: 활성화↓

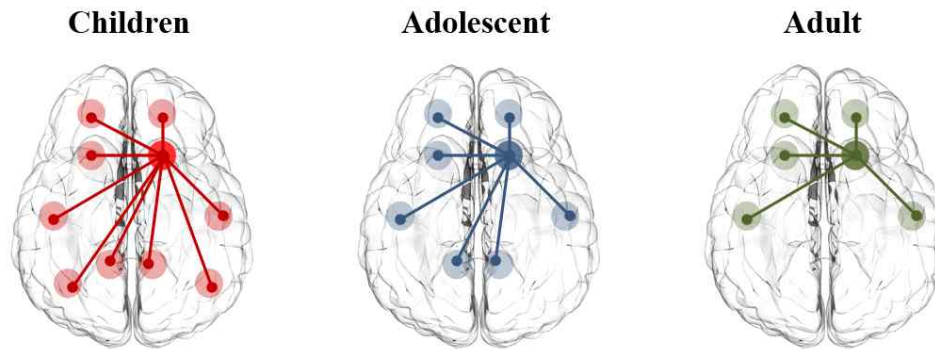
- 유소년: 좌측 중간이마이랑(Left Middle Frontal Gyrus), 우측 위관자이랑(Right Superior Temporal Gyrus), 좌측 두정엽 모이랑(Left Parietal, Angular Gyrus) 등 뇌 종축 관련 부위
- 청소년: 일반사용자군과 활성화에서 큰 차이가 없음
- 성인: 우측 위이마이랑(Right Superior Frontal Gyrus)



- 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 뇌 기능적 연결성 연구

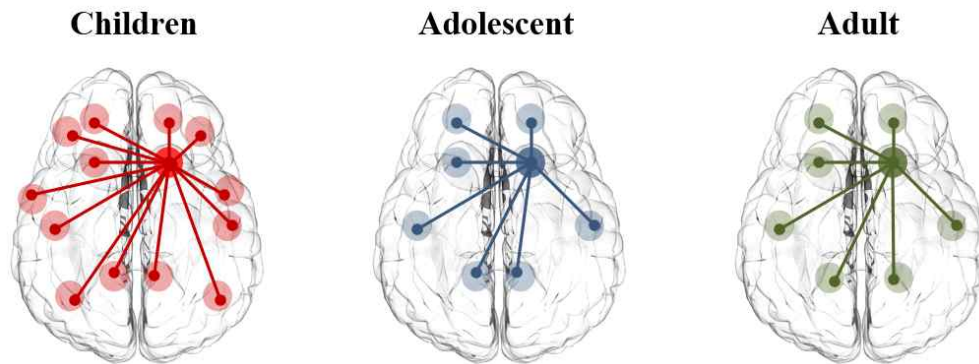
- 일반사용자군의 연령별 뇌 연결성 변화

- 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus) 기준



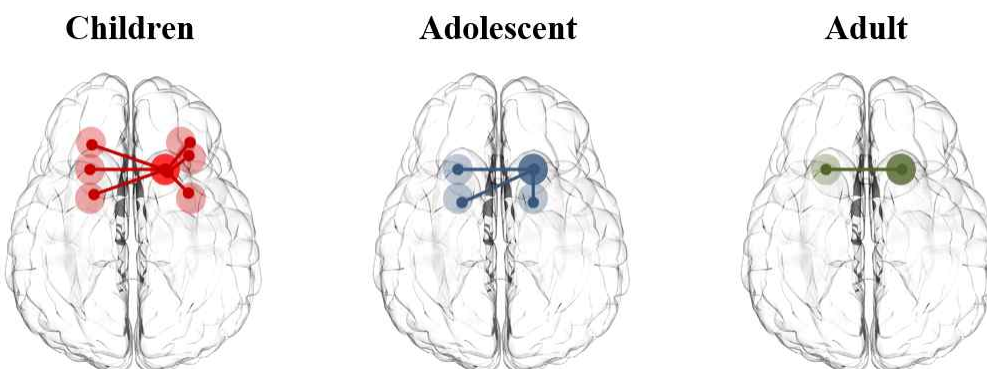
- 게임선용군의 연령별 뇌 연결성 변화

- 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus) 기준



- 게임위험군의 연령별 뇌 연결성 변화

- 연령별 세 집단 모두 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus) 기준, 좌측 전대상회이랑까지만 뇌 연결성 보임



- 뇌 해부학 차이 연구

- 과거 다른 연구에서 보이는 뚜렷한 결과가 보고되지 않았음
- 하지만, 기능적 뇌활성화 연구 결과를 뒷받침하는 참고 자료를 제공하고 있음
- 즉, 집중력 네트워크 미성숙으로 인한 연결성 단절이 해부학적 연구 결과에서도 흔적으로 나타나고 있음(다만 통계적 유의성은 없었음)

제3장 결론 및 논의

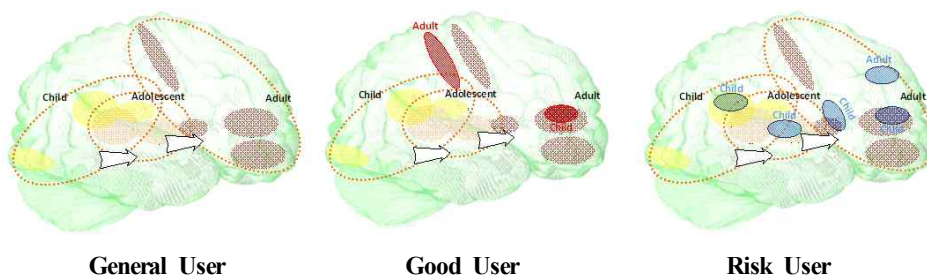
- 결과분석의 의미

- 인구학적 정보 및 임상심리학적 결과

- 유소년 집단에 있어서 성인 및 청소년 집단과 마찬가지로 주의력결핍 과잉행동장애가 게임 과몰입 최종진단에 상당히 큰 변수로 작용함을 시사함
- 유소년의 게임 이용은 또래 집단간의 관계보다는 부모의 관리와 통제가 중요함을 간접적으로 시사

- 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 연구 [활성화]

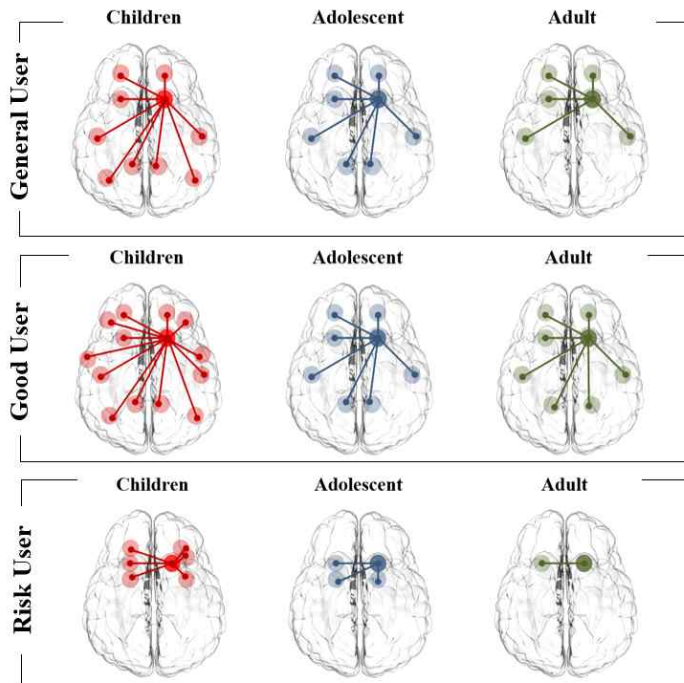
- ADHD의 경우 뇌 발달의 시기가 연령에 비해 조금씩 느려지기 때문에 뇌의 전두엽 부위의 발달 저하가 결국 ADHD 환자의 결정적 뇌 결손 부위로 부각됨
- 선용군과 위험군을 결정 짓는 부위: 집중력 네트워크가 중요, 게임 플레이 시 조금 더 업데이트되어 있는 집중력 부위(전두엽 부위)가 활성화될수록 게임의 부정적 사용보다는 긍정적 사용 쪽으로 움직이는 것으로 사료됨
- ADHD 점수와 전두엽 활성화: 양의 상관관계, 주의력 네트워크가 미성숙한 상태에서 게임 플레이 시 전두엽이 활성화되지 않는다면, 부정적 사용에 해당한다는 연구 결과와 일치



- 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 연구 [연결성]

- 유소년 뇌 연결성 결과는 청소년 집단, 성인 집단 결과와 비슷함
- 유소년이 청소년이나 성인에 비해 전대상회이랑을 기준으로 더욱 많은 연결성을 보임

- 게임선용군: 유소년부터 성인까지 일반 게임이용자의 연결성은 유지되나 그 연결성이 전 연령에 있어서 더욱 늘어나 있음 & 게임위험군: 유소년부터 성인까지 모두 전대상회 안의 지역 연결성만 늘어나 있음



- 뇌 해부학 차이 연구

- 성인, 청소년: 집중력 네트워크 미성숙으로 인한 연결성 단절이 해부학적 연구 결과에서도 흔적으로 나타나고 있음(다만 통계적 유의성은 없었음)
- 유소년: 지각 영역 및 감정 영역과 관련된 섬피질 및 측두엽 부분과 관련성이 있는 특징을 보임
 ⇒ 전반적 뇌 발달 미숙과 관련이 있을 것으로 생각이 됨. 하지만, 통계적 유의성이 거의 없는 수준의 결과여서, 이를 논하기에는 추후 더 많은 연구와 다양한 분석법이 필요할 것으로 생각됨

• 결론 종합 정리 & 제언

1. 유소년 집단에서 주의력 척도, 우울척도, 불안척도를 기준으로 게임 이용 패턴을 분석한 결과, 게임 과몰입은 공존질환 혹은 공존 심리상태가 게임 과몰입과 밀접한 관련성을 가지고 있는 것으로 생각됨
2. 유소년 집단에서는 게임 이용은 청소년 집단이나, 성인 집단에 비해 두뇌 발달과 상태와 더욱 밀접한 관련성이 있는 것으로 생각됨. 특히 뇌의 뒷 부분 후두엽이나 측두엽 부분의 발달은 게임의 뇌 반응과 관련이 있는 반면 부정적 게임 이용과는 뇌의 전반적 발달의 연결성 특히 전두엽과의 연결

성과 관련이 있었음. 이는 주의력결핍 과잉행동장애의 뇌 발달 이론과 거의 유사함. 즉, 과거 게임을 많이 하는 청소년에 있어서, 게임으로 인해 전두엽의 손상이나 연결성이 저하된다는 게임 원인-뇌 결과의 가설을 다시 한 번 생각해 볼 수 있는 결과로 생각이 됨

3. 성인 및 청소년과 마찬가지로, 게임 과몰입의 강도와 주의력결핍 과잉행동장애의 강도를 측정하는 척도점수와 전두엽의 활성화가 공통으로 관련이 있음. 이를 통해 게임 과몰입과 주의력결핍 과잉 행동장애가 서로 밀접한 관련을 맺고 있는 것을 알 수 있음
4. 성인 및 청소년 집단에 비해 유소년 집단이 단지 전두엽의 발달 뿐 아니라, 전체적인 집중력 회로 (Circuit)의 발달이 지연되어 있음을 알 수 있음. 이것이 게임 과몰입과 관련이 있음을 알 수 있는데, 이는 3년간 축적된 연구 결과의 종합적 결과임. 즉, 3년간 나이 그룹에 따른 연령별 비교를 할 수 있었는데, 문제적 게임 사용을 보이는 그룹에 있어서는 전반적 뇌 발달의 시간적 흐름이 늦어지는 양상을 보이는 것이지, 손상을 보이는 것은 아닌 것으로 생각이 됨. 다만, 추적 연구를 통하여 이에 대한 확인이 필요할 것으로 보임
5. 이번 분석을 통한 연구에서 통계적 유의성을 보이는 결과보다는 흔적(Trace) 결과들이 많이 있었음. 이는 참여자의 숫자 증가 및 종적 연구의 필요성을 제기함. 또한 연령별 차이점을 나타내는 증거들도 보이기는 하지만, 통계적 유의성을 나타내지는 못함. 추후 지속적인 연령별, 다수의 참여자 연구가 필요할 것으로 생각됨



목 차

제1장 서론	03
1. 소아청소년 뇌 발달(전두엽 중심)	04
2. 소아청소년 ADHD 뇌 연구	20
3. 소아청소년 중독 질환 뇌 연구	23
4. 소아 뇌MRI 연구 동향	32
5. 소아 뇌 연구의 한계점	37
제2장 본론	38
1. 실험방법	38
가. 연구 내용 심의 및 승인	38
나. 연구대상자 선정제외기준	38
다. 연구대상자 모집	39
라. 관찰 항목	40
마. 연구대상자들의 연구 참여 과정	42
바. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 대비 방역 대책	43
2. 데이터 분석 방법(뇌영상, 임상척도)	44
가. 기능적 자기공명영상 분석 방법	44
나. 구조적 자기공명영상 분석 방법	46
다. 임상 척도 통계분석 방법	49
3. 결과	50
가. 인구학적 정보 분석	50
나. 임상 척도 간의 관계	51
다. 기능성 뇌자기공명영상 분석	55
라. 뇌 해부학 차이 연구	68
마. 연령 집단별 뇌 활성화 변화	70
바. 연령 집단별 뇌 기능적 연결성 변화	73
제3장 결론 및 논의	78
1. 인구학적 정보 및 임상심리학적 결과	78
2. 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 뇌활성화 연구	78
3. 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 기능적 연결성 연구	80
4. 뇌 해부학 차이 연구	81

5. 결론 및 제언점	82
참고문헌	83
부록1. [검사도구] 인구통계특성	89
부록2. [검사도구] 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰	91
부록3. [검사도구] 자가보고식 설문지	99



표 목 차

<표 1-1> 소아청소년의 나이와 뇌 부위별 부피 상관관계 요약	05
<표 1-2> 소아청소년 성장에 따른 피질하영역 부피 변화	09
<표 1-3> 가장 적합한 Tanner-나이 모델	10
<표 1-4> 뇌 발달의 기능성 MRI 연구: 인지발달적 측면	15
<표 1-5> 뇌 발달에 따른 전체 대뇌, 소뇌, 뇌실 부피 변화 연구 결과	16
<표 1-6> 뇌 발달에 따른 백색질의 부피 변화	17
<표 1-7> 뇌 발달에 따른 회백질의 부피 변화	17
<표 1-8> 니코틴 중독 및 IGD에서의 도파민 시스템 기능이상	23
<표 1-9> 니코틴 중독 및 IGD에서의 전두-선조체 회로 내 구조적 이상	24
<표 1-10> 니코틴 중독 및 IGD에서의 전두-선조체 회로 내 휴지기 기능이상	25
<표 1-11> 알코올 중독 아동청소년 뇌 MRI 연구	27
<표 1-12> ABCD study - 청소년 뇌 인지 발달 연구	32
<표 1-13> The Cohen Lab 연구	33
<표 1-14> 건강한 일본 어린이(5-8세) 대상 Incidental Findings 유병률 조사 연구	33
<표 1-15> 아동기 뇌 연구의 중요성 언급한 연구	34
<표 1-16> 네브래스카 매디컬 센터 대학교 연구	34
<표 1-17> 한국뇌연구원 연구	35
<표 1-18> 7-10세 대상 비디오 게임 중 대뇌 혈액량의 패턴 조사 연구	35
<표 1-19> 케슬러 재단(Kessler Foundation) 연구	36
<표 2-1> 세 집단 간의 인구학적정보와 임상 척도 비교(Comparison of demographic and clinical data between three groups)	50
<표 2-2> 모든 집단에서의 임상 척도 간의 상관관계(Correlations between clinical scales in all groups)	51
<표 2-3> 일반사용자군에서의 임상 척도 간의 상관관계(Correlations between clinical scales in General users)	52
<표 2-4> 게임선용군에서의 임상 척도 간의 상관관계(Correlations between clinical scales in Good users)	53
<표 2-5> 게임위험군에서의 임상 척도 간의 상관관계(Correlations between clinical scales in Risk users)	54
<표 2-6> 인터넷 게임 이용 관련 뇌 활성화(Regional Homogeneity; ReHo); 전체 참여자에서 관찰된 뇌 활성화(Regional Homogeneity(ReHo) in all participants in response to internet gaming)	55

<표 2-7> 일반사용자군 대비 게임위험군에서 덜 활성화된 뇌 영역	57
<표 2-8> 게임위험군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역	59
<표 2-9> 일반사용자군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in General user)	63
<표 2-10> 게임선용군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Good user)	64
<표 2-11> 게임위험군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Risk user)	65
<표 2-12> 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 영역	66
<표 2-13> 게임위험군 대비 게임선용군에서 연결성이 증가된 영역	67
<표 2-14> 일반사용자군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역	68
<표 2-15> 게임위험군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역	69
<표 2-16> 연령 집단별 게임이용자들의 뇌 활성화 영역 차이	70
<표 2-17> 연령 집단별 게임선용군의 뇌 활성화 영역 차이	71
<표 2-18> 연령 집단별 게임위험군의 뇌 활성화 저하 영역 차이	72
<표 2-19> 일반사용자군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	74
<표 2-20> 게임선용군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	75
<표 2-21> 게임위험군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	77



그림 목 차

[그림 1-1] 소아청소년의 나이와 뇌 부피 상관관계	04
[그림 1-2] 소아청소년의 나이와 뇌실 부피 상관관계	04
[그림 1-3] 5살부터 20살 사이의 회백질 성숙	05
[그림 1-4] 7살부터 15살 사이의 회백질 성숙	06
[그림 1-5] 5살부터 30살 사이의 백색질 성숙	06
[그림 1-6] 12살부터 30살 사이의 구조적 연결성 발달	07
[그림 1-7] 기능적 연결성의 발달	07
[그림 1-8] 나이에 따른 이차성징 성숙도 변화	08
[그림 1-9] 소아청소년 피질하영역의 부피변화 궤적	09
[그림 1-10] 여성과 남성에서 피질하영역들의 성장 궤적	10
[그림 1-11] 나이와 Tanner stage에 따른 피질하영역의 부피	10
[그림 1-12] 전체적 피질 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)	11
[그림 1-13] 영역별 피질 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)	11
[그림 1-14] 피질하 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)	12
[그림 1-15] 편도체 발달과 사춘기의 관계(종단 연구)	12
[그림 1-16] 백색질 부피/밀도와 사춘기의 관계(a)와 FA(Fractional Anisotropy)와 MD(Mean Diffusivity)의 DTI 지표(b)(단면 연구)	13
[그림 1-17] 보상 관련 뇌 기능과 사춘기의 관계(a)와 보상 관련 선조체와 사춘기의 관계(b)	13
[그림 1-18] 정서 관련 뇌 기능과 사춘기의 관계(a)와 정서 관련 편도체와 사춘기의 관계(b)	14
[그림 1-19] 뇌 발달의 해부학적 MRI 연구	14
[그림 1-20] 구조적, 기능적 MRI 변화와 인지 발달의 일치	15
[그림 1-21] 남성 피험자(475 scans)와 여성 피험자(354 scans)의 나이에 따른 평균 뇌 부피	16
[그림 1-22] 회백질 성숙 시퀀스의 우측 측면 view와 탑(top) view	17
[그림 1-23] 인간 뇌 발달의 순서(데이터 이동 및 처리 경로)	18
[그림 1-24] 인간 뇌 발달의 순서(정보 처리 분석 영역)	19
[그림 1-25] 어린아이 인지 기능의 단계적 발달	19
[그림 1-26] ADHD에서 증가(b)와 감소(a)의 좌표 분포 및 영상에 따른 분류	20
[그림 1-27] 좌측 창백핵/조가비핵과 좌측 아래아미랑의 이상 활동성	20
[그림 1-28] ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity 1	21
[그림 1-29] ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity 2	21

[그림 1-30] ADHD 소아 뇌 구조적 이상(A)과 인지조절 및 운동반응억제 시 뇌 활동 이상(B)	22
[그림 1-31] ADHD, ASD에서 GMV 이상(A), 인지조절 뇌 활동 이상(B), 운동반응억제 뇌 활동 이상(C)	22
[그림 1-32] 두 개의 연구 이상에서 IGD(Internet Gaming Disorder)에서 회백질 부피가 감소된 영역	23
[그림 1-33] 니코틴 중독과 IGD의 전두-선조체 회로	27
[그림 1-34] 주의력결핍 과잉행동장애에서 나타나는 뇌 기능 저하	30
[그림 1-35] 주의력결핍 과잉행동장애의 인지 기능 저하 모델	31
[그림 1-36] 첫 번째 SMA 관련 요인 GFA(Group Factor Analysis)	32
[그림 1-37] 두 번째 SMA 관련 요인 GFA	32
[그림 1-38] 세 번째 SMA 관련 요인 GFA	33
[그림 1-39] 네 번째 SMA 관련 요인 GFA	33
[그림 1-40] 건강한 일본 어린이에게서 발견된 Incidental Findings	34
[그림 1-41] 어린이(a)와 성인(b)의 게임 중 헤모글로빈 농도 변화	35
[그림 1-42] 어린이와 성인의 좌측 전전두 영역 전체-헤모글로빈 농도 변화	36
[그림 2-1] 정규화된 fALFF 영상	45
[그림 2-2] 해마(Hippocampus)(37, 38번 영역)에서의 정규화된 기능적 연결성 지도	46
[그림 2-3] 전처리 과정 이전 구조적 영상	47
[그림 2-4] 영상 분할 적용 결과	47
[그림 2-5] 평활화 적용 결과	48
[그림 2-6] 대뇌피질 두께 분석법 과정 모식도	49
[그림 2-7] 인터넷 게임 이용 관련 뇌 활성화(Regional Homogeneity; ReHo); 전체 참여자에서 관찰된 뇌 활성화(Regional Homogeneity(ReHo) in all participants in response to internet gaming)	56
[그림 2-8] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역	57
[그림 2-9] 일반사용자군 대비 게임위험군에서 덜 활성화된 뇌 영역	58
[그림 2-10] 게임위험군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역	60
[그림 2-11] 전체 참여자에서의 게임 과몰입도와 좌측 위관자이랑 활성화도 간의 양의 상관관계	61
[그림 2-12] 전체 참여자에서의 ADHD 점수와 우측 위관자이랑 활성화도 간의 양의 상관관계	62
[그림 2-13] 일반사용자군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in General user)	63
[그림 2-14] 게임선용군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Good user)	64
[그림 2-15] 게임위험군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity	

in Risk user)	65
[그림 2-16] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 영역	66
[그림 2-17] 게임위험군 대비 게임선용군에서 연결성이 증가된 영역	67
[그림 2-18] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역	68
[그림 2-19] 게임위험군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역	69
[그림 2-20] 연령 집단별 게임이용자들의 뇌 활성화 영역 차이	71
[그림 2-21] 연령 집단별 게임선용군의 뇌 활성화 영역 차이	72
[그림 2-22] 연령 집단별 게임위험군의 뇌 활성화 저하 영역 차이	73
[그림 2-23] 일반사용자군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	75
[그림 2-24] 게임선용군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	76
[그림 2-25] 게임위험군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이	77
[그림 3-1] 군별 연령에 따른 뇌 활성화 변화	79
[그림 3-2] 정상대조군 및 ADHD군 소아청소년의 뇌 발달 비교	79
[그림 3-3] 군별 연령에 따른 뇌 연결성 변화	81

제 1 장 서론

■ 초등학생 뇌-게임-심리 연구의 부재

- 성인 혹은 청소년을 대상으로 한 뇌-게임-심리 연구 결과물들은 찾아볼 수 있지만, 그보다 나이가 어린 초등학생 연구참여자를 대상으로 한 뇌-게임-심리를 다룬 선행 연구 및 결과물은 매우 드물다. 연구 특성상 연구 기획 및 진행의 난이도가 높기 때문이다.
- 이에, 본 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로, 게임과 뇌, 심리의 관계를 알아보기 위한 목적으로 기획되었고 해당 목적을 달성하기 위한 연구 방법 수립 및 실시를 수행하였다.
- 더 나아가, 제작년에 본 연구팀이 수행한 성인에서의 연구결과물과 작년에 수행한 청소년에서의 연구결과물과 올해 본 연구에서 획득된 초등학생에서의 뇌-게임-심리 연구결과를 비교하였다. 비록 각 연령대별로 단면연구 결과물로 얻어진 결과이지만, 해당 연령별 뇌 및 심리 특성을 제한적으로나마 비교하려는 매우 중요한 연구 목적을 갖고 있다.

■ 초등학생 대상 뇌 연구에서 고려해야 할 3가지 중요 주제

- 초등학생 뇌 연구를 진행할 때 고려해야 할 3가지 중요한 주제는 다음과 같다. 본 연구 개시에 앞서 해당 주제와 관련된 다양한 선행 연구 및 논문들을 검색/정리하였고, 해당 결과물들을 다음 페이지에서부터 소개한다.

(1) 소아청소년 뇌 발달(전두엽 중심)

- 인간의 뇌는 20대 초반까지 활발하게 변화/발달하는 속성을 갖고 있으며, 특히 소아 연령대일수록 그 변화와 발달의 폭 및 내용이 크다.
- 이에, 초등학생을 대상으로 하는 본 연구에서는 뇌 발달과정에 대한 사전 이해가 필수적이며 특히 그 중 전두엽 기능을 중심으로 뇌 변화/발달과정에 대해 먼저 이해해 보고자 한다.

(2) 소아청소년 ADHD 뇌 연구

- 제작년, 작년 연구결과로 도출된 게임활동과 ADHD의 관련성을 더욱 심층적으로 파악하기 위해, 소아청소년에서의 ADHD 최신 뇌연구를 중심으로 해당 내용을 이해해 보고자 한다.

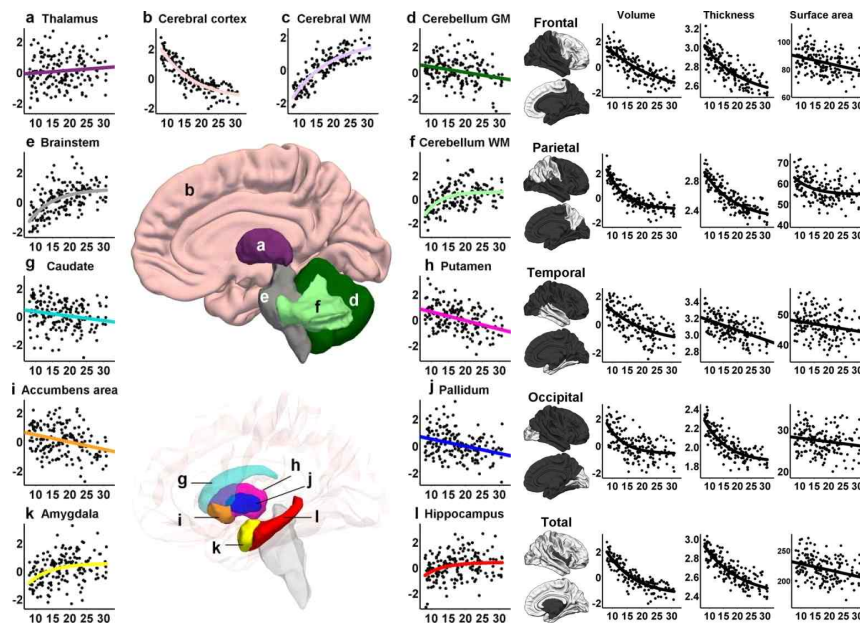
(3) 소아청소년 중독 질환 뇌 연구

- 비록 성인의 중독-뇌 기전과 다소 차이가 있을 가능성도 있지만, 소아청소년에서의 중독 질환과 뇌 연구를 리뷰해 봄으로써 본 연구에서 목표한 사항들을 보다 심층적으로 이해하는데 도움을 받고자 한다.

1. 소아청소년 뇌 발달(전두엽 중심)

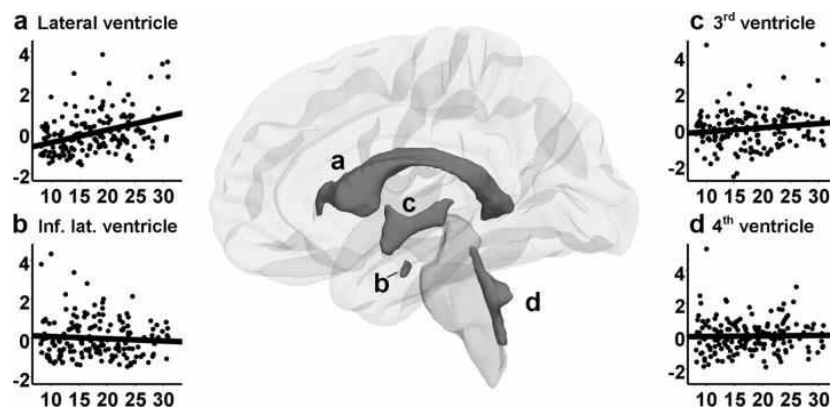
Heterogeneity in subcortical brain development: a structural magnetic resonance imaging study of brain maturation from 8 to 30 years.

Østby, Y., Tamnes, C. K., Fjell, A. M., Westlye, L. T., Due-Tønnessen, P., & Walhovd, K. B.
Journal of neuroscience. 2009.



[그림 1-1] 소아청소년의 나이와 뇌 부피 상관관계

나이와 양측 부피(TBV-corrected)의 상관관계를 보여주는 회귀분석 결과(Left), 나이와 양측의 피질 부피(TBV-corrected), 두께, 표면 면적의 상관관계를 보여주는 회귀분석 결과(Right)



[그림 1-2] 소아청소년의 나이와 뇌실 부피 상관관계

나이와 뇌실의 부피(TBV-corrected)의 상관관계를 보여주는 회귀분석 결과

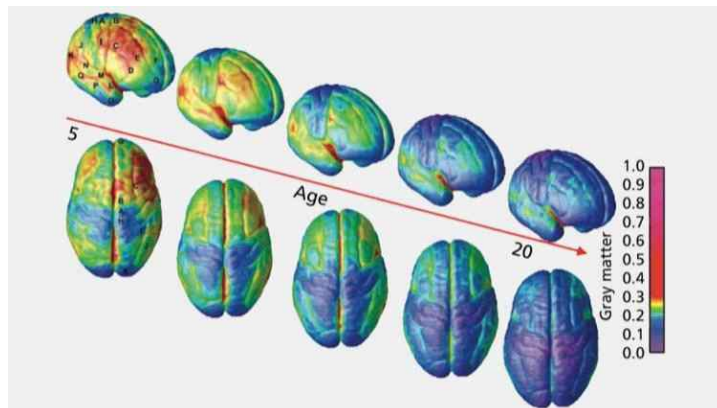
<표 1-1> 소아청소년의 나이와 뇌 부위별 부피 상관관계 요약

Cortical thickness	
전두엽, 후두엽, 두정엽	이차(quadratic) 관계
측두엽	음의 상관관계, 선형 관계
Surface area	
전두엽, 후두엽, 측두엽	음의 상관관계, 선형 관계
두정엽	이차(quadratic) 관계
TBV-corrected volumes	
GM	
대뇌피질	음의 상관관계, 비선형(피질의 부피 감소는 두께 감소와 표면적 감소 모두에 의한 것)
편도체	양의 상관관계, 비선형
미상핵	음의 상관관계, 선형(본페로니 보정 시 유의하지 않음)
조각비핵	음의 상관관계, 선형
창백핵	음의 상관관계, 선형
측좌핵	음의 상관관계, 선형
소뇌	음의 상관관계, 선형
해마	양의 상관관계, 비선형
시상	유의하지 않음
WM	
대뇌	양의 상관관계, 비선형(소뇌, 뇌줄기에서 WM 부피 증가보다 늦게 점근선에 도달)
소뇌	양의 상관관계, 비선형
뇌줄기	양의 상관관계, 비선형
뇌실	
가쪽 뇌실	양의 상관관계, 선형
아래 가쪽 뇌실	유의하지 않음
제3뇌실	유의하지 않음
제4뇌실	유의하지 않음

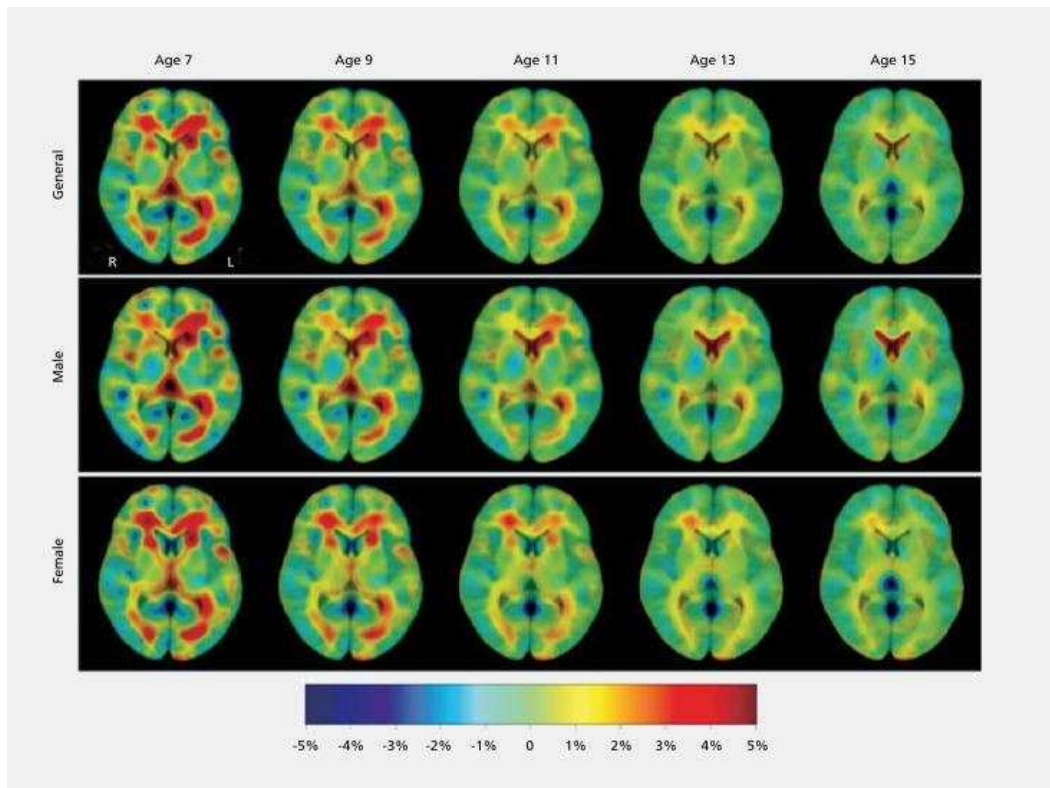
Typical and atypical brain development: a review of neuroimaging studies.

Dennis, Emily L. and Paul M. Thompson.

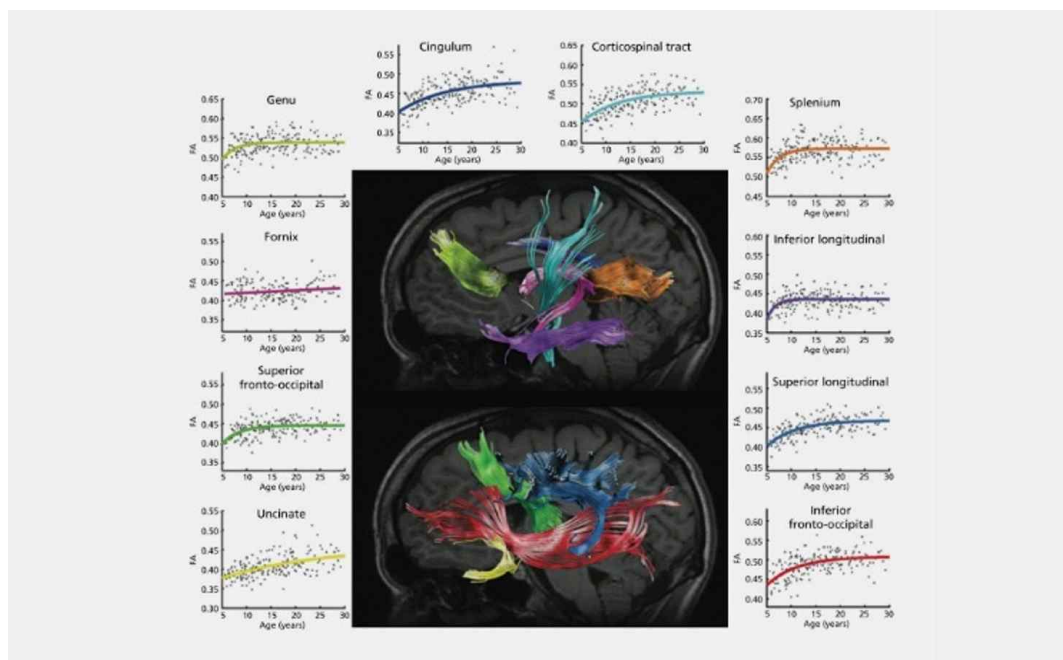
Dialogues in clinical neuroscience. 2022.



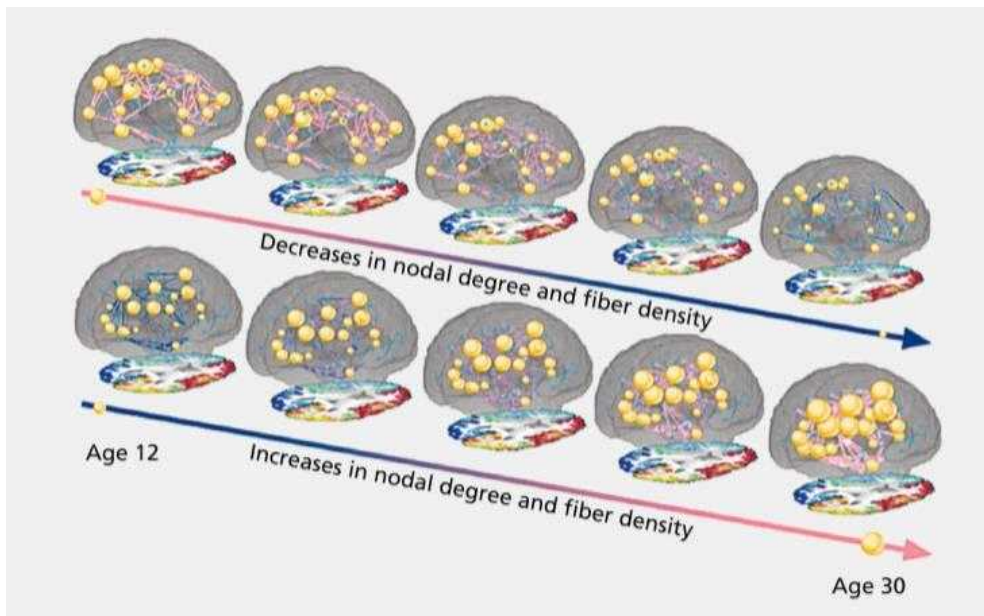
[그림 1-3] 5살부터 20살 사이의 회백질 성숙



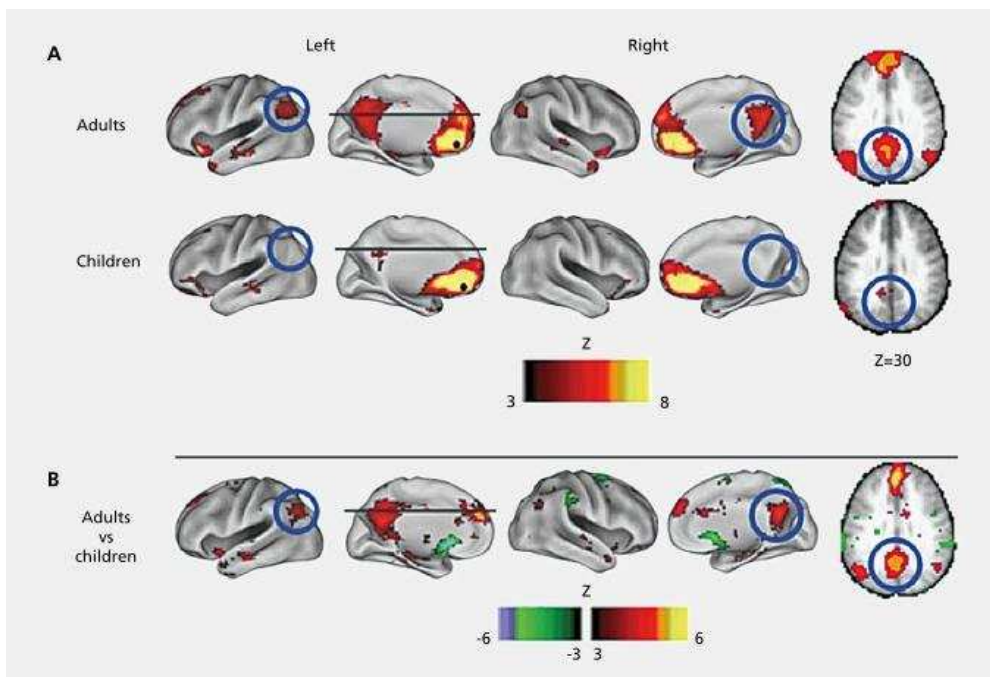
[그림 1-4] 7살부터 15살 사이의 회백질 성숙



[그림1-5] 5살부터 30살 사이의 백색질 성숙
10개의 경로(Tract)에서 나이에 따른 FA(Fractional Anisotropy)의 증가



[그림1-6] 12살부터 30살 사이의 구조적 연결성 발달
노드의 크기는 구조적 연결성 정도에 비례하고 연결 두께는 상대적인 섬유 밀도에 비례한다. 파란색 점은 연령 관련 정도에 유의한 증감이 없는 노드를 나타낸다.



[그림 1-7] 기능적 연결성의 발달
내측 전전두 피질-mPFC내의 Seed 영역(검정색 점)에 대한 Voxelwise 휴지기 상태 기능적 연결 맵 mPFC에 대한 뒤 띠랑 및 가쪽 마루 영역(파란 원)과의 기능적 연결은 성인에게는 존재하지만 어린이에게는 존재하지 않는다.

The influence of puberty on subcortical brain development.

Goddings, A. L., Mills, K. L., Clasen, L. S., Giedd, J. N., Viner, R. M., & Blakemore, S. J.

Neuroimage. 2014.

연구대상자

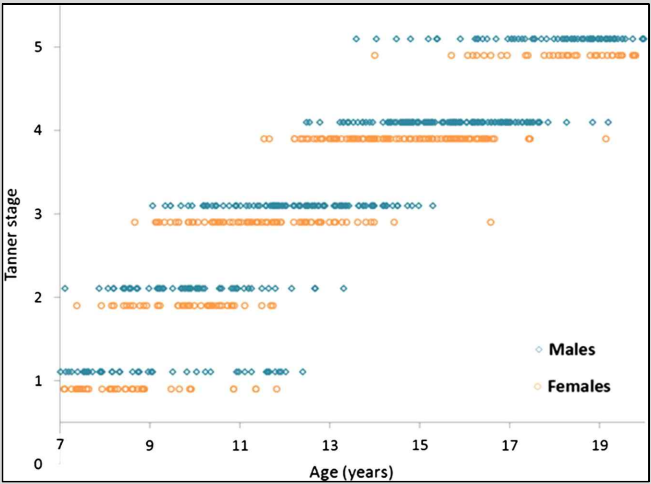
Females	Total	Tanner stage				
		1	2	3	4	5
N subjects/scans	117/296	36/41	37/42	57/72	79/105	30/36
Mean age	12.8	8.6	9.8	11.5	14.6	18.1

Males	Total	Tanner stage				
		1	2	3	4	5
N subjects/scans	158/415	41/45	51/56	82/104	110/136	59/74
Mean age	13.8	9.2	10.0	12.3	15.7	18.0

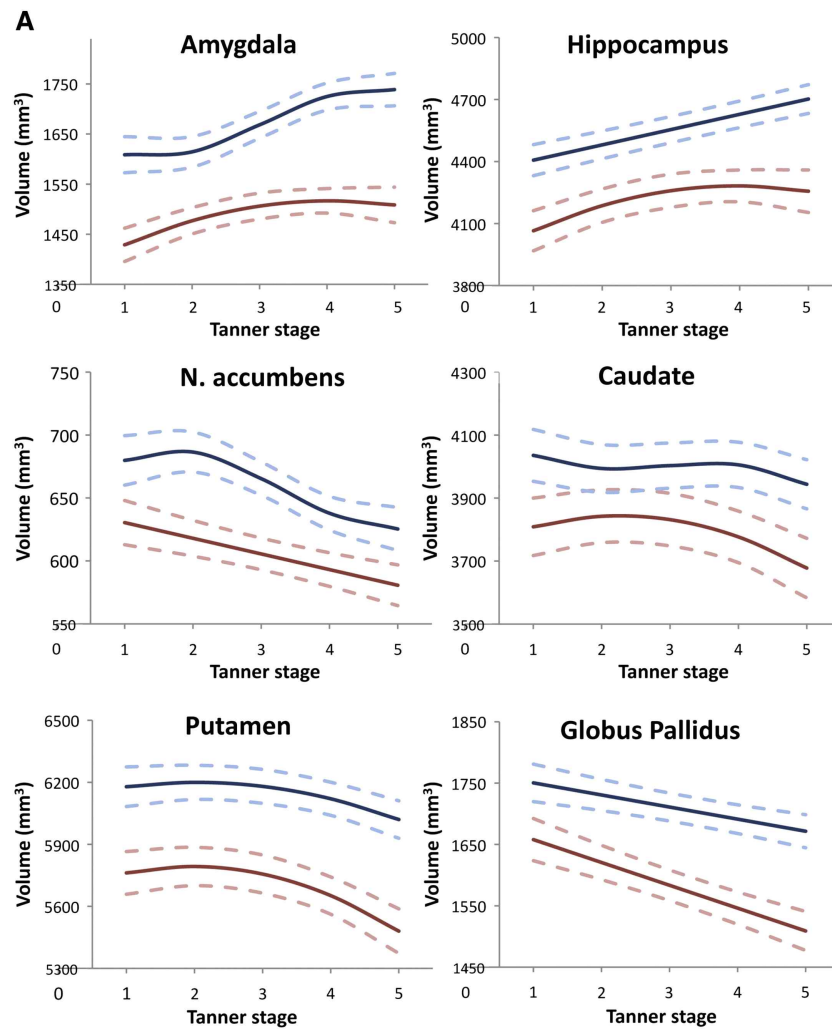
*참가자는 7~20살 사이에 두 번 이상 스캔, 두 번 이상의 스캔에서 같은 Tanner stage가 나올 수 있으므로 scan의 수가 피험자의 수보다 많을 수 있음

연구결과

연구의 각 시점에서 각 참가자의 Tanner stage(이차성징 성숙도)와 나이 사춘기에 관한 뇌 피질하영역(편도체, 해마, 측좌핵, 미상핵, 조가비핵, 창백핵)의 변화 관찰



[그림 1-8] 나이에 따른 이차성징 성숙도 변화

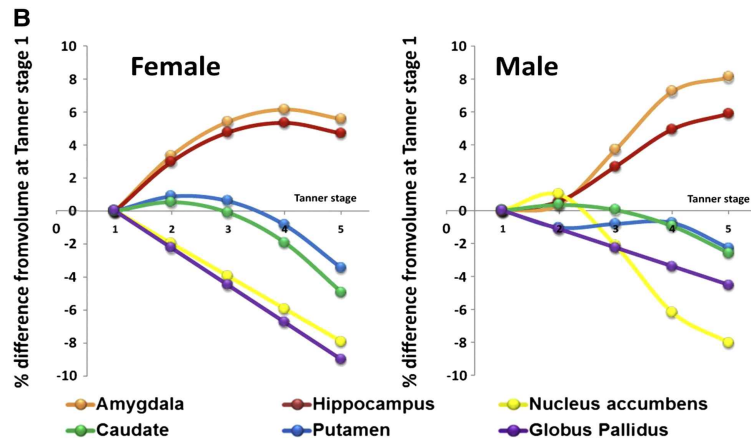


[그림 1-9] 소아청소년 피질하영역의 부피변화 궤적
여성(Pink line)과 남성(Blue line)에서 각 피질하영역의 성장 궤적.
굵은 선은 가장 적합한 모델을 나타내며, 점선은 95% 신뢰구간을 나타낸다.

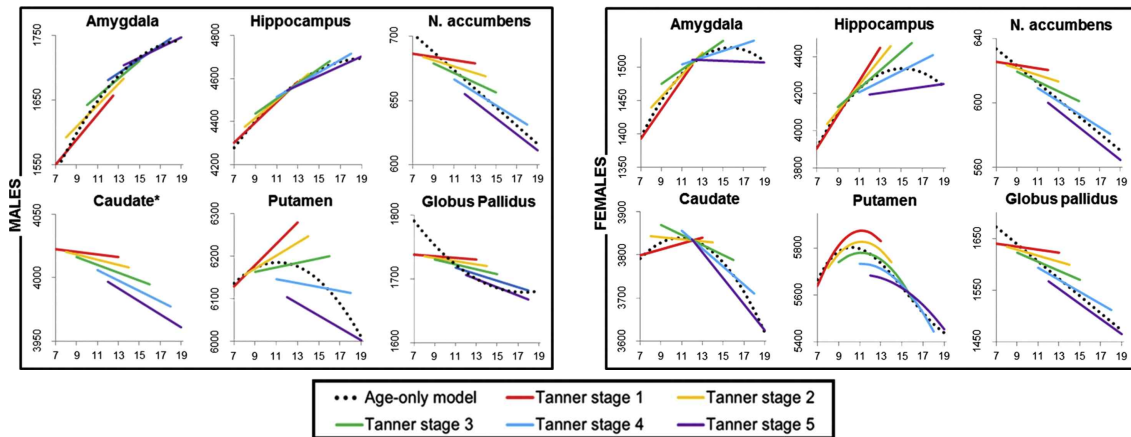
<표 1-2> 소아청소년 성장에 따른 피질하영역 부피 변화

	편도체	해마	측좌핵	미상핵	조각비핵	창백핵
증가/감소	증가	증가	감소	감소	감소	감소
남성	삼차	선형	삼차	삼차	이차	선형
여성	이차	이차	선형	이차	이차	선형

*증가/감소 여부는 두 성별에서 동일하다. 이차: Quadratic, 삼차: Qubic



[그림 1-10] 여성과 남성에서 피질하영역들의 성장 궤적
% 부피는 각 사춘기 단계에서 Tanner stage 1의 부피에 대한 비율로 계산되었다.



[그림 1-11] 나이와 Tanner stage에 따른 피질하영역의 부피
각 구조에 맞는 **결합 모델**(Tanner stage와 나이를 주 효과로 포함하고 나이 상호작용에 의한 Tanner stage를 포함하는 모델) 또는 **상호적모델**(나이 효과에 의한 Tanner stage 상호작용만을 이용하는 모델)을 이용한 피질하영역의 부피의, 나이와 Tanner stage에 따른 변화 x축: 나이, y축: 부피(mm³)

<표 1-3> 가장 적합한 Tanner-나이 모델

Best-fitting Tanner and age model	편도체	해마	측좌핵	미상핵	조가비핵	창백핵
여성	Combined	Combined	Interactive	Combined	Combined	Interactive
남성	Combined	Combined	Interactive	Interactive	Combined	Interactive

*두 성별 모두에서 측좌핵과 창백핵, 남성에서 미상핵은 Interaction only model이 유의하게 적합하지만 Tanner stage only model에 비하여 향상이 없다.

*남성에서 해마와 창백핵은 age-only model이 Tanner stage를 고려하는 것보다 유의하게 적합했다. 남성의 미상핵에서 통계적으로 유의한 age-only model은 없었다. 남성의 나머지 구조(편도체, 측좌핵, 조가비핵)와 여성의 6개 구조 모두에서 age-only model은 Tanner stage를 고려한 model에 비해 향상이 없었다.

Puberty and the human brain: Insights into adolescent development.

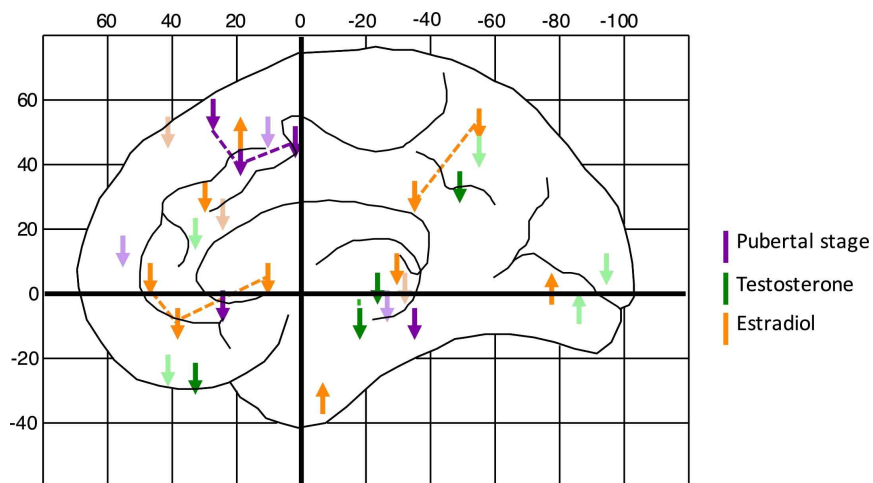
Vijayakumar, N., de Macks, Z. O., Shirtcliff, E. A., & Pfeifer, J. H.

Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2018

Without Age		With Age		Age	Sample size	positive
Female	Male	Female	Male			negative
						null
Pubertal stage						
Peper et al., 2009b				9	214	
Koolschijn et al., 2014				8-25	215	
Bramen et al., 2011				10-14	80	
Pfefferbaum et al., 2015				12-22	674	
Testosterone						
Peper et al., 2009c				10-15	78	
Koolschijn et al., 2014				8-25	215	
Bramen et al., 2011				10-14	80	
Paus et al., 2010				12-18	419	
Estradiol						
Peper et al., 2009c				10-15	78	
Koolschijn et al., 2014				8-25	215	

positive
negative
null

[그림 1-12] 전체적 피질 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)

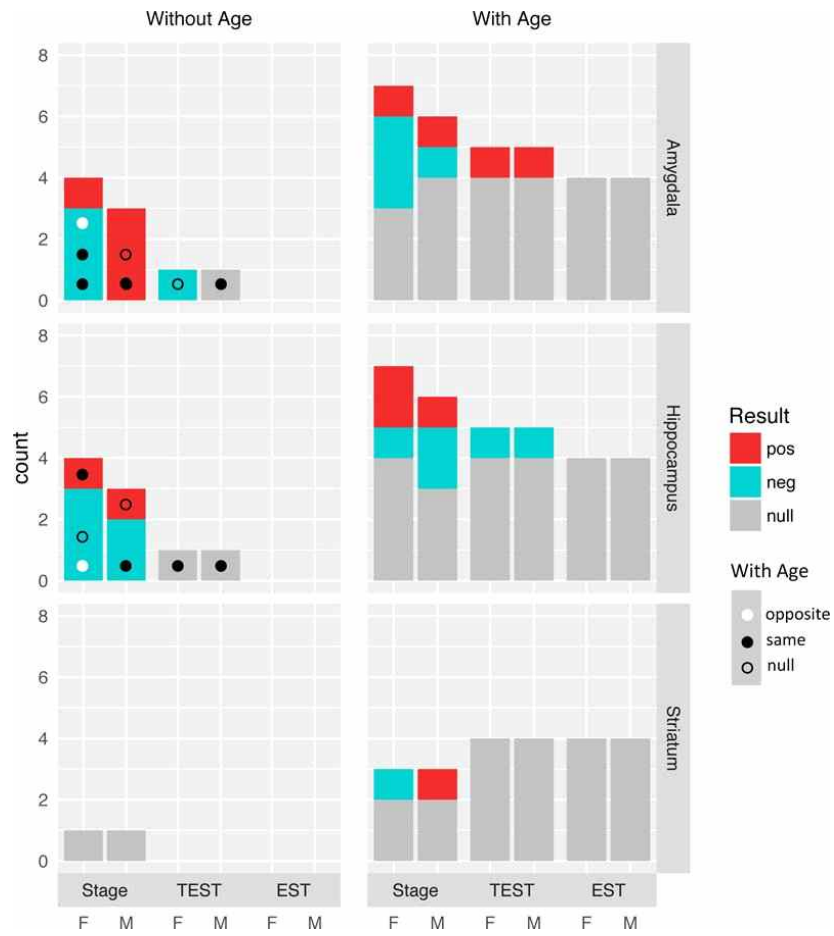


[그림 1-13] 영역별 피질 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)

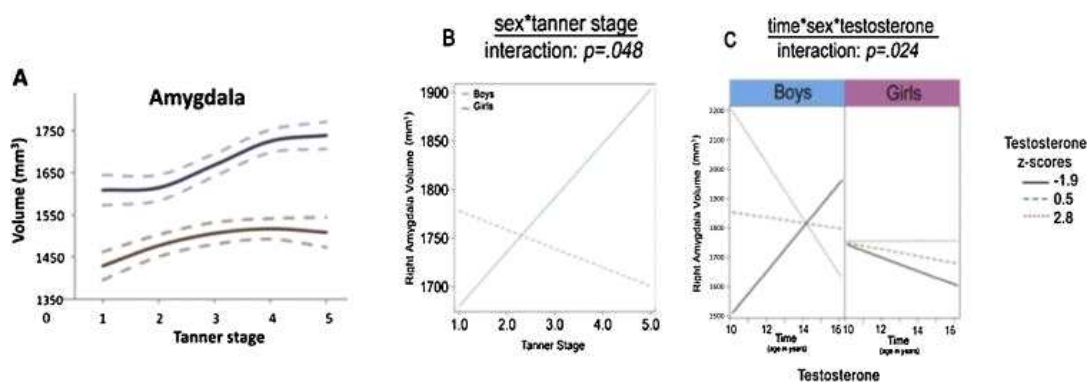
어두운 화살표는 가쪽의 연구 결과를 나타내며, 밝은 화살표는 안쪽의 연구 결과를 나타낸다.

점선은 같은 해부학적 세부분류에 포함되는 같은 연구를 연결한 것이다.

위쪽, 아래쪽 화살표는 각각 양의 상관관계, 음의 상관관계를 의미한다.



[그림 1-14] 피질하 회백질과 사춘기의 관계(단면 연구)



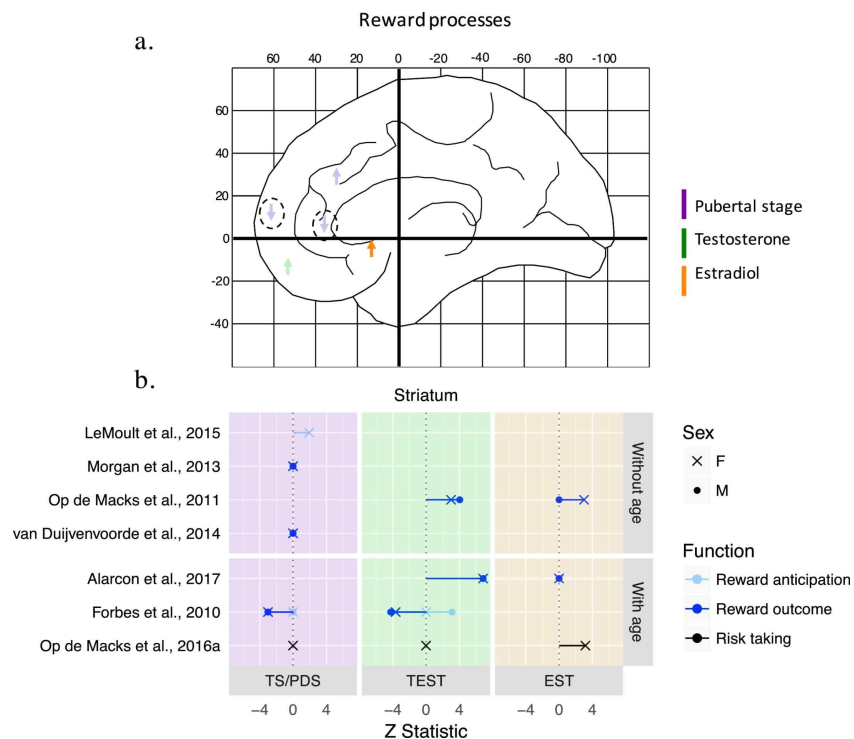
[그림 1-15] 편도체 발달과 사춘기의 관계(종단 연구)

A)	Volume/density	
	Without age	With age
Pubertal stage		
Chavarria et al., 2014	CC	
Pfefferbaum et al., 2015	global	
Perrin et al., 2009	all lobes	
Peper et al., 2009b		occipital
Pangelinan et al., 2016		CST
Testosterone		
Paus et al., 2010	global	
Herve et al., 2009	CST	CST
Perrin et al., 2008	global	
Peper et al., 2009c		global/regional
Pangelinan et al., 2016		CST
Estradiol		
Paus et al., 2010		global/regional

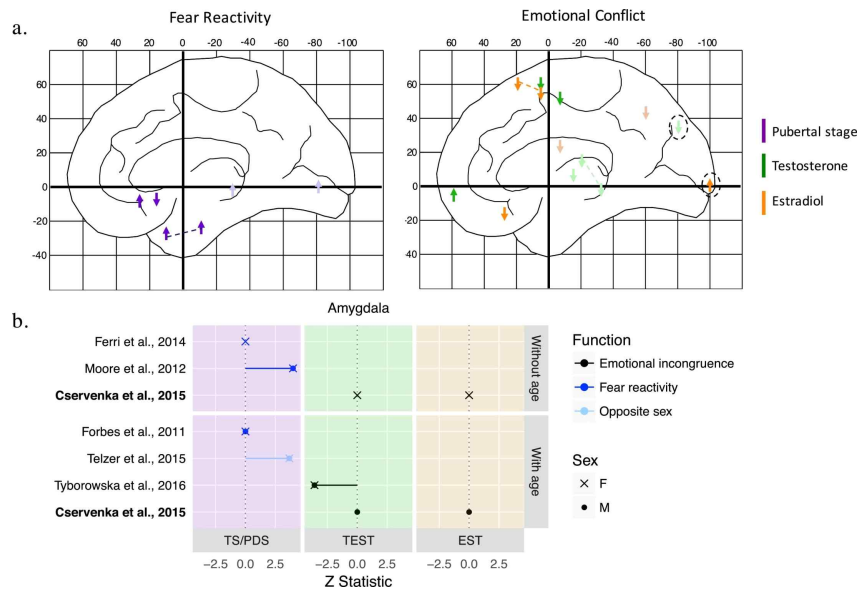
B)	FA		MD	
	Female	Male	Female	Male
Pubertal stage				
Bava et al., 2012		CST, SCR	ILF, forceps major	
Herting et al., 2012		insula		
	superior front	superior front		
Menzies et al., 2015		SLF, ILF, CLT, CST	SLF, ILF, CLT, CST	
Testosterone				
Barendse et al., 2018				
Herting et al., 2012	precentral	superior temp, front, angular gyrus, thalamus, CC, IC		superior front
Peper et al., 2015			subcortico-temp	
Menzies et al., 2015 *				SLF, ILF, CLT, CST
Estradiol				
Herting et al., 2012	angular gyrus, IC, SLF	Cingulum, superior front, precuneus, thalamus		
Peper et al., 2015				
Menzies et al., 2015 *				SLF, ILF, CLT, CST

[그림 1-16] 백색질 부피/밀도와 사춘기의 관계(a)와 FA(Fractional Anisotropy)와 MD(Mean Diffusivity)의 DTI 지표(b)(단면 연구)

*=모델에 나이를 포함하지 않은 분석, CC = corpus callosum, CLT = cortico-limbic tract, CST = cortico-spinal tract, front = frontal lobe, IC = internal capsule, ILF = inferior longitudinal fasciculus, SCR = Superior corona radiata, SLF = superior longitudinal fasciculus, temp = temporal lobe.



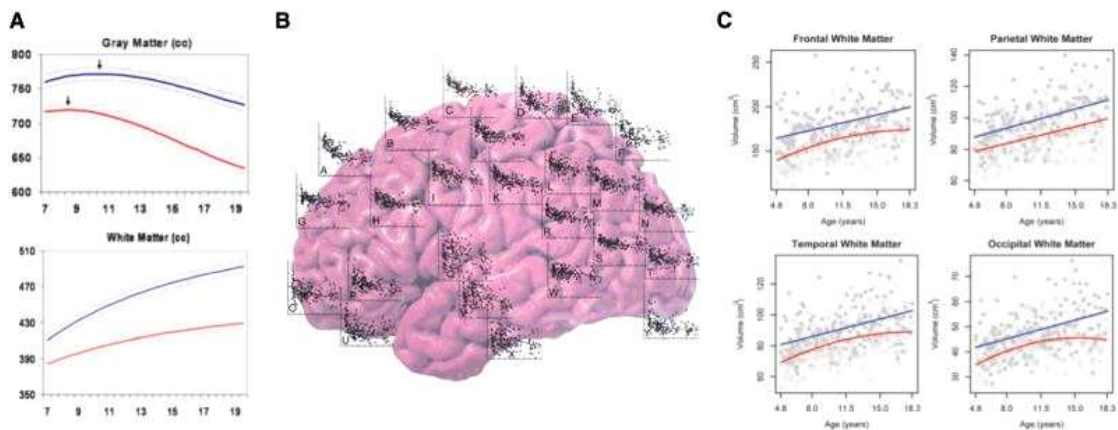
[그림 1-17] 보상 관련 뇌 기능과 사춘기의 관계(a)와 보상 관련 선조체와 사춘기의 관계(b) 어두운 화살표는 가쪽의 연구 결과를 나타내며 밝은 화살표는 안쪽의 연구 결과를 나타낸다. 점선의 원은 나이 변수를 고려하지 않은 연구 결과를 나타낸다.



[그림 1-18] 정서 관련 뇌 기능과 사춘기의 관계(a)와 정서 관련 편도체와 사춘기의 관계(b) 어두운 화살표는 가쪽의 연구 결과를 나타내며 밝은 화살표는 안쪽의 연구 결과를 나타낸다. 점선은 같은 해부학적 세부분류에 포함되는 같은 연구를 연결한 것이다.

Brain connectivity in normally developing children and adolescents.

Khundrakpam, B. S., Lewis, J. D., Zhao, L., Chouinard-Decorte, F., & Evans, A. C. Neuroimage. 2016.



[그림 1-19] 뇌 발달의 해부학적 MRI 연구

A: 회백질과 백색질 부피의 나이에 따른 변화(blue: males, red: females)

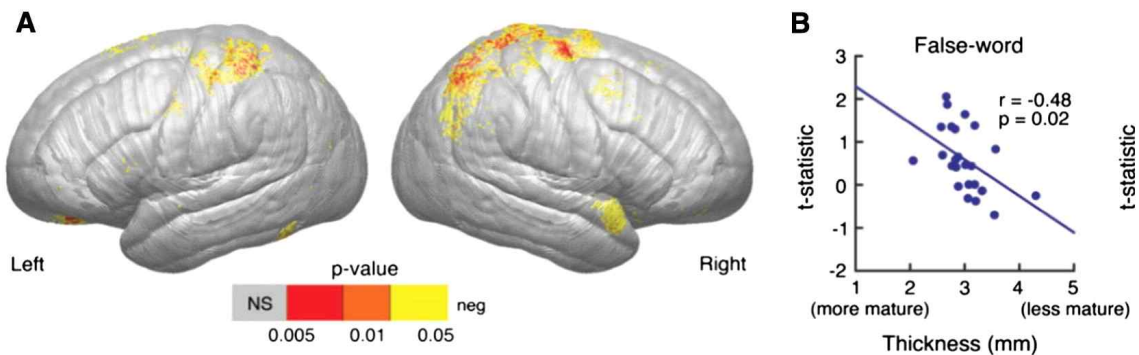
B: 영역별 회백질 밀도와 나이의 관계

C: 영역별 백색질 부피와 나이의 관계(blue: males, red: females)

<표 1-4> 뇌 발달의 기능성 MRI 연구: 인지발달적 측면

*출글의 본문 내용을 정리하기 위해 논문이 중복되어 등장함. 논문이 중복되어 나오는 경우 Journal(IF) 칸은 공란임

Paper	Journal (IF)	findings
Lu et al. 2009	Cereb Cortex (4.861)	Orthographic process 중에 인지적 수행이 발전한 아이들은 높은 기능적 활성을 보였고 오른쪽 전두엽-두정엽 주의 네트워크가 더 성숙했음
Szaflarski et al. 2006	Hum Brain Mapp (5.399)	언어 발달에 관한 연구에서 전전두엽과 두정엽의 관련 영역에서 나이에 따라 증가된 기능적 활성을 보임
Vannest et al. 2009	AJR Am J Roentgenol (6.582)	
Price. 2012	NeuroImage (7.400)	
Casey et al. 1995	NeuroImage (7.400)	복잡한 작업 기억 수행에서 대뇌섬과 미상핵을 포함한 복내측의 영역에 기능적 활성이 관찰
Durstun et al. 2006	Dev Sci (4.939)	
Konrad et al. 2005	NeuroImage (7.400)	
Scherf et al. 2007	Dev Sci (4.939)	
Durstun et al. 2006		청소년기를 지나며 기능적 활성은 전두엽과 두정엽 영역에 퍼져있다가 어른이 되면 전두엽-두정엽 네트워크내에 국소적이고 미세하게 조정됨
Konrad et al. 2005		
Scherf et al. 2007		
Casey et al. 1997	J Cogn Neurosci (3.420)	발달 중에 인지 조절이 발전한 전두엽-선조체 영역에서 더욱 국소화 되는 기능적 활성이 관찰
Luna et al. 2001	NeuroImage (7.400)	
Bunge et al. 2002	Neuron (18.688)	
Marsh et al. 2006	Hum Brain Mapp (5.399)	



[그림 1-20] 구조적, 기능성 MRI 변화와 인지 발달의 일치

A: 피질 두께와 기능적 연결의 관계성, 피질이 얇아수록 전두엽-두정엽 네트워크에 높은 기능적 활동을 보임 B: 오른쪽 위 두정엽 영역의 두께와 기능적 활동의 산점도

Anatomical Brain Magnetic Resonance Imaging of Typically Developing Children and Adolescents.

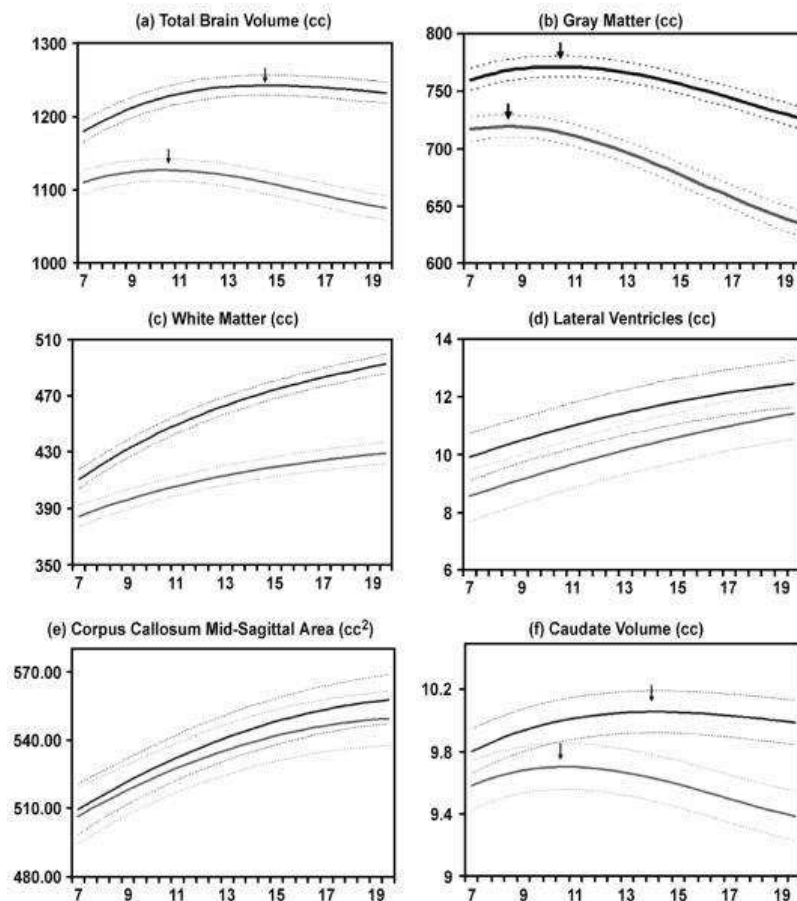
Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., Wallace, G. L., Lee, N. R., & Lenroot, R. K

Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. 2009.

<표 1-5> 뇌 발달에 따른 전체 대뇌, 소뇌, 뇌실 부피 변화 연구 결과

*출글의 본문 내용을 정리하기 위해 논문이 중복되어 등장함. 논문이 중복되어 나오는 경우 Journal(IF) 칸은 공란임

Paper	Journal (IF)	findings
Lenroot et al. 2007	Neuroimage (7.400)	전체 대뇌 부피는 평균적으로 여성에서 10.5세 남성에서 14.5세에 최고점을 보임. 6살을 지나며 뇌는 최고 부피의 대략 95%가 됨
Mackie et al. 2007	Am J Psychiatry (19.248)	소뇌 부피는 대뇌보다 약 2년 후에 최고점을 보임
Lange et al. 1997	Psychiatry Res (11.225)	가쪽 뇌실 부피는 개인별로 가장 차이가 큼
Caviness et al. 1996	Cereb Cortex (4.681)	7살부터 11살 사이에 소뇌는 여성에서는 성인 부피이지만 남성에서는 아님



[그림 1-21] 남성 피험자(475 scans)와 여성 피험자(354 scans)의 나이에 따른 평균 뇌 부피

<표 1-6> 뇌 발달에 따른 백색질의 부피 변화

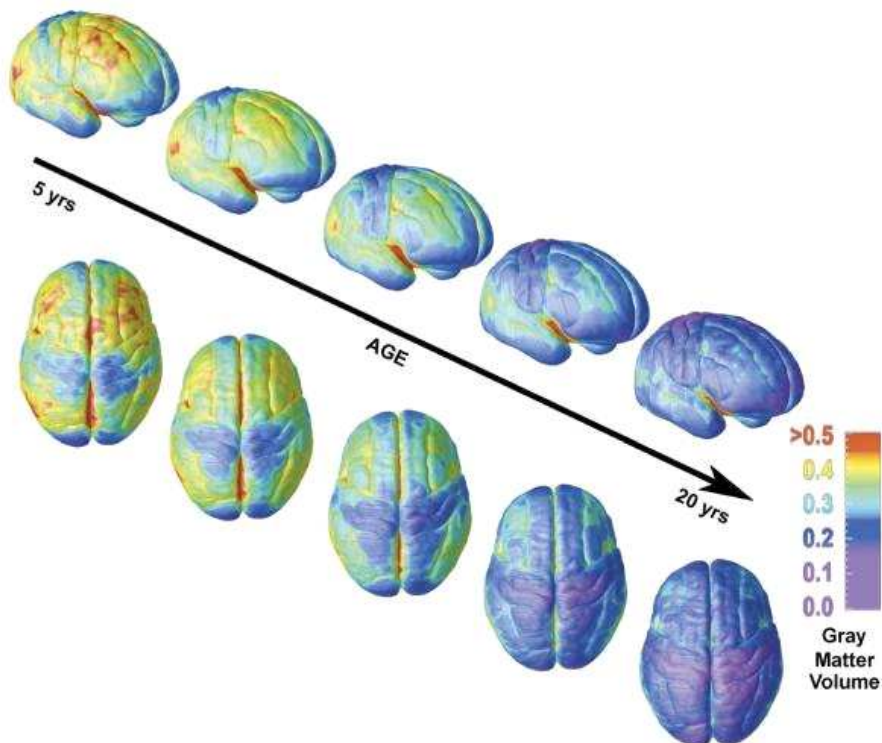
*줄글의 본문 내용을 정리하기 위해 논문이 중복되어 등장함. 논문이 중복되어 나오는 경우 Journal(IF) 칸은 공란임

Paper	Journal (IF)	findings
Lenroot et al. 2007		백색질의 부피는 일반적으로 아동기와 청소년기에 증가
Paus et al. 1999	Science (47.728)	아동기와 청소년기 사이에 급속한 국지적 백색질 밀도 증가를 발견. 피질척수로는 양쪽에서 비슷한 크기의 증가를 보인 반면, 전두엽과 측두 영역을 연결하는 경로는 왼쪽 언어 관련 영역에서 더 많은 증가를 보임

<표 1-7> 뇌 발달에 따른 회백질의 부피 변화

*줄글의 본문 내용을 정리하기 위해 논문이 중복되어 등장함. 논문이 중복되어 나오는 경우 Journal(IF) 칸은 공란임

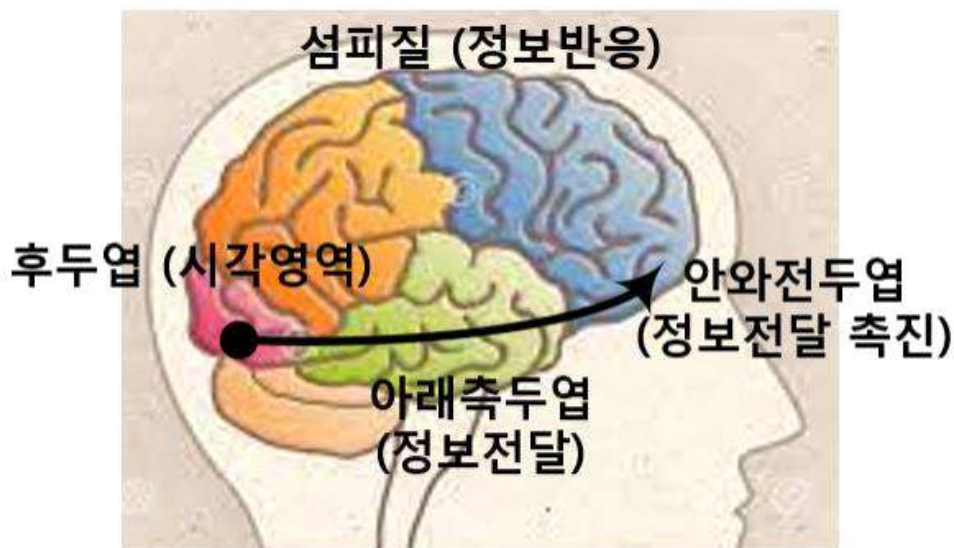
Paper	Journal (IF)	findings
Gogtay et al. 2004	PNAS (12.779)	회백질 밀도가 최대인 연령은 일차 감각운동 영역에서 가장 빠르고 DLPFC, 아래 두정엽, 위관자이랑같이 고등 기능 관련 영역에서 가장 늦음
Lenroot et al. 2007		미상핵의 부피는 대규모의 연결을 공유하는 전두엽과 비슷한 최고점을 가지고 뒤집힌 U 모양의 발달 궤적을 따름



[그림 1-22] 회백질 성숙 시퀀스의 우측 측면 view와 탑(top) view

[그림 1-22]에서 보듯, 인간 뇌 발달(특히 뇌 기능을 담당하는 회백질)의 순서를 보면 시각영역을 담당하는 후두엽부터 시작하여 데이터 저장과 시-공간 지각 능력 및 집중력을 담당하는 두정엽을 거쳐 감정과 집중력을 담당하는 측두엽, 변연계(Limbic System)의 반응에 대처를 보이는 안와전두엽 (Orbitofrontal Cortex), 그리고 안와전두엽을 조절하여 인간의 충동성 및 수행 작동 능력을 담당하는 배측 전두엽(Dorsolateral Prefrontal Cortex)의 발달을 마지막으로 20대에 인간 뇌 발달의 성장을 완성 하게 된다.

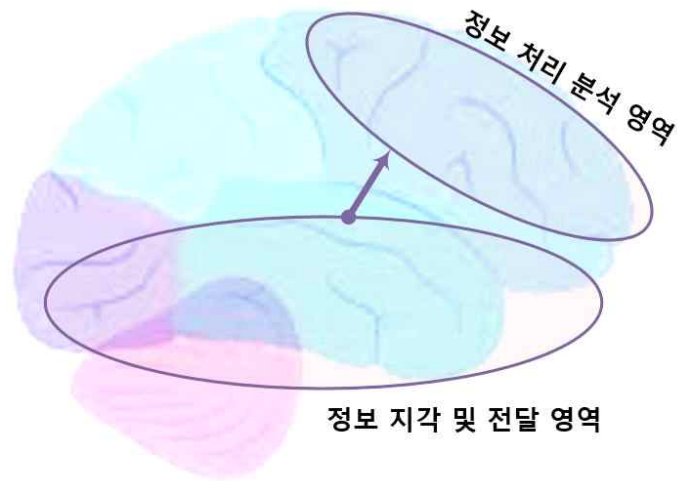
재미있는 것은, 측두엽의 발달 또한 측두엽 끝(Temporal Pole)을 시작으로 하여 아래 측두엽 (Inferior Temporal Lobe)을 거쳐 섬피질, 안와전두엽까지의 뇌 발달 순서를 갖는다는 것이다. 이는 인간이 외부의 시각적 자극을 받으면, 이 외부 자극의 데이터를 처리하기 위한 통로를 후두엽-아래 측두엽-안와전두엽을 거치는 뇌의 하부 데이터 이동 및 처리 경로를 우선순위로 발전시킨다는 것을 알 수 있다. [그림 1-23]



[그림 1-23] 인간 뇌 발달의 순서(데이터 이동 및 처리 경로)

데이터의 이동 통로를 먼저 확보한 후, 이것을 처리하고, 반응하며, 생각하는 상위 개념의 처리를 담당하는 두정엽의 상위 부위(Superior Parietal lobe)와 전두엽의 상위 부위(Dorsolateral Prefrontal Cortex)가 발달되는 것으로 생각된다. [그림 1-24]

따라서, 인간 뇌 연구에서 나이 및 발달 과정(Stage)에 따른 뇌 활성화의 변화는 생활 나이 (Chronologic Age)의 변이가 상당히 크게 작용하고 영향을 많이 끼치기 때문에 이에 대한 고려가 반드시 필요하다고 할 수 있다.



[그림 1-24] 인간 뇌 발달의 순서(정보 처리 분석 영역)

위와 같은 뇌의 발달에 따라서, 어린아이의 인지 기능의 발달 또한 단계적 발달을 보인다.[그림 1-25]



The Hierarchy of Neurocognitive Functioning © - created by Peter Thompson, Ph.D. 2013, adapted from the works of Miller 2007; Reitan and Wolfson 2004; Hale and Fierello 2004.
The Building Blocks of Brain Development © - further adapted by the CO Brain Injury Steering Committee, 2016.

*출처: <https://cokidswithbraininjury.com/educators-and-professionals/brain-injury-matrix-guide/>

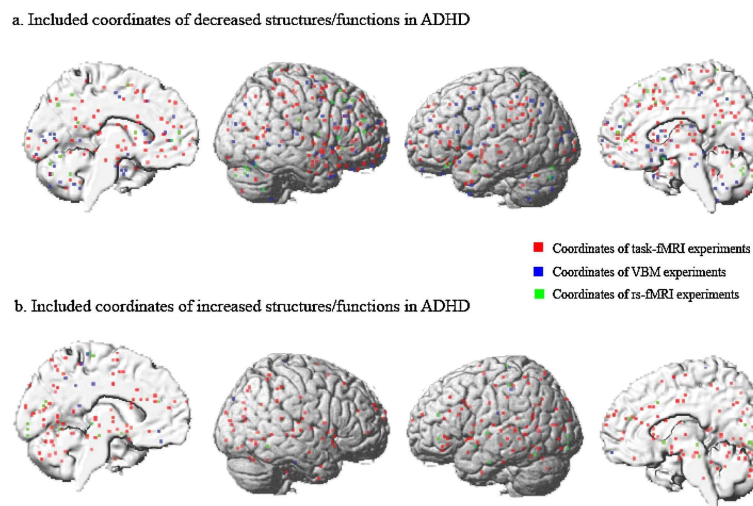
[그림 1-25] 어린아이 인지 기능의 단계적 발달

즉, 기억, 인지과정 속도, 집중력, 억제 능력, 지각-운동 능력 등의 기본적인 인지기능이 언어 능력, 학습능력, 시-공간 지각 능력 등을 결정하며, 이런 기본적인 능력이 수행능력 및 사회적 능력과 같은 고위 기능의 기본이 되어 결국 이런 기능들이 모여 한 인간의 인지 능력의 전반을 이룬다고 알려져 있다.

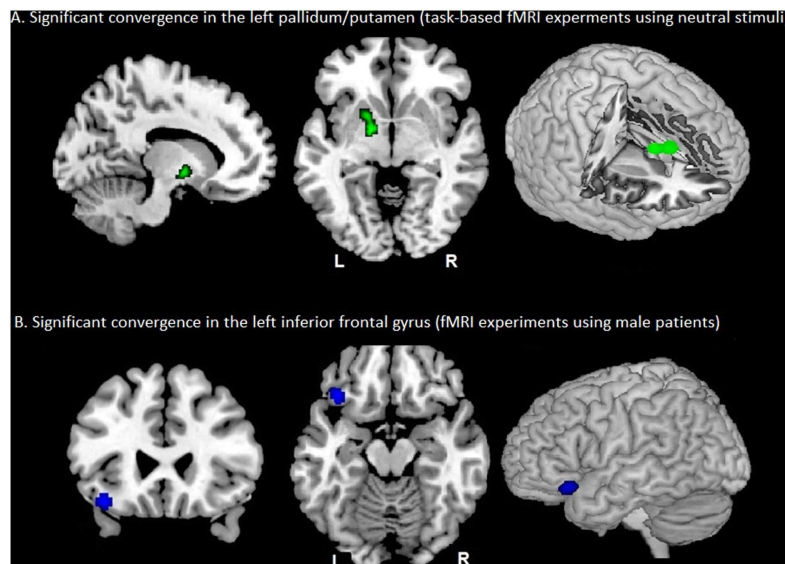
2. 소아청소년 ADHD 뇌 연구

Brain alterations in children/adolescents with ADHD revisited: A neuroimaging meta-analysis of 96 structural and functional studies

Samea F, Soluki S, Nejati V, Zarei M, Cortese S, Eickhoff SB, Tahmasian M, Eickhoff CR
Neurosci Biobehav Rev. 2019.



[그림 1-26] ADHD에서 증가(b)와 감소(a)의 좌표 분포 및 영상에 따른 분류



[그림 1-27] 좌측 창백핵/조가비핵과 좌측 아랫이마이랑의 이상 활동성

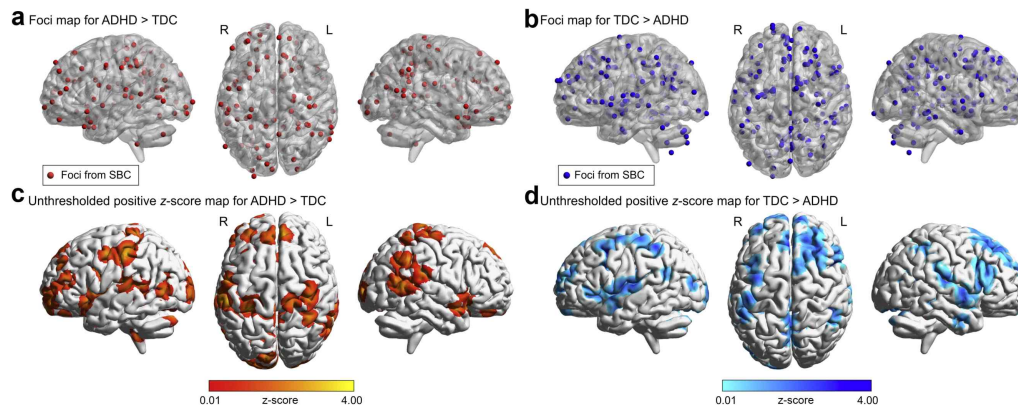
A: 중립 자극을 이용한 task-based fMRI에서 좌측 창백핵/조가비핵의 이상(증가 혹은 감소 중 하나에선 유의하지 않음) 활동성(green) ($p=0.036$)

B: 남성, fMRI에서 좌측 아랫이마이랑의 감소한 활동성(blue) ($p=0.049$)

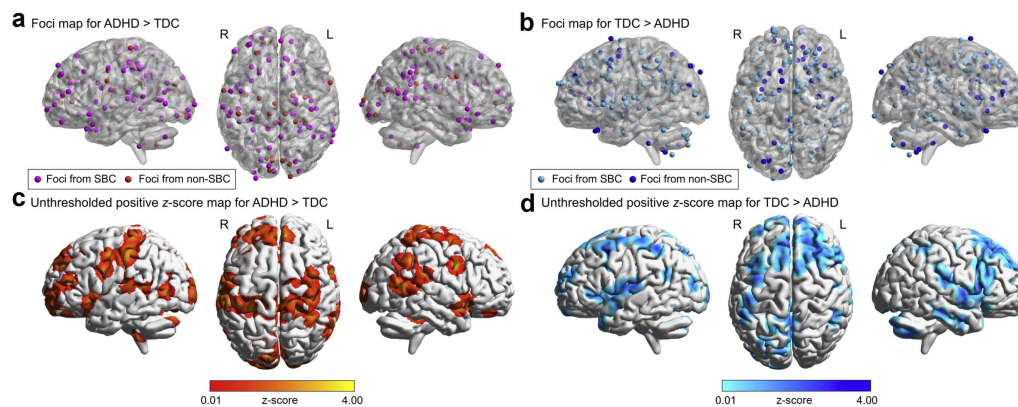
Systemic Review and Meta-analysis: Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging Studies of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

Cortese S, Aoki YY, Itahashi T, Castellanos FX, Eickhoff SB

J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2021.



[그림 1-28] ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity 1
Seed-Based Connectivity(SBC) 연구에서 보고된 Foci의 해부학적 위치와 Unthresholded positive z-score map을 통한 ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity

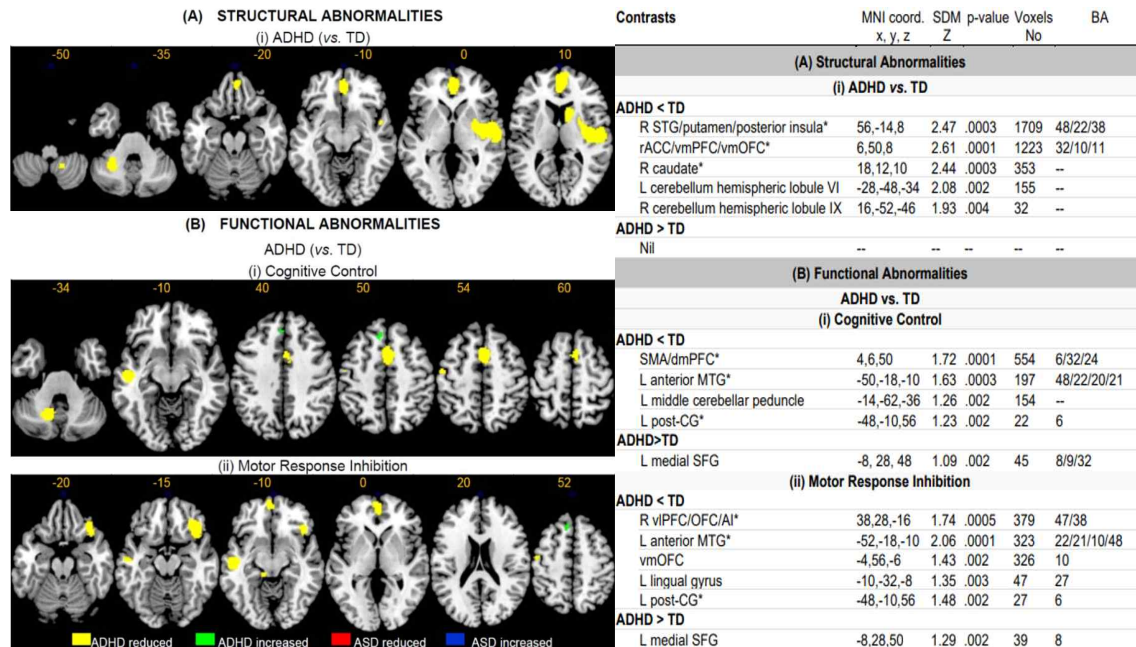


[그림 1-29] ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity 2
SBC와 non-SBC 각각에서 보고된 Foci의 해부학적 위치와 Unthresholded positive z-score map을 통한 ADHD에서의 Hyperconnectivity와 Hypoconnectivity

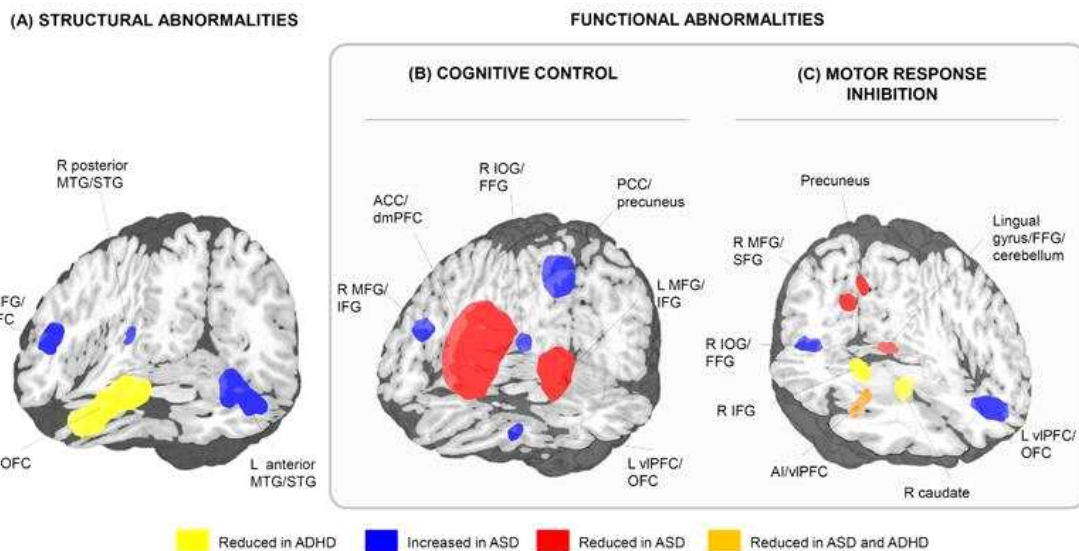
Comparative meta-analyses of brain structural and functional abnormalities during cognitive control in attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder

Lukito S, Norman L, Carlisi C, Radua J, Hart H, Simonoff E, Rubia K

Psychol Med. 2020.



[그림 1-30] ADHD 소아 뇌 구조적 이상(A)과 인지조절 및 운동반응억제 시 뇌 활동 이상(B)



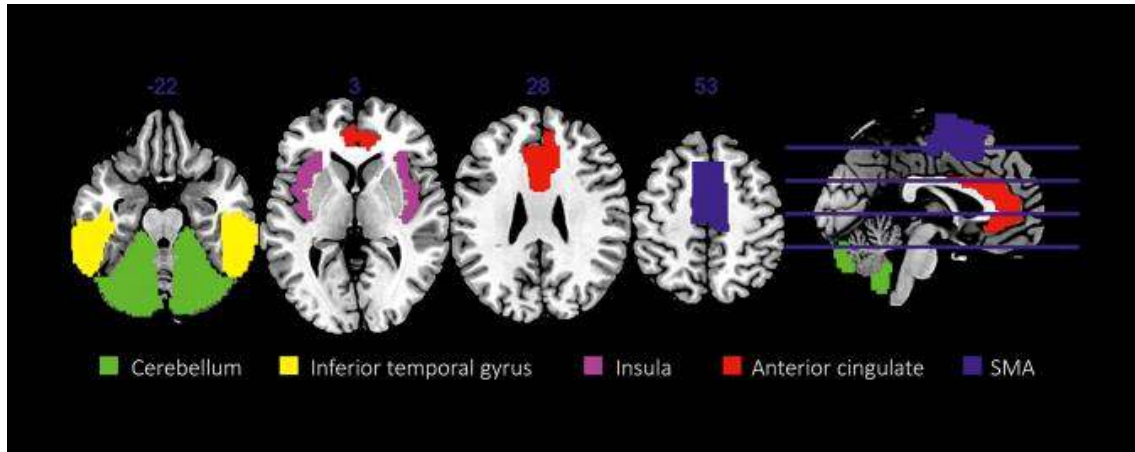
[그림 1-31] ADHD, ASD에서 GMV 이상(A), 인지조절 뇌 활동 이상(B), 운동반응억제 뇌 활동 이상(C)

3. 소아청소년 중독 질환 뇌 연구

Neurobiological mechanisms underlying internet gaming disorder.

Weinstein, A., Lejoyeux, M.

Dialogues in Clinical Neuroscience. 2020



[그림 1-32] 두 개의 연구 이상에서 IGD(Internet Gaming Disorder)에서 회백질 부피가 감소된 영역

Comparison of frontostriatal circuits in adolescent nicotine addiction and internet gaming disorder.

von Deneen, K. M., Hussain, H., Waheed, J., Xinwen, W., Yu, D., & Yuan, K.

Journal of Behavioral Addictions. 2022.

<표 1-8> 니코틴 중독 및 IGD에서의 도파민 시스템 기능이상

Paper	Journal (IF)	findings
Salokangas et al. 2000	Am J Psychiat (19.255)	니코틴 중독에서 조가비핵과 미상핵의 높은 dihydroxyphenylalanine(DOPA)의 흡수 니코틴 중독은 기저핵의 도파민 활성화와 관련이 있음을 시사
Brody et al. 2004	Am J Psychiat (19.255)	양전자 단층 촬영(PET) 중에 담배를 한 개비 피운 니코틴 중독자는 어떤 담배도 피우지 않은 사람보다 왼쪽 복측 미상핵/측좌핵(NAc)와 왼쪽 복측 조가비핵에 radiopride binding potential 감소
Brody et al. 2006	Arch Gen Psychiatry (14.480)	도파민 시스템 유전자형 변이성(variability)은 흡연으로 인한 도파민 방출의 개인 간 변이성의 상당 부분을 설명하고 이 방출이 유전적 소인을 가지고 있음을 나타냄
Koepp et al. 1998	Nature (69.504)	인터넷 게임은 행동 수행에 의해 유도되는 복측 선조체의 세포 외 도파민 수준을 증가시킬 수 있음
Leroy et al.	Addict Biol (4.093)	니코틴 중독에서 선조체, 왼쪽 뒤 조가비핵, 오른쪽 앞 조가비핵 도파민

2012		수용체가 적음
Hou et al. 2012	Biomed Res Int(3.246)	IGD가 있는 개인에서 선조체에서 도파민 수용체 발현이 감소
Fehr et al. 2008	Am J Psychiatr(19.255)	낮은 배측 선조체 D2 수용체 가동률은 알코올, 헤로인, 코카인, 암페타민 의존 환자에서 사용 중이거나 초기 금욕 중에 관찰됨 양측 조가비핵 내 수용체의 D2/D3 가동률은 니코틴 중독 환자에서 감소
Kim et al. 2011	Neuroreport(1.703)	IGD 환자는 선조체, 오른쪽 조가비핵, 양측 배측 미상핵에서 D2 수용체 접근 수준이 감소

<표 1-9> 니코틴 중독 및 IGD에서의 전두-선조체 회로 내 구조적 이상

Paper	Journal (IF)	findings
Almeida et al. 2008	Am J Geriatr Psychiatr (7.996)	흡연자는 뒤 띠이랑, 양측 뺨기앞소엽, 오른쪽 시상, 양측 전두 피질의 회백질 밀도가 감소
X. Zhang et al. 2011	Neuroimage (7.400)	Pack-Year가 높은 흡연자에서 왼쪽 전전두엽의 회백질 밀도가 감소
Zhou et al. 2011	Eur J Radiol (4.531)	IGD 십대에서 왼쪽 대뇌섬, 왼쪽 ACC, 왼쪽 허이랑, 왼쪽 뒤 띠이랑 피질의 회백질 밀도 감소
Yuan et al. 2011	PLoS One (3.752)	IGD는 소뇌, 양측 DLPFC, OFC, 보조 운동 영역, 왼쪽 rostral ACC의 회백질 부피 감소
Kühn et al. 2011	Transl Psychiatr (7.989)	비디오 게임을 자주 하는 사람에서 왼쪽 선조체 회백질 부피 증가
Wang et al. 2018	Front Psychiatry (5.435)	IGD 청년에서 대뇌섬, 오른쪽 아래 관자 이랑의 피질 두께가 증가하고 위 관자 고랑, 오른쪽 아래 마루 피질, 오른쪽 뺨기앞소엽, 오른쪽 뒤 띠이랑, 왼쪽 중간 관자 이랑의 피질 두께가 감소 왼쪽 대뇌섬의 피질 두께와 증상 심각도의 양의 상관관계
Li et al. 2015	Drug Alcohol Depend (4.852)	니코틴 중독자 성인은 왼쪽 ACC와 오른쪽 가쪽 OFC를 포함한 피질의 눈에 띄는 두께 감소를 보임
Das et al. 2012	Addict Biol (4.093)	Pack-Year가 높을수록 왼쪽 측좌핵의 부피가 작아지고 왼쪽 조가비핵의 부피가 커짐
Janes et al. 2015	Neuropsychopharmacology (8.308)	왼쪽 선조체 부피 및 표면적과 갈망의 양의 상관관계
Kühn et al. 2010	Biol Psychiatr (12.810)	흡연자는 왼쪽 내측 OFC 피질이 더 얇음
Yuan et al. 2013	PLoS One (3.752)	IGD에서 뺨기앞소엽, 왼쪽 PCC, 중간 전두 피질, 중간 관자 피질, 아래 관자 피질의 두께가 증가하고 대뇌섬, 왼쪽 가쪽 OFC, 허이랑, 내후각피질, 아래 마루 피질, 오른쪽 중심뒤이랑의 피질 두께가 감소
Yuan et al. 2017	Addict Biol (4.093)	IGD에서 측좌핵과 오른쪽 미상핵의 부피가 증가 측좌핵의 부피와 인터넷 중독 점수의 양의 상관관계 IGD에서 측좌핵과 오른쪽 미상핵의 부피 증가는 OFC-측좌핵, DLPFC-미상핵의 휴지기 상태 기능적 연결성 감소를 포함
Yuan, Yu et al. 2018	Neuroimage (7.400)	니코틴 중독자에서 왼쪽 안쪽 OFC-측좌핵 경로에서 낮은 FA와 높은 방사 확산성, 오른쪽 DLPFC-미상핵 경로에서 낮은 FA

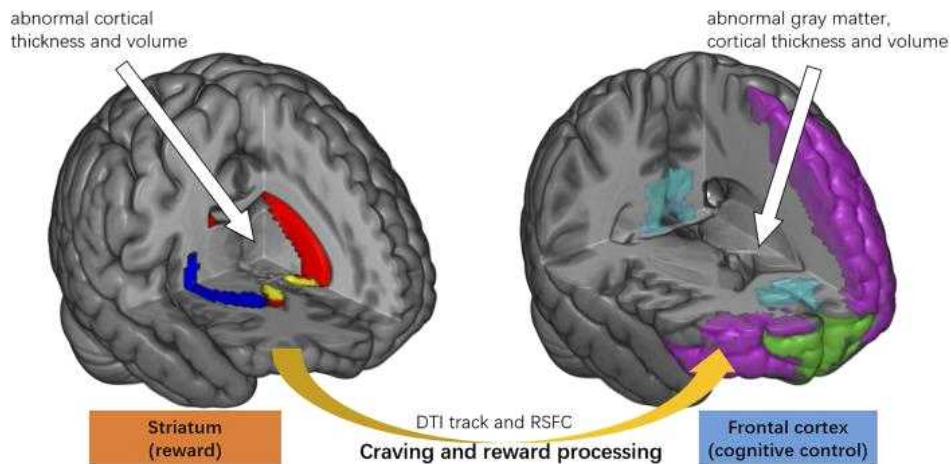
Yuan, Zhao et al. 2018	Neuropsychopharmacology (8.308)	니코틴 중독자에서 왼쪽 선조체-안쪽 OFC, 선조체-복측 가쪽 전전두엽 피질, PCC, 선조체-아래 이마 이랑의 약한 tract strength 절제 중인 니코틴 중독자에서 왼쪽 선조체-안쪽 OFC, 선조체-복측 가쪽 전전두엽 tract strength와 관련된 갈망이 증가 즉 니코틴 중독자 남성에서 감소한 전두-선조체 tract strength는 갈망과 재흡연의 potential marker 역할을 함
Dong et al. 2012	J Psychiatr Res (5.250)	IGD에서 왼쪽 PCC와 시상의 FA가 증가
Fuchun Lin et al. 2012	PloS One (3.752)	IGD에서 뇌돌보, 안와-전두 백색질, 띠다발, 대뇌 부챗살, 속/바깥 섬유막, 아래 이마-뒤통수 다발과 같은 영역의 FA 감소
Xing et al. 2014	Brain Res (3.610)	IGD 청소년에서 오른쪽 현저성 네트워크 경로의 FA 감소
Zhai et al. 2016	Brain Imaging Behav (3.224)	IGD 피험자는 local efficiency, global efficiency가 감소하고 최단 경로 길이가 늘어남 창백핵, 전두엽 피질, ACC의 nodal efficiency가 감소 백색질 네트워크 global efficiency는 IAT 점수와 상관관계가 있음

<표 1-10> 니코틴 중독 및 IGD에서의 전두-선조체 회로 내 휴지기 기능이상

Paper	Journal (IF)	findings
Park et al. 2010	CNS Spectr (4.604)	IGD가 있는 개인은 평범한 이용자에 비해 높은 충동성을 보임 이들은 왼쪽 미상핵, 오른쪽 안쪽 OFC, 오른쪽 대뇌섬에서 높은 글루코스 대사를 보임
Ge et al. 2017	BMC Neurosci (3.264)	IGD와 니코틴 중독에서 오른쪽 대뇌섬, 왼쪽 아래 이마 이랑의 DLPFC와의 RSFC가 감소 IGD에서 왼쪽 아래 관자 이랑과 오른쪽 아래 안와 전두 이랑의 RSFC 증가, 오른쪽 중간 뒤통수 이랑, 모서리위 이랑, 뺨기소엽과 DLPFC와의 RSFC 감소
Tang et al. 2012	Behav Brain Funct (3.950)	니코틴 중독자는 오른쪽 안쪽 전두 피질, 오른쪽 아래 전두 피질에서 ReHo 감소
Wu et al. 2015	Psychopharmacology (4.415)	니코틴 중독자는 양쪽 위 이마 이랑, 오른쪽 아래 이마 이랑에서 ReHo 감소
Liu et al. 2010	Chin Med J (6.151)	IAD에서 소뇌, 뇌줄기, 오른쪽 띠이랑, 양쪽 해마옆이랑, 오른쪽 전두엽(곧은 이랑, 아래 전두 이랑, 중간 전두 이랑), 왼쪽 위 전두 이랑, 왼쪽 뺨기앞소엽, 오른쪽 중심뒤이랑, 오른쪽 중간 뒤통수 이랑, 오른쪽 아래 관자 이랑, 왼쪽 위 관자 이랑, 중관 관자 이랑의 ReHo가 증가
Dong et al. 2012	Behav Brain Funct (3.950)	IGD에서 아래 두정엽, 뇌줄기, 왼쪽 중간 전두 이랑, 왼쪽 뒤 소뇌의 ReHo 증가. 뇌의 측두, 후두, 두정 영역에서 ReHo 감소 이는 만성적인 온라인 게임이 감각 운동 뇌 영역의 신경 동질성은 높이고 사청각 관련 뇌 영역의 흥분성은 낮춘다는 것을 의미함
Feng et al. 2015	Brain Imaging Behav (3.224)	성인 니코틴 중독자는 오른쪽 미상핵 영역에서 높은 fractional ALFF 값을 가짐 젊은 성인 니코틴 중독자에서 오른쪽 미상핵 영역의 fractional ALFF과 갈망 점수는 양의 상관관계를 가짐
Yuan et al. 2013	PloS One (3.752)	IGD 십대에서 왼쪽 뺨기앞소엽, 왼쪽 중간 안와전두피질, 오른쪽 해마옆이랑, 양쪽 중심부대상피질, 왼쪽 보조 운동 영역의 ALFF 증가
Yuan et al.	Hum Brain Mapp	젊은 니코틴 중독자에서 오른쪽 미상핵과 여러 영역(i.e. 양쪽 OFC, 오른쪽

2016	(5.399)	DLPFC, ACC) 간의 rsFC 감소 젊은 니코틴 중독자의 선조체와 PFC 사이의 정보 소통이 대조군과 다름
Bu et al. 2016	Front Hum Neurosci (3.473)	니코틴 중독자는 왼쪽 조가비핵의 회백질 부피가 증가, 왼쪽 ACC의 회백질 부피가 감소. 니코틴 중독자는 오른쪽 편도체와 왼쪽 ACC 사이, 왼쪽 조가비핵과 오른쪽 앞대뇌섬 사이의 rsFC가 증가
Ding et al. 2013	PloS One (3.752)	IGD에서 중간 관자 이랑과 양쪽 소뇌 후엽의 FC 증가, 오른쪽 아래 관자 이랑과 양쪽 아래 두정엽의 FC 감소 PCC connectivity는 뒤 띠이랑, 오른쪽 뺨기앞소엽, 시상, 미상핵, 측좌핵, 혀이랑, 보조운동영역에서 CIAS(Chen Internet Addiction Scale)와 양의 상관관계, 왼쪽 위 두정엽과 오른쪽 소뇌의 전엽에서 음의 상관관계를 가짐
C.-H. Ko et al. 2015	Prog Neuro-Psychophar macol Biol Psychiatry (5.201)	IGD는 왼쪽 DLPFC와 안와전두엽으로의 오른쪽 편도체의 FC와 DLPFC로의 왼쪽 편도체의 FC가 감소/ 반대측 대뇌섬으로의 양측 편도체의 FC가 증가
Dong et al. 2015	Prog Neuro-Psychophar macol Biol Psychiatry (5.201)	IGD에서 ECN(수행 통제 네트워크; vmPFC, DLPFC, 두정엽을 포함)이 손상
Yuan, Wei et al. 2016	Brain Struct Funct (3.748)	IGD에서 오른쪽 뒤 두정엽의 오른쪽 DLPFC connectivity와 왼쪽 뒤 두정엽의 왼쪽 DLPFC connectivity가 대조군에 비하여 강함
Zhang et al. 2015	Addict Biol (4.093)	IGD에서 갈망, 현저성, 주의, 자기-감찰을 포함하는 앞대뇌섬, 조가비핵, ACC, 뺨기앞소엽, 모이랑의 rsFC가 증가 IGD에서 각각 청각 정보 처리, 내부 수용 감각, 움직임을 조절하는 중심앞이랑, 중심뒤이랑, 위 관자 이랑, 보조 운동 영역과 뒤 대뇌섬 사이의 rsFC가 높음
Gong et al. 2015	Sci Rep (4.996)	AVG experts(Action Video game 6년 이상 한 집단)는 주로 왼쪽 대뇌섬에서 후방 및 전방 하위 영역 사이에 대뇌섬의 functional integration이 증가
Dong, Lin, Hu et al. 2015	Sci Rep (4.996)	IGD에서 ECN의 FC 감소, 보상 네트워크의 FC 증가 측좌핵-ECN 사이의 연결은 측좌핵-보상 네트워크의 하나와 음의 상관관계 보상/ 조절 경로에서 IGD 신경 동조성의 변화는 이러한 프로세스 아래에 뇌 회로에 비효율/ 과도한 과정 처리가 있음
Wang et al. 2019	Addict Behav (4.591)	IGD에서 내측 전두엽에서 뒤 대상피질으로, 왼쪽 아래 두정엽에서 내측 전두엽으로의 연결성 감소
J. Y. Kim et al. 2019	Sci Rep (4.996)	IGD에서 전두-선조체, 관자, 뒤통수 영역은 물론이고 안와전두피질의 rsFC가 감소
Chen et al. 2016	Eur Addict Res (4.000)	IGD에서 왼쪽 대뇌섬과 왼쪽 DLPFC의 FC 감소/ 뺨기앞소엽의 FC 증가 악화된 전두-선조체 회로는 IGD 피험자의 전두엽에 의해 조절되는 측좌핵을 통해 온라인 게임을 하려 하는 충동과 관련될 수 있음
Seok and Sohn 2018	Front Psychiatry (5.435)	IGD의 정도는 왼쪽 미상핵 회백질 부피와 양의 상관관계, 왼쪽 미상핵과 오른쪽 중간 이마 이랑 사이 FC와 음의 상관관계
Hong et al. 2013	PloS One (3.752)	IGD 청소년은 분산된 네트워크에 걸쳐 FC가 감소 가장 손상된 연결은 피질-피질 하 경로와 연관 가장 원인이 되는 피질 하 신경 구역은 양쪽 조가비핵
Wang et al. 2019	Brain Imaging Behav (3.224)	IGD는 위험한 선택을 선호하며 선택을 하는 시간이 줄었음
Z. Wang et al. 2019	CNS Spectr (4.604)	IGD는 보상 네트워크와 수행 조절 네트워크에서 FC가 증가 앞 현저성 네트워크에서 FC가 감소
M. Wang et al. 2019	Neurosci. Lett (3.197)	성별 x 그룹 상호작용: IGD 남성은 IAT 점수와 음의 상관관계에 있는 오른쪽 대상피질의 ReHo 감소/ 여성과 달리 왼쪽 중간 뒤통수 이랑과 오른쪽 중간

		관자 이랑의 ReHo 증가
		이는 IGD의 영향을 받는 사·청각 기능과 수행기능에 성별 차이가 있음을 의미
Y. Sun et al. 2019	Brain Imaging Behav (3.224)	IGD 남성은 Barratt Impulsiveness Scale-11 scores와 음의 상관관계에 있는 왼쪽 위 이마 이랑의 ALFF가 낮음 또, 뒤 대상피질과 왼쪽 위 이마 이랑의 눈확 부분, 오른쪽 DLPFC, 오른쪽 모이랑 사이 FC가 감소



[그림 1-33] 니코틴 중독과 IGD의 전두-선조체 회로

The effect of alcohol consumption on the adolescent brain: A systematic review of MRI and fMRI studies of alcohol-using youth

Ewing, S. W. F., Sakhardande, A., & Blakemore, S. J.

NeuroImage: Clinical. 2014.

<표 1-11> 알코올 중독 아동청소년 뇌 MRI 연구

			Sample size.		
	Paper	Journal (IF)	AU	Control	Age range
MRI studies of Alcohol-using youth.(10)					
Findings	Fein et al. 2013	Psychiatry Res (11.225)	64	64	12-16
	시상과 조가비핵의 부피에서 두가지 성별 상호작용: AU(Alcohol using) 남성은 대조군 남성보다 부피가 작고 AU 여성은 대조군 여성보다 부피가 큼. AU는 왼쪽 측두 피질에서 왼쪽 전두, 두정 피질까지 여러 지역에서 회백질 밀도가 낮음				
Findings	Lisdahl et al. 2013	Psychiatry Res (11.225)	46	60	16-19
	AU와 대조군 모두에서 지난 3달 사이 한 번에 마신 알코올의 최대량과 더 작은 왼쪽 소뇌 반구 회백질과 백색질 그리고 작은 오른쪽 소뇌 반구 회백질은 유의한 상관관계가 있음				
Findings	Luciana et al. 2013	Am J Drug Alcohol Abuse (3.912)	30	25	14-19
	AU는 오른쪽 반구 중심앞이랑, 허이랑, 중간 측두 이랑의, 앞 대상회의 적은 백색질 발달과 함께 오른쪽 중간 이마 이랑 피질 두께의 큰 감소를 보임				
	본 논문은 종단연구이기 때문에 폭음이 청소년 뇌 발달에 인과적으로 기여함을 나타냄				
	Medina et al. 2008	Alcoholism(NY) (3.928)	14	17	15-17

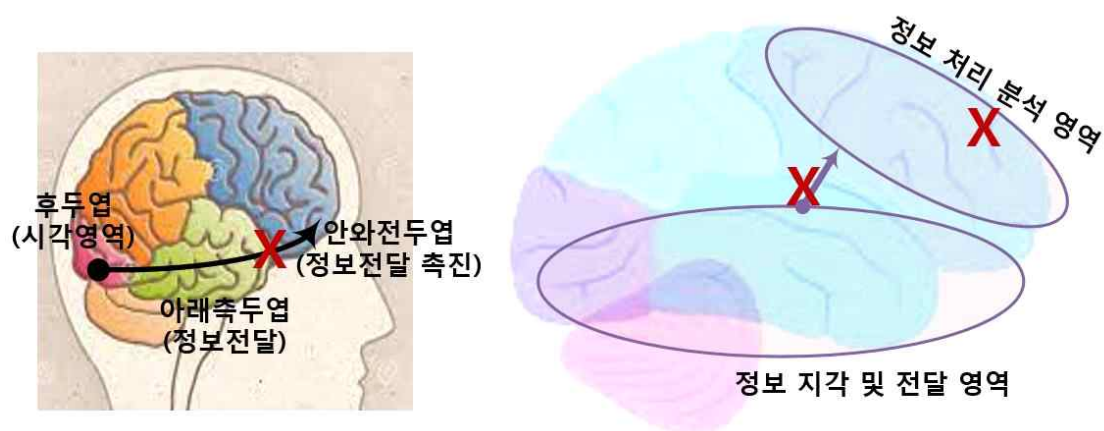
Findings	AU 여성은 대조군 여성에 비해 전전두피질 부피와 백색질 부피가 더 작음 AU 남성은 대조군 남성에 비해 전전두피질 부피와 백색질 부피가 더 큼				
	Nagel et al. 2005	Psychiatry Res (11.225)	14	17	15-17
Findings	AU는 왼쪽 해마 부피가 더 작음				
	Squeglia et al. 2012	Psychopharmacology (4.415)	29	30	16-19
Findings	위 Fein et al. 2013; Medina et al. 2008과 비슷한 성별 상호작용; 전두극, 눈확 부위, 내측 안와전두이랑, rostral ACC을 포함한 전두엽에 걸쳐 AU 남성은 대조군 남성에 비해 얇은 피질을 가짐 AU 여성은 대조군 여성에 비해 두꺼운 피질을 가짐				
	Cardenas et al. 2013	NeuroImage-Clin (4.891)	50	50	14-16
Findings	AU 청소년은 백색질 변연계 경로에서 FA가 증가했지만 증가된 FA와 어떠한 AU 측정과 연관성이 없었음 저자는 본 논문의 AU 샘플에서 FA의 다양한 발달 방식을 강조 또, FA가 더 큰 백색질은 보상/ 강화에 포함되는 사이막핵과 연결되므로 FA가 큰 청소년에서 음주 행동이 강화될 수 있다고 제안함				
	Jacobus et al. 2009	Neurotoxicol Teratol (4.071)	14	14	16-19
Findings	AU 청소년은 위 대뇌 부챗살, 아래 세로 다발, 아래 전두-후두 다발, 위 세로 다발을 포함한 여러 백색질 영역에서 낮은 FA를 보임				
	McQueeney et al. 2009	Alcoholism(NY) (3.928)	14	14	16-19
Findings	AU 청소년은 뇌돌보, 위 세로 다발, 대뇌 부챗살, 속 섬유막, 바깥 섬유막, 교련섬유, 변연계, 뇌줄기, 피질투 사섬유를 포함한 18개의 백색질 클러스터에 걸쳐 낮은 FA를 보임				
	Thayer et al. 2013	Am J Drug Alcohol Abuse (3.912)	74	51	14-18
Findings	AU 청소년은 오른쪽과 왼쪽 뒤 대뇌 부챗살과 오른쪽 위 세로 다발에 걸쳐 낮은 FA를 보임 이전의 연구들과는 다르게 AU 청소년은 오른쪽 앞 대뇌 부챗살에서 높은 FA를 보임				
fMRI studies of Alcohol-using youth(11)					
	Caldwell et al. 2005	Alcohol Alcoholism (3.913)	15	19	14-17
Findings	AU 청소년은 양쪽 위 이마 이랑, 왼쪽 아래 이마 이랑, 오른쪽 중간 이마 이랑, 아래 두정엽, 뺨기앞소엽, 방추형이랑, 중간 측두 이랑의 특정 부분에서 공간 작업 기억력 수행 중 BOLD가 큼 AU 청소년은 아래 이마 이랑의 다른 부분, 오른쪽 중간 이마 이랑, 왼쪽 중심앞이랑, 대뇌섬, 양쪽 뺨기앞 소엽, 소뇌에서 활성화 감소를 보임				
	Norman et al. 2011	Drug Alcohol Depend (4.852)	21	17	12-14
Findings	go/no-go task에서 AU 청소년은 12 뇌 영역에서 낮은 수행 관련 활성을 보임 AU 청소년은 억제 및 약물 남용 취약성에 중요한 영역에 걸쳐 예상보다 낮은 반응을 보임				
	Norman et al. 2011	Drug Alcohol Depend (4.852)	21	17	12-14
Findings	go/no-go task에서 AU 청소년은 12 뇌 영역에서 낮은 수행 관련 활성을 보임 AU 청소년은 억제 및 약물 남용 취약성에 중요한 영역에 걸쳐 예상보다 낮은 반응을 보임				
	Schweinsburg et al. 2010	Alcohol (2.558)	12	12	16-18
Findings	AU 청소년은 여러 수행 관련 영역에서 인코딩 중에 작업 기억과 언어 저장과 관련된 오른쪽 위 이마, 양쪽 뒤 두정 피질, 띠다발 영역을 포함한 영역에서 높은 활성을 보임 AU 청소년은 해마 겹이랑과 내측 오른쪽 뺨기앞소엽까지 이어지는 뒤통수 피질을 포함한 수행 관련 영역에서 낮은 활성을 보임. 비 AU 청소년은 novel encoding 중에 왼쪽 해마에 유의한 활성을 보임				
	Squeglia et al. 2011	Alcoholism(NY) (3.928)	40	55	16-19
Findings	AU 청소년은 오른쪽 위 이마 이랑, 오른쪽 아래 이마 이랑에서 낮은 활성도를 보임 왼쪽 중간 이마 이랑, 오른쪽 중간 측두 이랑, 왼쪽 위 측두 이랑, 왼쪽 소뇌에서 여성 AU 청소년은 여성 대조군에 비해 공간 작업 기억력 수행에서 낮은 활성도를 보인 반면 남성 AU 청소년은 남성 대조군에 비해 높은 활성도를 보임				
	Squeglia et al. 2012	J Stud Alcohol Drugs (3.346)	20	20	15-19
			20	20	12-16
Findings	[연구 1] AU youth는 시각작업기억 중에 왼쪽 중간 이마 이랑, 오른쪽 중간 이마 이랑/위 이마 이랑, 오른쪽 위 이마이랑, 외로쪽 아래 두정엽에서 높은 BOLD를 보이고 왼쪽 중간 뒤통수 이랑에서 낮은 BOLD를 보임 [연구 2] 위 위치를 ROI로 미래에 과음하는 사람과 그렇지 않은 사람을 종단연구 함.				

	Baseline에서 미래의 AU 청소년은 아래 두정엽과 왼쪽 중간 이마 이랑에서 미래의 비 AU 청소년보다 덜 활성화, 3년 후 AU 청소년은 증가된 활성을 보인 반면 비 AU 청소년 위 두 위치 모두에서 활동이 감소			
	Tapert et al. 2003	Arch Gen Psychiatry (14.480)	15	15 14-17
Findings	Alcohol cue exposure에서 AU 청소년은 21 영역에 걸쳐 큰 BOLD를 반응을 보임 AU 청소년에서 한 달 동안 알코올 섭취의 양은 왼쪽 아래 전두, 왼쪽 중심방소엽/ 배측 띠이랑, 오른쪽 뺨기앞소엽/ 뺨기소엽, 오른쪽 뺨기앞소엽/ 뒤 띠이랑을 포함한 수행 관련 영역에서의 BOLD 반응과 양의 상관관계에 있음			
	Tapert et al. 2004 a	J Stud Alcohol (1.884)	35	15-17
Findings	AU에서 오른쪽 위 전두/양측 띠 이랑과 오른쪽 소뇌 정상/오른쪽 해마결 공간에서 BOLD 신호가 높을수록 음주 증상이 덜 문제가 되는 역관계가 발견			
	Tapert et al. 2004 b	Alcoholism(NY) (3.928)	15	19 15-17
Findings	AU 청소년은 공간 작업 기억력 수행 중에 양측 뺨기앞소엽과 양측 두정엽 피질에서 높은 수준의 BOLD 신호를 보이고 왼쪽 중심앞이랑과 양측 소뇌 영역을 포함한 영역에서는 감소 술 섭취가 많고 금단/숙취 증상이 클수록 BOLD 반응이 더 큰 반면 lifetime 알코올 섭취는 많을수록 BOLD 반응이 작음			
	Wetherill et al. 2013 a	Drug Alcohol Depend (4.852)	20(B+) 20(B-)	20 12-14
Findings	*B+: heavy drinkers who experience alcohol-induced blackouts / B-: heavy drinker who do not ~ Inhibitory trial 중 B+ 청소년은 왼쪽 중간 이마 이랑, 오른쪽 내측 관자 이랑, 왼쪽 소뇌를 포함한 수행 관련 영역에서 높은 BOLD 신호를 보이고 B- 청소년은 오른쪽 중간이마 이랑, rostromedial prefrontal cortex를 포함한 수행 관련 영역에서 낮은 활성을 보임. B+와 B- 모두에서 오른쪽 아래 두정엽에서 낮은 활성을 보임. B+는 B-보다 오른쪽 중간 이마 이랑, 왼쪽 중간 이마 이랑, 오른쪽 중간 관자엽, 왼쪽 소뇌 편도, 전 보조운동영역(pre-SMA)에서 큰 활성을 보임. B+ 청소년이 현저성 전두 영역에서 수행 관련 반응의 큰 패턴을 보임			
	Wetherill et al. 2013 b	Psychopharmacology (4.415)	20	20 12-17 (baseline)
Findings	go/ no- go task에서 AU 청소년은 양측 중간 이마 이랑, 오른쪽 아래 마루 엽, 왼쪽 조가비핵, 왼쪽 소뇌 편도를 포함한 관련 억제 회로 전반에 걸쳐 활성이 적음. 추적조사에서 AU는 양측 중간 전두 이랑, 오른쪽 아래 두정엽, 왼쪽 소뇌를 포함한 수행 관련 영역에 걸쳐 상대적으로 큰 활성화와 함께 반대 패턴을 보임			
	Xiao et al. 2013	Psychol Addict Behav (4.044)	14	14 16-18
Findings	IGT(Iowa Gambling Task)에서 AU 청소년은 대조군에 비해 잘 수행하지 못함 AU 청소년은 왼쪽 편도체와 왼쪽/ 오른쪽 대뇌 섬에서 더 큰 작업 관련 활성을 보임 IGT 동안 수행 관련 오른쪽 대뇌섬 활성화와 양의 상관관계 OFC와는 역의 상관관계가 있음			

본 연구팀이 게임 과몰입에 있어서, 전 연령대에 걸쳐 주의력결핍 과잉행동장애의 관련성을 의심하는 이유는 앞서 이야기한 정상 뇌 발달의 진행이 느려졌을 때 발견되는 부위와 많은 연구에서 제시하는 게임 과몰입의 뇌 부위가 상당히 일치하기 때문이다. 또한 인지발달 혹은 인지 결합의 문제 또한 정상 인지 발달에서 느려진 부분 중에서 게임과 관련된 부분이 주의력결핍 과잉행동장애에서 보이는 부분과 상당히 유사하기 때문이다.

즉, 주의력결핍 과잉행동장애에서는 뇌의 후두엽부터 안와전두엽까지 이루어지는 정보 전달에 대한 뇌 종축 연결성이 떨어져 있고, 아래 정보 처리 영역에서 보내는 데이터를 처리하고 판단해야 하는 정보 처리 영역의 기능 저하가 관찰된다. [그림 1-34]

이것은 여태껏 보고되었던 게임 과몰입 환자의 뇌 연구에서 전반적으로 보고되었던 내용으로 뇌 발달 저하 이론 중 주의력결핍 과잉행동장애의 뇌 기능 장애 이론과 상당히 일치한다.

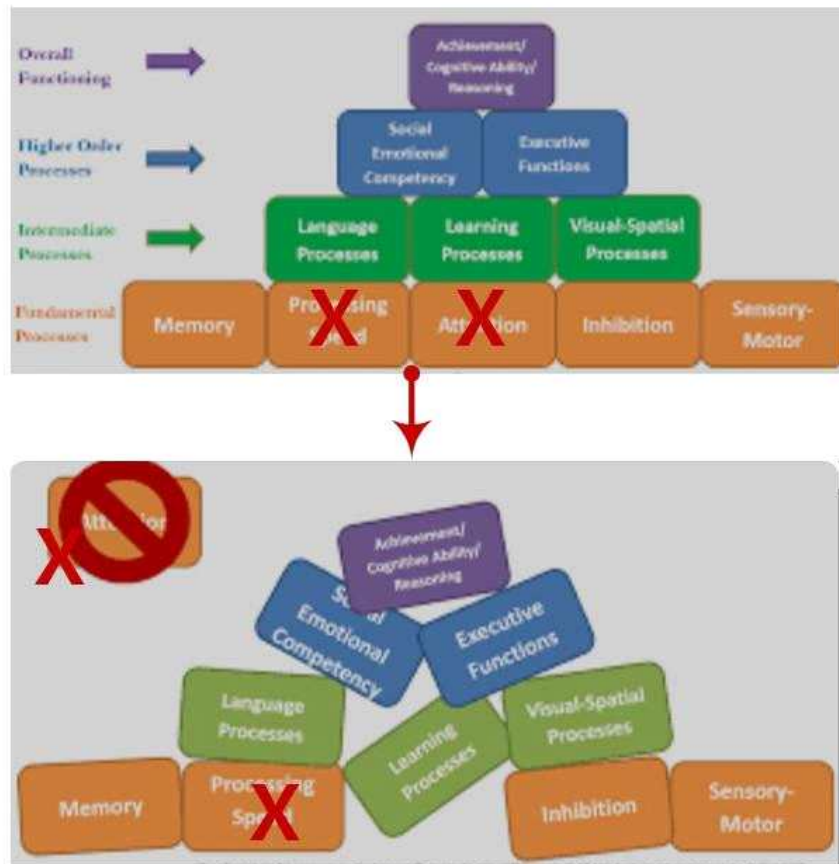


[그림 1-34] 주의력결핍 과잉행동장애에서 나타나는 뇌 기능 저하

인지 저하의 측면에서도 구간, 블록 별로 인지 기능의 조합이 그다음 상위 인지 기능의 능력을 결정한다는 측면에 있어서도, 게임 과몰입이 주의력결핍 과잉행동장애의 인지 기능 모델과 유사함을 보여주고 있다. 즉, 게임 과몰입에서도 주의력과 인지기능 처리 속도의 저하라는 두 개의 기본 인지 블록이 깨짐으로 그다음 단계인 학습 프로세스, 언어 프로세스 등이 무너지고, 그다음 사회성과 기본 수행 능력의 프로세스가 무너지는 모습을 볼 수 있다. [그림 1-35]

이와 같은 인지 기능의 손상을 보고한 많은 게임 과몰입의 연구들에서도 단계적 과정의 연구를 무시한 채, 기본 사회성과 기본 수행 능력의 프로세스가 무너져 있는 모습들을 보고하였다.

이는 뇌 연구와 마찬가지로 종적 연구의 한계 때문에 발생한 문제로 뇌 연구뿐 아니라 인지 기능의 연구도 종적인 연구가 필요하다는 지적들이 많이 존재한다.



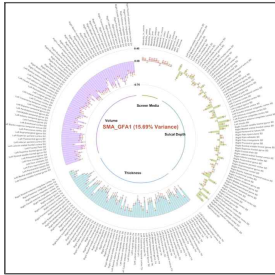
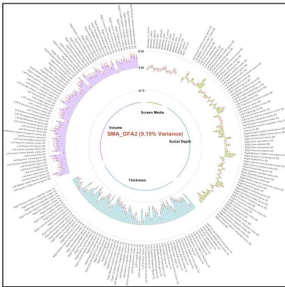
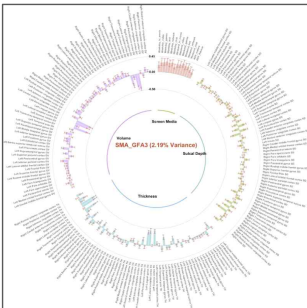
[그림 1-35] 주의력결핍 과잉행동장애의 인지 기능 저하 모델

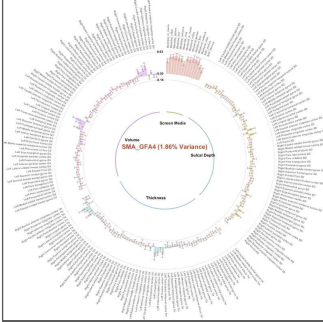
4. 소아 뇌MRI 연구 동향

(1) ABCD(Adolescent Brain Cognitive Development) study 관련

9-10세에서 시작한 10년간의 전향적 종단연구(진행중), 12000명의 다양한 표본을 포함
뇌 영상과 Screen time을 포함하여 여러 정보를 수집

<표 1-12> ABCD study - 청소년 뇌 인지 발달 연구

논문	Paulus, Martin P., et al. "Screen media activity and brain structure in youth: Evidence for diverse structural correlation networks from the ABCD study." (2019)
연구대상자	사용할 수 있는 Structural image와 SMA(Screen Media activity, 6가지 항목 중 Video game을 포함) data를 가진 9-10세 ABCD 연구 참여자 (N=4524명 중 4277) (https://ndar.nih.gov/study.html?id=500 , https://doi.org/10.15154/1412097 , accessed 3/22/2018).
IF(2021)	7.400 (Neuroimage)
결과	 [그림 1-36] 첫 번째 SMA 관련 요인 GFA(Group Factor Analysis) GFA1: 대부분의 SMA와 양의 상관관계를 가지고 있으며 피질 두께 및 회백질 부피와 음의 상관관계를 가지고 있다. 고랑 깊이와는 혼합된 상관관계를 보인다.
	 [그림 1-37] 두 번째 SMA 관련 요인 GFA GFA2: SMA 중 Gaming과 강하게 연관되어있다. 피질 두께와 음의 상관관계, 회백질 부피와 양의 상관관계를 가지고 있다. 고랑 깊이와는 혼합된 상관관계를 보인다.
	

	[그림 1-38] 세 번째 SMA 관련 요인 GFA GFA3: 모든 SMA와 강하게 연관되어있다. 피질 두께, 회백질 부피, 고랑 깊이와 혼합되고 선별적인 상관관계를 보인다.
	 [그림 1-39] 네 번째 SMA 관련 요인 GFA GFA4: 모든 SMA와 양의 상관관계를 보인다. 피질 두께, 회백질 부피, 고랑 깊이의 몇 영역과 혼합되고 선별적인 상관관계를 보인다. *더 세부적인 영역의 median factor loadings 및 95% 신뢰구간은 본문 그림 참조 *내면화 행동, 외현화 행동, 유동 지능, 결정 지능 예측을 위한 SMA-related GFA model의 Mixed model analysis 결과는 수락을 생략함

(2) The Cohen Lab 연구 참여자 모집

<표 1-13> The Cohen Lab 연구

연구 제목	Longitudinal Pediatric Brain Development
게시일	알 수 없음
연구책임자	Dr. Jessica R. Cohen Associate Professor in Department of Psychology and Neuroscience, University of North Carolina at Chapel Hill
내용	뇌 발달 궤적이 7-9세 사이 어린이의 행동을 예측하는 방법을 알기 위해 MRI 스캔과 인지 테스트를 진행, game 및 Screen media activity에 대한 내용은 없다. 현재 모집 중단으로 정확한 정보 확인이 어렵다.
관련 논문	연구책임자의 논문 중 본 연구와 관련된 논문 없음
	https://cohenlab.web.unc.edu/research/longitudinal-pediatric-brain-development/

(3) 건강한 일본 어린이(5-8세)에서 Incidental Findings 유병률 조사

<표 1-14> 건강한 일본 어린이(5-8세) 대상 Incidental Findings 유병률 조사 연구

논문	Seki, Ayumi, et al. "Incidental findings of brain magnetic resonance imaging study in a pediatric cohort in Japan and recommendation for a model management protocol." (2010)
연구대상자	110명의 건강한 5-8세 어린이 (Japanese)
IF(2021)	3.809 (Journal of Epidemiology)

결과

	Total	No referral	Routine referral	Urgent referral	Immediate referral
Total	40 (36.4%)	37 (33.6%)	2 (1.8%)	1 (0.9%)	0
Extracranial	31 (28.2%)	29 (26.4%) Sinusitis (28) Otitis media (2) ^a	2 (1.8%) Cystic lesion in the sphenoidal sinus (1) Polyp in maxillary sinus (1)	0	0
Intracranial	10 (9.1%)	9 (8.2%) Enlarged cavum septi pellucidi and cavum Vergae (6) Pineal cyst (2) ^a Enlarged perivascular space (1)	0	1 (0.9%) Cervical syringomyelia (1)	0
^a One participant had both findings.					

[그림 1-40] 건강한 일본 어린이에게서 발견된 Incidental Findings

(4) 아동기(Middle childhood, 6-12세) 뇌 연구가 부족하지만 중요하다고 언급한 연구

<표 1-15> 아동기 뇌 연구의 중요성 언급한 연구

논문	Mah, V. Kandice, and E. Lee Ford-Jones. "Spotlight on middle childhood: Rejuvenating the 'forgotten years'." (2012)
IF(2021)	2.600 (Paediatrics & Child Health)
내용	대부분의 연구가 초기 아동기 발달 혹은 청소년 성장에 초점을 맞추기 때문에 Middle childhood(6-12세)는 '잊혀진 해'로 알려져 있다. 이 시기는 인지적, 사회적, 감정적, 신체적 잠재력이 풍부한 시기이다. 이 기간에 뇌는 synaptic pruning을 겪으며 환경에 매우 의존적인 과정으로 계속해서 정교해진다. Knudsen의 이론에 따르면 Middle childhood는 경험이 뇌 발달에 중요한 역할을 하는 "sensitive period"이다. 아이가 가진 경험에 따라 synaptic pruning은 조절된다. 이 시기의 어린이는 개인의 능력과 능력을 지원하고 촉진할 수 있는 환경, 경험, 상호작용에 참여할 수 있는 접근성과 기회가 있을 때 잠재력에 더 접근할 수 있다. (외에 인지적, 감정적, 사회적 발달에 이 시기가 중요하다는 내용이 본문에 기재되어 있음)

(5) 네브래스카 매디컬 센터 대학교 연구 참여자 모집

<표 1-16> 네브래스카 매디컬 센터 대학교 연구

연구 제목	Mapping brain development in childhood
게시일	2020년 8월 11일
연구책임자	Tony Wilson, Ph.D., associate professor in Department of Neurological Sciences, University of Nebraska Medical Center
내용	어린이와 청소년에서 건강한 뇌의 발달 파악을 위한 연구이다. 모집 연령은 6-8세, 11-13세이다. Game 및 Screen media activity에 대한 내용은 없다.

관련 논문	연구책임자의 논문 중 본 연구와 관련된 논문 없음
	https://www.unmc.edu/newsroom/2020/08/11/clinical-trial-spotlight-brain-and-cognitive-development-2/

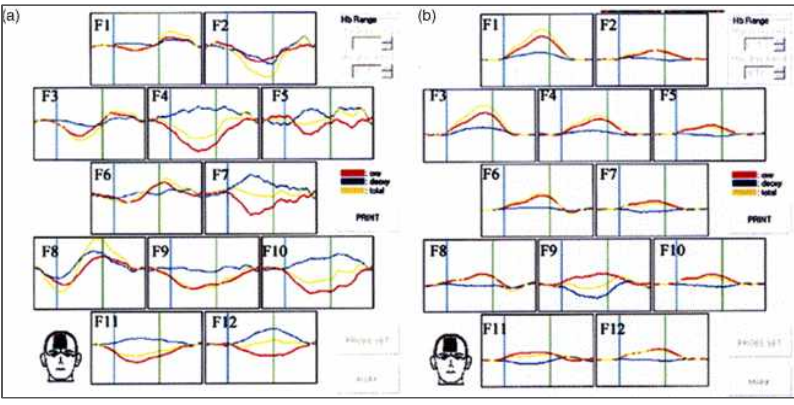
(6) 한국뇌연구원 연구 참여자 모집

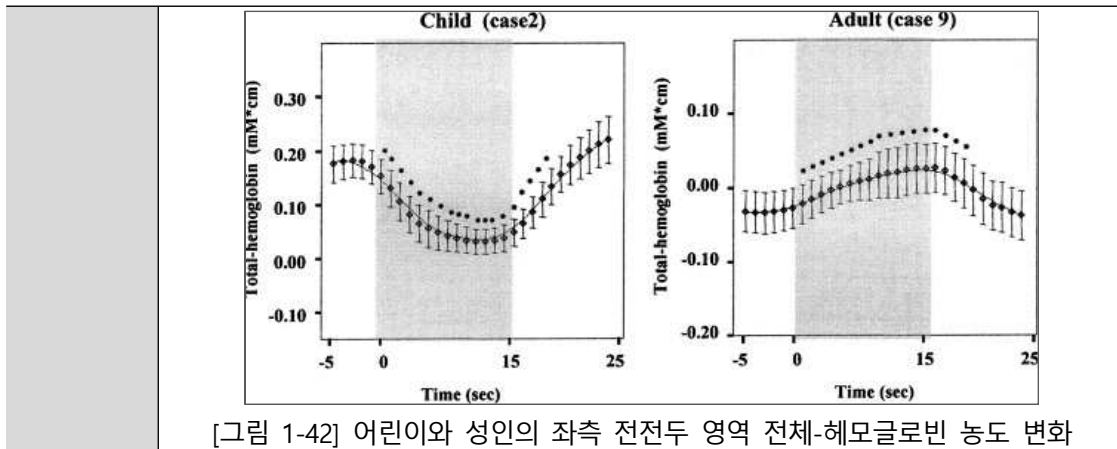
<표 1-17> 한국뇌연구원 연구

연구 제목	한국뇌연구원 뇌발달영상 연구
연구 일시	2022년 1월 5일- 완료시 까지
연구책임자	Minyoung Jung, Ph.D
내용	초등학교 1학년-6학년 대상, 1) 행동 연구: 인지기능검사, 학습능력검사, 기억력검사, 타액검사 2) 뇌 영상 연구: MRI를 이용해 아동, 보호자의 뇌 구조 및 기능 촬영
관련 논문	연구책임자의 논문 중 본 연구와 관련된 논문 없음
	https://minyoungjung.com/method/

(7) 7-10세에서 비디오 게임 중 대뇌 혈액량의 패턴 조사

<표 1-18> 7-10세 대상 비디오 게임 중 대뇌 혈액량의 패턴 조사 연구

논문	Nagamitsu, Shinichiro, et al. "Prefrontal cerebral blood volume patterns while playing video games—a near-infrared spectroscopy study." (2006)
연구대상자	6명의 어린이(7-10세, 평균 나이 8세), 6명의 성인(26-44세, 평균 나이 34세)
연구 방법	Spectroscopic probe를 표적 뇌영역 근처의 두피에 두고 Game Boy® 의 Donkey Kong®을 하도록 하여 대뇌 헤모글로빈 농도 변화를 조사한다.
IF(2021)	2.272 (Brain & Development)
결과	양측 전전두 전체-헤모글로빈 농도의 유의한 증가가 성인 6명 중 4명에게 관찰되었다. 그와 반대로 2명의 어린이에게 양측 전전두 전체-헤모글로빈 농도의 유의한 감소가 관찰되었다.  [그림 1-41] 어린이(a)와 성인(b)의 게임 중 헤모글로빈 농도 변화 파란색 선과 초록색 선은 게임 수행의 각각 시작과 종료시간을 나타냈다. Total-Hb는 빨간색, Oxy-Hb는 노란색, Deoxy-Hb는 파란색으로 나타냈다. 아이에서 total-Hb와 oxy-Hb는 모든 측정지점에서 게임 중에 감소했지만 성인에서는 증가했다.



[그림 1-42] 어린이와 성인의 좌측 전전두 영역 전체-헤모글로빈 농도 변화

(8) 케슬러 재단(Kessler Foundation) 연구 참여자 모집

<표 1-19> 케슬러 재단(Kessler Foundation) 연구

연구 제목	알 수 없음
게시일	2018년 7월
연구책임자	Dr. Anthony Juliano
내용	5-8세의 건강한 남자 어린이 대상 MRI 촬영 및 촬영 중 "brain games" 수행
	https://patch.com/new-jersey/westorange/classifieds/announcements/42220/kessler-foundation-seeks-volunteers-for-collaborative-study-with-childrens-specialized-hospital

5. 소아 뇌 연구의 한계점

- (1) 소아 뇌 연구의 한계점은 우선 스캐너 안에서 아이들이 움직이지 않고 오랜 시간을 버티기 쉽지 않다는 것이다. 또한 자극 기능성 뇌 자기공명장치 연구의 경우 아이들이 자극에 대한 이해가 쉽지 않고, 이해하였다 하더라도, 적절한 인지 기능을 이용하여 문제를 해결하는가에 대한 의문이 있다.
- (2) 스캔 후 도출 결과를 해석하는 과정에서 아직 뇌의 발달과 연결성이 완전하지 않은 연구대상자인데, 어른들의 뇌와 같은 해석을 해야 하는가에 대한 논의도 활발하다. 따라서, 적절한 나이대의 정상 뇌와 비정상 뇌에 대한 구분도 모호하다.
- (3) 따라서, 본 연구에서는 자극 기능성 뇌 자기공명촬영보다는 휴지기(Resting State) 기능성 뇌 자기공명촬영을 시행하였고, 분석 또한 가장 고전적인 방법을 이용하였다.

[본 연구의 가설]

- 이번 유소년 집단 대상 게임 코호트 연구에서는 정상 발달의 과정에서 어긋나 발달과정의 늦춰짐(Delay)을 보이는 뇌 활성화 및 뇌 구조를 관찰하고, 인지 기능을 관찰할 것이다.
- 이때, 늦춰짐을 보이는 뇌 활성화의 연결성이나 인지 기능의 발달 저하는 주의력결핍 과잉행동장애에서 보이는 뇌 활성화의 연결성이나 인지 기능의 발달 저하와 상당히 유사할 것으로 생각된다. 다만, 기존의 게임 과몰입의 임상 경험에서 미루어 볼 때, 자폐 혹은 지능 저하 같은 심각한 정신 발달의 기능 저하를 보이지는 않을 것으로 생각된다.
- 기존의 2년간의 성인 집단과 청소년 집단 결과물과의 비교를 통해서 유소년 집단에서 시작되는 발달의 정도와 게임 과몰입의 정도를 연결시킴으로써, 청소년기에 게임 과몰입이 가장 심해지는 원인을 유추할 수 있을 것으로 생각된다. 이는 정보 전달 회로와 정보 처리 회로의 발달과정에 청소년기가 놓여 있어서 숨어 있는 주의력결핍 과잉행동장애가 게임 과몰입과 가장 관련이 깊은 시기가 될 것으로 생각된다.

제 2 장 본론

1. 실험방법

가. 연구 내용 심의 및 승인

- 본 연구는 2022년 5월 9일자로, 중앙대학교 생명윤리위원회(IRB) 심의 후 연구 내용이 승인되었다(관리번호: 1041078-202203-HR-065).

나. 연구대상자 선정제외기준

(1) 선정기준

- 만 6세~만 12세이면서, 초등학교 1학년~6학년인 남학생
- 최근에 게임(인터넷 게임, 컴퓨터 게임, 비디오 게임, 모바일 게임 등)을 1주일 평균 3시간 이상(모든 종류의 게임 합산) 사용하고 있는 사람
- 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 촬영 가능한 사람(MRI Screening 상의 문제 없음 이 확인된 사람)
- 중앙대학교병원 및 중앙대학교(동작구 흑석동) 2회 방문하여 검사 가능한 사람
- 보호자(법정 대리인)의 동의를 받은 사람

(2) MRI 스크리닝(Screening)

(아래 항목 중 하나라도 “예” 표시된 것이 있다면 MRI 촬영 불가)

- 심장 수술을 했다.
- 뇌 수술을 했다.
- 이식 수술을 했다.
- 금속파편이 몸 속에 있다.
- 보청기를 하고 있다.
- 틀니 및 치아교정기를 하고 있다.

- 문신을 했다.
- 폐소공포증이 있다.
- MRI 검사를 위해 20분 정도 움직이지 않고 가만히 누워 있을 수 없다.
- MRI 촬영 동안 발생하는 큰 소리를 견딜 수 없다.

(3) 제외기준

- 지능 지수 80 미만인 사람
- 알코올 및 흡연중독 및 의존환자
- 폐소공포증 환자
- 선천성 유전질환을 앓고 있는 것으로 진단된 환자
- 뇌성마비 등 후천성 뇌손상의 병력이 있는 환자
- 기타 신경과적 질환을 진단받은 환자
- 자폐증을 비롯한 발달장애 환자
- 언어 장애나 학습 장애가 있는 환자

다. 연구대상자 모집

- 모집공고를 보고 연락을 준 참여 원하는 사람들에게 연구에 대해 자세히 설명 후 본인 및 보호자 (법정 대리인) 모두 연구 참여에 동의한 사람들을 모집
- 서울 및 경기도 초등학교에 홍보
- 온라인 홍보 : 게임 관련 커뮤니티, 블로그, SNS 페이지 등에 모집공고 게시
- 연구참여자 및 연구팀 인력 통한 홍보 및 소개
- 본 연구 진행 시점에서의 특이사항 기술
 - 연구 개시 시점부터 종료까지 ‘코로나바이러스감염증-19(COVID-19)’ 영향으로, 연구대상자 모집 및 실험진행에 있어 약간의 어려움이 지속되었음
 - 이에 결과적으로 애초 의도한 4개 집단별로 비교적 비슷한 숫자의 군별 모집으로 완료되지 못하고 특정 군의 연구대상자가 다소 높은 결과물을 얻게 된 면이 있음(하지만 이러한 결과는 자연스러운 모집과정을 통하면 특정 군에 해당하는 인원수가 더 많을 수도 있다는 현상을 시사하기도 함)

라. 관찰 항목

(1) 뇌 MRI(Magnetic Resonance Imaging; 자기공명영상) 촬영

① sMRI; structural MRI; 구조적 자기공명영상

: T1 weighted image(T1-강조 영상) 촬영. 뇌 구조를 관찰.

② fMRI; functional MRI; 기능적 자기공명영상

: resting-state fMRI(rs-fMRI; 휴지 상태 기능적 자기공명영상) 촬영. 휴지 상태의 뇌 활성도를 관찰.

(2) 신경인지검사(지능검사)

- 한국 웨슬러 아동 지능검사 4판(Korean - Wechsler Intelligence Scale for Children-IV, K-WISC-IV) 지능지수를 관찰.

(3) 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰

① 게임 습관 및 패턴 인터뷰

: 게임 종류 및 이용 패턴 인터뷰로 총 17문항으로 이루어져 있으며, 게임을 얼마나 오래 해왔는지, 주로 하는 게임이 온라인/오프라인 게임인지, 주중/주말에는 하루에 평균 몇 시간 정도 게임을 하는지, 어떤 종류의 게임을 주로 하는지, 현재 몇 개의 게임을 정기적으로 하며 그 이름은 무엇인지, 게임 내외의 친구 관계, 게임을 하는 이유, 게임을 하고 싶은 충동이나 갈망이 있으며 이를 저항할 수 없는지, 게임을 더 오래 하기 위해서 카페인 함유 음료, 에너지 음료 또는 다른 것을 마시는지, 게임이 본인에게 문제가 되거나 게임을 줄여야 한다고 생각하는지, 주변에서 본인이 게임과 관련하여 문제가 있다고 생각하는지에 대해 물어본다.

② 게임 장애 진단을 위한 구조적 임상면담검사

: DSM-5 및 ICD-11에서 제시한 기준 문항들을 바탕으로 구조적 방식으로 실시하는 임상면담검사로 14문항으로 이루어져 있으며 게임에 관한 집착, 금단 증상, 내성, 자제력 상실, 흥미 상실, 부정적 결과에도 불구하고 계속되는 게임 행동, 거짓말과 속임수, 도피, 중요한 어떤 것을 상실하거나 위험에 빠뜨리는 것에 대해 물어본다.

③ 게임 장애의 중증도 면담

: 임상증상 인터뷰로 총 6문항으로 이루어져 있으며, 수면장애, 체중 변화, 다른 신체적 결과, 금전

적 문제, 다른 흥미나 능력이나 취미를 발전시키지 못하는 것, 외로움과 사회적 격리에 대해서 물어본다.

(4) 인구통계특성

: 이름, 생년월일, 나이, 성별, 학력, 교육 연한, 거주 지역, 결혼 상태, 직업, 현재 동거 가족, 본인 한 달 평균 소득, 가족 한 달 평균 소득, 사회경제적지위, 시력, 평생 병력, 현재 복용약, 우세손 정보를 수집한다.

(5) 자가보고식 설문지 8종

① 우세손 검사

: 왼손과 오른손 중 어느 쪽 손을 주로 사용하는지 측정하기 위한 설문으로 10문항으로 구성되어 있다.

② CSG- β (Comprehensive Scale for Assessing Game Behavior; 게임행동 종합진단척도 수정판)

: 게임 이용의 긍정적인 결과와 부정적 결과를 규명하고 이를 신뢰성이 있고 타당하게 측정하기 위한 목적으로 한국콘텐츠진흥원에서 개발/배포한 척도로 게임선용 진단척도(AGUS- β)와 문제적 게임이용 진단척도(MGUS- β)로 구성되어 있으며 총 42문항으로 구성되어 있다.

③ YIAS(Young's Internet Addiction Scale; 영 인터넷 중독 척도)

: 김벌리 박사가 고안한 인터넷 중독 자가진단척도로, DSM-IV의 병적도박의 진단기준을 원용하여 만들었으며 총 20문항으로 구성되어 있다.

④ K-ARS(Korean parent and teacher ADHD Rating Scale; 한국어판 ADHD 평정척도)

: 1991년 DuPaul 가 개발한, ‘정신장애의 진단 및 통계 편람(DSM)에 제시된 진단 증거들에 기초한’ 행동 평가 질문지로, 부주의성을 시사하는 9개 문항, 과잉활동-충동성을 시사하는 9개 문항, 총 18항목으로 구성되어 있다.

⑤ PHQ-9(Patient Health Questionnaire-9; 환자 건강 척도)

: 임상장면에서 접하기 쉬운 정신질환들을 감지하고 진단에 도움을 주기 위해 만들어진 자기 보고식 질문지로 주요우울장애의 진단을 위해 9가지 문항으로 구성되어 있다.

⑥ 아동청소년 불안장애 선별 척도(Screen for Child Anxiety Related Emotional Disorders, SCARED)

: 1999년 Birmaher 등의 연구자들에 의해 개발된 아동청소년 대상 불안장애 측정 척도로 41문항으로 구성되어 있다. 총점, 요인별 총점이 높을수록 관련 불안증상이 높다는 것을 의미한다.

⑦ 역학연구를 위한 우울척도-아동용(Center for Epidemiological Studies Depression Scale for

Children, CES-DC)

: 1980년 Weissman와 Orvaschel, Padian에 의해 개발된 아동용 우울정도 측정 척도로 20문항으로 구성되어 있다.

- ⑧ 아동발현불안척도 2판(Revised Children's Manifest Anxiety Scale-Second Edition, RCMA-2)
: 2008년 Reynolds와 Richmond에 의해 개정된 아동발현불안척도 개정판 두 번째 버전으로, 49문항으로 구성되어 있으며, 예/아니오로 소아청소년의 불안증상 여부와 심각도를 확인할 수 있다.

마. 연구대상자들의 연구 참여 과정

(1) 연구 안내, 참여대상자 연구 참여 동의서 작성

- 연구대상자와 보호자(법정 대리인)에게 연구 설명 및 참여 방법 안내받기
- 보호자(법정 대리인) 및 연구대상자 연구 참여 동의서 서명, 개인정보 제공 및 활용 동의서 작성
- 선정기준, 제외기준 스크리닝 실시
- 실험 일정 조율

(2) 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰 및 자가보고식 설문지 실시

- 인구통계특성 설문 실시
- 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰 실시
 - ① 게임 습관 및 패턴 인터뷰
 - ② 게임 장애 진단을 위한 구조적 임상면담검사
 - ③ 게임장애의 중증도 면담
- 자가보고식 설문지 8종 실시
 - ① 우세손 검사
 - ② CSG- β (Comprehensive Scale for Assessing Game Behavior; 게임행동 종합진단척도 2018년판)
 - ③ YIAS(Young's Internet Addiction Scale; 영 인터넷 중독 척도)
 - ④ K-ARS(Korean parent and teacher ADHD Rating Scale; 한국어판 ADHD 평정척도)
 - ⑤ PHQ-9(Patient Health Questionnaire-9; 환자 건강 척도)
 - ⑥ SCARED(Screen for Child Anxiety Related Emotional Disorders)

- ⑦ CES-DC(Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children)
- ⑧ RCMAS-2(Revised Children's Manifest Anxiety Scale-Second Edition)
- 집단 구분: 게임 이용 양상에 따라 ① 과몰입군 ② 과몰입위험군 ③일반사용자군 ④ 게임선용군
집단으로 분류(집단명은 CSG-β 매뉴얼상의 명칭 사용).

(3) 지능검사 실시

- 임상심리전문가와 1:1 대면 지능검사 시행.
- 한국 웨슬러 아동 지능검사 4판(Korean - Wechsler Intelligence Scale for Children-IV, K-WISC-IV)
(검사대상 : 만 6세 0개월 ~ 만 16세 11개월)

(4) 뇌 MRI 영상 촬영

- 장소: 중앙대학교병원
- 뇌 MRI 촬영 실시 : sMRI(structural MRI; 구조적 자기공명영상) + fMRI(functional MRI; 기능적 자기공명영상)

바. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 대비 방역 대책

코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 예방을 위해 모든 실험 및 검사 시 아래 사항 철저히 준수

- 실험안내자
 - 실험 시작 시 손소독, 마스크 착용여부 체크
 - 실험 후 검사 및 실험 장소 환기, 소독
- 검사자(임상심리사)
 - 실험 시작 시 손소독, 마스크 착용여부 체크
- 연구참여자
 - 출입 시 손소독, 마스크 착용여부 체크

2. 데이터 분석 방법(뇌영상, 임상척도)

가. 기능적 자기공명영상 분석 방법

기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)은 혈류의 산소 준위 변화를 통해 뇌의 활성화된 영역을 측정한 영상이다. 일반적으로 기능적 영상은 구조적 영상에 비해 더 긴 촬영 시간을 요구하는데, 이는 구조적 영상이 뇌 전체를 한 번 촬영하여 3차원 구조를 촬영하는데 반해 기능적 영상은 일정 시간마다 반복적으로 뇌를 촬영하기 때문이다. 따라서 기능적 영상은 3차원 공간 영상에 시간이 더해진 4차원 데이터로 나타난다. 이러한 복잡한 데이터를 처리하고, 또 수치적으로 분석하기 위해서는 다양한 수학적 모델이 구현된 소프트웨어가 필수적이다. 본 연구에서는 행렬로 데이터를 처리하는 스크립트형 소프트웨어 MATLAB과, 이를 기반으로 구현된 뇌영상 분석 도구인 SPM(Statistical Parametric Mapping), DPARSF(Data Processing Assistant for Resting-State fMRI)를 사용하였다.

기능적 영상에서 나타나는 데이터는 혈액-산소 준위 의존성(Blood Oxygenation Level Dependent, BOLD) 대비이다. 뇌에 존재하는 수많은 뉴런이 활동하는 데는 당과 산소가 필요하며, 활발하게 활동하는 뉴런들은 혈액으로 운반된 산소를 더 많이 사용한다. 이를 측정한 결과가 BOLD이다. 한편 뇌의 혈액 내 산소 준위는 주기적으로 진동하는 신호이기 때문에, 이 추이를 정확하게 분석하기 위해서는 위에서 언급한 바와 같이 장시간의 측정이 요구된다. 또 기능적 영상은 BOLD 데이터를 통해 뇌의 각 영역의 활성화 정도를 알 수 있지만, 기능적 영상만으로는 각 영역을 정확하게 구분할 수 없기 때문에 영상 전처리(Pre-processing) 과정에서 구조적 영상을 동시에 활용한다.

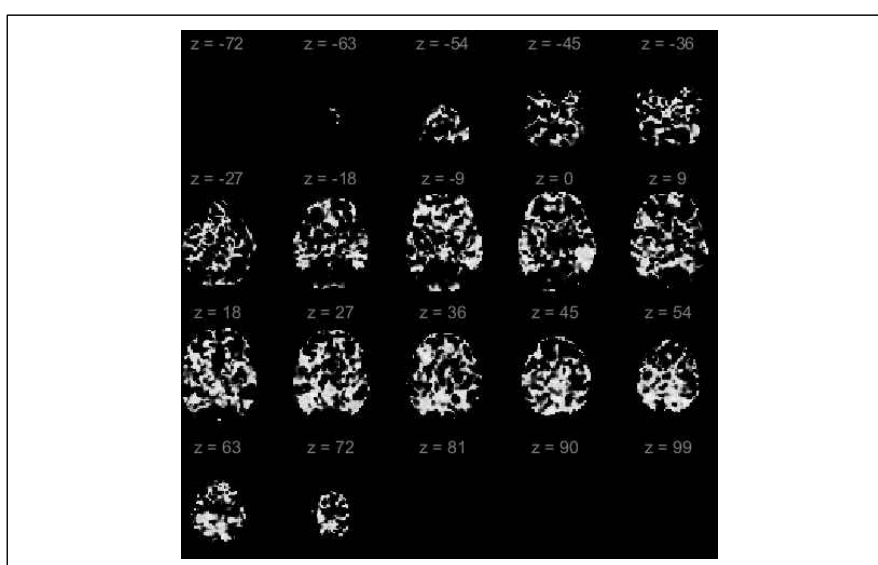
우리 뇌는 크게 3개 영역으로 나눌 수 있는데, 회백질(Grey Matter, GM), 백질(White Matter, WM), 뇌척수액(Cerebrospinal Fluid, CSF)이 그것이다. 기능적 영상 및 BOLD는 주로 회백질의 각 영역에서의 활성화 정도를 측정, 분석하는데, 회백질이 아닌 다른 영역에서도 BOLD 신호가 나타나기 때문에 이를 제거할 필요가 있다. 본 연구에서도 이를 위해 구조적 영상을 통계적 방법으로 분리하여 회백질, 백질 및 뇌척수액의 구조적 영상을 따로 추출한 뒤 다시 기능적 영상에 적용하여 불필요한 영역의 신호를 제거하였다. 그 외에, 기능적 영상 측정 과정에서 발생하는 움직임으로 인한 오류를 보정, 재정렬(Realign) 및 정합(Registration)하고 뇌의 기능적/구조적 영역을 지정하는 데에도 구조적 영상이 사용되었다.

모든 사람의 뇌는 그 크기와 세부적인 구조, 발달된 부분 등에서 많은 차이를 보이고, 또 촬영 환경에 따른 차이 등 많은 변수가 존재하기 때문에 단순한 수치적 비교가 불가능하다. 이를 해결하기 위해 구조적 영상 및 기능적 영상을 정규화(Normalization)하는 과정이 필요하다. 가장 흔히 사용되는 표준

좌표계인 MNI(Montreal Neurological Institute) 좌표계는 다수의 건강한 성인의 뇌의 구조적 영상을 기반으로 만든 템플릿이다. 분석 과정에서 모든 MRI 영상들은 이 템플릿에 따라 정규화되었고 추가적으로 평활화(Smoothing)를 수행하여 정확성을 높였다.

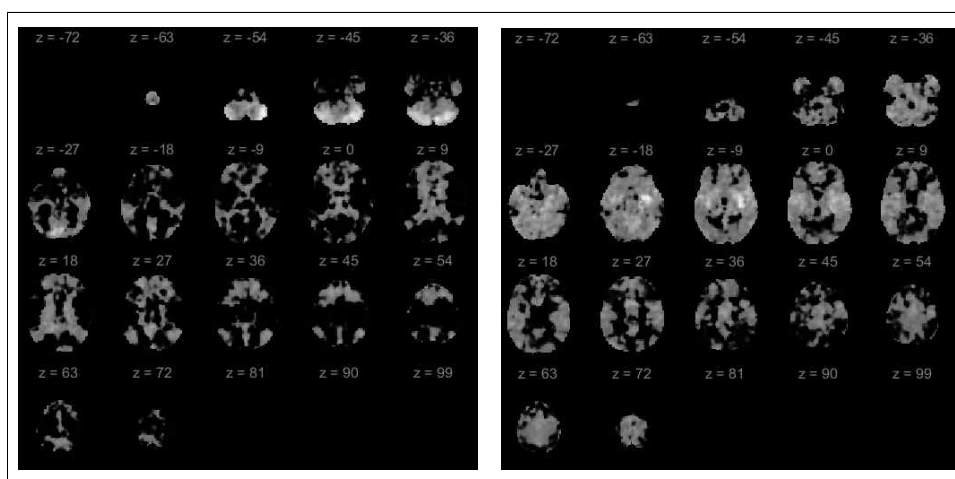
2차원 영상에서 한 점은 픽셀(Pixel)이지만 3차원 공간 영상에서는 복셀(Voxel)이라고 불린다. 동일하게, 2차원 영상처리에서 흔히 블러(Blur)라고 불리는 가우시안 필터(Gaussian Filter)는 한 점을 주변에 있는 픽셀들의 평균값으로 대체하여 영상을 평활화하는데, 3차원 영상 역시 공간 가우시안 필터를 사용하여 주변 복셀의 평균값으로 대체한다. MRI는 불연속적인 단층들을 이어 붙여서 만드는 영상인 만큼, 전처리 과정에도 불구하고 복셀 간의 연속성을 반드시 보장하지는 못한다. 즉 영상에 그만큼 노이즈 데이터가 많다고도 말할 수 있는데, 2차원 영상의 노이즈 제거에 블러를 사용하듯 동일한 알고리즘으로 기능적 영상을 평활화하면 노이즈 제거 효과를 얻을 수 있다.

기능적 영상에서 측정하는 BOLD 신호는 혈액 내 산소 준위를 반영하는데, 이 값들이 실제 활성화 정도를 반영하는 데에는 상대적으로 긴 시간이 소요된다. 그에 반해, 심장 박동과 같은 요인들은 신호를 더 자주, 크게 변화시킨다. 따라서 신호의 주파수 영역을 분석하여 불필요한 요인들과 관심 영역 밖의 신호들을 제거할 필요가 있으며, 본 연구에서는 기능적 영상에 대역 필터(Band-pass Filter)를 적용하여 특정한 주파수 영역대의 신호만을 분석하였다. ALFF(Amplitude of Low-Frequency Fluctuation) 및 fALFF(fractional ALFF)는 BOLD 데이터에서 얻어낼 수 있는 저주파 신호를 분석하는 방법이다. ALFF는 해당 주파수 영역대(0.01-0.08Hz)의 신호의 크기를 나타내며 fALFF는 측정가능한 신호 대비 ALFF의 비율을 통해 더 정확한 저주파 신호의 크기를 계산한다. 이를 통해 뇌의 각 영역에서의 전반적인 활성화 정도를 정밀하게 측정할 수 있으며, 측정된 수치를 다시 정규화하여 신호의 대조를 명확히 한 후 분석하였다. 그 결과는 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 정규화된 fALFF 영상

한편 기능적 영상 분석에서 가장 널리 사용되는 방법 중 하나는 기능적 연결성을 계산하는 것이다. 기능적 연결성은 뇌의 기능적 영역들 사이에서 통계적으로 연관된 수준을 말한다. 즉, 각 영역들이 동반 활성화되는 정도를 측정하는 것이다. 하나의 관심 영역 즉 시드(Seed)를 지정하고 다른 영역, 혹은 모든 복셀들과의 연결성을 측정하는 방법을 시드 기반 분석이라고 하는데, 이를 확장하여 뇌지도상에 지정되어있는 모든 영역들 간의 연결성을 측정하는 것도 가능하다. 본 연구에서는 AAL(Automated Anatomical Labeling)에서 제공하는 116개 전체 영역에서의 기능적 연결성을 측정하였으며, 이후 각 영상을 정규화하였다. 그 결과는 [그림 2-2]와 같다.



[그림 2-2] Hippocampus(37, 38번 영역)에서의 정규화된 기능적 연결성 지도

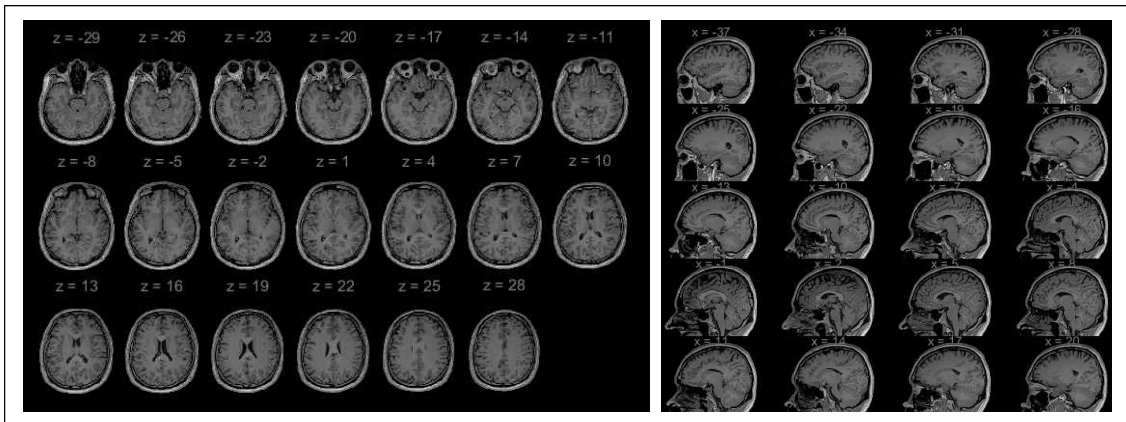
나. 구조적 자기공명영상 분석 방법

구조적 자기공명영상(structural Magnetic Resonance Imaging, sMRI)은 가장 보편적으로 촬영 및 분석되는 MRI의 종류로, 일반적으로 MRI 촬영은 구조적 영상을 의미한다. 이 영상을 이용하여 뇌의 여러 영역의 부피, 표면적 등을 측정할 수 있으며, 주로 그 변화나 집단 간 차이를 분석하여 결과를 도출한다. 구조적 영상은 장시간 촬영이 필요한 기능적 영상과 다르게 하나의 시점만을 촬영하기 때문에 기능적 영상에 비해 데이터의 크기가 작지만, 단일 시점끼리 비교하는 경우 일반적으로 구조적 영상의 크기가 더 크다. 즉 구조적 영상은 시간 분해능이 없는 대신 상대적으로 공간 분해능이 높은 영상이며, 훨씬 정밀하게 뇌의 해부학적 구조를 측정, 분석할 수 있다.

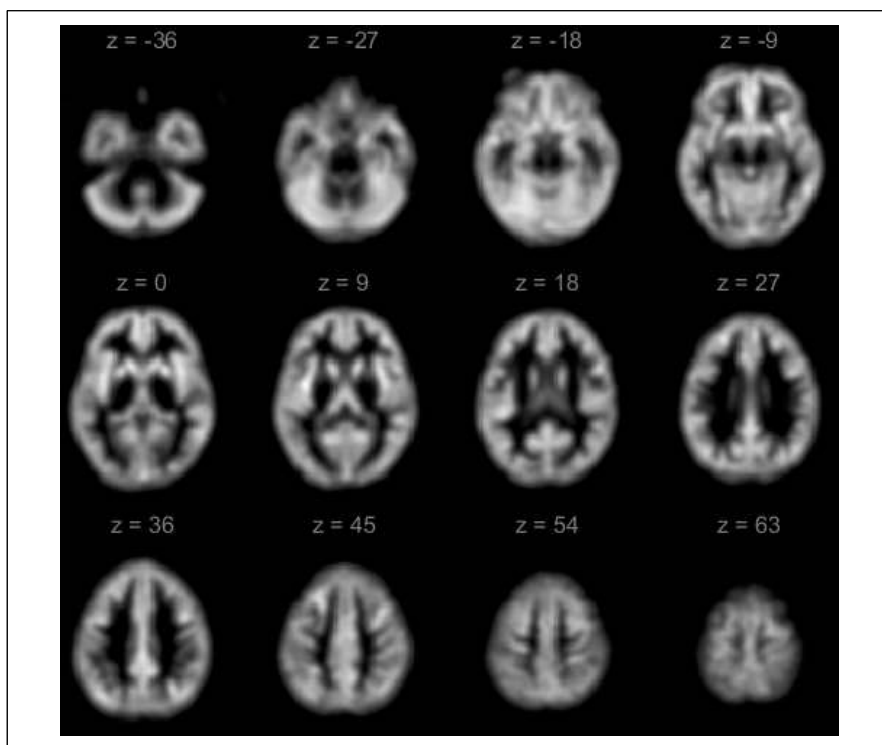
구조적 영상은 이러한 정밀함을 기반으로 원래의 데이터인 복셀의 밝기 신호뿐만 아니라 피질의 두께나 면적을 계산하는 등 얻어낼 수 있는 정보가 많은 영상의 종류이다. 본 연구에서는 복셀 기반 형태 계측(Voxel-based Morphometry; VBM) 방법을 사용하여 영상을 분석하였다. 이는 뇌의 회백질 각 영역의 부피를 측정하여 이를 통계적으로 분석하는 방법이다. 구조적 영상 역시 3차원의 복잡한

영상 데이터인 만큼 수학적 모델과 고성능의 컴퓨터 소프트웨어가 분석에 필수적이며, 기능적 영상과 동일하게 MATLAB 및 SPM을 이용하여 전처리와 분석을 모두 진행하였다.

구조적 영상의 전처리 과정에서 가장 핵심적인 알고리즘은 DARTEL(Diffeomorphic Anatomical Registration using Exponentiated Lie Algebra)이다. DARTEL은 영상 정합 및 정규화, 영상 분리 등 거의 모든 전처리 과정에 적용되며 기존에 존재하는 템플릿을 적용하는 것은 물론 새로운 템플릿을 생성하는 것도 용이하다. 또한 구조적 영상 분석은 물론 위에서 언급한 바와 같이 기능적 영상을 구조적 영상과 함께 정합하는 등 MRI 분석 전처리 과정에 폭넓은 사용되는 알고리즘이다. 전처리 과정 이전의 구조적 영상과 전처리 과정의 결과들은 [그림 2-3] 및 [그림 2-4]에 잘 나타난다. [그림 2-3]에서는 두개골 및 뇌의 모든 영역들이 포함되어 있는 반면 [그림 2-4]는 뇌의 회백질 부분만 남아있으며 또한 영상이 일정한 방향으로 정렬되어 있고 밝기 값이 조정되어 있는 것을 확인할 수 있다.

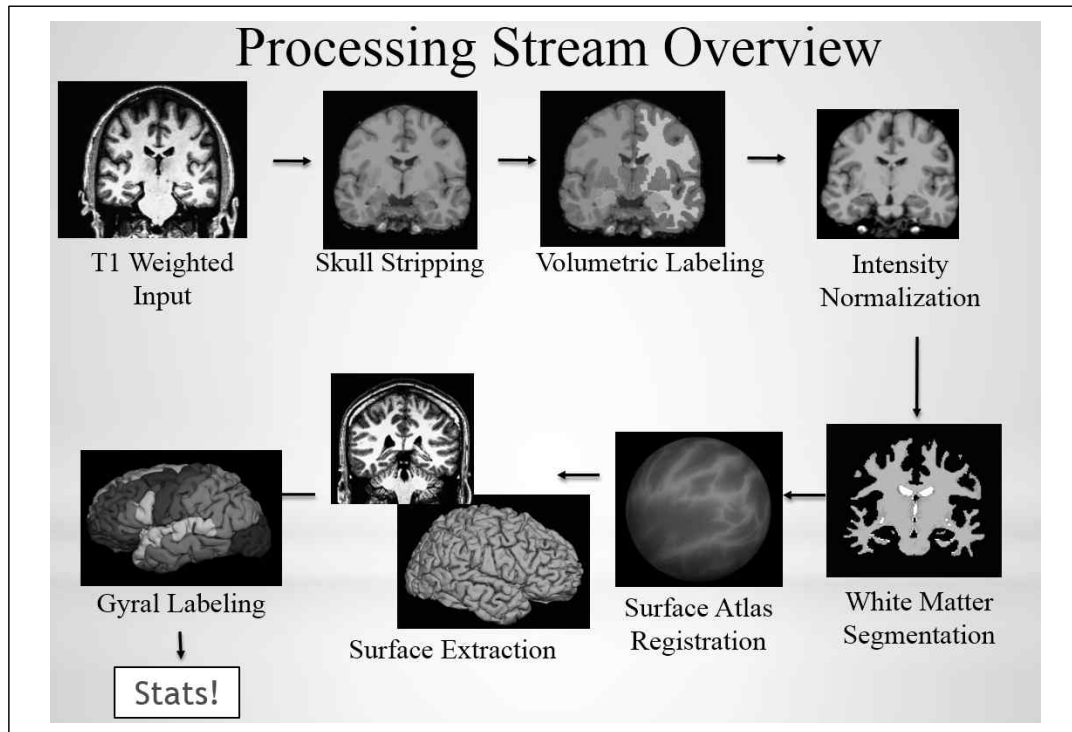


[그림 2-4]의 영상에서 회백질 여러 곳에서 보이는 검은 점들은 촬영 과정이나 영상 분할 과정에서 발생한 노이즈이다. 이들을 그대로 둔 채로 분석을 진행하면 노이즈의 크기에 따라 측정된 복셀 부피에 오차가 생길 수 있다. 따라서 가우시안 필터를 사용한 평활화를 적용하여 노이즈를 제거하고, 정확한 영역별 부피를 측정하였다. 평활화의 적용 결과는 [그림 2-5]에 나타나는데, [그림 2-4]에 비해 현저하게 노이즈가 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이후 AAL으로 뇌의 기능적 영역에 따라 복셀들을 나누고, 통계적 방법을 통해 분석하였다.



[그림 2-5] 평활화 적용 결과

구조적 자기공명영상 두 번째 분석방법은 대뇌피질 두께 분석법(Cortical Thickness Analysis, CTA) 방법론을 활용하였다. 대뇌피질 두께 분석법은 대뇌피질 두께를 비교하기 위해 널리 사용되는 뇌영상 분석 방법론으로, 해당 분석을 위해 다음 페이지에서 소개한 그림상의 순서를 거치게 된다. 먼저 원자료인 T1 이미지 중 뇌 바깥쪽 영역을 제거하며(skull stripping), 이 데이터는 뇌영역별 라벨링 과정을 거치고, 신호값 교정을 위한 intensity normalization 과정을 거친다. 그 뒤 백질 구획화(white matter segmentation) 과정 이후 3차원 구 모양으로 맵핑하는 surface area registration 단계를 거치는데 이 과정은 개인별로 뇌 모양과 크기가 다른 것을 감안하여 통일된 정규 공간에 맵핑하기 위한 절차이다. 여기까지 과정을 마친 이후 대뇌피질과 백질의 경계인 대뇌피질 두께가 자동으로 산출되는데 뇌 영역별 라벨링(gyral labeling)이 자동으로 이루어진다.



[그림 2-6] 대뇌피질 두께 분석법 과정 모식도

* 자료 : <https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/fswiki/Tutorials>

다. 임상 척도 통계분석 방법

임상 척도 통계분석을 위해 SPSS 25를 사용하였다. 인구학적 정보 값들의 차이 비교는 변량분석(ANOVA)을 통해 3개 집단 간 평균 차이를 분석하였다. 사후분석 결과 유의수준 0.05 미만인 경우를 유의미한 결과로 정리하였다. 임상 점수 간의 관계를 비교하기 위해 피어슨 상관분석(Correlation)을 실시하였다. 유의수준 0.05 미만인 경우를 유의미한 결과로 보고하였다. 상관분석은 3개 집단을 각각 별도로 분석했다. 상관분석이란 두 변인 간의 관계성이 존재하는지 아닌지에 대한 판별을 위한 통계 분석방법으로, 만약 두 변인의 관계가 한 변인이 증가할 때 다른 변인도 증가하는 양상을 갖고 있다면 양의 상관관계(Positive Correlation), 한 변인이 증가할 때 다른 변인은 감소하는 양상을 갖고 있다면 음의 상관관계(Negative Correlation) 보인다고 판별할 수 있다. 하지만 두 변인 사이에 관계성이 존재하지 않거나 통계적으로 의미를 발견할 수 없을 정도로 매우 약하다면, 이때는 상관관계가 존재하지 않는다고 해석한다.

3. 결과

가. 인구학적 정보 분석

게임선용군(Good User), 일반사용자군(General User), 게임위험군(Risk User; 과몰입위험군+과몰입군)에서 연령, 교육 수준, 사회경제적 수준에서 차이는 없었다. <표 2-1>

게임선용군, 일반사용자군, 게임위험군에서 전체 지능의 차이는 없었다. 언어영역, 지각수준, 작업 기억, 처리 속도로 나뉘어진 소항목에서도 유의한 차이는 없었다.

게임 과몰입의 정도는 게임위험군에서 일반사용자군, 게임선용군에 비해서 유의하게 높았다.

주의력결핍 과잉행동 지수는 게임위험군에서 다른 군에 비해 유의하게 높았다.

신체화 점수는 게임위험군이 일반사용자군, 게임선용군에 비해서 유의하게 높았다.

사회불안지수, 우울감, 일반 불안감 지수는 세 군 간의 차이가 없었다.

<표 2-1> 세 집단 간의 인구학적정보와 임상 척도 비교
(Comparison of demographic and clinical data between three groups)

	General User (32)	Good User (39)	Risk User (19)
Age	10.2±1.5	9.8±1.6	9.7±1.9
Education	3.3±1.5	3.0±1.5	2.8±1.7
SES (n,%)			
High	2	1	0
High-Middle	9	13	7
Middle	20	26	12
Middle-Low	3	3	2
FSIQ	108.9±11.7	108.7±13.5	106.7±14.2
Verbal	108.5±9.6	105.3±11.8	105.0±10.5
Perception	110.4±15.1	110.0±14.0	106.4±15.2
Working Memory	106.3±12.4	106.8±12.2	104.4±16.5
Speed	100.2±12.1	103.2±14.3	104.9±13.1
YIAS ^{*1}	29.6±8.3	32.3±10.8	41.4±12.1
KARS ^{*2}	7.2±6.7	9.5±6.9	13.4±10.6
PHQ-9 ^{*3}	1.0±1.7	2.0±2.9	2.7±3.0
SCARED	14.6±8.8	16.0±12.2	18.9±12.1
CED-DC	9.4±6.0	10.4±7.1	13.3±6.3
RCMAS-2	10.0±7.1	9.2±6.8	12.3±8.2

*: statistically significant, ANOVA, post hoc;

*1: F=8.96, p<0.001, risk user > good user, general user;

*2: F=3.66, p=0.03, risk user > good user, general user;

*3: F=3.31, p=0.04, risk user > good user, general user;

FSIQ: Full scale intelligence quotient, YIAS: Young' s internet addiction scale, KARS: Korean attention deficit hyperactivity

disorder rating scale, PHQ-9: The patient Health Questionnaire, SCARED: Screen for Child Anxiety Related Disorders, CED-DC: Center for Epidemiological Studies Depression scale for Children, RCMAS-2: Revised Children's Manifest Anxiety Scale

나. 임상 척도 간의 관계

(1) 모든 참여자에서의 임상 척도 간의 관계

모든 참여자(3그룹)에서 게임 과몰입의 정도는 주의력결핍 과잉행동장애, 사회불안, 우울감 및 일반 불안감의 척도와 양의 상관관계가 있었다. <표 2-2>

모든 참여자(3그룹)에서 주의력결핍 과잉행동장애 지수는 게임 과몰입 정도만이 유의한 양의 상관관계가 있었다.

모든 참여자(3그룹)에서 사회불안은 우울감, 일반 불안감과 상관관계가 있었다.

모든 참여자(3그룹)에서 일반 불안감은 우울감, 사회불안과 상관관계가 있었다.

<표 2-2> 모든 집단에서의 임상 척도 간의 상관관계
(Correlations between clinical scales in all groups)

		YIAS	KARS	PHQ9	SCARED	CSE_D	RCMAS_2
YIAS	Pearson 상관	1	.345**	.543**	.509**	.428**	.496**
	유의확률 (양측)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	98	98	98	98	98	98
KARS	Pearson 상관	.345**	1	0,157	0,129	0,188	0,155
	유의확률 (양측)	0,000		0,122	0,207	0,063	0,129
	N	98	98	98	98	98	98
PHQ9	Pearson 상관	.543**	0,157	1	.474**	.502**	.465**
	유의확률 (양측)	0,000	0,122		0,000	0,000	0,000
	N	98	98	98	98	98	98
SCARED	Pearson 상관	.509**	0,129	.474**	1	.580**	.737**
	유의확률 (양측)	0,000	0,207	0,000		0,000	0,000
	N	98	98	98	98	98	98
CSE_D	Pearson 상관	.428**	0,188	.502**	.580**	1	.596**
	유의확률 (양측)	0,000	0,063	0,000	0,000		0,000
	N	98	98	98	98	98	98
RCMAS_2	Pearson 상관	.496**	0,155	.465**	.737**	.596**	1
	유의확률 (양측)	0,000	0,129	0,000	0,000	0,000	
	N	98	98	98	98	98	98

YIAS: Young's internet addiction scale, KARS: Korean attention deficit hyperactivity disorder rating scale, PHQ-9: The patient Health Questionnaire, SCARED: Screen for Child Anxiety Related Disorders, CED-DC: Center for Epidemiological Studies Depression scale for Children, RCMAS-2: Revised Children's Manifest Anxiety Scale

(2) 일반사용자군 안에서 임상 척도 간의 관계

일반사용자군에서는 게임 과몰입의 정도는 우울감, 사회불안, 일반 불안감과 양의 상관관계가 있었다. <표 2-3>

일반사용자군에서는 주의력결핍 과잉행동장애 지수는 우울감과 양의 상관관계가 있었다.

일반사용자군에서는 사회불안은 우울감, 일반 불안감과 양의 상관관계가 있었다.

<표 2-3> 일반사용자군에서의 임상 척도 간의 상관관계
(Correlations between clinical scales in General users)

		VIAS	KARS	PHQ9	SCARED	CES_D	RCMAS_2
VIAS	Pearson 상관	1	0.293	.518**	.535**	.368*	.573**
	유의확률 (양측)		0.093	0.002	0.001	0.032	0.000
	N	34	34	34	34	34	34
KARS	Pearson 상관	0.293	1	0.122	0.327	.358*	0.134
	유의확률 (양측)	0.093		0.492	0.059	0.038	0.449
	N	34	34	34	34	34	34
PHQ9	Pearson 상관	.518**	0.122	1	0.289	0.205	.471**
	유의확률 (양측)	0.002	0.492		0.097	0.246	0.005
	N	34	34	34	34	34	34
SCARED	Pearson 상관	.535**	0.327	0.289	1	.578**	.683**
	유의확률 (양측)	0.001	0.059	0.097		0.000	0.000
	N	34	34	34	34	34	34
CES_D	Pearson 상관	.368*	.358*	0.205	.578**	1	.549**
	유의확률 (양측)	0.032	0.038	0.246	0.000		0.001
	N	34	34	34	34	34	34
RCMAS_2	Pearson 상관	.573**	0.134	.471**	.683**	.549**	1
	유의확률 (양측)	0.000	0.449	0.005	0.000	0.001	
	N	34	34	34	34	34	34

VIAS: Young's internet addiction scale, KARS: Korean attention deficit hyperactivity disorder rating scale, PHQ-9: The patient Health Questionnaire, SCARED: Screen for Child Anxiety Related Disorders, CED-DC: Center for Epidemiological Studies Depression scale for Children, RCMAS-2: Revised Children's Manifest Anxiety Scale

(3) 게임선용군 안에서 임상 척도 간의 관계

게임 선용자군에서는 게임 과몰입의 정도는 우울 점수, 사회불안 점수, 일반 불안감과 양의 상관관계가 있었다. <표 2-4>

게임 선용자군에서는 우울 점수는 사회불안, 일반 불안감과 양의 상관관계가 있었다.

<표 2-4> 게임선용군에서의 임상 척도 간의 상관관계
(Correlations between clinical scales in Good users)

		YIAS	KARS	PHQ9	SCARED	CES-D	RCMAS_2
YIAS	Pearson 상관	1	0.197	.493**	.530**	.487**	.593**
	유의확률 (양측)		0.204	0.001	0.000	0.001	0.000
	N	43	43	43	43	43	43
KARS	Pearson 상관	0.197	1	0.119	0.068	0.123	0.061
	유의확률 (양측)	0.204		0.446	0.665	0.432	0.697
	N	43	43	43	43	43	43
PHQ9	Pearson 상관	.493**	0.119	1	.507**	.710**	.526**
	유의확률 (양측)	0.001	0.446		0.001	0.000	0.000
	N	43	43	43	43	43	43
SCARED	Pearson 상관	.530**	0.068	.507**	1	.642**	.809**
	유의확률 (양측)	0.000	0.665	0.001		0.000	0.000
	N	43	43	43	43	43	43
CES-D	Pearson 상관	.487**	0.123	.710**	.642**	1	.689**
	유의확률 (양측)	0.001	0.432	0.000	0.000		0.000
	N	43	43	43	43	43	43
RCMAS_2	Pearson 상관	.593**	0.061	.526**	.809**	.689**	1
	유의확률 (양측)	0.000	0.697	0.000	0.000	0.000	
	N	43	43	43	43	43	43

YIAS: Young's internet addiction scale, KARS: Korean attention deficit hyperactivity disorder rating scale, PHQ-9: The patient Health Questionnaire, SCARED: Screen for Child Anxiety Related Disorders, CES-D: Center for Epidemiological Studies Depression scale for Children, RCMAS-2: Revised Children's Manifest Anxiety Scale

(4) 게임위험군 안에서 임상 척도 간의 관계

게임위험군(과몰입위험군+과몰입군)에서 게임 과몰입의 정도는 주의력결핍 과잉행동장애, 우울감 점수와 양의 상관관계가 있었다. <표 2-5>

게임위험군에서 우울감은 사회불안과 상관관계가 있었다.

<표 2-5> 게임위험군에서의 임상 척도 간의 상관관계
(Correlations between clinical scales in Risk users)

		VIAS	KARS	PHQ9	SCARED	CES_D	RCMAS_2
VIAS	Pearson 상관	1	.639**	.554**	0.412	0.183	0.245
	유의확률 (양측)		0.002	0.009	0.063	0.427	0.284
	N	21	21	21	21	21	21
KARS	Pearson 상관	.639**	1	0.318	0.311	0.194	0.408
	유의확률 (양측)	0.002		0.160	0.170	0.400	0.067
	N	21	21	21	21	21	21
PHQ9	Pearson 상관	.554**	0.318	1	.485*	0.231	0.403
	유의확률 (양측)	0.009	0.160		0.026	0.313	0.070
	N	21	21	21	21	21	21
SCARED	Pearson 상관	0.412	0.311	.485*	1	0.395	.697**
	유의확률 (양측)	0.063	0.170	0.026		0.076	0.000
	N	21	21	21	21	21	21
CES_D	Pearson 상관	0.183	0.194	0.231	0.395	1	.461*
	유의확률 (양측)	0.427	0.400	0.313	0.076		0.036
	N	21	21	21	21	21	21
RCMAS_2	Pearson 상관	0.245	0.408	0.403	.697**	.461*	1
	유의확률 (양측)	0.284	0.067	0.070	0.000	0.036	
	N	21	21	21	21	21	21

VIAS: Young's internet addiction scale, KARS: Korean attention deficit hyperactivity disorder rating scale, PHQ-9: The patient Health Questionnaire, SCARED: Screen for Child Anxiety Related Disorders, CES-DC: Center for Epidemiological Studies Depression scale for Children, RCMAS-2: Revised Children's Manifest Anxiety Scale

다. 기능성 뇌자기공명영상 분석

(1) 게임이용자들의 평소 뇌 활성화

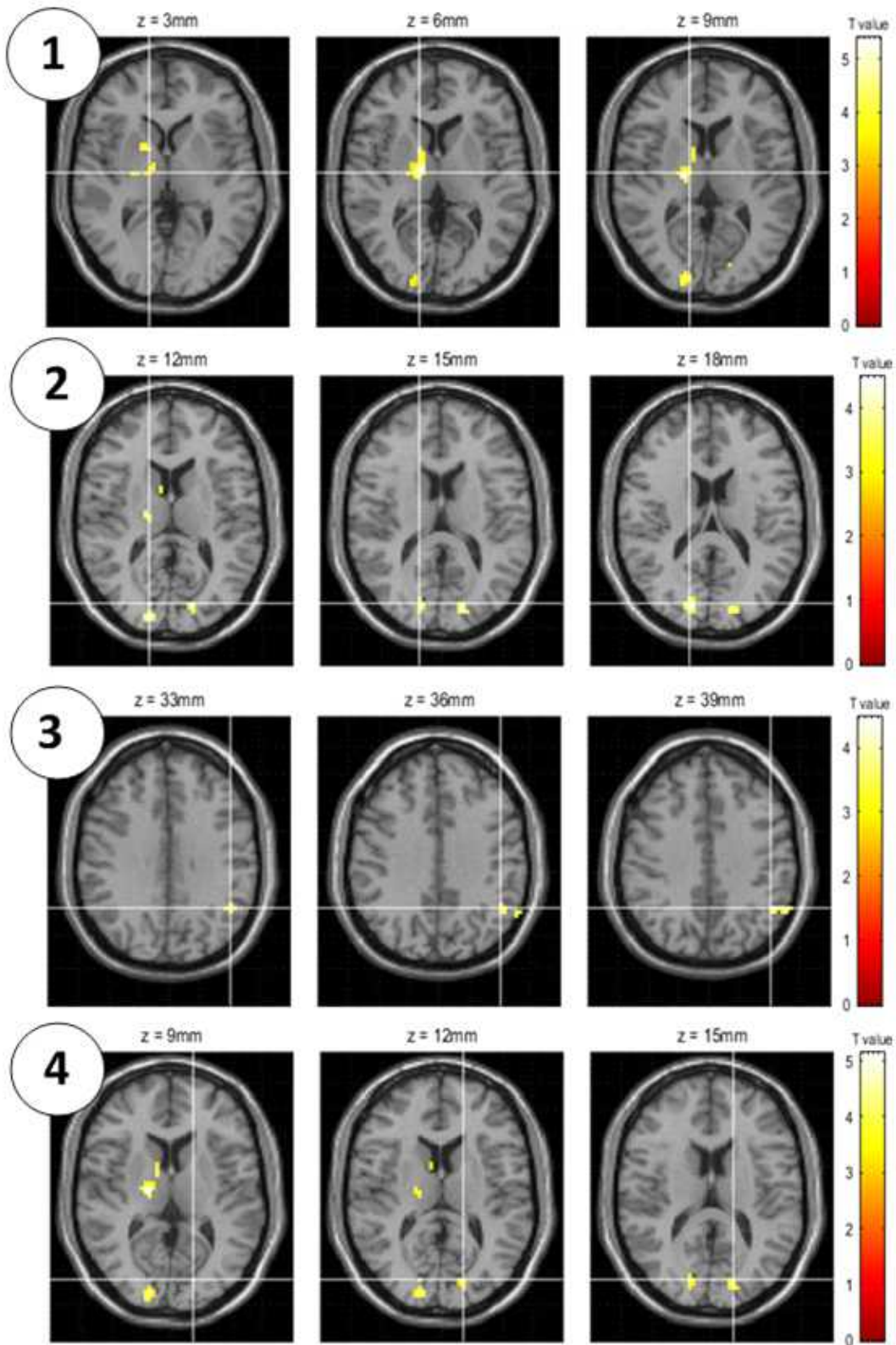
이번에 모집된 참여자들은 평소 게임을 이용하는 청소년들로 평소 게임 자극에 노출이 되어 있는 집단이다. 평소 게임을 하는 청소년 뇌의 휴지기 상태(resting state)에서의 활성화의 모습이 아래 나와 있다. <표 2-6> [그림 2-7]

본 분석에서 사용된 ReHo의 개념은 다음과 같다. ReHo 분석은 KCC(Kendall's coefficient concordance) 개념을 활용한 것인데, KCC는 여러 시점의 시계열 촬영에서 얻어진 뇌영상 데이터에서의 유사성을 측정하는 것이다. 즉 ReHo는 복셀 기반 분석에 있어, 주변에 인접한 복셀들 사이에 시계열 상 비슷한 패턴을 갖는 복셀들을 통계적인 기법으로 발견해 내는 방법론이다.

이러한 분석 결과 90명의 뇌 활성화를 보면, 우측 시상(Right Thalamus), 우측 후두설상이랑(Right Occipital Cuneus), 좌측 아래마루소엽(Left inferior Parietal lobule)과 좌측 후두설상이랑(Left Occipital Cuneus) 영역이 활성화되어 있는 것을 알 수 있다. <표 2-6> [그림 2-7]

<표 2-6> 인터넷 게임 이용 관련 뇌 활성화(Regional Homogeneity; ReHo); 전체 참여자에서 관찰된 뇌 활성화(Regional Homogeneity(ReHo) in all participants in response to internet gaming)

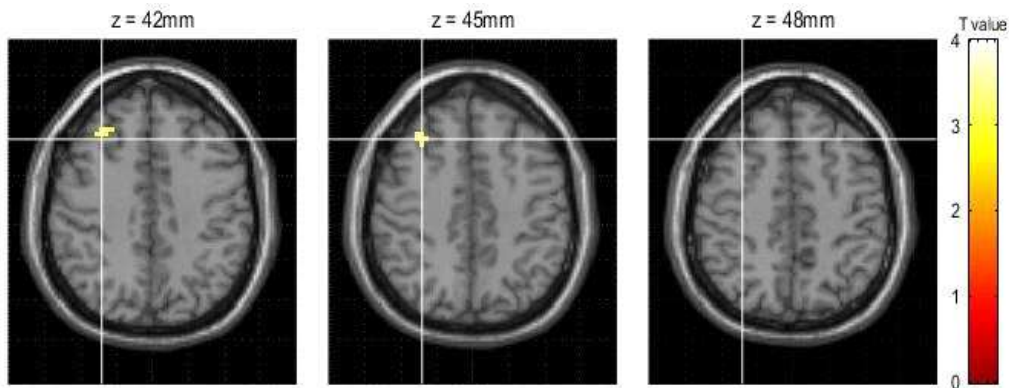
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
15	-12	6	5.39	64	FDRq<0.001	1. Right Thalamus
18	-81	15	4.48	50	FDRq<0.001	2. Right Occipital Cuneus, BA 18
-45	-54	36	4.47	34	FDRq=0.001	3. Left Inferior Parietal Lobule, BA 40
-15	-81	12	4.17	23	FDRq=0.003	4. Left Occipital Cuneus, BA 17



[그림 2-7] 인터넷 게임 이용 관련 뇌 활성화(Regional Homogeneity; ReHo); 전체 참여자에서 관찰된 뇌 활성화(Regional Homogeneity(ReHo) in all participants in response to internet gaming)

(2) 세 집단 간의 뇌 활성화(ReHO) 비교 분석

[1]. 게임선용군에서 일반사용자군보다 우측 중간이마이랑(Right Middle Frontal Gyrus, BA 8)이 더욱 활성화 되어 있다. (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 32$) [그림 2-8] (참고: uncorrected의 의미는, 통계분석에 있어 다중비교의 이슈를 고려하지 않은 상태의 비교라는 것임)

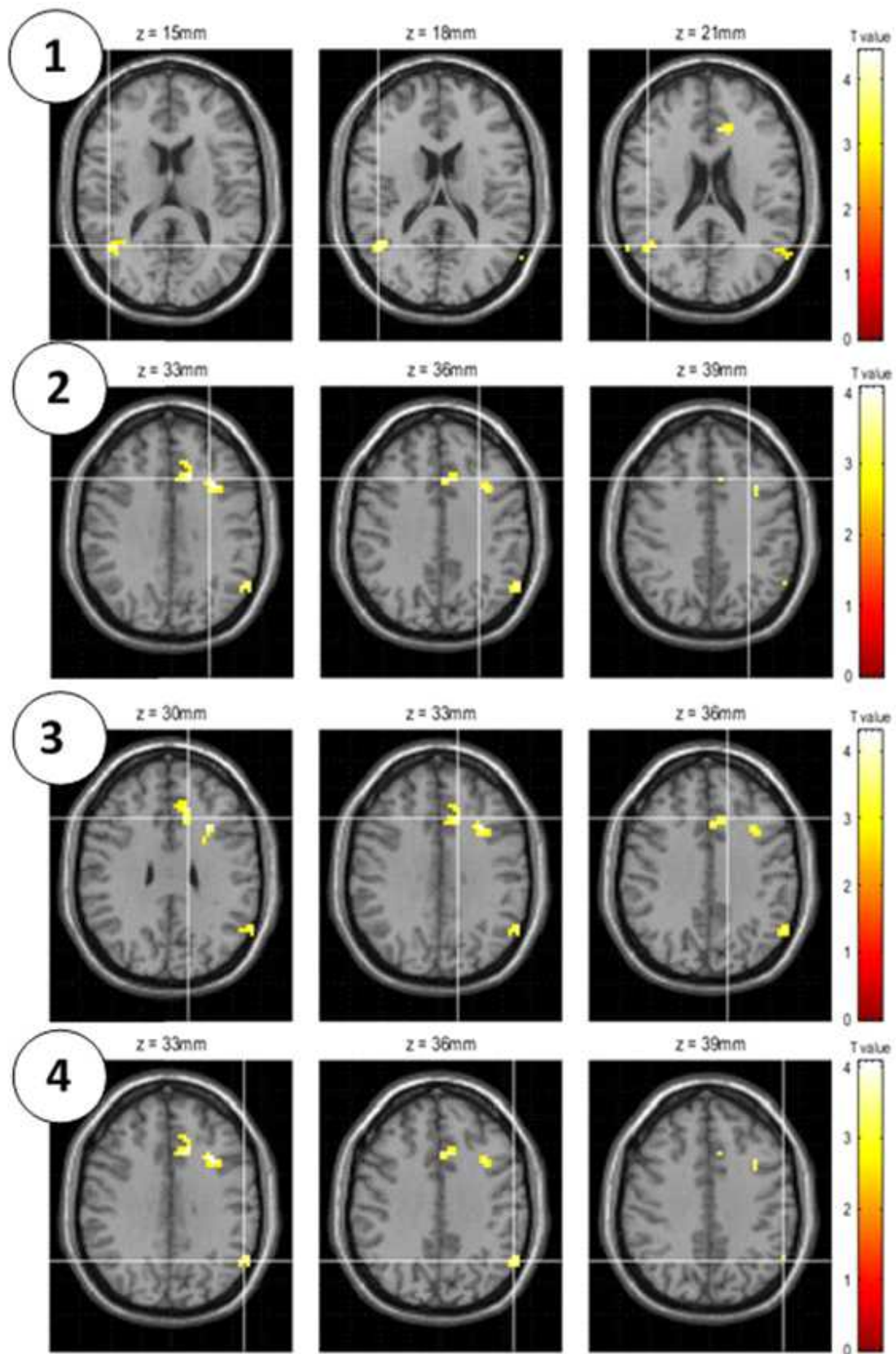


[그림 2-8] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역

[2]. 게임위험군은 일반사용자군에 비해서 우측 위관자이랑(Right Superior Temporal Gyrus), 좌측 중간이마이랑(Left Middle Frontal Gyrus), 좌측 대상회이랑(Left Cingulate Gyrus), 좌측 두정엽 모이랑(Left Parietal, Angular Gyrus)이 덜 활성화 되어 있다. <표 2-7> [그림 2-9]

<표 2-7> 일반사용자군 대비 게임위험군에서 덜 활성화된 뇌 영역

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
48	-57	18	4.44	53	FDRq=0.035	1. Right Superior Temporal Gyrus, BA 22
-27	21	36	4.07	39	FDRq=0.043	2. Left Middle Frontal Gyrus, BA 8
-12	24	33	4.48	58	FDRq=0.035	3. Left Cingulate Gyrus, BA 32
-54	-60	36	4.09	36	FDRq=0.044	4. Left Parietal, Angular Gyrus, BA 39

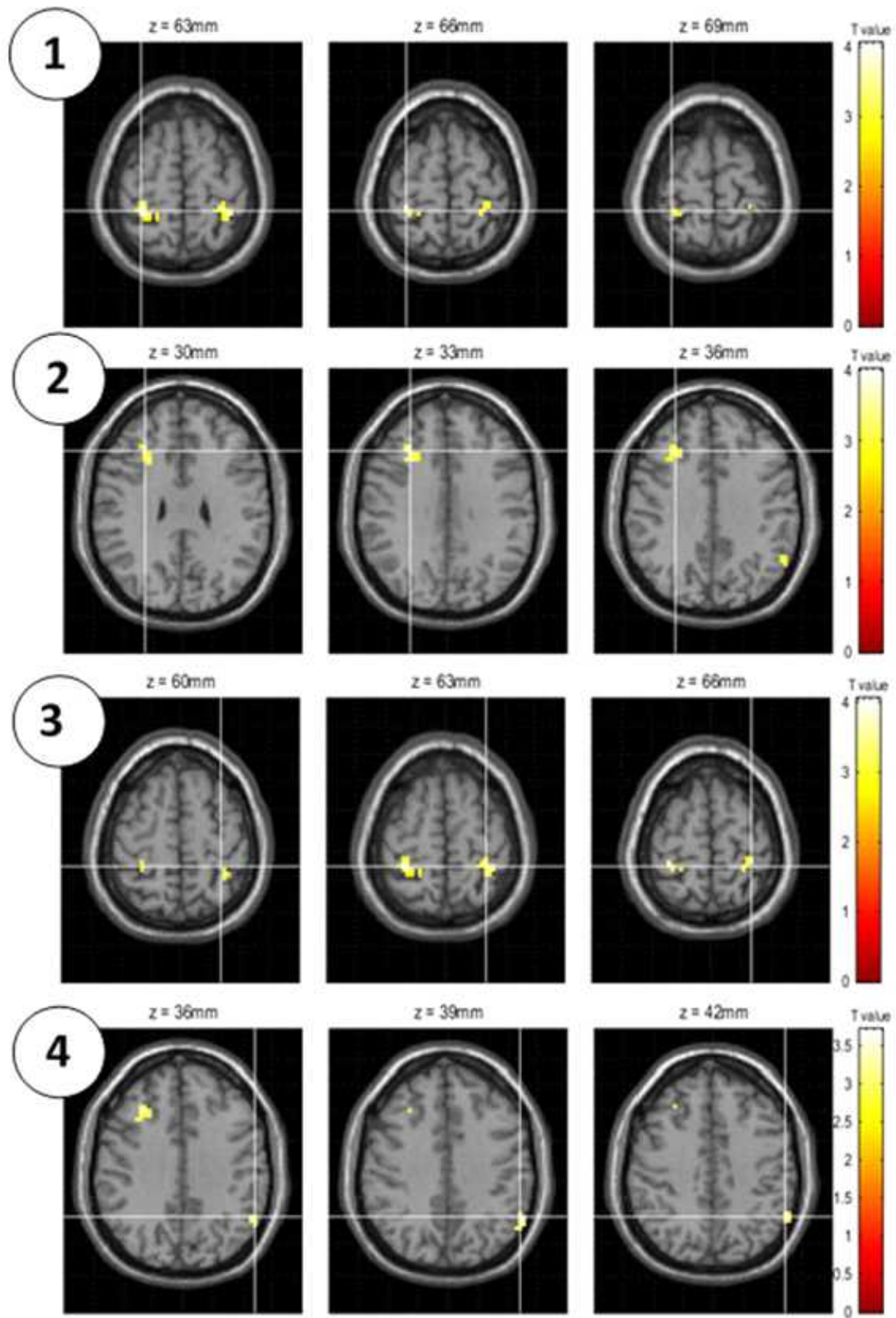


[그림 2-9] 일반사용자군 대비 게임위험군에서 덜 활성화된 뇌 영역

[3]. 게임선용군은 게임위험군에 비해 우측 두정엽 중심뒤이랑(Right Parietal, Postcentral Gyrus), 우측 중간 이마 이랑(Right Middle Frontal Gyrus), 좌측 두정엽 중심뒤이랑(Left Parietal, Postcentral Gyrus), 좌측 아래마루소엽(Left Inferior Parietal Lobule)에서 뇌 활성화가 증가되었다. <표 2-8> [그림 2-10]

<표 2-8> 게임위험군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역

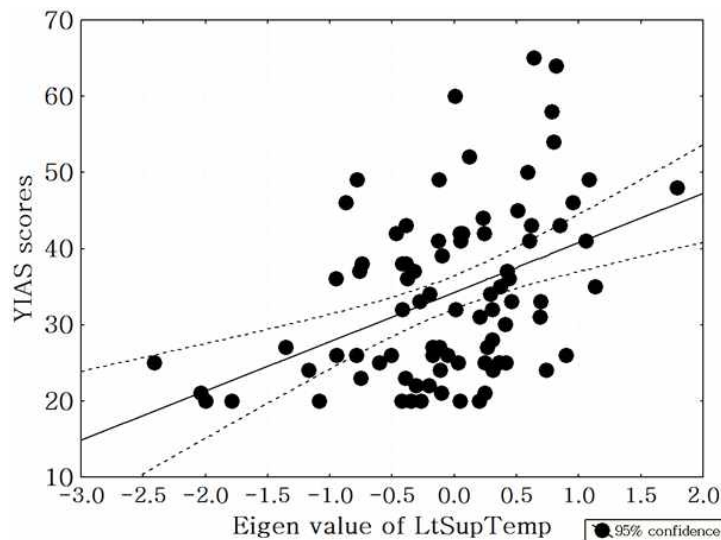
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
33	-39	66	4.04	26	0.014	1. Right Parietal, Postcentral Gyrus, BA 5
30	27	33	4.01	31	0.008	2. Right Middle Frontal Gyrus, BA 9
-30	-39	63	3.63	25	0.015	3. Left Parietal, Postcentral Gyrus, BA 5
-54	-54	39	3.44	22	0.021	4. Left Inferior Parietal Lobule, BA 40



[그림 2-10] 게임위험군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 뇌 영역

(3) Young Internet Addiction Scale과 뇌 활성화(ReHO) 척도와의 관련

[1]. 모든 참여자에서 YIAS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 하지만 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때, 좌측 위관자이랑 ($x, y, z = -66, -33, 21$ $T=3.29$, uncorrected $p = 0.001$, $k_e=14$, Left Superior Temporal Gyrus)의 활성화가 YIAS와 양의 상관관계가 있었다 ($r=0.43$, $p<0.001$). [그림 2-11]



[그림 2-11] 전체 참여자에서의 게임 과몰입정도와 좌측 위관자이랑 활성화 간의 양의 상관관계

[2]. 일반사용자군에서 YIAS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때도 관찰되지 않았다.

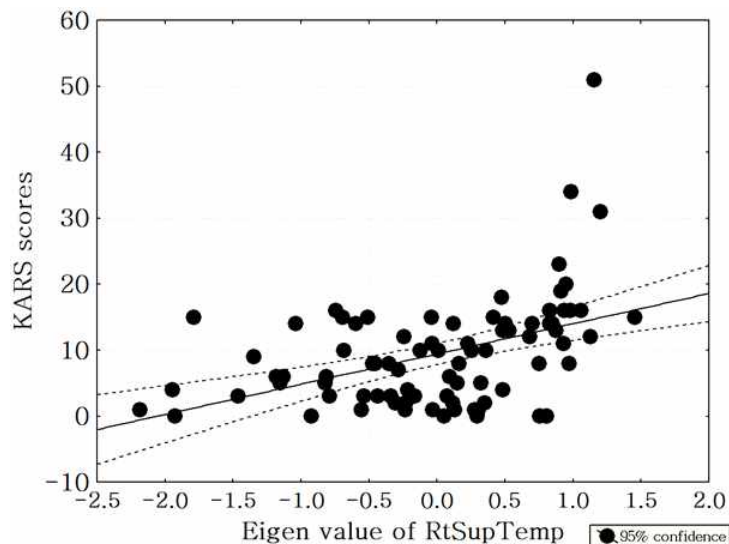
[3]. 게임선용자군에서 YIAS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때도 관찰되지 않았다.

[4]. 게임위험군에서 YIAS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때도 관찰되지 않았다.

(4) ADHD Scale과 뇌활성화(ReHO)의 관련

[1]. 모든 참여자에서 ADHD 점수와 관련있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 하지만 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때, 우측 위관자이랑 ($x, y, z = 51, -54, 12$, $T=4.42$, uncorrected $p = 0.001$, $k_e=14$, Right Superior Temporal Gyrus)의 활성화가 ADHD 점수와 양의 상관관

계가 있었다 ($r=0.43$, $p<0.001$). [그림 2-12]



[그림 2-12] 전체 참여자에서의 ADHD 점수와 우측 위관자이랑 활성화 간의 양의 상관관계

[2]. 일반사용자군에서 K-ARS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때도 관찰되지 않았다.

[3]. 게임선용자군에서 K-ARS 점수와 관련 있는 뇌 부위는 관찰되지 않았다 (uncorrected $p < 0.001$, $K_e > 10$). 통계적 엄격도를 낮추어 관찰했을 때도 관찰되지 않았다.

[4]. 게임위험군에서 K-ARS 점수는 좌측 관자방추이랑 ($x, y, z = -51, -54, -15$, $T=4.42$, uncorrected $p < 0.001$, $K_e = 10$, Left Temporal Fusiform Gyrus) 뇌 부위와 양의 상관관계가 있었다. ($r=0.37$, $p=0.03$)

(5) 뇌 연결성 Brain functional connectivity 연구

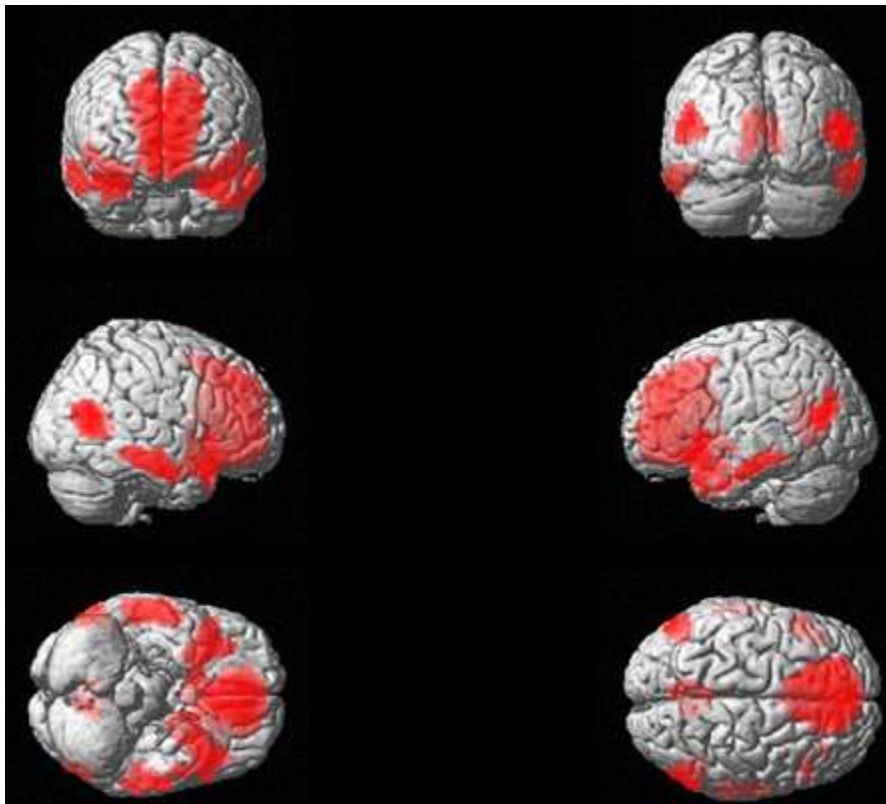
뇌 연결성(Brain Functional Connectivity) 분석방법은, 의미 있는 뇌 특정 영역(본 보고서의 분석에서는 왼쪽 전대상회이랑)와 같은 시간대에 비교적 유사한 방향성(감소 혹은 증가)으로 상호 동시 변화하는 다른 뇌 영역을 찾는 분석 방법이다. 따라서 뇌 연결성이 높다는 것은 뇌 기능 촬영 결과로 측정된 해당 뇌 영역들 사이에 통계적인 관련성이 높다는 것을 의미한다.

[1]. 일반사용자군에서 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus)을 기준으로 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus), 우측 아레이마이랑(Right Inferior Frontal Gyrus), 좌측 위관자이랑(Left Superior Temporal Gyrus), 좌-우측 중간관자이랑(Left-Right Middle Temporal Gyrus), 좌-우

측 아래관자이랑(Left-Right Inferior Temporal Gyrus), 좌측 후두엽 설상이랑(Left Occipital, Lingual Gyrus) 까지 뇌 연결성을 보였다. <표 2-9> [그림 2-13]

<표 2-9> 일반사용자군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in General user)

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-3	39	6	34.92	2783	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32
33	15	-21	18.44	378	FDRq<0.01	2. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47
-30	12	-27	16.55	490	FDRq<0.01	3. Left Superior Temporal Gyrus, BA 38
54	-66	15	12.20	217	FDRq<0.01	4. Right Middle Temporal Gyrus, BA 39
-51	-72	18	13.07	143	FDRq<0.01	5. Left Middle Temporal Gyrus, BA 39
60	-21	-21	12.91	222	FDRq<0.01	6. Right Inferior Temporal Gyrus, BA 20
-9	-60	0	12.34	289	FDRq<0.01	7. Left Occipital, Lingual Gyrus, BA 19
-57	-30	-15	12.23	123	FDRq<0.01	8. Left Inferior Temporal Gyrus, BA20



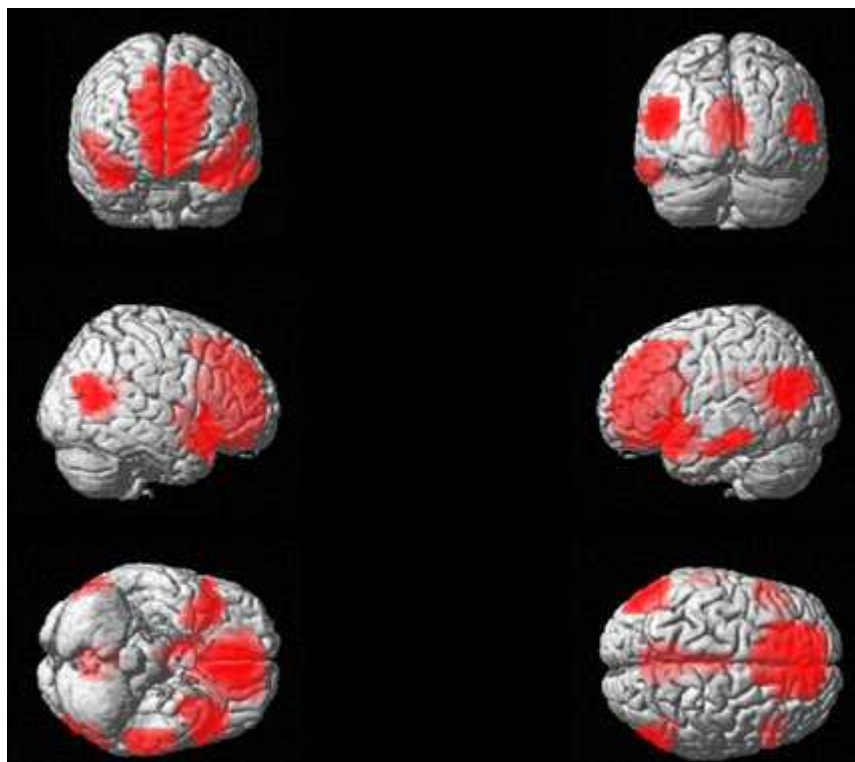
[그림 2-13] 일반사용자군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in General user)

[2]. 게임선용군에서 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus)을 기준으로 좌측 전대상회이

랑(Left Anterior Cingulate Gyrus), 좌-우측 위관자이랑(Left-Right Superior Temporal Gyrus), 좌-우측 중간관자이랑(Left-Right Middle Temporal Gyrus), 우측 렌즈핵(Right Lentiform Nucleus), 좌측 측두엽 방추이랑(Left Temporal, Fusiform Gyrus) 까지 뇌연결성을 보였다. <표 2-10> [그림 2-14]

<표 2-10> 게임선용군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Good user)

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-6	36	9	35.08	3710	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32
-3	-18	24	18.08	952	FDRq<0.01	2. Left Anterior Cingulate, BA 23
36	12	-21	17.03	446	FDRq<0.01	3. Right Superior Temporal Gyrus, BA 38
-33	9	-21	16.16	551	FDRq<0.01	4. Left Superior Temporal Gyrus, BA 38
-57	-69	15	15.50	369	FDRq<0.01	5. Left Middle Temporal Gyrus, BA 19
57	-69	21	12.62	255	FDRq<0.01	6. Right Middle Temporal Gyrus, BA 39
12	3	3	12.33	115	FDRq<0.01	7. Right Lentiform Nucleus, Globus Pallidus
-54	-36	-18	12.19	186	FDRq<0.01	8. Left Temporal, Fusiform Gyrus, BA 20

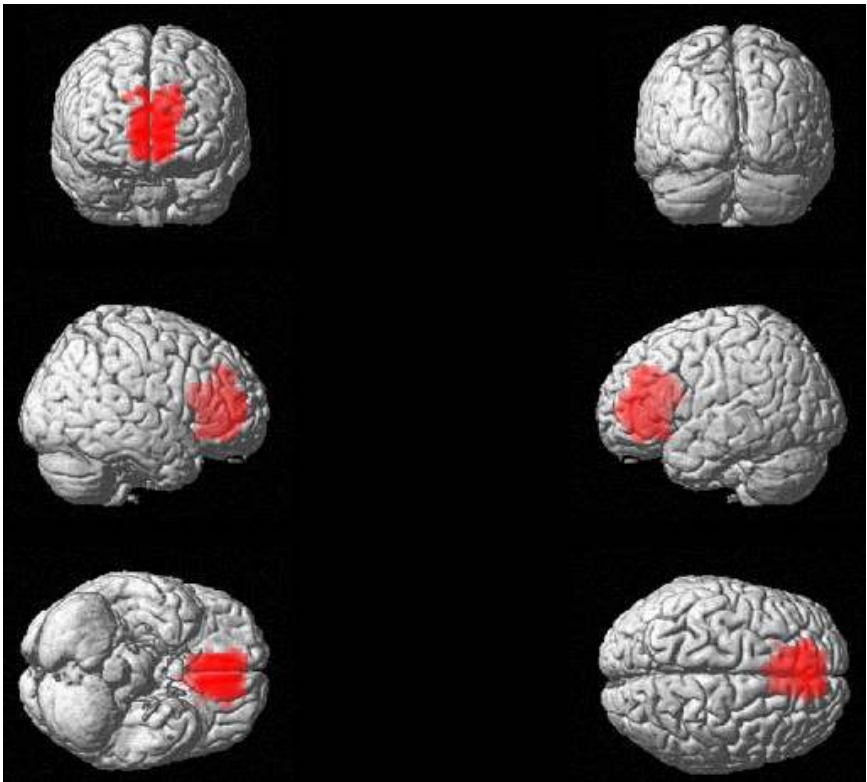


[그림 2-14] 게임선용군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Good user)

[3]. 게임위험군(과몰입위험군+과몰입군)에서 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus)을 기준으로 좌측 전대상회이랑(Left Posterior Cingulate Gyrus)까지만 뇌 연결성을 보였다. <표 2-11> [그림 2-15]

<표 2-11> 게임위험군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Risk user)

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-6	36	3	42.49	1276	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 24

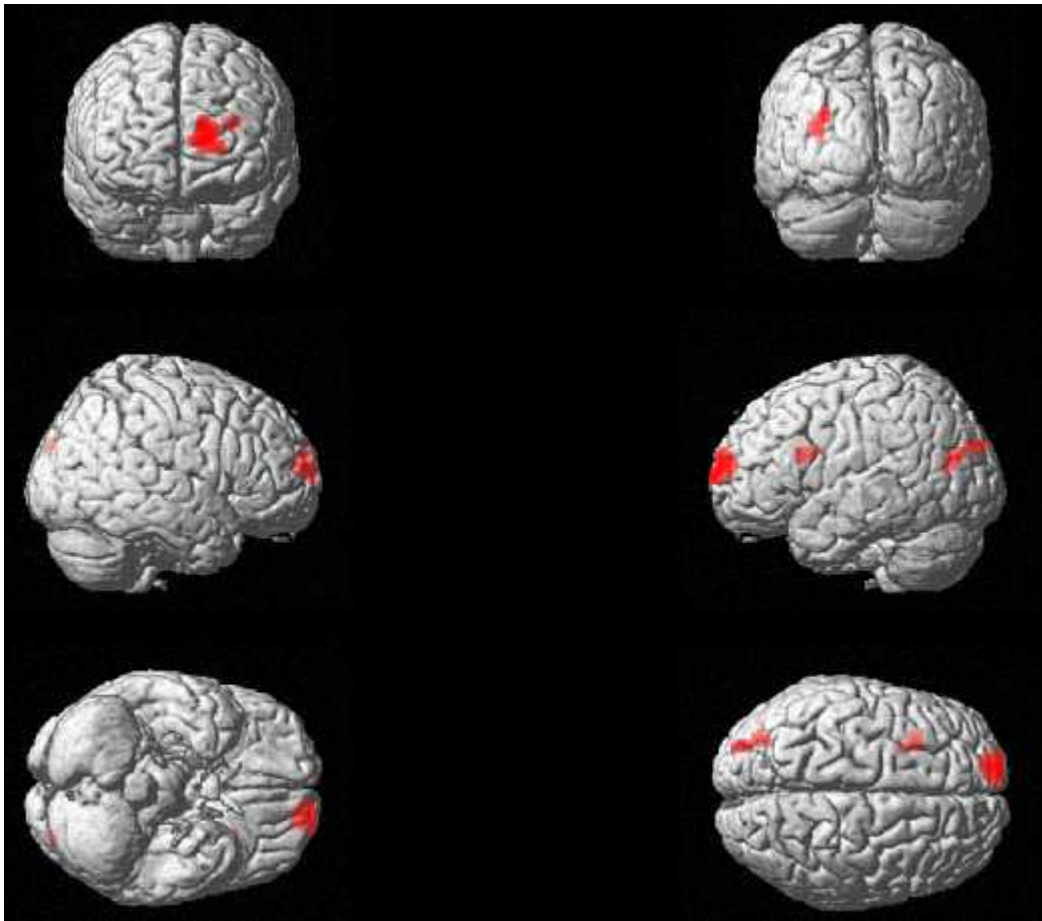


[그림 2-15] 게임위험군에서의 뇌 기능적 연결성(Brain functional connectivity in Risk user)

[4]. 게임선용군은 일반사용자군에 비해 좌측 위이마이랑(Left Superior Frontal Gyrus), 좌측 중간이마이랑(Left Middle Frontal Gyrus), 좌측 후두엽 중간관자이랑(Left Occipital, Middle Temporal Gyrus)이 더욱 활성화되어 있다. <표 2-12> [그림 2-16]

<표 2-12> 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 영역

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-15	60	12	4.40	79	<0.0001	1. Left Superior Frontal Gyrus, BA 10
-30	15	21	3.45	24	<0.0001	2. Left Middle Frontal Gyrus
-33	-78	21	3.01	26	0.001	3 Left Occipital, Middle Temporal Gyrus

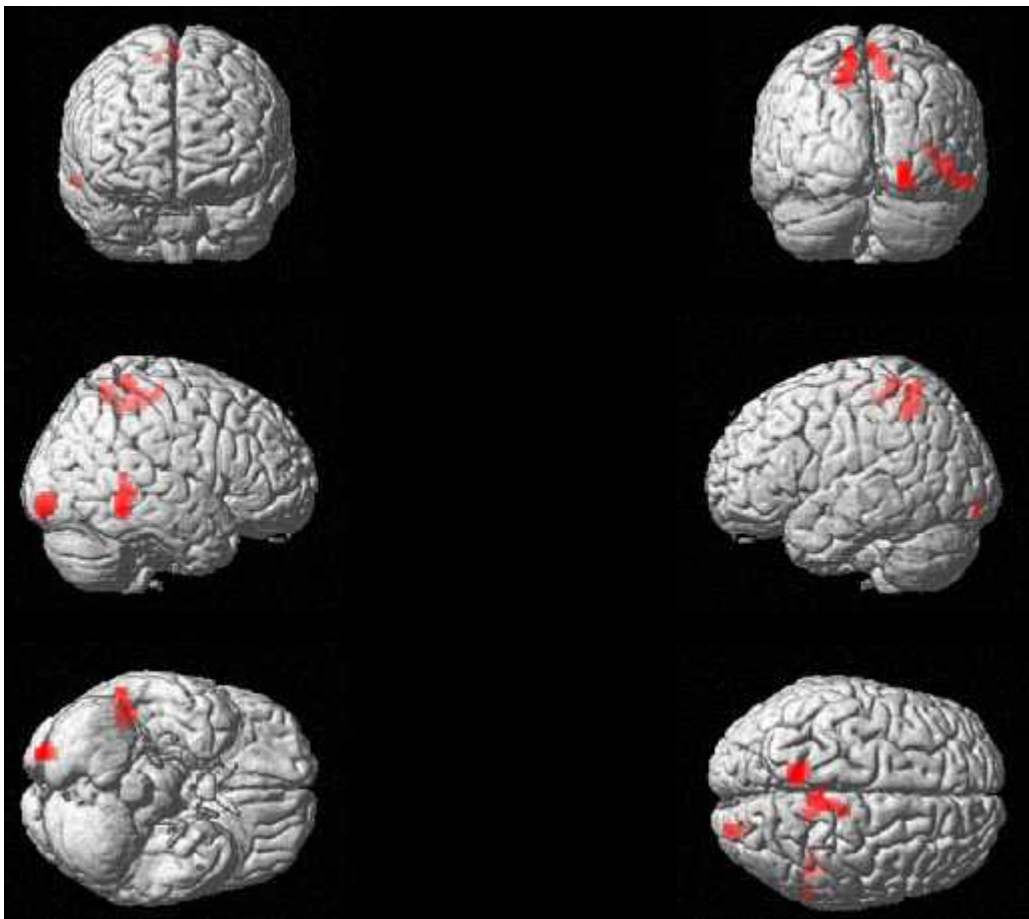


[그림 2-16] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 더 활성화된 영역

[5]. 게임선용군과 게임위험군과의 비교에서, 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus)을 기준으로 우측 중심앞이랑(Right Precentral Gyrus), 좌측 소뇌(Left Cerebellum), 우측 중심뒤이랑(Right Postcentral Gyrus)의 연결성이 게임선용자군에서 증가되어 있다 <표 2-13> [그림 2-17]

<표 2-13> 게임위험군 대비 게임선용군에서 연결성이 증가된 영역

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
3	-42	66	3.55	50	<0.0001	Right Parietal, Postcentral Gyrus, BA 5
-15	-51	48	3.28	50	0.001	Left Parietal Precuneus, BA 7
48	-45	-6	3.13	47	0.001	Right Temporal Lobe, BA 37
24	-90	-3	2.95	30	0.002	Right Occipital, Lingual Gyrus, BA 18



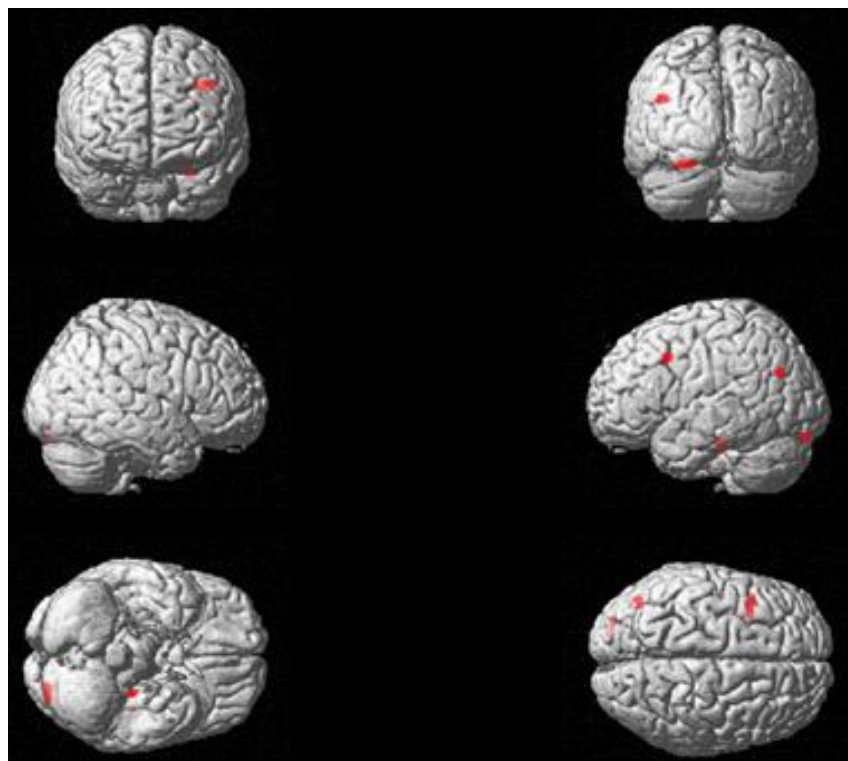
[그림 2-17] 게임위험군 대비 게임선용군에서 연결성이 증가된 영역

라. 뇌 해부학 차이 연구(Comparisons of voxel based morphometry)

(1) 게임선용자군은 일반사용자군에 비해, 좌측 전두엽 중심앞이랑(Left Frontal, Precentral Gyrus), 좌측 중간관자이랑(Left Middle Temporal Gyrus), 좌-우측 소뇌(Left-Right Cerebellum)의 부피가 증가되었다. <표 2-14> [그림 2-18]

<표 2-14> 일반사용자군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-38	12	39	4.89	150	<0.0001	Left Frontal, Precentral Gyrus, BA 9
-42	-71	27	4.16	74	<0.0001	Left Middle Temporal Gyrus, BA 39
-26	-27	-27	4.06	54	<0.0001	Left Cerebellum, Anterior Lobe, Culmen
-23	-90	-20	3.64	73	<0.0001	Left Cerebellum, Posterior Lobe, Declive



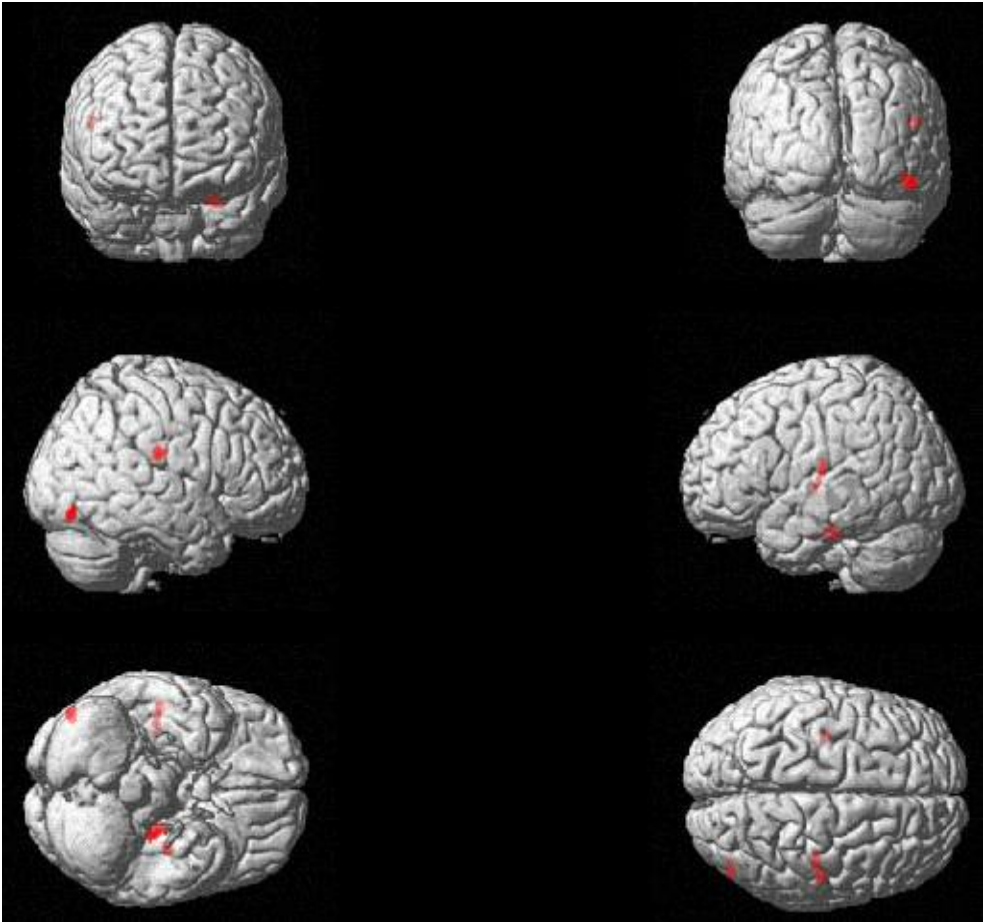
[그림 2-18] 일반사용자군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역

(2) 일반사용자군과 게임위험군 간의 통계적으로 유의한 해부학적 차이는 없었다. (uncorrected $p = 0.001$, $ke < 10$)

(3) 게임선용군은 게임위험군에 비해, 우측 측두엽 방추이랑(Right Temporal, Fusiform Gyrus), 좌측 해마결이랑(Left Parahippocampal Gyrus), 좌-우측 섬피질(Left-Right Insular) 부피가 증가되었다. <표 2-15> [그림 2-19]

<표 2-15> 게임위험군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역

Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
47	-77	-14	3.36	70	0.001	Right Temporal, Fusiform Gyrus, BA 19
-36	-24	-24	3.34	75	0.001	Left Parahippocampal Gyrus, BA 36
53	-21	23	3.28	126	0.001	Right Insula, BA 13
-38	23	17	3.61	60	0.003	Left Insular, BA 13



[그림 2-19] 게임위험군 대비 게임선용군에서 부피가 더 큰 영역

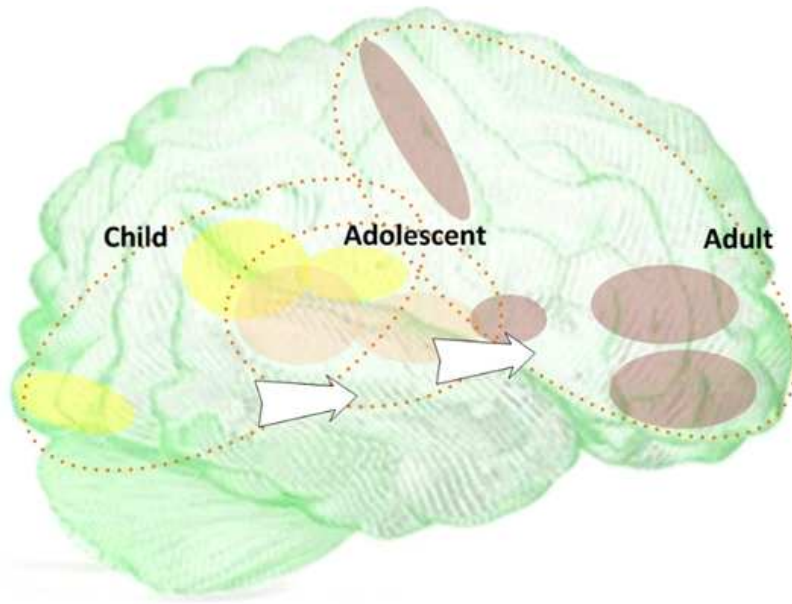
마. 연령 집단별 뇌 활성화 변화

(1) 게임을 이용한 참여자들의 평소 뇌 활성화

게임을 이용한 참여자들의 평소 뇌 활성화는 나이순으로 뇌의 뒷 쪽 부분(후두엽)부터 반응이 시작되고 있다. 유소년 때는 시상(Thalamus), 아래 두정엽(Inferior Parietal Lobe)이 활성화된다. 이어 청소년기에는 두정엽과 측두엽의 반응이 증가하고, 성인이 되어서는 섬피질(Insular) 영역을 비롯한 중심앞이랑(Precentral Gyrus)의 활성화를 거친다. <표 2-16> [그림 2-20]

<표 2-16> 연령 집단별 게임이용자들의 뇌 활성화 영역 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
15	-12	6	5.39	64	FDRq<0.001	1. Right Thalamus
18	-81	15	4.48	50	FDRq<0.001	2. Right Occipital Cuneus, BA 18
-45	-54	36	4.47	34	FDRq=0.001	3. Left Inferior Parietal Lobule, BA 40
-15	-81	12	4.17	23	FDRq=0.003	4. Left Occipital Cuneus, BA 17
청소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-36	-33	42	6.02	84	FDRq<0.01	1. Left Inferior Parietal Lobule, BA 40
48	-21	0	4.29	36	FDRq=0.01	2. Right Superior Temporal Gyrus, BA 22
성인						
Talairach code			F	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
18	27	-15	11.57	114	FDRq<0.01	1. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47
-21	30	-15	11.44	197	FDRq<0.01	2. Left Middle Frontal Gyrus, BA 11
36	0	21	10.05	90	FDRq<0.01	3. Right Insula, BA 13
9	-33	48	9.20	65	FDRq<0.01	4. Right Frontal Paracentral Lobule, BA 5
63	0	33	8.70	42	FDRq<0.01	5. Right Frontal Precentral Gyrus, BA 6



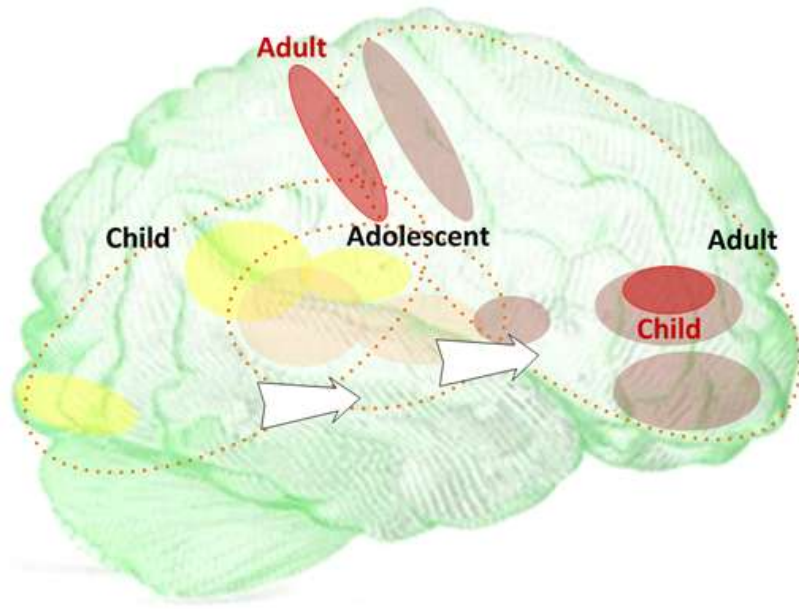
[그림 2-20] 연령 집단별 게이미용자들의 뇌 활성화 영역 차이

(2) 게임선용군의 평소 뇌 활성화

게임을 선용한 참여자들의 평소 뇌 활성화는 일반사용자들과 큰 차이가 나지 않는다. 단 나이순으로 유소년 때는 우측 중간이마이랑(Right Middle Frontal Gyrus)의 활성화가 성인기 때는 중심뒤이랑(Postcentral Gyrus)의 활성화가 게임 선용과 관련이 있다. <표 2-17> [그림 2-21]

<표 2-17> 연령 집단별 게임선용군의 뇌 활성화 영역 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
21	30	-15	5.39	32	0.001	1. Right Middle Frontal Gyrus
성인						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
9	-42	-66	4.36	90	FDRq=0.047	Parietal Lobe, Postcentral Gyrus



[그림 2-21] 연령 집단별 게임선용군의 뇌 활성화 영역 차이

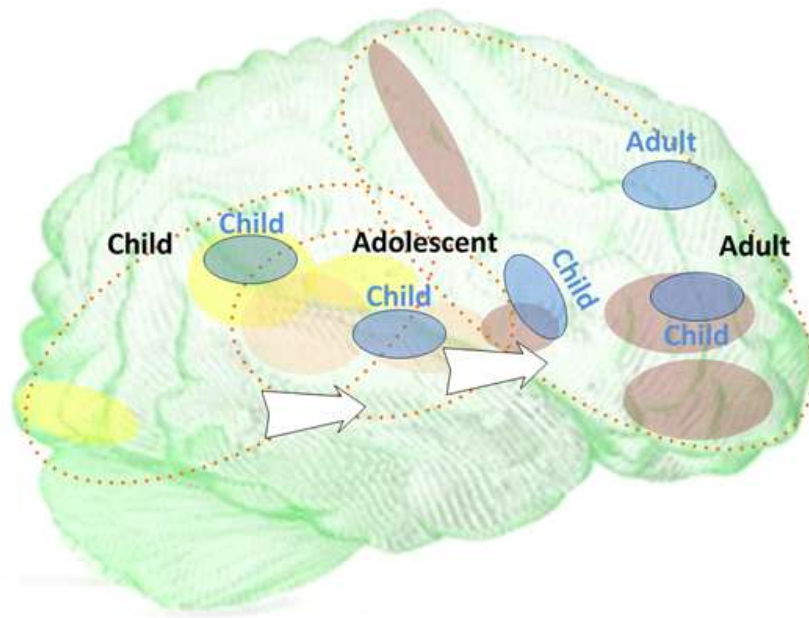
(2) 게임위험군의 평소 뇌 활성화

게임위험군은 유소년 때는 좌측 중간이마이랑(Left Middle Frontal Gyrus), 우측 위관자이랑(Right Superior Temporal Gyrus), 좌측 두정엽 모이랑(Left Parietal, Angular Gyrus)등 뇌 종축에 관련된 활성화가 전반적으로 떨어져 있다. 반면에 청소년에서는 일반사용자군과 활성화에서 큰 차이가 없고, 성인에서는 우측 위이마이랑(Right Superior Frontal Gyrus)의 활성화 저하와 관련이 있었다. <표 2-18> [그림 2-22]

<표 2-18> 연령 집단별 게임위험군의 뇌 활성화 저하 영역 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
48	-57	18	4.44	53	FDRq=0.035	1. Right Superior Temporal Gyrus, BA 22
-27	21	36	4.07	39	FDRq=0.043	2. Left Middle Frontal Gyrus, BA 8
-12	24	33	4.48	58	FDRq=0.035	3. Left Cingulate Gyrus, BA 32
-54	-60	36	4.09	36	FDRq=0.044	4. Left Parietal, Angular Gyrus, BA 39

성인						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
12	69	18	4.36	0.006	FDRq=0.047	Right Superior Frontal Gyrus



[그림 2-22] 연령 집단별 게임위험군의 뇌 활성화 저하 영역 차이

바. 연령 집단별 뇌 기능적 연결성 변화

(1) 일반사용자군

뇌 연결성에 있어서도, 청소년 일반사용자군은 좌측 대상회를 기준으로 하여 좌-우측 전대상회(Left-Right Anterior Cingulate Gyrus), 좌측 위관자이랑(Left Superior Temporal Gyrus), 우측 중간관자이랑(Right Middle Temporal Gyrus), 좌측 중간관자이랑(Left Middle Temporal Gyrus), 우측 아래관자이랑(Right Inferior Temporal Gyrus), 좌측 후두 설상 이랑(Left Occipital, Lingual Gyrus), 좌측 아래관자이랑(Left Inferior Temporal Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다.

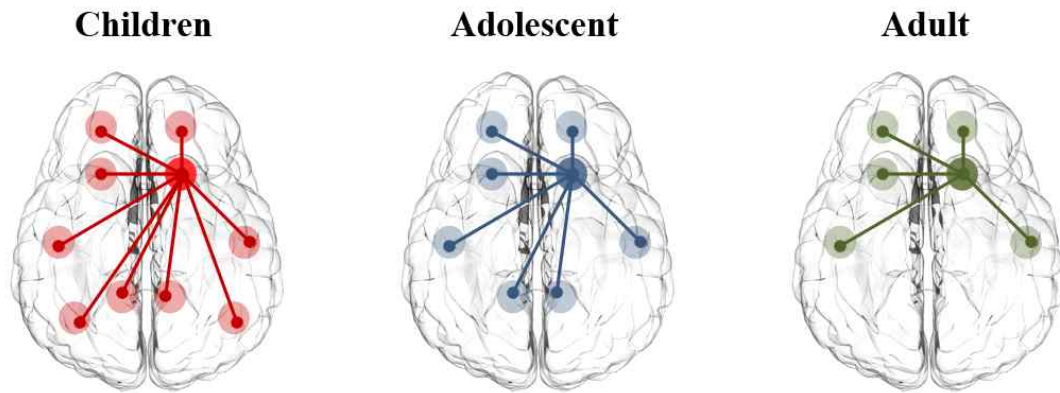
청소년 일반사용자군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 후대상회(Left Posterior Cingulate

Gyrus), 좌측 중간관자이랑(Left Middle Temporal Gyrus), 우측 아래이마이랑(Right Inferior Frontal Gyrus) 및 우측 위관자이랑(Right Superior Temporal Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다.

성인 일반게임사용자군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 아래이마이랑(Left Inferior Frontal Gyrus) 및 우측 아래이마이랑(Right Inferior Frontal Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다. <표 2-19> [그림 2-23]

<표 2-19> 일반사용자군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-3	39	6	34.92	2783	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32
33	15	-21	18.44	378	FDRq<0.01	2. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47
-30	12	-27	16.55	490	FDRq<0.01	3. Left Superior Temporal Gyrus, BA 38
54	-66	15	12.20	217	FDRq<0.01	4. Right Middle Temporal Gyrus, BA 39
-51	-72	18	13.07	143	FDRq<0.01	5. Left Middle Temporal Gyrus, BA 39
60	-21	-21	12.91	222	FDRq<0.01	6. Right Inferior Temporal Gyrus, BA 20
-9	-60	0	12.34	289	FDRq<0.01	7. Left Occipital, Lingual Gyrus, BA 19
-57	-30	-15	12.23	123	FDRq<0.01	8. Left Inferior Temporal Gyrus, BA20
청소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-9	-57	21	17.54	1040	FDRq<0.01	1. Left Posterior Cingulate, BA 31
-54	-72	24	14.223	378	FDRq<0.01	2. Left Middle Temporal Gyrus, BA 39
36	27	-15	13.71	286	FDRq<0.01	3. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47
60	-63	21	12.20	189	FDRq<0.01	4. Right Superior Temporal Gyrus BA39
-30	6	-18	11.83	636	FDRq<0.01	5. Left Limbic Lobe, Uncus, BA28
성인						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-9	36	0	37.33	5373	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 24
-39	21	-15	20.02	1380	FDRq<0.01	2. Left Inferior Frontal Gyrus, BA 47
45	21	-15	18.93	1129	FDRq<0.01	3. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47



[그림 2-23] 일반사용자군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

(2) 게임선용군

뇌 연결성에 있어서도, 유소년 게임선용군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 전대상회이랑(Left Anterior Cingulate Gyrus), 좌-우측 위관자이랑(Left-Right Superior Temporal Gyrus), 좌-우측 중간관자이랑(Left-Right Middle Temporal Gyrus), 우측 렌즈핵(Right Lenticular Nucleus), 좌측 측두엽 방추이랑(Left Temporal, Fusiform Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다.

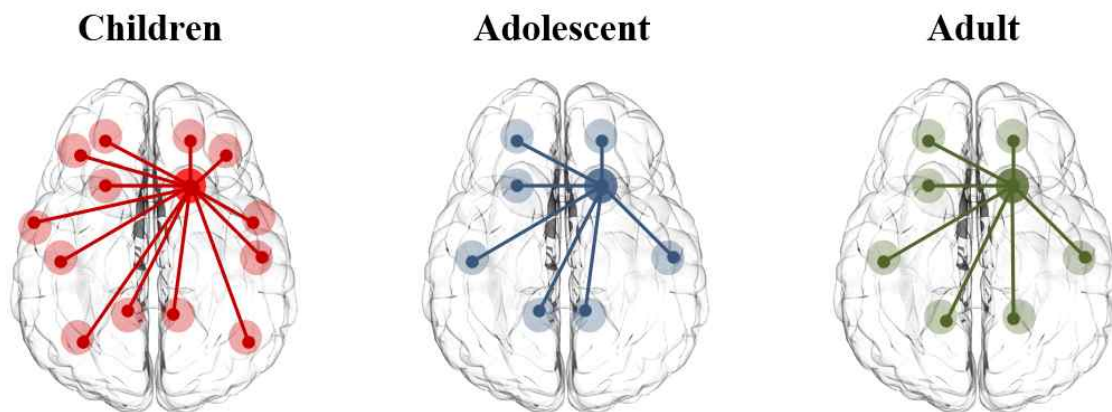
청소년 게임선용군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 아래이마이랑(Left Inferior Frontal Gyrus)과 좌측 후대상이랑(Left Posterior Cingulate Gyrus) 및 우측 아래이마이랑(Right Inferior Frontal Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다.

성인 게임선용군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 아래관자이랑(Left Inferior Temporal Gyrus)과 우측 후대상이랑(Right Posterior Cingulate Gyrus)까지 뇌 연결성을 보였다. <표 2-20> [그림 2-24]

<표 2-20> 게임선용군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-6	36	9	35.08	3710	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32
-3	-18	24	18.08	952	FDRq<0.01	2. Left Anterior Cingulate, BA 23
36	12	-21	17.03	446	FDRq<0.01	3. Right Superior Temporal Gyrus, BA 38
-33	9	-21	16.16	551	FDRq<0.01	4. Left Superior Temporal Gyrus, BA 38
-57	-69	15	15.50	369	FDRq<0.01	5. Left Middle Temporal Gyrus, BA 19

57	-69	21	12.62	255	FDRq<0.01	6. Right Middle Temporal Gyrus, BA 39
12	3	3	12.33	115	FDRq<0.01	7. Right Lentiform Nucleus, Globus Pallidus
-54	-36	-18	12.19	186	FDRq<0.01	8. Left Temporal, Fusiform Gyrus, BA 20
청소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-3	45	6	36.76	2594	FDRq<0.01	1. Left Anterior cingulate, BA 32
-42	21	-9	15.28	198	FDRq<0.01	2. Left Inferior Frontal Gyrus, BA 47
-3	-33	30	14.00	354	FDRq<0.01	3. Left Posterior Cingulate Gyrus, BA 31
33	24	-21	13.72	174	FDRq<0.01	4. Right Inferior Frontal Gyrus, BA 47
성인						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-3	48	0	26.86	1271	FDRq<0.01	1. Left Anterior cingulate, BA 32
-57	-30	-18	16.93	105	FDRq<0.01	2. Left Inferior Temporal Gyrus, BA 20
9	-48	18	14.27	129	FDRq<0.01	3. Right Posterior Cingulate Gyrus, BA 29



[그림 2-24] 게임선용군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

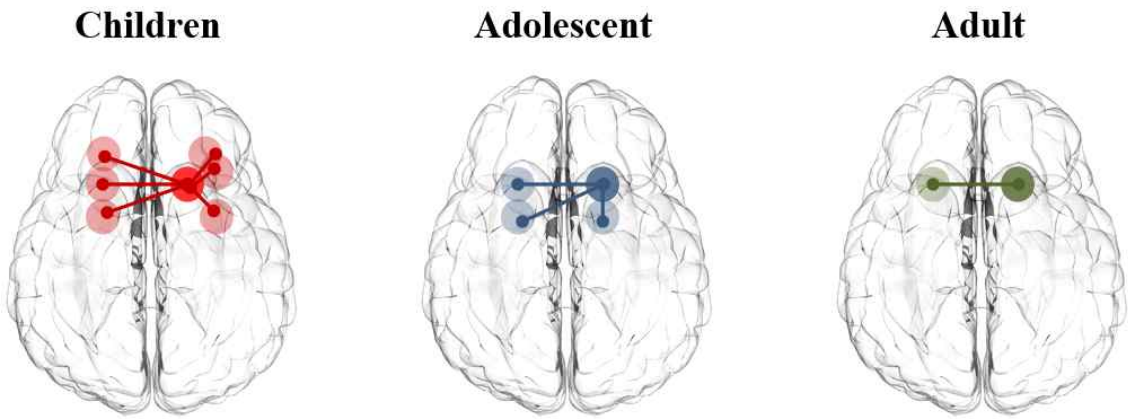
(3) 게임위험군

뇌 연결성에 있어서도, 유소년 게임위험군은 좌측 전대상회이랑을 기준으로 좌측 전대상회이랑

(Left Anterior Cingulate Gyrus)까지만 뇌 연결성을 보였다. 청소년 게임위험군에서도 좌측 전대상회 이랑을 기준으로 다른 곳으로 더 연결성이 없고, 좌측전대상회이랑에 연결성은 머물러 있었다. 성인 게임위험군에서도 좌측 전대상회이랑을 기준으로 다른 곳으로 더 연결성이 없고, 좌측전대상회이랑에 연결성은 머물러 있었다. <표 2-21> [그림 2-25]

<표 2-21> 게임위험군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

유소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-6	36	3	42.49	1276	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 24
청소년						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
-12	45	15	35.92	731	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32
성인						
Talairach code			T	Voxel (ke)	p	Regions
X	Y	Z				
0	45	-6	28.71	1392	FDRq<0.01	1. Left Anterior Cingulate, BA 32



[그림 2-25] 게임위험군에서의 연령 집단별 뇌 연결성 차이

제 3 장 결론 및 논의

1. 인구학적 정보 및 임상심리학적 결과

유소년 집단에서는 전체 지능 및 소항목에서 유의한 차이는 없었다. 성인 연구에 있어서는 과몰입 군에서 처리 속도가 떨어진 것으로 보고 되었지만, 청소년 집단 및 유소년 집단에서는 유의한 차이가 없었다. 하지만 성인 집단과 마찬가지로 게임위험군에서 사회불안지수, 우울감, 불안감 등이 모두 높았다. 그리고 게임위험군에서만 주의력결핍 과잉행동장애 점수가 높았다. 이는 성인, 청소년 그룹에서와 마찬가지로, 주의력결핍 과잉행동장애가 게임 과몰입의 최종 진단 단계에 상당히 큰 변수로 작용하는 것을 알 수 있다.

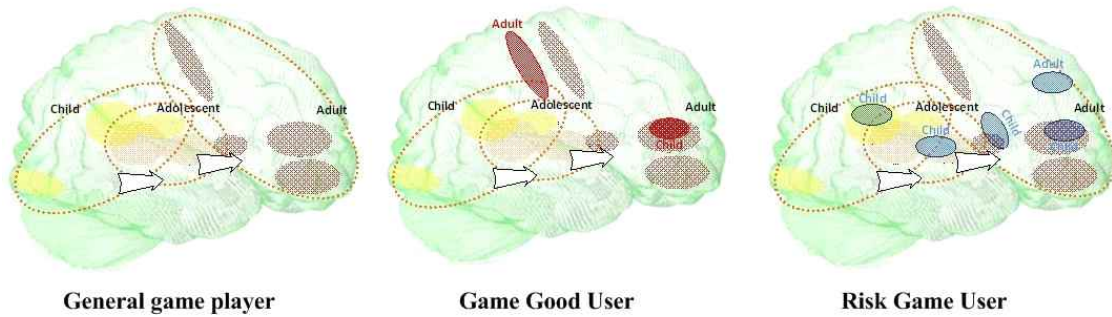
과거 일부 연구에서 제시되었던, 지나친 게임이 아이들의 지능을 감소시킨다는 연구보고와는 차이가 있다. 지난번 청소년 집단의 연구나 이번 유소년 집단의 연구에서는 전체 지능이나, 세부 지능 영역에서도 차이가 없었다. 과거 연구가 설문지 혹은 간단 지능 검사를 비전문가에 의해 체크된 것에 비해서, 이번 연구는 임상심리 전문가와 1:1 지능검사를 제대로 시행하였고, 이 결과에 의해 증명된 것이라는 면에서 의미가 있겠다.

임상 척도의 서로 연관성을 볼 때, 유소년 집단에서 게임을 부정적으로 오래 접하려 하는 아이들이 사회성, 불안, 우울감이 공존한다는 것을 볼 수 있다. 하지만, 이번 유소년 집단 연구에서는 게임 과몰입 척도 점수가 유의미한 수준을 넘지 못하여(일반적으로 50점 이상), 게임 과몰입과 불안, 우울점수가 정적으로 관련이 있는지에 대한 연구는 더욱 진행되어야 할 것 같다.

청소년 집단과 마찬가지로 게임 선용자 군에서는 똑같이 게임을 오래하려 할 때, 사회불안, 우울감 등이 관련이 있었다. 하지만, 주의력결핍 과잉행동장애와 다른 임상 척도와의 관련성은 없었다. 이것은 주의력결핍 과잉행동장애 아이들의 사회성이 긍정적인 교우관계로 이어지면 이것이 오히려 게임을 선용하는 쪽으로 방향성이 있다는 청소년 집단 연구결과의 보고와 차이가 있다. 유소년 집단의 게임 사용은 또래 집단 간의 관계보다는 부모의 관리와 통제가 중요함을 간접적으로 알 수 있다.

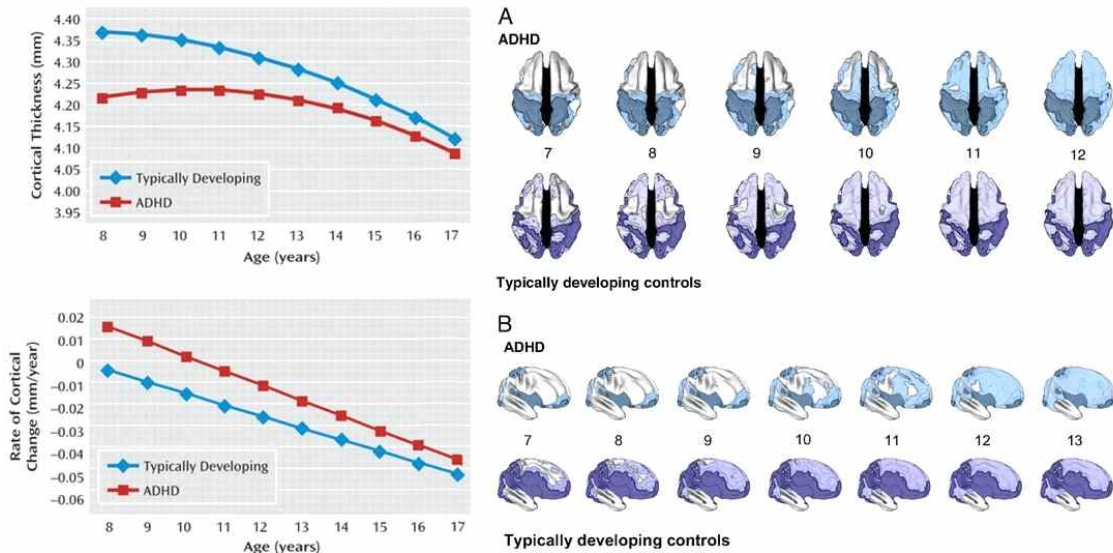
2. 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 뇌활성화 연구

게임을 주로 플레이할 때 활성화되는 부위는 성인 집단에서는 전두엽을 중심으로 한 집중력 회로(Circuit)가 활성화되는 것을 관찰한 반면, 청소년 집단 연구에서는 두정엽이나, 측두엽과 관련된 집중력 회로(Circuit)가 주로 관여하는 것을 알 수 있었다. 이것에 비해, 유소년 집단에서는 주로 뇌의 뒤쪽 후두엽부터 반응이 시작되어 시상, 두정엽 등이 활성화되었다. [그림 3-1]



[그림 3-1] 군별 연령에 따른 뇌 활성화 변화

이것은 정상 인간 뇌 발달 및 주의력결핍 과잉행동장애 뇌 발달의 비교 과정과 상당히 유사하다. 즉, 정상 인간 뇌 발달은 뇌의 뒷부분부터 차츰 발달되어 최종적으로 뇌의 전두엽 부위의 발달이 완성 되는 쪽으로 방향성을 가지고 있다. 그런데 ADHD의 경우 이 뇌 발달의 시기가 연령에 비해 조금씩 느려지기 때문에 뇌의 전두엽 부위의 발달 저하가 결국 ADHD 환자의 결정적 뇌 결손 부위로 부각된 다는 것으로 알려져 있다. [그림 3-2]



[그림 3-2] 정상대조군 및 ADHD군 소아청소년의 뇌 발달 비교
(Shaw et al, 2011, Am J Psychiatry)(Shaw et al, 2007, PNAS)

게임 선용의 요소는 유소년 때는 우측 전두엽의 우측 중간이마이랑(Right Middle Frontal Gyrus) 활성화가 성인기 때는 중심뒤이랑(Postcentral Gyrus)의 활성화와 관련이 있었다. 반면 청소년에서는 특별히 관찰되는 뇌의 활성화가 없었는데, 이는 가족 및 환경의 영향력이 클 수 있다는 간접적 증거를 제시한다.

게임위험군에서 볼 때, 게임 과몰입 지수와 관련되어 있는 부위는 청소년 집단에서는 우측 두정엽

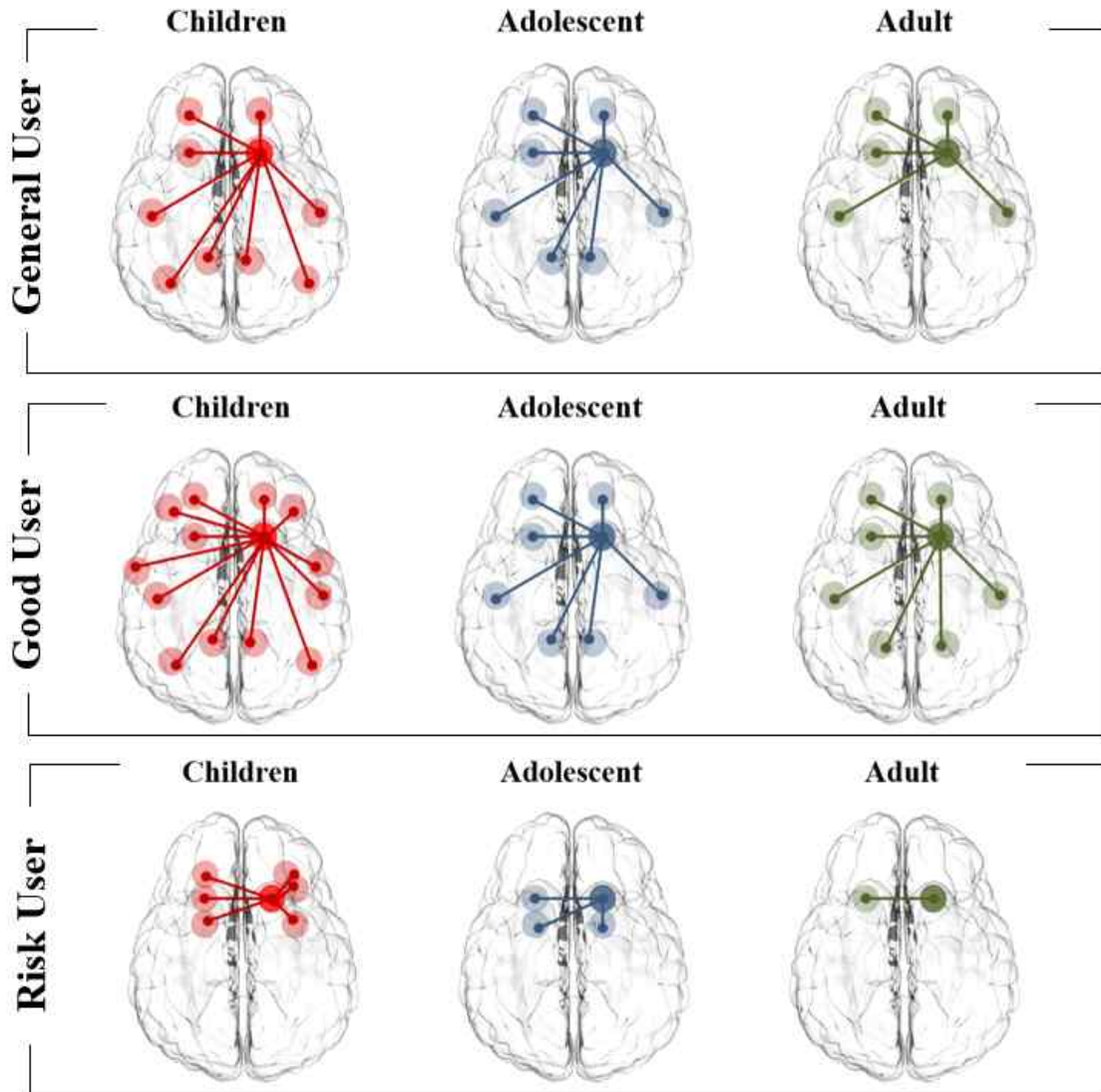
이었지만 유소년 집단은 좌측 위관자이랑이 관계가 있었다.

성인 집단 결과와는 다르게, 청소년 집단에서는 전두엽 부위가 게임선용군과 게임위험군을 결정 짓는 부위로 중요하게 생각된다. 유소년 집단은 전두엽 및 두정엽 부위가 관련되어 있다. 이는 집중력 네트워크가 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. 즉, 게임 플레이 시 조금 더 업데이트되어 있는 집중력 부위(전두엽 부위)가 활성화될수록 게임의 부정적 사용보다는 긍정적 사용 쪽으로 움직이는 것으로 생각된다. 게임 과몰입 경우와 마찬가지로 ADHD에서도 ADHD 점수와 전두엽 활성화와 양의 상관관계를 보였다. 이는 주의력 네트워크가 미성숙한 상태에서 게임 플레이 시 전두엽이 활성화 되지 않는다면, 부정적 사용에 해당한다는 연구 결과와 일치한다.

3. 기능성 뇌자기공명장치를 이용한 기능적 연결성 연구

뇌 연결성 결과는 청소년 집단, 성인 집단 결과와 비슷하다. 다만, 유소년 집단이 청소년 집단이나 성인집단에 비해 뇌의 연결성이 전대상회이랑을 기준으로 더욱 많은 연결성으로 보인다는 것이 특징적이다. 즉, 유소년 집단은 후두엽, 두정엽, 측두엽, 전두엽의 전 영역에 걸쳐 연결성이 있는 반면, 청소년 집단은 두정엽, 측두엽, 전두엽, 성인 집단은 측두엽, 전두엽과의 연결성에만 관련이 있었다. [그림 3-3]

한 가지 재미있는 소견으로 게임선용군에 있어서 유소년 집단부터 성인 집단까지 일반 게임 사용자의 연결성은 유지되나 그 연결성이 전 연령에 있어서 더욱 늘어나 있다. 또, 게임위험군에서는 유소년 집단부터 성인 집단까지 모두 전대상회 안의 지역 연결성만 늘어나 있는 것을 보인다. [그림 3-3] 이는 게임 자극에 따른 뇌의 반응성의 증가인지, 아니면 뇌 연결성이 많은 사람들이 게임 자극을 좋아하는 것인지는 알 수 없다. 이는 종적 연구 결과에서 밝혀질 것으로 생각된다. 다만, 연결성을 보이는 부분들이 모두 집중력과 관련되어 있는 전두엽, 두정엽 간의 연결성이어서 게임의 조절이 집중력 회로의 연결성과 밀접한 관련이 있다는 것을 직접적으로 보여주고 있다.



[그림 3-3] 군별 연령에 따른 뇌 연결성 변화

4. 뇌 해부학 차이 연구

뇌 해부학적 연구 결과는 과거 다른 연구에서 보이는 뚜렷한 결과가 보고되지 않았다. 하지만 기능적 뇌 활성화 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 성인 집단, 청소년 집단의 경우 집중력 네트워크의 미성숙으로 인한 연결성의 단절이 해부학적 연구 결과에서도 통계적 유의성을 갖지는 못하지만 흔적으로 나타나고 있었다. 하지만, 유소년 집단에서는 시각 영역 및 감정 영역과 관련된 섬피질 및 측두엽 부분과 관련성이 있는 특징이 있다. 이는 앞서 이야기한 전반적 뇌 발달 미숙과 관련이 있을 것으로 생각이 된다. 하지만, 통계적 유의성이 거의 없는 수준의 결과여서, 이를 논하기에는 추후 더 많은 연

구와 다양한 분석법이 필요할 것으로 생각된다.

5. 결론 및 제언점

- 1) 유소년 집단에서 주의력 척도, 우울척도, 불안척도를 기준으로 게임 이용 패턴을 분석한 결과, 게임 과몰입은 공존질환 혹은 공존 심리상태가 게임 과몰입과 밀접한 관련성을 가지고 있는 것으로 생각된다.
- 2) 유소년 집단에서는 게임 이용은 청소년 집단이나, 성인 집단에 비해 두뇌 발달 상태와 더욱 밀접한 관련성이 있는 것으로 생각된다. 특히 뇌의 뒷부분 후두엽이나 측두엽 부분의 발달은 게임의 뇌 반응과 관련이 있지만, 부정적 게임 이용과는 뇌의 전반적 발달의 연결성 특히 전두엽과의 연결성과 관련이 있었다. 이는 주의력결핍 과잉행동장애의 뇌 발달 이론과 거의 유사하다. 즉, 과거 게임을 많이 하는 청소년에 있어서, 게임으로 인해 전두엽의 손상이나 연결성이 저하된다는 게임 원인-뇌 결과의 가설을 다시 한번 생각해 볼 수 있는 결과로 생각이 된다.
- 3) 성인 및 청소년과 마찬가지로, 게임 과몰입의 강도와 주의력결핍 과잉행동장애의 강도를 측정하는 척도점수와 전두엽의 활성화가 공통으로 관련이 있다. 이를 통해 게임 과몰입과 주의력결핍 과잉행동장애가 서로 밀접한 관련을 맺고 있는 것을 알 수 있다.
- 4) 성인 및 청소년 집단에 비해 유소년 집단이 단지 전두엽의 발달뿐 아니라, 전체적인 집중력 회로(Circuit)의 발달이 지연되어 있음을 알 수 있다. 이것이 게임 과몰입과 관련이 있음을 알 수 있는데, 이는 3년간 축적된 연구 결과의 종합적 결과이다. 즉, 3년간 나이 그룹에 따른 연령별 비교를 할 수 있었는데, 문제적 게임 사용을 보이는 그룹에 있어서는 전반적 뇌 발달의 시간적 흐름이 늦어지는 양상을 보이는 것이지, 손상을 보이는 것은 아닌 것으로 생각이 된다. 다만, 추적 연구를 통하여 이에 대한 확인이 필요할 것으로 보인다.
- 5) 이번 분석을 통한 연구에서 통계적 유의성을 보이는 결과보다는 흔적(Trace) 결과들이 많이 있었다. 이는 참여자의 숫자 증가 및 종적 연구의 필요성을 제기한다. 또한 연령별 차이점을 나타내는 증거들도 보이기는 하지만, 통계적 유의성을 나타내지는 못했다. 추후 지속적인 연령별, 다수의 참여자 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- Castellanos, F. X., & Proal, E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: beyond the prefrontal-striatal model. *Trends in cognitive sciences*, 16(1), 17-26. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3272832/pdf/nihms344390.pdf>
- Cortese, S., Aoki, Y. Y., Itahashi, T., Castellanos, F. X., & Eickhoff, S. B. (2021). Systematic Review and Meta-analysis: Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging Studies of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 60(1), 61-75. doi:10.1016/j.jaac.2020.08.014
- Cortese, S., & Castellanos, F. X. (2012). Neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: current neuroscience-informed perspectives for clinicians. *Current psychiatry reports*, 14(5), 568-578. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11920-012-0310-y.pdf>
- Delevich, K., Klinger, M., Okada, N. J., & Wilbrecht, L. (2021). Coming of age in the frontal cortex: The role of puberty in cortical maturation. *Semin Cell Dev Biol*, 118, 64-72. doi:10.1016/j.semcdb.2021.04.021
- Friedman, L. A., & Rapoport, J. L. (2015). Brain development in ADHD. *Current Opinion in Neurobiology*, 30, 106-111. doi:10.1016/j.conb.2014.11.007
- Gentile, D. A., Bailey, K., Bavelier, D., Brockmyer, J. F., Cash, H., Coyne, S. M., . . . Griffiths, M. (2017). Internet gaming disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 140(Supplement_2), S81-S85.
- Gerber, A. J., Peterson, B. S., Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., . . . Lenroot, R. K. (2009). Anatomical brain magnetic resonance imaging of typically developing children and adolescents. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 48(5), 465-470. doi:10.1097/CHI.0b013e31819f2715
- Giedd, J. N. (2008). The teen brain: insights from neuroimaging. *J Adolesc Health*, 42(4), 335-343. doi:10.1016/j.jadohealth.2008.01.007
- Herting, M. M., & Sowell, E. R. (2017). Puberty and structural brain development in humans. *Frontiers in neuroendocrinology*, 44, 122-137. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5612369/pdf/nihms883595.pdf>

- Kelly, A., Margulies, D. S., & Castellanos, F. X. (2007). Recent advances in structural and functional brain imaging studies of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current psychiatry reports*, 9(5), 401-407.
- Khundrakpam, B. S., Lewis, J. D., Zhao, L., Chouinard-Decorte, F., & Evans, A. C. (2016). Brain connectivity in normally developing children and adolescents. *Neuroimage*, 134, 192-203. doi:10.1016/j.neuroimage.2016.03.062
- Krain, A. L., & Castellanos, F. X. (2006). Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 433-444. doi:10.1016/j.cpr.2006.01.005
- Lebel, C., & Deoni, S. (2018). The development of brain white matter microstructure. *Neuroimage*, 182, 207-218. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6030512/pdf/nihms934383.pdf>
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neurosci Biobehav Rev*, 30(6), 718-729. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.06.001
- Lissak, G. (2018). Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environ Res*, 164, 149-157. doi:10.1016/j.envres.2018.01.015
- Luciana, M. (2013). Adolescent brain development in normality and psychopathology. *Dev Psychopathol*, 25(4 Pt 2), 1325-1345. doi:10.1017/S0954579413000643
- Lukito, S., Norman, L., Carlisi, C., Radua, J., Hart, H., Simonoff, E., & Rubia, K. (2020). Comparative meta-analyses of brain structural and functional abnormalities during cognitive control in attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *Psychological Medicine*, 50(6), 894-919. doi:10.1017/s0033291720000574
- Mah, V. K., & Ford-Jones, E. L. (2012). Spotlight on middle childhood: Rejuvenating the 'forgotten years' . *Paediatrics & child health*, 17(2), 81-83.
- Mahajan, S. D., Homish, G. G., & Quisenberry, A. (2021). Multifactorial Etiology of Adolescent Nicotine Addiction: A Review of the Neurobiology of Nicotine Addiction and Its Implications for Smoking Cessation Pharmacotherapy. *Frontiers in Public Health*, 9, 664748. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8287334/pdf/fpubh-09-664748.pdf>
- Nagamitsu, S., Nagano, M., Yamashita, Y., Takashima, S., & Matsuishi, T. (2006). Prefrontal cerebral blood volume patterns while playing video games—a near-infrared spectroscopy

- study. *Brain and Development*, 28(5), 315-321. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0387760405002342?via%3Dihub>
- Paulus, M. P., Squeglia, L. M., Bagot, K., Jacobus, J., Kuplicki, R., Breslin, F. J., . . . Bartsch, H. (2019). Screen media activity and brain structure in youth: Evidence for diverse structural correlation networks from the ABCD study. *Neuroimage*, 185, 140-153. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6487868/pdf/nihms-1024948.pdf>
- Potenza, M. N. (2014). The neural bases of cognitive processes in gambling disorder. *Trends in cognitive sciences*, 18(8), 429-438. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4112163/pdf/nihms580917.pdf>
- Samea, F., Soluki, S., Nejati, V., Zarei, M., Cortese, S., Eickhoff, S. B., . . . Eickhoff, C. R. (2019). Brain alterations in children/adolescents with ADHD revisited: A neuroimaging meta-analysis of 96 structural and functional studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 100, 1-8. doi:10.1016/j.neubiorev.2019.02.011
- Seki, A., Uchiyama, H., Fukushi, T., Sakura, O., Tatsuya, K., & Japan Children's Study, G. (2010). Incidental findings of brain magnetic resonance imaging study in a pediatric cohort in Japan and recommendation for a model management protocol. *J Epidemiol*, 20 Suppl 2, S498-504. doi:10.2188/jea.je20090196
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D. E. E. A., ... & Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(49), 19649-19654.
- Shaw, P., & Rabin, C. (2009). New insights into attention-deficit/hyperactivity disorder using structural neuroimaging. *Current psychiatry reports*, 11(5), 393-398.
- Shaw, P., Gilliam, M., Liverpool, M., Weddle, C., Malek, M., Sharp, W., ... & Giedd, J. (2011). Cortical development in typically developing children with symptoms of hyperactivity and impulsivity: support for a dimensional view of attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 168(2), 143-151.
- Smith, R. F., McDonald, C. G., Bergstrom, H. C., Ehlinger, D. G., & Brielmaier, J. M. (2015). Adolescent nicotine induces persisting changes in development of neural connectivity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 55, 432-443.
- Spear, L. P. (2018). Effects of adolescent alcohol consumption on the brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(4), 197-214. Retrieved from

<https://www.nature.com/articles/nrn.2018.10>

- Tsujimoto, S. (2008). The prefrontal cortex: functional neural development during early childhood. *Neuroscientist*, 14(4), 345-358. doi:10.1177/1073858408316002
- Vijayakumar, N., Op de Macks, Z., Shirtcliff, E. A., & Pfeifer, J. H. (2018). Puberty and the human brain: Insights into adolescent development. *Neurosci Biobehav Rev*, 92, 417-436. doi:10.1016/j.neubiorev.2018.06.004
- von Deneen, K. M., Hussain, H., Waheed, J., Xinwen, W., Yu, D., & Yuan, K. (2022). Comparison of frontostriatal circuits in adolescent nicotine addiction and internet gaming disorder. *Journal of Behavioral Addictions*, 11(1), 26-39. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9109629/pdf/jba-11-026.pdf>
- Zilverstand, A., Huang, A. S., Alia-Klein, N., & Goldstein, R. Z. (2018). Neuroimaging Impaired Response Inhibition and Salience Attribution in Human Drug Addiction: A Systematic Review. *Neuron*, 98(5), 886-903. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.03.048>

인구통계특성 [해당란에 V 표 혹은 내용 기록 / 애매할 경우 기타란에 내용 기록]

이름	
생년월일	년 월 일
나이	만 세
성별	☐ 남 ☐ 여
I D	과제/실험별 고유 ID
등록번호	중앙대병원 등록번호
학력	☐ ① 초등학교 졸업 이하 (학년) ☐ ⑧ 대학교(4 년제) 재학 (학년) ☐ ② 중학교 졸업 이하 (학년) ☐ ⑨ 대학교(4 년제) 졸업 (학년) ☐ ③ 고등학교 재학 (학년) ☐ ⑩ 석사 재학 (년) ☐ ④ 고등학교 중퇴 (년) ☐ ⑪ 석사 졸업 (년) ☐ ⑤ 고등학교 졸업 ☐ ⑫ 박사 재학 (년) ☐ ⑥ 대학(1-3 년제) 재학 (학년) ☐ ⑬ 박사 졸업 (년) ☐ ⑦ 대학(1-3 년제) 졸업 (학년) ☐ ⑭ 검정고시 () ☐ ⑮ 기타 (_____) _____)
교육 연한	(년) 최종 학력 작년까지 반영한 years, 반올림 없음
거주 지역	☐ ① 서울 ☐ ② 경기도 ☐ ③ 인천 ☐ ④ 그 외 지역
결혼 상태	☐ ① 기혼 ☐ ② 미혼 ☐ ③ 기타 (_____)
직업	☐ ① 전문직 ☐ ② 사무직 ☐ ③ 기술직 ☐ ④ 서비스직 ☐ ⑤ 판매직 ☐ ⑥ 농업, 임업, 어업, 축산업 ☐ ⑦ 학생 (초/중/고/대학교/대학원) ☐ ⑧ 무직 ☐ ⑨ 기타 (가능한 자세히 기록하시오 _____)

1 of 2

동거 가족 (현재)	가능한 자세히 기록하시오. (_____)	
평균 소득 (본인) (최근 6개월 평균)	☐ ① 월 수입 없음 (0 원) ☐ ② 월 100 만원 미만 ☐ ③ 월 100 만원-200 만원 미만 ☐ ④ 월 200 만원-300 만원 미만 ☐ ⑤ 월 300 만원-400 만원 미만 ☐ ⑥ 월 400 만원-500 만원 미만	☐ ⑦ 월 500 만원-600 만원 미만 ☐ ⑧ 월 600 만원-700 만원 미만 ☐ ⑨ 월 700 만원-800 만원 미만 ☐ ⑩ 월 800 만원-900 만원 미만 ☐ ⑪ 월 900 만원-1000 만원 미만 ☐ ⑫ 월 1000 만원 이상
평균 소득 (부모/가구) (*본인 포함) (최근 6개월 평균)	☐ ① 월 수입 없음 (0 원) ☐ ② 월 100 만원 미만 ☐ ③ 월 100 만원-200 만원 미만 ☐ ④ 월 200 만원-300 만원 미만 ☐ ⑤ 월 300 만원-400 만원 미만 ☐ ⑥ 월 400 만원-500 만원 미만	☐ ⑦ 월 500 만원-600 만원 미만 ☐ ⑧ 월 600 만원-700 만원 미만 ☐ ⑨ 월 700 만원-800 만원 미만 ☐ ⑩ 월 800 만원-900 만원 미만 ☐ ⑪ 월 900 만원-1000 만원 미만 ☐ ⑫ 월 1000 만원 이상
S E S 사회경제적지위	☐ ① 상 ☐ ② 중상 ☐ ③ 중 ☐ ④ 중하 ☐ ⑤ 하	
시 력	(교정시력 포함/근사치) 좌 : () 우 : () / 교정 방법 : (예: 안경, 렌즈)	
평생 병력	(수술, 입원, 장기 투약 기록) 가능한 자세히 기록하시오. (_____) (* 특히 뇌와 관련된 사고, 수술력이 있을 시 자세히 기록 요람)	
복 용 약 (현재)	가능한 자세히 기록하시오. (_____)	
우 세 손	☐ ① 오른손잡이 ☐ ② 왼손잡이 ☐ ③ 양손잡이	
우 세 손 (설문지 점수)	(점) 자가보고 설문지 실시	
기타특이사항	해당사항 없을 시 NA 로 기록	

2018. 08. 01.

부록 2. [검사도구] 인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰

인터넷 게임장애 진단을 위한 인터뷰

I D		이름/성별	(남/여)	생년월일	YYYY.MM.DD.
학력/연한		평가자		평가일시	YYYY.MM.DD.

A. 게임 습관 및 패턴 인터뷰

1. 게임을 얼마나 오래 해왔나요? (적어도 매주 함) _____
2. 주로 하는 게임이 온라인게임인가요, 오프라인 게임인가요?
오프라인 / 온라인 / 모두
3. 주중에는 하루에 평균 몇 시간 정도 게임을 하나요? _____시간/일[주중]
주말에는 하루에 평균 몇 시간 정도 게임을 하나요? _____시간/일[주말]
4. 어떤 종류의 게임을 주로 하나요? 하나만 선택해 주세요. 그리고 게임의 이름을 알려주세요.
 - ◆ First person shooter
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ RPG (Role playing games)
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ MMORPG (Massive multiplayer online role playing games)
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ MOBA (Multiplayer online battle arena)
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ Strategy
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ Simulation
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ Hybrid
게임의 이름을 알려주세요. _____
 - ◆ Other
게임의 이름을 알려주세요. _____
5. 현재 몇 개의 게임을 정기적으로 하고 있나요(적어도 일주일에 한 번 정도로 하고 있는)?

6. 현재 가장 자주하는 게임의 이름과 버전은 무엇인가요? _____
 - 지난 2 주 동안, 이 게임을 일주일에 몇 시간 정도 했나요? _____
 - 이 게임에서 현재 길드나 게임에 관련한 그룹에 소속되어 있나요? _____

※ 참가자가 현재 하나 이상의 게임을 하는 경우에만 다음의 질문 7과 8을 묻습니다.

7. 두 번째로 시간을 많이 할애 하는 게임은 무엇인가요? _____
- 지난 2 주 동안, 이 게임을 일주일에 몇 시간 정도 했나요? _____
- 이 게임에서 현재 길드나 게임에 관련한 그룹에 소속되어 있나요? _____
8. 세 번째로 시간을 많이 할애 하는 게임은 무엇인가요? _____
- 지난 2 주 동안, 이 게임을 일주일에 몇 시간 정도 했나요? _____
- 이 게임에서 현재 길드나 게임에 관련한 그룹에 소속되어 있나요? _____
9. 다른 사람들과 게임을 하는 경우 얼마나 자주 그들을 만나나요? _____
10. 온라인 친구는 얼마나 많이 있나요? _____
11. 당신의 실생활에서의 오프라인 친구는 몇 명인가요? _____
12. 사람들은 여러 가지 이유로 게임을 합니다. 다음 중 자신이 게임을 하는 주된 이유를 가장 잘 설명한 것은 어느 것인가요?
① 업적 달성을 위해 - 즉, 게임마스터, 경쟁, 인정 / 보상 획득 또는 게임 내에서 권력 획득.
② 사회적인 이유 - 즉, 다른 사람들과 상호 작용하고 게임 내 관계를 발전시키기 위해서.
③ 대처를 위해 - 즉, 스트레스나 지루함을 다룰 때, 실생활의 문제에서 벗어나기 위해서 혹은 불쾌한 감정을 피하기 위해
④ 즐기기 위해 - 즉, 즐거운 시간을 갖거나 휴식을 취하려고.
13. 게임을 하는 다른 이유가 있나요? 그렇다면 무엇인가요? (말씀하신 외에 또 다른 이유가 있나요?)

14. 당신은 대개 게임을 하고 싶은 충동이나 갈망이 있으며, 이를 저항 할 수 없나요?
- 예 / 아니요
15. 게임을 더 오래하기 위해서 카페인 함유 음료(예: 커피, 콜라), 에너지 음료 또는 다른 것을 마시나요?
- 예. 그렇다면 어떤 걸 사용하시나요? _____
- 아니요.
16. 게임이 당신에게 문제가 되거나 게임을 줄여야 한다고 생각하나요?
- 예 / 아마도 그렇다 / 아니요
17. 당신의 중요하거나 가까운 사람들이 당신이 게임과 관련하여 문제가 있다고 생각하나요?
- 예 / 아마도 그럴 것이다 / 아니요

B. 구조적 임상면담검사

IGD = 인터넷 게임장애(Internet gaming disorder)[정신장애의 진단 및 통계 편람 제5판(DSM-5)]

GD = 게임장애(gaming disorder)[제11차 국제질병분류(ICD-11) 베타 초안]

질문에 대한 시간 기준: 최소 12개월 이상(DGM-5, ICD-11)이지만, ICD-11의 기준이 좀 더 탄력적이다.

"모든 진단적 요구사항이 충족되고 증상이 중증일 경우 진단적으로 요구되는 지속기간이 단축될 수 있다."

	IGD (DSM-5)	GD (ICD-11 베타 초안)	문제성 게임행동/ 위험한 게임행동 (ICD-11 베타 초안)
1. 집착 - 당신은 게임을 하고 있지 않을 때, 게임에 관한 생각이 자꾸 드나요? 예를 들어, 이전의 게임이나 이제 막 즐기려는 게임에 관해서 많이 생각하나요? 항상 게임에 관해서 생각하고 있나요? - 당신은 게임 없는 생활을 거의 상상할 수 없을 만큼 게임이 중요한 일이라고 생각하나요?	예	해당사항 없음	해당사항 없음
2. 금단 증상 a) 당신은 평소 게임을 할 수 없거나 게임을 중단하려고 애쓸 때 과민해지거나, 기분이 언짢아지거나, 초조해지거나, 불안해지거나, 화가 나거나, 슬퍼지나요? 혹은 그밖에 다른 것을 느끼나요? - 만약 그렇다면, 게임을 다시 할 수 있을 경우 그런 느낌이 사라지나요? - 만약 그렇다면, 그 기분은 어떠하고 얼마나 오래 지속되나요? 기분 : _____ 지속시간 : _____ - 다른 사람들이 게임을 중단하라고 강요할 때만 그런 느낌이 드나요? b) 당신은 평소 게임을 할 수 없거나 게임을 중단하려고 애쓸 때, 불편한 신체 증상(예, 땀이 나거나 배가 아픈 느낌)을 경험하나요? - 만약 그렇다면, 게임을 다시 할 수 있을 경우 그런 느낌이 사라지나요? - 만약 그렇다면, 그 증상은 어떤 건가요? _____	예	해당사항 없음	해당사항 없음

3. 내성 - 당신은 게임을 하는 데 더 많은 시간이 필요하나요? - 만약 그렇다면 그것은 "강렬한" 흥분이나 만족이나 성취 또는 다른 즐거움을 경험하기 위한 것인가요? - 당신은 좀 더 오래 게임을 함으로써 무엇을 경험하길 원하나요? 	예	해당사항 없음	해당사항 없음
4. 자제력 상실 - 당신은 게임 행위를 중단하거나 줄이거나 조절하려다가 실패하는 경험을 반복한 적이 있나요? - 게임 행위를 중단하거나 줄이라는 강요를 받지 않을 때도 그런 시도를 실패하나요?	예	예	아니오**
5. 흥미 상실 당신은 게임시간을 늘리기 위해서 또는 게임 때문에 한 가지 이상의 사회활동 또는 기본전환 활동이나 오락(예, 운동, 친구와 함께 놀러가기, 영화보기)을 포기하거나 그것에 흥미를 잃은 적이 있나요? - 만약 그렇다면 어떤 활동에 흥미를 잃었나요? 	예	예	아니오+
6. 부정적 결과에도 불구하고 계속되는 게임행동 당신은 게임행동이 문제를 초래한다는 사실을 알면서도 게임을 계속하나요? 예를 들면 그것은 게임 때문에 부모님이나 배우자와 갈등을 빚거나 주어진 의무나 업무를 완료하지 못하는 것입니다. - 만약 그렇다면 어떤 문제를 경험했나요? 	예	예	예
7. 거짓말과 속임수 당신은 다른 사람들에게 당신의 게임행동(예를 들어 그것이 당신에게 얼마나 중요한 일인지 또는 게임하면서 보낸 시간)에 관해서 거짓말을 한 적이 있나요?	예	해당사항 없음	해당사항 없음

8. 도피 당신은 불쾌하거나 좋지 않은 느낌(예, 무력감, 죄의식, 우울감, 초조감, 긴장감, 불안감, "스트레스로 지친" 느낌 또는 지겨운 느낌)이나 문제로부터 도피하거나 또는 그런 느낌을 좀 더 쉽게 참고 견디기 위해서 게임을 하나요? - 만약 그렇다면 그것은 어떤 느낌인가요? _____	예	해당사항 없음	해당사항 없음
9. 중요한 어떤 것을 상실하거나 위험에 빠뜨리는 것 (DSM-5)과 중대한 기능 장애(ICD-11) a) 당신은 게임행동이나 게임시간 때문에 중요한 대인 관계에 큰 문제를 겪거나 갈등을 빚은 적이 있나요? (또는 그 관계가 끝난 적이 있나요?) - 만약 그렇다면 당신은 어떤 문제나 갈등을 겪었나요? _____ b) 당신은 게임행동이나 게임시간 때문에 학업 성적이 나 대학 학점을 얻는 데 부정적인 영향을 받은 적이 있나요? - 만약 그렇다면 어떤 영향을 받았나요? _____ c) 당신은 게임행동이나 게임시간 때문에 업무 성과를 내는 데 부정적인 영향을 받거나 직장을 잃은 적이 있나요? - 만약 그렇다면 어떤 영향을 받았나요? _____ d) 당신은 게임행동이나 게임시간 때문에 경력을 갖추거나 교육 받을 기회를 놓친 적이 있나요? - 만약 그렇다면 그것은 어떤 기회였나요? _____ e) 당신은 게임행동이나 게임시간 때문에 자신의 삶에서 중요한 어떤 일을 방치한 적이 있나요? - 만약 그렇다면 그것은 어떤 일이었나요? _____	예	예*	아니오++
진단적 기준이 충족됐습니까? 만약 게임장애의 진단기준이 충족됐다면 문제성 게임 행동이나 위험한 게임행동이라는 진단이 내려질 수 없고 그 반대의 경우도 똑같다.	예/아니오	예/아니오	예/아니오

* ICD-11의 게임장애에 관한 진단의 경우 위 질문에 대한 응답이 "개인, 가족, 사회, 교육, 직업, 기타 중요한 영역의 상당한 기능 장애"를 가리키는 것으로 해석돼야만 한다.

** ICD-11의 위험한 게임행동에 관한 진단의 경우 이것은 정도의 문제이기 때문에 게임행위에 대한 자제력 상실감이 있을 수 있는데, 그것은 게임시간이나 빈도의 증가로 나타날 수 있다.

+ ICD-11의 위험한 게임행동에 관한 진단의 경우 이것은 정도의 문제이기 때문에 "우선되는 일이나 다른 활동에 대한 방치"가 있을 수 있다.

++ ICD-11의 위험한 게임행동에 관한 진단의 경우 "게임행위의 부작용"이나 "게임 또는 그 맥락과 관련된 위험한 행동"이 있거나, "신체건강 또는 정신건강상의 해로운 결과를 초래할 위험"의 증가가 있을 수 있지만, 실제 기능 장애는 없다.

N/A=해당사항 없음(not applicable)

C. 게임장애의 증정도 면담

(인터넷 게임 장애(IGD)나 게임장애(GD)의 진단기준을 충족시키는 참가자에게만 실시해야 한다)

1. 수면장애 게임행위 때문에 또는 게임시간을 늘리기 위해서 평소보다 수면시간이 줄어들었나요? 위의 같은 이유로 다른 수면장애를 경험한 적이 있나요? - 만약 그렇다면 평소의 수면시간은 평균적으로 얼마나 되나요? _____ - 어떤 수면장애를 경험했나요? _____	예	아니오
2. 체중 변화 게임행위나 게임시간 때문에 체중이 줄거나 늘었나요? (예, 5킬로그램 이상) - 만약 그렇다면 A) 체중이 얼마나 늘었나요? _____ B) 체중이 얼마나 줄었나요? _____	예	아니오
3. 다른 신체적 결과 당신은 게임행위나 게임시간 때문에 눈이 시리거나 손목터널 증후군이나 건염, 요통이나 기타 다른 신체적 문제를 경험한 적이 있나요? - 만약 그렇다면 그것은 어떤 것이었나요? _____	예	아니오
4. 금전적 문제 당신은 게임에 많은 돈을 쓰느라(예, 소프트웨어, 하드웨어, 가상화폐를 구매하거나 온라인 가입 요금을 지불하기 위해서) 금전적인 문제를 겪은 적이 있나요(게임 이용료를 지불하기 위해서 돈을 훔친 것도 포함될 수 있습니다)? - 만약 그렇다면 돈과 관련된 그 문제는 어떤 것이었나요? _____	예	아니오
5. 다른 흥미나 능력이나 취미를 발전시키지 못하는 것 당신은 게임행위나 게임시간 때문에 다른 흥미나 능력이나 취미를 다양하게 발전시키지 못했다고 생각하나요? - 만약 그렇다면 그것은 어떤 것이라고 생각하나요? _____	예	아니오
6. 외로움과 사회적 격리 게임행위나 게임시간 때문에 외롭게 지내거나 사회적으로 격리(입원 포함)된 적이 있나요?	예	아니오
중증 인터넷 게임 장애(severe IGD) 또는 중증 게임장애(severe GD)는? 중증 인터넷 게임 장애(severe IGD): 8-9가지의 진단기준이 충족되고 위의 6가지 질문 가운데 최소한 2가지 이상의 질문에 "예"라고 대답한 경우 중증 게임장애 (severe GD): 4가지 진단기준이 모두 충족되고 위의 6가지 질문 가운데 최소한 2가지 이상의 질문에 "예"라고 대답한 경우		

• Diagnosis

중증 인터넷 게임 장애 (severe IGD)	중증 게임장애 (severe GD)
예 / 아니오	예 / 아니오

• Severity (주진단이 인터넷 게임 장애에 해당된다면, 현재 장애의 강도를 아래에 세분화시오)

1 가벼운 정도	진단을 내리는 데 필요한 증상보다 초과되는 증상이 거의 없다. 직업적 기능, 전반적 사회활동, 다른 사람들과의 관계에서 가벼운 장애가 초래된다.	☐
2		☐
3		☐
4 중간 정도	증상이나 기능 장애가 '가벼운 정도'와 '심한 정도'의 중간이다.	☐
5		☐
6		☐
7 심한 정도	진단에 필요한 증상보다 몇 가지 증상들이 초과되고 증상 때문에 직업적 기능, 전반적 사회활동, 또는 다른 사람들과의 관계에 뚜렷한 지장이 있다.	☐

제작날짜 2019년 1월 11일

부록 3. [검사도구] 자가보고식 설문지

2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구 설문지

이름/성별	(남/여)	생년월일	YYYY.MM.DD
I D		시행일시	YYYY.MM.DD

※ 본 설문지에서 응답하신 모든 정보는 연구 책임자의 사전 서면 동의 없이 제 3자에게 공개
될 수 없습니다.

우세손 검사

다음 질문들은 여러 가지 상황에서 어느 쪽 손을 주로 사용하는지에 대해서 알아보기 위한 것입니다. 다음의 상황들을 잘 읽고 응답해 주시기 바랍니다.

▶ 각각의 상황에서 주로 사용하는 손에 V 표시해 주십시오.

상 황	항상 왼손	대체로 왼손	양쪽 똑같이	대체로 오른손	항상 오른손
1. 글씨를 쓸 때					
2. 그림을 그릴 때					
3. 공을 던질 때 공을 쥐는 손					
4. 종이를 자를 때 가위를 드는 손					
5. 칫솔질 할 때 칫솔을 드는 손					
6. 도마 위에서 야채나 고기를 썰 때 칼을 쥐는 손					
7. 국을 뜰 때 수저를 드는 손					
8. 대빗자루를 두 손으로 잡고 마당을 쓸 때 빗자루의 (막대쪽) 끝을 잡는 손					
9. 성냥불을 켤 때 성냥을 쥐는 손					
10. 상자의 뚜껑을 열 때 뚜껑을 쥐는 손					

2018. 07. 31

CSG-β(AGUS-β/MGUS-β)

※ 지난 1년 동안, 자신이 아래와 같은 경험이나 생각 및 행동을 어느 정도나 했는지 표시하여 주십시오.

NO	문 항	전혀 아니다	가끔 그렇다	자주 그렇다	거의 언제나 그렇다
1	게임을 하면서 즐겁게 사는 에너지가 생긴다	㉠	①	②	③
2	게임을 통해서 내 생활에 쓸 수 있는 새로운 아이디어가 생긴다	㉠	①	②	③
3	게임을 하면서 기분전환을 한다	㉠	①	②	③
4	게임을 통해 집중하는 경험을 한다	㉠	①	②	③
5	게임을 할 때 내가 대단하다는 느낌이 든다	㉠	①	②	③
6	게임을 통해서 시간을 관리하는 능력이 좋아진다	㉠	①	②	③
7	게임을 하면서 친구들과 잘 어울린다	㉠	①	②	③
8	게임을 하면서 내 생활에 힘이 생긴다	㉠	①	②	③
9	게임을 통해서 일상에서 경험하기 힘든 다양한 경험을 하게 된다	㉠	①	②	③
10	게임을 하면서 스트레스를 해소한다	㉠	①	②	③
11	게임을 하면서 무엇인가에 완전히 빠져드는 경험을 한다	㉠	①	②	③
12	상대방과의 경쟁에서 이기거나 레벨업을 하면 성취감을 느낀다	㉠	①	②	③
13	게임을 통해서 충동을 조절하는 방법을 배운다	㉠	①	②	③
14	게임을 통해 친구들과 함께 나눌 수 있는 일들이 많다	㉠	①	②	③
15	게임을 하면서 내 생활에 재미를 느낀다	㉠	①	②	③
16	게임을 통해 상상력에 자극을 받는다	㉠	①	②	③
17	기분이 좋지 않을 때 게임을 하면 쉽게 기분이 풀린다	㉠	①	②	③
18	게임을 하면서 무엇인가에 열심히 집중하는 경험을 한다	㉠	①	②	③
19	게임에서 좋은 기록을 냈을 때 자랑스럽다	㉠	①	②	③
20	게임을 하면서 절제하는 방법을 배운다	㉠	①	②	③
21	게임을 하면서 마음이 통하는 친구들이 생긴다	㉠	①	②	③
22	원하는 만큼의 만족감을 느끼려면 전보다 훨씬 더 오래 게임을 해야 한다	㉠	①	②	③
23	게임을 못하거나 갑자기 줄이게 되면 초조하고 불안해진다	㉠	①	②	③
24	매번 계획한 시간보다 훨씬 더 오래 또는 자주 게임을 한다	㉠	①	②	③

NO	문항	전혀 아니다	가끔 그렇다	자주 그렇다	거의 언제나 그렇다
25	여러 차례 게임을 즐기거나 끊으려고 했으나 실패했다	㉠	㉡	㉢	㉣
26	하루 중 대부분의 시간을 게임을 생각하거나 실제로 따라하는 데에 보낸다	㉠	㉡	㉢	㉣
27	게임으로 인해 가족이 함께 하는 중요한 일(예: 여행, 집안행사 등)에 빠지거나 가더라도 제대로 참여하지 못했다	㉠	㉡	㉢	㉣
28	건강이 나빠짐(예: 어깨 통증이나 시력 약화 등)에도 불구하고 게임을 계속하게 된다	㉠	㉡	㉢	㉣
29	하면 할수록 전보다 더 오래 해야 게임을 한 것 같다	㉠	㉡	㉢	㉣
30	게임을 못하거나 갑자기 줄이게 되면 무기력하고 우울해진다	㉠	㉡	㉢	㉣
31	거의 언제나 마음먹었던 것보다 훨씬 더 오래 또는 자주 게임을 한다	㉠	㉡	㉢	㉣
32	여러 번 게임 시간을 줄이려고 노력했으나 번번이 실패했다	㉠	㉡	㉢	㉣
33	다른 일에는 거의 신경을 쓰지 못하고, 게임의 아이템을 얻거나 레벨-업을 시키는 일에 푹 빠져 있다	㉠	㉡	㉢	㉣
34	게임으로 인해 친구관계가 크게 소홀해졌다(예: 따돌림이나 절교 등)	㉠	㉡	㉢	㉣
35	공부하는데 지장이 있는데도 불구하고 게임을 계속하게 된다	㉠	㉡	㉢	㉣
36	날이 갈수록 점점 더 오랜 시간 게임을 해야 만족하게 된다	㉠	㉡	㉢	㉣
37	게임을 못하거나 갑자기 줄이게 되면 짜증나고 화가 난다	㉠	㉡	㉢	㉣
38	스마트폰 게임 기회(하트, 록송, 포켓몬볼 등)가 다시 생길 때까지 기다리는 동안에도 계속 다른 게임을 한다	㉠	㉡	㉢	㉣
39	게임하는 것을 스스로 통제하기 어렵다	㉠	㉡	㉢	㉣
40	수시로 게임을 하려고 게임 기회(예: 하트, 포켓몬볼)를 늘리는 데에 신경을 쓴다	㉠	㉡	㉢	㉣
41	버스, 지하철을 타고 게임을 하다가 내려야 할 역에 못 내린 적이 있다	㉠	㉡	㉢	㉣
42	가족들과 마찰이 있는데도 불구하고 게임을 계속하게 된다	㉠	㉡	㉢	㉣

CSG-PT

※ 이 질문지는 '게임'에 관한 여러분의 생각과 경험을 알아보기 위한 것입니다. 질문지에서 말하는 '게임'은 컴퓨터게임, 핸드폰게임, 비디오게임을 모두 포함합니다. 학습용 게임이나 보드게임은 해당되지 않습니다. 질문지에 제시된 모든 질문을 잘 읽고 솔직하게 응답해주시기 바랍니다.

※ 지난 1년 동안, 아래와 같은 생각이나 행동을 자주 했는지 표시해 주십시오.

NO	문 항	그렇다	아니다
1	나는 게임을 할 때 신이 난다	①	②
2	나는 게임을 하면서 즐겼던 것들을 알게 된다	①	②
3	나는 게임을 하면 기분이 좋아진다	①	②
4	나는 게임을 할 때 게임에 완전히 빠져든다	①	②
5	나는 게임을 잘할 때 내가 멋진 사람 같다	①	②
6	나는 게임을 하면서 친구들과 할 이야기가 많다	①	②
7	나는 게임을 하면 하루가 재미있다	①	②
8	나는 게임을 하면서 상상력이 좋아지는 것 같다	①	②
9	나는 게임을 하면 걱정이 없어진다	①	②
10	나는 게임할 때는 게임에만 집중한다	①	②
11	나는 게임을 잘할 때 내가 자랑스럽다	①	②
12	나는 게임을 하면서 좋은 친구들이 생긴다	①	②
13	나는 점점 더 많이 게임을 해야만 신이 난다	①	②
14	나는 게임을 못 하면 짜증나고 화가 난다	①	②
15	나는 늘 마음먹었던 것보다 훨씬 더 게임을 많이 한다	①	②
16	나 혼자서는 게임하는 것을 멈출 수가 없다	①	②
17	나는 하루 종일 게임만 생각하거나 따라한다	①	②

18	나는 가족과 함께 있을 때도 자주 게임만 한다	①	⑤
19	나는 게임을 하느라 공부할 시간이 없다	①	⑤
20	나는 점점 더 오래 게임을 해야만 즐겁다	①	⑤
21	나는 수업 시간에도 게임을 하고 싶어서 공부가 잘 안 된다	①	⑤
22	나는 스마트폰 게임 기회(하트, 콕슴, 포켓몬볼 등)가 생길 때까지 계속 다른 게임을 하며 기다린다	①	⑤
23	나는 게임을 끝내고 싶어도 잘 못 끝낸다	①	⑤
24	나는 틈만 나면 게임 기회(예: 하트, 포켓몬볼)를 얻으려고 한다	①	⑤
25	나는 게임을 하느라 학교나 학원에 늦은 적이 있다	①	⑤
26	나는 게임 때문에 부모님께 혼나고도 또 게임을 한다	①	⑤

YOUNG scale

※ 다음을 읽고 최근 본인과 가장 비슷하다고 생각되는 곳에 ✓ 표시 해주세요.

NO	문 항	전혀 그렇지 않다	드물지만 있다	가끔 있다	자주 있다	항상 그렇다
1	원래 마음먹은 것보다 더 오랫동안 인터넷에 접속해 있었던 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
2	인터넷 때문에 집안일을 소홀히 한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
3	배우자(또는 이성친구)와의 애정 관계보다 인터넷에서 더 흥미를 느낀 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
4	온라인상의 친구를 만들어 본 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
5	온라인 접속 때문에 다른 사람이 불평한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
6	온라인 접속 시간 때문에 성적이나 학교생활에 문제가 있나요?	①	②	③	④	⑤
7	해야 할 다른 일을 하기 전에 먼저 전자우편을 점검한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
8	인터넷 때문에 업무 능률이나 생산성에 문제가 있었던 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
9	누군가가 인터넷에서 무엇을 했느냐고 물었을 때 숨기거나 변명을 하며 일버무린 경험이 있나요?	①	②	③	④	⑤
10	인터넷에 대한 생각으로 인해 현재 생활상의 어려운 문제를 생각하지 못했던 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
11	인터넷 사용 후 다시 온라인에 접속할 때까지의 시간을 기다린 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
12	인터넷이 없는 생활은 따분하고 공허하며 재미없을 것이라고 두려워한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
13	온라인에 접속했을 때 누군가가 방해할 한다면 소리를 지르거나 화를 내거나 귀찮은 듯이 행동한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
14	밤늦게까지 접속해 있느라 잠을 못 잔 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
15	오프라인 상태일 때 인터넷에 정신이 팔려 있거나 다시 온라인에 접속해 있는 듯한 환상을 느낀 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
16	온라인에 접속해 있을 때 몇 분만 더 라고 밀하며 시간을 더 허비한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
17	온라인 접속 시간을 줄이려고 노력했지만 실패한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
18	온라인 접속 시간을 숨기려 한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
19	다른 사람과 밖으로 외출하려고 하기보다 온라인 상태에 더 머무르기 위해 접속하려고 한 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤
20	오프라인 상태일 때에는 우울하고 침울하며 신경질적이었다가 다시 온라인 상태로 오면 이런 감정들이 모두 사라진 적이 있나요?	①	②	③	④	⑤

PHQ-9

※ 지난 2주 동안 다음의 문제들로 인해서 얼마나 자주 방해를 받았는지 “✓”로 체크해 주세요.

NO	문 항	전혀 방해 받지 않았다	며칠 동안 방해 받았다	7일 이상 방해 받았다	거의 매일 방해 받았다
1	일 또는 여가 활동을 하는 데 흥미나 즐거움을 느끼지 못함				
2	기분이 가라앉거나, 우울하거나, 희망이 없음				
3	잠이 들거나 계속 잠을 자는 것이 어려움, 또는 잠을 너무 많이 잠				
4	피곤하다고 느끼거나 기운이 거의 없음				
5	입맛이 없거나 과식을 함				
6	자신을 부정적으로 봄 - 혹은 자신이 실패자라고 느끼거나 자신 또는 가족을 실망시킴				
7	신문을 읽거나 텔레비전 보는 것과 같은 일에 집중하는 것이 어려움				
8	다른 사람들이 주목할 정도로 너무 느리게 움직이거나 말을 함, 또는 반대로 평상시보다 많이 움직여서, 너무 안절부절못하거나 들떠 있음				
9	자신이 죽는 것이 더 낫다고 생각하거나 어떤 식으로든 자신을 해칠 것이라고 생각함				

만일 당신이 위의 문제 중 하나 이상 “예” 라고 응답하셨으면, 이러한 문제들로 인해서 당신은 일을 하거나 가정일을 돌보거나 다른 사람과 어울리는 것이 얼마나 어려웠나요? “✓”로 체크해 주세요.

전혀 어렵지 않았다 □ 약간 어려웠다 □ 많이 어려웠다 □ 매우 많이 어려웠다
□ □ □ □

Pfizer Inc.로부터 교육용 지원금을 받아 Robert L. Spitzer 박사, Janet B.W. Williams 박사, Kurt Kroenke 박사과 동료들에 의해 개발된 것임. 복제, 번역, 전시 또는 배포를 위해 허가가 필요하지 않음.

RCMAS-2

저작권 관계로 설문지 내용가림

SCARED

※ 다음에는 사람들이 자신에 대하여 어떻게 생각하고 느끼는지에 관한 문항들이 있습니다. 각 문항을 읽어보시고 최근 3개월 간 자신과 가까운 해당사항에 ○표시 하십시오.

NO	문 항	전혀 그렇지 않다	가끔 그렇다	자주 그렇다
1	놀라면 숨쉬기가 힘들다.	②	①	③
2	학교에 있으면 머리가 아프다.	③	①	②
3	잘 모르는 사람들과 함께 있는 것을 싫어한다.	③	①	②
4	집 밖에서 자게 되면 두렵다.	③	①	②
5	다른 사람들이 나를 좋아할지 걱정이다.	③	①	②
6	놀라면 기절할 것 같다.	③	①	②
7	나는 예민하다.	③	①	②
8	부모님을 늘 따라다닌다.	③	①	②
9	주위 사람들은 종종 내가 불안해 보인다고 말한다.	③	①	②
10	잘 모르는 사람들과 함께 있으면 긴장된다.	③	①	②
11	학교에 있으면 배가 아프다.	③	①	②
12	놀라면 미쳐버릴 것 같다.	③	①	②
13	혼자 자는 것을 두려워한다.	③	①	②
14	다른 아이들만큼 잘 할 수 있을지 걱정된다.	③	①	②
15	놀라면 그 상황이 마치 현실이 아닌 것처럼 느껴진다.	③	①	②
16	부모님에게 나쁜 일이 생기는 악몽을 꾸다.	③	①	②
17	학교에 가는 것이 두렵다.	③	①	②
18	놀라면 심장이 빨리 뛴다.	③	①	②
19	쉽게 떨린다.	③	①	②
20	내게 나쁜 일이 일어나는 악몽을 꾸다.	③	①	②
21	내가 잘못될까봐 걱정된다.	③	①	②

NO	문 항	전혀 그렇지 않다	가끔 그렇다	자주 그렇다
22	놀라면 땀을 많이 흘린다.	㉠	㉡	㉢
23	매사에 걱정을 많이 한다.	㉠	㉡	㉢
24	아무 이유 없이 갑작 놀란다.	㉠	㉡	㉢
25	혼자 집에 있는 것이 두렵다.	㉠	㉡	㉢
26	잘 모르는 사람에게 말을 거는 것이 어렵다.	㉠	㉡	㉢
27	갑작 놀라면 숨이 막힐 것 같다.	㉠	㉡	㉢
28	주변 사람들은 내가 걱정이 너무 많다고 말한다.	㉠	㉡	㉢
29	가족들과 떨어져 있는 것을 싫어한다.	㉠	㉡	㉢
30	불안발작 또는 공황발작이 일어날까 두렵다.	㉠	㉡	㉢
31	부모님에게 나쁜 일이 생길까 걱정된다.	㉠	㉡	㉢
32	잘 모르는 사람들과 함께 있을 때 부끄러움을 탄다.	㉠	㉡	㉢
33	미래에 일어날 일에 대해 걱정한다.	㉠	㉡	㉢
34	놀라면 트합 것 같은 느낌이 든다.	㉠	㉡	㉢
35	주어진 일을 얼마나 잘 할 수 있을지 걱정한다.	㉠	㉡	㉢
36	학교에 가는 것이 무섭다.	㉠	㉡	㉢
37	지나간 일에 대해 괴로워한다.	㉠	㉡	㉢
38	놀라면 현기증이 난다.	㉠	㉡	㉢
39	내가 무언가 (예: 소리 내어 읽기, 말하기, 게임, 운동 등)를 할 때 친구나 어른들이 쳐다보면 긴장한다.	㉠	㉡	㉢
40	파티와 같이 모르는 사람이 많은 장소에 가는 것이 긴장된다.	㉠	㉡	㉢
41	부끄러움을 많이 탄다.	㉠	㉡	㉢

CES-DC

※ 아래의 문항들을 얼마나 자주 경험하는지 해당 항목에 표시해주세요.

NO	문 항	극히 드물게	가끔	자주	거의 대부분
1	평소에는 아무렇지도 않던 일들이 귀찮게 느껴졌다.	①	②	③	④
2	먹고 싶지 않았다. 배가 고프지 않았다.	①	②	③	④
3	내 기분이 나아지도록 가족과 친구들이 노력해도 즐겁지 않았다.	①	②	③	④
4	나도 다른 아이들만큼 괜찮은 사람이라고 느꼈다.	①	②	③	④
5	내가 하는 일에 집중하기 어려웠다.	①	②	③	④
6	기분이 울적하고 행복하지 않았다.	①	②	③	④
7	뭔가를 하기에 너무 피곤하게 느꼈다.	①	②	③	④
8	좋은 일이 일어날 것처럼 느꼈다.	①	②	③	④
9	내가 예전에 했던 일이 잘 풀리지 않는다고 느꼈다.	①	②	③	④
10	무섭다고 느꼈다.	①	②	③	④
11	평소에 비해 잠을 잘 자지 못했다.	①	②	③	④
12	행복했다.	①	②	③	④
13	나는 평소보다 조용했다.	①	②	③	④
14	친구가 없는 듯 외롭게 느꼈다.	①	②	③	④
15	내가 아는 아이들이 친근하지 않거나 나랑 같이 있고 싶어 하지 않는 것처럼 느꼈다.	①	②	③	④
16	즐거웠다.	①	②	③	④
17	울고 싶은 마음이었다.	①	②	③	④
18	슬펐다.	①	②	③	④
19	사람들이 나를 좋아하지 않는 것처럼 느꼈다.	①	②	③	④
20	뭔가를 시작하기가 어려웠다.	①	②	③	④

K-ARS

※ 지난 1주일 동안 관찰하신 자녀의 행동에 대해 해당란에 ✓체크 해주십시오. 보호자께서 자녀에 대해 평소 느끼시는 바를 솔직하게 평가해주시기 바랍니다.

NO	문 항	전혀 그렇지 않다	조금 그렇다	상당히 그렇다	매우 그렇다
1	세부적인 면에 대해 꼼꼼하게 주의를 기울이지 못하거나, 학업에서 부주의한 실수를 한다.	○	①	②	③
2	손발을 가만히 두지 못하거나 앉아서도 몸을 꼼지락거린다.	○	①	②	③
3	일을 하거나 놀이를 할 때 지속적으로 주의를 집중하는데 어려움이 있다.	○	①	②	③
4	자리에 앉아 있어야 하는 교실이나 다른 상황에서 앉아 있지 못한다.	○	①	②	③
5	다른 사람이 마주보고 이야기할 때 경청하지 않은 것처럼 보인다.	○	①	②	③
6	그렇게 하면 안 되는 상황에서 지나치게 뛰어오르거나 기어오른다.	○	①	②	③
7	지시를 따르지 않고 일을 끝내지 못한다.	○	①	②	③
8	여가 활동이나 재미있는 일에 조용히 참여하기가 어렵다.	○	①	②	③
9	과제와 일을 체계적으로 하지 못한다.	○	①	②	③
10	끊임없이 무엇인가를 하거나 마치 모터가 돌아가는 듯 움직인다.	○	①	②	③
11	지속적인 노력이 요구되는 과제(학교 공부나 숙제)를 하지 않으려 한다.	○	①	②	③
12	지나치게 말을 많이 한다.	○	①	②	③
13	과제나 일을 하는 데 필요한 물건을 잃어버린다.	○	①	②	③
14	질문이 채 끝나기도 전에 성급하게 대답한다.	○	①	②	③
15	쉽게 산만해진다.	○	①	②	③
16	차례를 기다리는 데 어려움이 있다.	○	①	②	③
17	일상적으로 하는 일을 잊어버린다.	○	①	②	③
18	다른 사람을 방해하거나 간섭한다.	○	①	②	③

CSG-O

※ 지난 1년을 돌아보았을 때, 아래 각 진술문이 귀하의 자녀에게 얼마나 해당되는지 그 정도를 표시하여 주십시오.

NO	문 항	전혀 아니다	가끔 그렇다	자주 그렇다	거의 언제나 그렇다
1	게임을 할 때 신이 난다	⑤	④	③	②
2	게임을 하면서 즐겼던 것들을 알게 된다	⑤	④	③	②
3	게임을 하면 기분이 좋아진다	⑤	④	③	②
4	게임을 할 때 게임에 완전히 빠져든다	⑤	④	③	②
5	게임을 할 때 자기가 멋진 사람이라고 느낀다	⑤	④	③	②
6	게임을 하면서 친구들과 많은 이야기를 나눈다	⑤	④	③	②
7	게임을 하면 하루가 재미있다	⑤	④	③	②
8	게임을 하면서 상상력이 좋아지는 것 같다	⑤	④	③	②
9	게임을 하면 걱정이 없어진다	⑤	④	③	②
10	게임을 할 때는 게임에만 집중한다	⑤	④	③	②
11	게임을 할 때 자랑스러워 한다	⑤	④	③	②
12	게임을 하면서 좋은 친구들이 생긴다	⑤	④	③	②
13	점점 더 많이 게임을 해야만 신이 난다	⑤	④	③	②
14	게임을 못 하면 짜증나고 화가 난다	⑤	④	③	②
15	늘 마음먹었던 것보다 훨씬 더 게임을 많이 한다	⑤	④	③	②
16	혼자서는 게임하는 것을 멈출 수가 없다	⑤	④	③	②
17	하루 종일 게임만 생각하거나 따라한다	⑤	④	③	②
18	가족과 함께 있을 때도 자주 게임만 한다	⑤	④	③	②
19	게임을 하느라 공부할 시간이 없다	⑤	④	③	②
20	점점 더 오래 게임을 해야만 즐겁다	⑤	④	③	②
21	게임을 못하는 상황(예: 수업시간 등)이 되면 아무 일에도 집중을 못한다	⑤	④	③	②

22	스마트폰 게임 기회(하트, 복승, 포켓몬볼 등)가 생길 때까지 계속 다른 게임을 하며 기다린다	㉔	㉑	㉒	㉓
23	게임을 끝내고 싶어도 잘 못 끝낸다	㉔	㉑	㉒	㉓
24	틈만 나면 게임 기회(예: 하트, 포켓몬볼)를 얻으려고 한다	㉔	㉑	㉒	㉓
25	게임을 하느라 학교나 학원에 늦은 적이 있다	㉔	㉑	㉒	㉓
26	게임 때문에 혼나고도 또 게임을 한다	㉔	㉑	㉒	㉓

2022 게임이용자 임상의학 코호트 연구

Using Clinical Assessment, Cohort Study of Game Play Pattern in Individuals with Internet Game Play

주관기관 | 한국콘텐츠진흥원
감 수 | 송 진 (정책본부 본부장)
박 혁 태 (산업정책팀 팀장)
연구총괄 | 금 현 수 (산업정책팀 책임연구원)
수행기관 | 중앙대학교 산학협력단
연구책임 | 한 덕 현 (중앙대학교 의학과 교수)
연구분석 | 배 수 진 (중앙대학교 연구처 연구전담교수)

발 행 인 | 조 현 래 (한국콘텐츠진흥원장)
발 행 일 | 2023년 01월 20일
발 행 처 | 한국콘텐츠진흥원
주 소 | 전라남도 나주시 교육길 35 (빛가람동 351)
전 화 | 1566-1114
홈페이지 | www.kocca.kr

기관번호_KOCCA22-29
ISBN_979-11-6677-111-8 (93600) (비매품)

* 본 보고서는 한국콘텐츠진흥원(www.kocca.kr)의 <콘텐츠지식>에 게재되는 보고서로, 인용하실 때에는 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.

(문의) 콘텐츠종합지원센터 “콘텐츠에 대해 알고 싶은 모든 것! 1566-1114”



누구나
콘텐츠로 일상을
풍요롭게