

청년기·노년기 성인의 신체활동 참여가 정서인지에 미치는 영향

The Influence of Participation of Physical Activity in Adolescence and Senescence Adults on Affective Cognition

윤병탁* · 류광민* · 김진구**

Byungtak Yoon* · Kwangmin Ryu* · Jingu Kim**

*경북대학교 사범대학 체육교육학과

**Department of Physical Education, Kyungpook National University Teachers College

Abstract

Physical activity has positive effects on cognitive functions by aging. However, it is rare to find research that have scientifically investigated the effects on the affective-cognitive function. Thus, this study aims to brain-scientifically research its effects of physical activity on the affective-cognitive function of adults in adolescence and senescence. As subjects of this study, a total of 60 males adults in D region were selected, and then equally divided into four groups of young exercise group(25~35y/o), young non-exercise group(26~35y/o), old exercise group(60~70y/o), and old non-exercise group(60~70y/o). As experiment tools, the EEG measuring equipment and International Affective Picture System(IAPS) were used. The experiment of this study used an affective-cognitive task where subjects pressed a button depending on emotional valence(positive, neutral, negative) shown in the pictures. During the task, EEG measured eight areas(Fp1, Fp2, Fz, C3, C4, Cz, T3, T4) out of brain areas in accordance with the international 10-20 electrode system, EEG was measured. For statistical analysis, a three-way ANOVA on 4(group)×3(stimulus)×8(area) was conducted. The results showed main effects of group in both reaction time and accuracy, and also in the latency of P3. And there was an interaction between group and stimulus the amplitude of P3. In conclusion, Physical activity has positive effects on the affective-cognitive function of people in adolescence and senescence.

Key words: Adolescence and Senescence, Affective Cognition, International Affective Picture System (IAPS), Physical Activity

요약

신체활동은 노화로 인한 인지기능 저하에 긍정적 영향을 미친다. 하지만 신체활동 참여가 정서인지기능에 미치는 영향을 과학적으로 밝혀 낸 연구는 드물다. 따라서 본 연구의 목적은 청년기와 노년기 성인의 정서인지 기능에 신체활동 참여가 어떠한 영향을 미치는지를 뇌 과학적으로 연구하는 것이다. 연구의 피험자는 D 광역시 성인 남성 60명으로 선정하였으며, 청년 운동 집단(25~35살), 청년 비 운동 집단(26~35살), 노년 운동 집단(60~70살), 노년 비 운동

† 교신저자 : 김진구 (경북대학교 체육교육학과)

E-mail : jigkim@knu.ac.kr

TEL : 053-950-7460

FAX : 053-955-4235

집단(60~70살) 4개의 집단으로 구성하였다. 실험도구는 EEG 측정 장비와 국제정서사진체계(International Affective Picture System: IAPS)를 사용하였다. 본 연구의 실험과제는 사진으로 제시하는 세 가지 정서자극(긍정적, 중립, 부정적)에 적합한 버튼을 눌러 정서적인지 검사를 실시하였다. EEG 측정은 8개(Fp1, Fp2, Fz, C3, C4, Cz, T3, T4)의 영역을 측정하였다. 통계처리는 4(집단)×3(자극)×8(영역)에 대한 삼원분산분석을 실시하였다. 결과: 본 연구 결과, 반응시간과 반응정확률 그리고 P3 잠재기는 집단간 주효과가 나타났다. 그리고 P3 진폭은 집단과 자극간 상호작용이 나타났다. 결론: 신체활동은 청년층과 노년층의 정서적 인지기능에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주제어: 청년층과 노년층, 정서인지, 국제정서사진체계(IAPS), 신체활동

1. 서론

최근의 연구는 운동이 엔도르핀, 세로토닌, 노르에피네프린, 도파민, 신경영양인자(Brain Derived Neurotrophic Factor: BDNF), 신경성장인자(Nerve Growth Factor)의 생성 및 분비를 증가시켜 뇌의 기능적 및 구조적 가소성을 증가시킬 뿐 아니라 뇌 건강 및 인지기능을 향상시킨다고 보고하고 있지만(Pajonk et al., 2010; Rovio et al., 2010), 노화가 진행되면 인지처리능력 저하(Park et al., 2002), 전두영역 위축(Thambisetty et al., 2010), 집행적 통제기능 쇠퇴(Fabiani & Gratton, 2009), 기억력 저하(Dennins et al., 2008) 등 인지적 기능에 변화가 나타나는 것은 완전히 막을 수는 없다고 여겨진다. 하지만 운동이 인지기능에 긍정적인 영향을 준다고 주장하는 학자들은 다양한 운동방법을 사용해 운동 후 인지기능 향상에 대한 연구를 하고 있다. 예를 들면, Shin(2009)은 운동이 노인의 전두엽 인지기능에 미치는 영향을 연구하기 위해 유산소운동과 근력운동, 균형운동을 16주간 주당 2회 1시간 실시한 결과, 주의 집중력, 즉각 기억력, 지연 기억력, 언어 유창성이 향상 되는 것으로 나타났다. 그리고 최근에는 ERP (Event-Related Potential)를 이용한 운동과 인지기능에 관한 연구들이 이루어지고 있다. 그 중 P3은 300ms의 근처에서 발생하는 정적전위 중 가장 큰 값으로 외부에서 주어진 자극을 받아들여 어떻게 반응을 할 것인지를 판단하는 인지결정과 관련된 선택적 주의집중력과(Johnson, 1986), 자극을 판단하고 분류하는 정보처리시간을 나타낸다(Johnson et al., 1985). Kim & Yoo(2013)은 장기간의 유산소 운동이 노인의

인지기능에 미치는 영향을 연구하기 위해 피험자를 16주 동안 주당 3회 매회 1시간 60%강도로 유산소 운동을 시킨 결과, 사후 검사의 운동 집단에서 P3의 진폭이 높아지고 잠재기가 짧아지는 것으로 나타났다. 이에 대해 연구자들은 운동이 주의 집중력과 정보처리속도에 긍정적인 영향을 미친다고 주장 하였으며, 운동 후 단기 기억능력과 전두엽 활성화도 되는 것으로 나타났다. 이들의 연구 결과는 유산소 운동이 노인의 인지기능을 향상시킬 수 있다는 것을 알려주었다. 또한, Themanson & Hillman(2006)은 체력 수준에 따른 노인의 인지기능의 차이를 연구하기 위해 산소섭취량(VO2)이 높은 집단과 낮은 집단으로 나누어 플랭크 과제를 수행한 결과, VO2가 높은 집단에게 더 낮은 에러관련부적파(Error Related Negativity: ERN)의 진폭이 나타났다. 이 결과에 대해 연구자들은 산소섭취량이 많은 노인의 인지처리 능력이 적은 노인들보다 인지처리 효율이 높다고 주장했다. Chang et al.(2013)은 신체활동량이 노인의 단기 기억에 미치는 영향을 연구하기 위해 신체활동정도가 높은 집단과 낮은 집단으로 나누어 스텐버그 작업 기억 과제(Sternberg Working Memory Task)를 수행한 결과, 신체활동이 많은 집단에서 빠른 반응 시간이 나타났으며 N100과 P300의 진폭이 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 대해 연구자들은 신체활동정도가 높은 노인이 낮은 노인들보다 주의력이 높고 단기 기억이 향상되었다고 보고했다. 또한, Gajewski & Falkenstein(2015a)의 연구에서도 신체활동을 한 노인들이 하지 않은 노인들에 비해 빠른 반응시간과 높은 정확률, P200의 짧은 잠재기, N200 및 N450의 더 큰

진폭이 나타났는데 이와 같은 이유는 습관적인 운동이 전두엽 피질 개선에 긍정적인 영향을 미쳐 정보처리 속도가 빨라졌기 때문이라고 주장했다. 위와 같이 노인의 신체활동과 인지정보처리를 연구한 학자들은 규칙적인 운동과 인지기능 사이에 긍정적인 관계가 있다는 것을 보여 주었다(Gajewski & Falkenstein, 2015b; Guiney & Machado, 2013; Voelcker-Rehage et al., 2011; Themanson et al., 2006; Forte et al., 2013; Predovan et al., 2012). 그리고 운동이 노화과정 중 체력변화에 미치는 영향에 대한 연구에서도 운동군의 반응시간이 대조군에 비해 빨라지는 것으로 나타났다(Oak et al., 1999). 이는 운동이 노화과정에서 신체기능의 노화 진행을 지연시키는 효과가 있는 것이다.

지금까지 많은 연구에서 운동이 인지기능에 미치는 영향을 밝혔지만 상대적으로 운동이 노인의 정서인지기능에 미치는 영향에 대해 밝힌 연구는 드물다. 선행연구에서 밝힌 집행관련 인지기능은 주의집중, 억제기능, 과제해결, 작업 기억 등으로 감각을 통해 유입된 정보를 대뇌 전전두엽에서 받아들여 정보를 처리하는 것을 말하며, 본 연구에서 연구하려는 정서관련 인지기능은 외부 또는 변연계에서 나타난 감정을 대뇌 전전두엽에서 받아들여 그 자극이 어떠한 정서를 나타내는지 판단하는, 즉 정서처리, 정서인식, 정서조절 등을 말한다. 두 가지 인지기능은 대뇌 전전두엽에서 중요한 역할을 하고 있다. 전전두엽은 감정과 사고를 종합해서 정서를 통제하고 결정하며 학습과 기억 등 다양한 인지기능과 관련이 있다(Banich et al., 2009). 운동을 하면 전전두엽 피질이 개선되어 인지기능에 긍정적인 영향을 미친다는 점(Ferris et al., 2007; Gajewski & Falkenstein, 2015a)을 고려했을 때, 운동은 정서와 연관이 있다고 알려진 복내측전전두엽에도 영향이 미칠 것으로 사료된다.

한편, 노화가 정서인지에 미치는 영향을 연구한 학자들은(Smith et al., 2005; Mill et al., 2009) 정서인지기능도 집행인지기능과 마찬가지로 노화가 진행되면 기능이 쇠퇴한다고 주장했다. 예를 들면, Mill et al.(2009)이 연령에 따른 정서 인식 능력의 차이를 연

구하기 위해 40세 미만 집단과 40세 이상 집단으로 나누어 얼굴표정에서 나타나는 정서(공포, 슬픔, 경멸, 행복, 싫음, 분노, 놀람, 중립)와 음성으로 표현된 정서(슬픔, 행복, 분노, 중립)에 대해 응답하게 한 결과, 모든 정서인식능력이 연령의 증가에 따라 감소하였다고 보고했다. 또한, Sullivan & Ruffman(2004)은 얼굴표정의 변화에 따라 나타나는 정서를 연구한 결과, 연령이 증가함에 따라 분노와 슬픔을 인식하는 능력은 떨어졌으나 공포와 행복을 인식하는 능력에는 연령차가 나타나지 않았다고 보고했다. 동일한 방법으로 Calder et al.(2003)이 실시한 연구에서는 노인은 공포와 분노를 인식하는 능력이 떨어졌으나 혐오 인식은 변함이 없는 것으로 나타났다. 최근 West et al.(2012)은 중립표정 얼굴에서 특정감정(두려움, 분노, 슬픔, 행복, 놀라움, 혐오)을 나타내는 표정의 얼굴로 점차 변화하는 영상 보여주었을 때 연령이 증가함에 따라 두려움, 분노, 슬픔에 대한 정서인지기능은 떨어졌다. 하지만, 행복과 놀라움에 대해서는 연령별 차이가 나타나지 않았고 혐오에 대해서는 오히려 향상되었다. 선행 연구를 종합해 보면, 연령증가에 따라 정서인지기능이 저하 되는 경우도 있지만, 예상과는 달리 많은 연구에서 연령차가 나타나지 않거나 간혹 정서인지기능이 증가되는 경우도 있다. 또한, 동일한 정서 변인에서도 연구에 따라 다른 결과가 나타나기도 했다. 따라서 본 연구에서는 운동을 중재변인으로 운동이 정서인지기능에 미치는 영향을 연구하고자 한다. 많은 연구는 운동이 기분 전환은 물론 부정적 정서를 긍정적 정서로 바꾸는 역할을 한다고 보고하고 있다. 예를 들어, Stenseng et al.(2015)은 신체활동이 감정에 미치는 영향을 알아보기 위해 스포츠에 참여하는 402명의 성인에게 설문 조사를 실시한 결과, 신체활동에 대한 열정의 증가가 긍정적인 감정을 향상시키는 것으로 나타났다. 또한, Hall et al.(2007)은 유산소 운동수행이 감정변화에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 대학생을 대상으로 중강도의 유산소 운동을 시킨 후 대뇌반구 비대칭 활성화 비교를 실시한 결과, 운동 후 좌측 전두엽에서 알파파의

활성화가 나타났다. 이 결과에 대해 연구자들은 중강도의 유산소운동은 긍정적 감정을 유발할 수 있다고 보고했다. 이처럼 운동이 긍정적인 정서를 유발시킨다고 전제했을 때 본 연구에서도 운동은 정서인지기능에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 여겨진다.

정서와 신경학적 기초와 관련된 지표를 파악하기 위해 최근에는 측정도구로 ERP를 사용하고 있다. 정서는 순간적으로 발생하는 감정을 의미하므로 ERP와 같은 높은 시간해상도로 정서적 인지처리 과정을 측정하는 것이 효과적인 것으로 나타났다(Banaschewski & Brabdeis, 2007). 특히 P3이 인지자원 할당의 정신생리학적 지표로 정서인지와 주의할당에 관한 성분들에 영향을 받는다고 보고되고 있다(Kliegel et al., 2003). 그리고 최근에는 정서-주의 과제를 수행할 때 신경학적, 행동학적 반응이 정서조절 능력을 반영할 수 있는지에 대한 연구에서는 정서유발 비디오를 보여주기 전과 후 EEG 반응을 측정한 결과, 정서유발 비디오 자극과 관계없이 ERP 성분의 낮은 진폭과 잠재기를 나타낸 집단이 빠른 반응시간을 나타내었다. 이는 반응 특성은 목표인식에 대한 반응해석과 낮은 각성 조절력과 관련이 있다고 하였다(Seo, 2013). Dennis et al.(2009)의 연구에서 주의과제를 수행하기 직전, 주의과제와 아무런 관련 없는 얼굴자극에 대한 ERP 성분이 정서조절 능력을 예측하는 지표가 될 수 있다고 하였다. 그리고 부정적 감정 제어와 관련된 Go/Nogo 과제 수행동안 일어나는 ERP 성분들이 정서조절을 반영한다는 연구결과들도 나왔다(Lewis et al., 2006). 이러한 연구결과들은 ERP 성분들이 정서조절과 관련된 인지제어와 관련이 있다는 것을 시사한다.

2. 연구방법

2.1. 피험자

본 연구의 피험자는 남성으로 청년운동군 15명(30.4±1.5; M±SD), 청년비운동군 15명(31.2±1.2; M±SD), 노년운동군 15명(63.3±2.5; M±SD), 노년비운동군 15명

(63.3±1.3; M±SD)으로 하였다. 노년층 집단에는 한국판 간이정신검상태검사를 실시하여 정신장애의 병력이 있거나 치매 증상이 있는 경우 피험자 대상에 포함시키지 않았다. 운동집단의 선정은 D시의 M 피트니스센터에서 운동유형에 상관없이 신체활동을 회당 50분 이상, 주 3회 이상, 6개월 이상의 운동 경력을 가진 대상만 피험자 대상에 포함 시켰다. 본 연구에서 운동집단은 미국스포츠의학회(ACSM)와 질병통제 예방센터(CDC)가 공동가이드로 제시한 하루 총 누적시간 30분 정도를 의미한다. 운동 강도는 운동자각도(RPE)를 이용하여 RPE 6~12 저·중강도(Light-moderate) 수준등급의 피험자들로 한정하였다. 비운동군은 평상시 운동과 같은 신체활동을 선호하지 않아서 운동을 하지 않으며, 신체적으로 상해나 질병이 없는 사람들로 구성하였다.

2.2. 측정도구

2.2.1. 뇌파측정 도구

뇌파(Electroencephalogram: EEG) 측정은 QEEG-8 채널(Model: LXE5208, LAXTHA Inc)을 사용하였다. 그리고 전극이 달린 모자(Electro-cap: EM1, USA), 젤과 Ag-AgCl 전극, 저항측정기(Model: EZM5AB, USA), 컴퓨터 등으로 구성하였다.

2.2.2. 한국판 간이정신상태 검사(Korea Version of Mini-Mental State Examination: MMSE-K)

노인들의 인지기능과 치매 선별에 1차 검사로 Folstein et al.(1975)이 개발하고 Park & Kwon(1989)이 한국 노인들에게 사용할 수 있도록 수정 보완한 한국형 간이정신상태 검사(MMSE-K)를 사용하였다. 신뢰도와 타당도를 인정받아 널리 사용되고 있는 도구이며, 개발 당시 신뢰도(Cronbach's α)는 .86이다. MMSE-K는 시간에 대한 지남력(5점), 장소에 대한 지남력(5점), 기억등록(3점), 기억회상(3점), 주의집중 및 계산(5점), 실행능력(3점), 언어력(3점), 시공간 구성능력(1점), 판단 및 이해력(2점)을 측정하는 총 19문항으로 구성되어 있으며 최고점은 30점이고 점수가 높을수록 인지기능이 높다는 것을 의미한다. 이 도구를 이

용하여 노인 집단의 인지기능에 이상이 없음을 확인한 후 실험에 참가하였다.

2.2.3. 국제정서사진체계(International Affective Picture System : IAPS)

국제정서사진체계(IAPS)는 Florida 대학의 The Center for the Study of Emotion and Attention (CSEA)에서 정서와 주의를 연구하는 연구자들이 사용할 수 있는 표준화된 자료들을 제공하기 위해 개발되었다. IAPS는 국제적으로 접근 가능하며 정서를 일으키는 956장의 컬러 사진들로 다양한 범주의 내용을 포함하고 있다. Park & Park(2009)의 연구에서 IAPS 그림자극 전체에 대한 반응을 한국인들의 정서 반응으로 측정하여 기존 미국인들의 평가와 비교함으로써 두 집단 간 차이를 알아보았는데, 두 집단 간 높은 상관성이 존재하는 것으로 드러났다. 이는 IAPS 평가 결과를 한국인에게 적용하는 것이 큰 무리가 없음을 나타내는 것이다. 이에 근거하여 IAPS를 이용하여 실험을 실시하였다.

3. 과제 및 절차

정서인지기능 중 자극에 대한 정서를 얼마나 빠르고 정확하게 인식하고 반응하는지를 평가하기 위한 과제로 세 가지(긍정, 중립, 부정) 종류의 자극으로 구성했다. IAPS에서 꽤 차원은 긍정과 부정의 개념으로 구분되는데 1에서 9까지의 점수를 평균 내어 평가하였다. 따라서 4.5점 미만인 자극을 부정, 4.5~5.5 점 사이인 자극을 중립, 5.5점 초과인 자극을 긍정 범주로 구분했다. 과제에서 사용될 자극은 요소별로 명확할 필요가 있으므로 IAPS 평가 결과에서 긍정자극은 7.65점 이상, 중립자극은 4.9~5.2 사이, 부정 자극은 2점 미만인 사진에서 각각 50장씩 선택 하였다.

실험 패러다임은 실험 시작을 알리는 신호를 5초 동안 제시한 후 응시점(빈 화면에 +표시) 1초 - 사진자극 2초가 반복되는 패러다임을 사용하였다. 각각의 과제조건이 50회씩 총 150회의 사진자극이 무선으로 제시되었다. 응시점 화면에서 사진자극이 제시되면 최대한 신속하고

정확하게 사진이 나타내는 정서를 판단하여 해당 자극 버튼을 누르도록 하였다. 해당 자극 버튼은 키보드의 방향키를 활용하여 ← 버튼은 긍정, ↓ 버튼은 중립, → 버튼은 부정으로 사용하였다(Fig. 1).

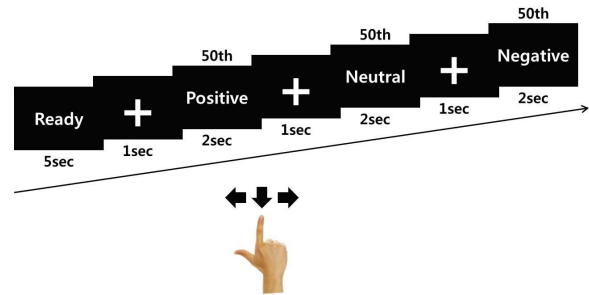


Fig. 1. Experimental paradigm

피험자가 연구실에 도착하면 새로운 환경에 대한 적응과 심리적 안정을 취할 수 있는 시간을 가지게 하였다. 피험자가 안정을 취하면, 참여 동의서를 받는다. 그 후 실험 패러다임을 완전히 숙지할 수 있도록 자세한 정보를 제공한다. 피험자의 동의를 받으면 뇌파 측정 준비를 실시한다. 뇌파 측정 시 전위에 방해가 될 수 있는 금속물질을 제거 한 후 참조전극(References electrode)이 부착되는 양쪽 유양돌기(A1, A2) 부분의 오염물질을 제거하기 위해 알코올 솜으로 닦아낸 뒤 전극을 부착 한다. 피험자의 머리둘레에 맞는 Electro cap을 국제 10-20 전극배치법(Jasper, 1958)에 따라 씌우고, 각각의 전극에 젤을 주입 하여 두피와 전극간의 저항 값을 5 kΩ 이하로 떨어지도록 한다.

과제 수행 시 측정 영역은 발현된 감정을 전달받아 정서를 조절하는 부분인 전전두엽 영역(Fp1, Fp2, Fz), 외부의 자극을 받아 운동을 준비하는 부분인 뇌의 중심부 영역(C3, C4, Cz), 정서인지에서 극 혐오스러움, 극도의 흥분감 등 고차원적인 정서처리과정을 담당하는 부분인 대상회가 위치한 측두엽(T3, T4)까지 총 8개의 영역을 선정하였다. 접지전극(Ground electrode)은 Fpz 영역이다(Fig. 2). 뇌파 측정준비가 끝나면, 빛과 소음이 차단된 실험실로 이동하여 뇌파 측정을 실시한다. 피험자에게 뇌파측정 간 잡파 유입을 방지하기 위하여 눈 깜빡임과 침 삼킴 그리고 몸

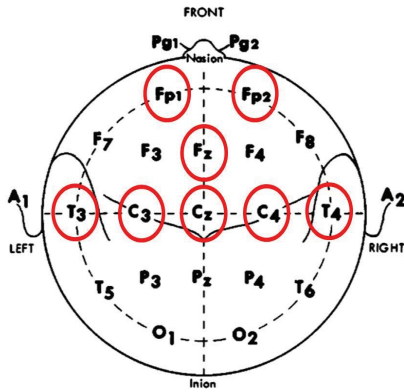


Fig. 2. Measuring area

움직임을 최대한 자제할 것을 요구하였다. 뇌파 측정
은 사진 자극을 이용한 패러다임을 제시하여 ERP를
측정하였다. 이때 자극이 제시되는 모니터는 피험자
의 눈으로부터 60cm 가량 떨어진 곳에 위치하였으
며, 자극은 모니터 전체에 무작위로 제시 하였다. 실
험에 소요되는 시간은 심리적 안정, 동의서 작성 10
분, 과제 설명 및 뇌파측정준비 12분, 뇌파 측정 8분
총 약 30분 정도 소요되었다.

4. 자료수집 및 분석방법

EEG 데이터는 QEEG-8채널(Model: LXE5208, Laxtha
Inc. Koera)을 사용하여 수집하였다. 측정 샘플링(Sampling
rate) 주파수는 512Hz로 설정하였으며, 수집된 EEG
데이터는 Telescan(CD-TS-3.1, Laxtha, Korea)프로그
램을 통해 EOG artifact를 제거하기 위해 Fp1, Fp2,
Fz 영역에서 $\pm 90\mu V$ 이상되는 EOG artifact를 PCA
(Principal Component Analysis) filtering 하였다. 각각의
요인별 자극에 대한 데이터를 자극 제시시간을 기준으
로 -200~1,000msec까지 시간 매김(Time-locked)을 하
여 전체 파형에 대한 평균화 기법(Ensemble averaging)
을 실시하였다. 평균화 기법은 시각자극과 관계없는
백색 잡파(White noise)를 소거하여 ERP 신호를 얻기
위한 과정이다. P3은 250~350msec 사이에 존재하는
가장 높은 진폭을 가진 파형을 선별하는 피크픽킹
(Peak picking) 옵션을 통해서 분석하였다. 분석된 P3
데이터의 잡제기와 진폭을 통계분석을 위해 숫자파
일로 저장하였고 과제에 대한 반응시간과 정답률에

대해서 평균값을 산출하였다.

반응시간과 정답률 분석은 4(집단) \times 3(자극)에 대한
이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 집단
과 자극에 대한 주효과가 나타나면 사후검증으로
Tukey's HSD를 실시하였다.

정서인지기능검사의 ERP 분석은 4(집단) \times 3(자극) \times
8(영역)에 대한 삼원분산분석(Three-way ANOVA)을
실시하였다. 집단, 자극, 영역에 대한 주효과가 나타
나면 사후검증으로 Tukey's HSD를 실시하였다. 종속
변인은 P3의 진폭과 잠재기다. 모든 통계적 유의차는
 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

5. 결과

5.1. 행동데이터

5.1.1. 반응시간

반응시간 분석결과 집단($F(3, 168)=19.373, p<.001, \eta_p^2=.257$)간 주효과가 나타났다. 집단에 대한 사후분
석 결과 청년운동, 청년비운동집단이 노년운동, 노년
비운동집단보다 반응시간이 빠른 것으로 나타났다
($p=.001$). 하지만 자극($F(2, 168)=.503, p>.05, \eta_p^2=.006$),
집단 \times 자극($F(6, 168)=.447, p>.05, \eta_p^2=.017$)에 대한 주
효과 및 상호작용 효과는 나타나지 않았다(Table 1).

Table 1. Reaction time (msec)

Group	Stimulus type	M \pm SD
YAE	Positive	0.81 \pm 0.23
	Neutral	0.78 \pm 0.13
	Negative	0.80 \pm 0.12
YAN	Positive	0.85 \pm 0.18
	Neutral	0.84 \pm 0.15
	Negative	0.82 \pm 0.13
OAE	Positive	0.94 \pm 0.19
	Neutral	0.98 \pm 0.11
	Negative	0.97 \pm 0.15
OAN	Positive	1.08 \pm 0.22
	Neutral	1.09 \pm 0.27
	Negative	0.99 \pm 0.21

YAE-Young Adults Exercise, YAN-Young Adults Nonexercise, OAE-Old Adults Exercise, OAN-Old Adults Nonexercise

5.1.2. 반응정확률

반응정확률 분석결과 집단($F(3, 168)=6.772, p<.001, \eta_p^2=.108$), 자극($F(2, 168)=3.422, p<.05, \eta_p^2=.039$) 간에 주효과가 나타났다. 집단에 대한 사후분석 결과 청년운동, 청년비운동, 노년운동집단이 노년비운동집단보다 반응정확률이 높은 것으로 나타났다($p=.001$). 자극에 대한 사후분석 결과 부정자극이 긍정자극보다 반응정확률이 높은 것으로 나타났다($p=.026$). 하지만 집단×자극($F(6, 168)=1.232, p>.05, \eta_p^2=.042$)에 대한 상호작용 효과는 나타나지 않았다(Table 2).

Table 2. Accuracy of response (%)

Group	Stimulus type	M±SD
YAE	Positive	95.20±11.18
	Neutral	98.67±2.23
	Negative	98.40±1.88
YAN	Positive	94.40±15.29
	Neutral	98.67±2.35
	Negative	98.93±1.83
OAE	Positive	97.33±4.19
	Neutral	94.13±13.97
	Negative	97.33±5.59
OAN	Positive	83.20±22.64
	Neutral	87.87±13.13
	Negative	95.60±5.57

YAE-Young Adults Exercise, YAN-Young Adults Nonexercise, OAE-Old Adults Exercise, OAN-Old Adults Nonexercise

5.2. ERP (P3)

5.2.1. P3 진폭

P3 진폭 분석결과 집단($F(3, 1344)=61.525, p<.001, \eta_p^2=.121$), 자극($F(2, 1344)=43.399, p<.001, \eta_p^2=.061$), 영역($F(7, 1344)=7.266, p<.001, \eta_p^2=.036$), 집단×자극($F(6, 1344)=2.784, p<.05, \eta_p^2=.012$), 자극×영역($F(14, 1344)=2.068, p<.05, \eta_p^2=.021$)간 주효과 및 상호작용 효과가 나타났다. 집단에 대한 사후분석 결과 노년운동, 노년비운동집단이 청년운동, 청년비운동집단보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). 자극에 대한 사후분석 결과 긍정자극이 중립자극과 부정자극보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). 그리고 부정자극이 중립자극보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). 영역에 대한 사후분석 결과 Fz, C3, C4, Cz, T3, T4 영역이 Fp1, Fp2 영역

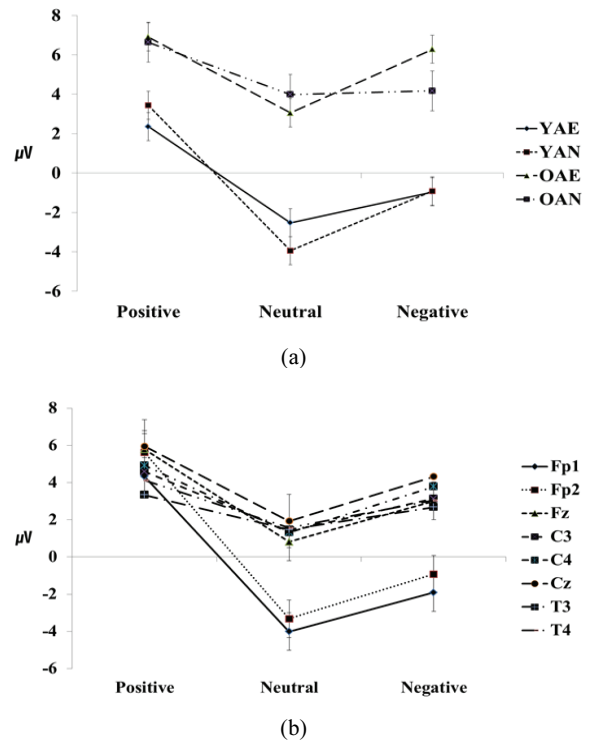


Fig. 3. (a) P3 amplitude between stimulus and group (YAE-Young Adults Exercise, YAN-Young Adults Nonexercise, OAE-Old Adults Exercise, OAN-Old Adults Nonexercise), (b) P3 amplitude between stimulus and area.

보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). 집단×자극 상호작용 효과에 대한 대응별 비교 분석결과 긍정, 중립, 부정자극 모두에서 노년운동, 노년비운동집단이 청년운동, 청년비운동집단보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). 부정자극에서는 노년운동집단이 노년비운동집단보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.037$)(Fig. 3a). 자극×영역 상호작용 효과에 대한 대응별 비교 분석결과 Fp1과 Fp2 영역에서 긍정자극이 중립, 부정자극보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$). Fz, C3, C4, Cz 영역의 경우 긍정자극이 중립자극보다 P3 진폭이 높게 나타났다($p=.001$)(Fig. 3b). 하지만 집단×영역($F(21, 1344)=1.463, p>.05, \eta_p^2=.022$), 집단×자극×영역($F(42, 1344)=.087, p>.05, \eta_p^2=.003$)에 대한 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

5.2.2. P3 잠재기

P3 잠재기 분석결과 집단($F(3, 1344)=10.488, p<.001, \eta_p^2=.023$), 자극($F(2, 1344)=44.944, p<.001, \eta_p^2=.063$),

집단×자극($F(6, 1344)=2.556, p<.05, \eta_p^2=.011$), 집단×영역($F(21, 1344)=1.908, p<.01, \eta_p^2=.029$), 자극×영역($F(14, 1344)=4.260, p<.001, \eta_p^2=.042$)간 주효과 및 상호작용 효과가 나타났다. 집단에 대한 사후분석 결과 청년운동, 노년운동, 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.001$). 자극에 대한 사후분석 결과 부정자극이 긍정($p=.001$), 중립자극($p=.023$)보다 P3 잠재기가 짧게 나타났으며, 중립자극이 긍정자극보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.001$). 집단×자극 상호작용 효과에 대한 대응별 비교 분석결과 긍정자극에서 청년운동, 노년운동, 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧은 것으로 나타났다($p=.001$). 부정자극에서는 청년운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.001$)(Fig. 4a). 집단×영역 상호작용 효과에 대한 대응별 비교 분석결과 Fp1 영역은 청년운동집단이 노년운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.018$). Fp2 영역은 청년운동집단이 청년비운동($p=.037$), 노년운동집단($p=.015$)보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다. C3 영역은 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났으며($p=.007$), C4 영역은 노년운동, 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났($p=.013$). Cz 영역은 노년운동, 노년비운동집단이 청년운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났고($p=.004$), 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났($p=.012$). T3, T4 영역은 청년운동, 노년운동, 노년비운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났($p=.007, p=.001$)(Fig. 4b). 자극×영역 상호작용 효과에 대한 대응별 비교 분석결과 Fp1, Fp2, Fz 영역은 중립, 부정자극이 긍정자극보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.001$). C3, C4 영역은 부정자극이 긍정자극보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다($p=.008, p=.017$). Cz영역은 부정자극이 긍정($p=.027$), 중립($p=.001$) 자극보다 P3 잠재기가 짧게 나타났(Fig 4c). 하지만 영역($F(7, 1344)=1.184, p>.05, \eta_p^2=.006$), 집단×자극×영역($F(42, 1344)=.881, p>.05, \eta_p^2=.027$)에 대한 주효과 및 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

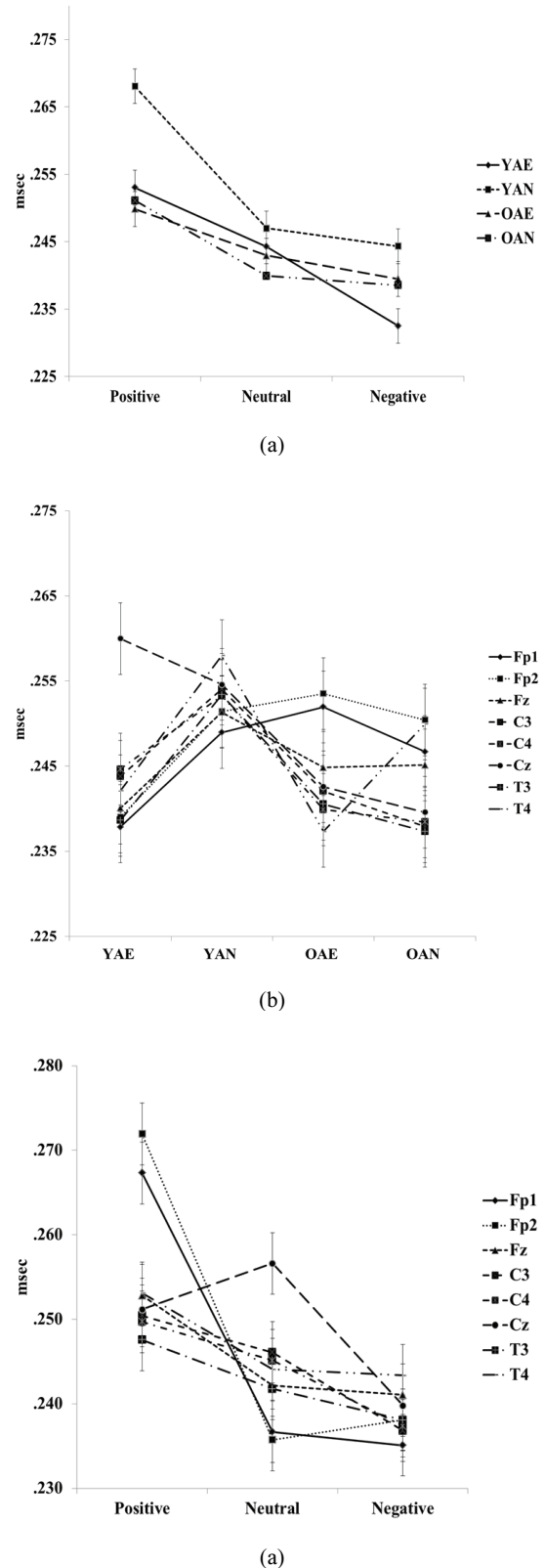


Fig. 4. (a) P3 latency between stimulus and group (YAE-Young Adults Exercise, YAN-Young Adults Nonexercise, OAE-Old Adults Exercise, OAN-Old Adults Nonexercise), (b) P3 latency between group and area, (c) P3 latency between stimulus and area.

6. 논의

본 연구의 목적은 신체활동 참여가 청년기 및 노년기 성인의 정서인지에 미치는 영향을 뇌신경 생리적으로 연구하기 위함이다. 행동데이터를 분석한 결과 반응시간은 청년운동/청년비운동집단이 노년운동/노년비운동집단보다 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 노화가 정서인지 반응시간 저하를 일으킨다고 해석할 수 있다. 노화에 따른 뇌 인지기능의 저하 중 인지처리속도가 뚜렷하게 하향세를 보여 반응시간에도 영향을 미치는 것으로 여겨진다(Cappell et al., 2010). 또 다른 부분으로 노인의 경우 청년들에 비해 컴퓨터 키보드 사용이 익숙하지 않고 기억력 저하로 방향키와 해당 정서의 연결에 혼란을 있을 수 있다. 또한 반응키를 누르는 운동속도에서도 연령차가 있기 때문에 청년집단에 비해 반응시간이 느린 것으로 여겨진다. 본 실험 전 연습수행을 시행 실시하였지만 연령에 인한 운동속도 등의 가외요인을 통제하지 못한 점은 본 연구의 제한점으로 여겨진다.

정서인지검사에 대한 반응정확률을 분석한 결과, 청년운동/청년비운동/노년운동집단이 노년비운동집단에 비해 높은 반응정확률을 나타냈다. 이러한 결과는 청년기에는 신체활동 참여 유무가 정서인지의 반응정확률에 영향을 주지 않았지만 노년기에는 신체활동이 정서인지반응을 정확하게 하는데 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다. Gajewski & Falkenstein(2015a)의 선행연구에서도 신체활동량이 많은 노인들이 신체활동량이 적은 노인들에 비해 과제 수행 시 반응정확률이 높은 것으로 나타나 본 연구의 결과를 지지해주고 있다.

정서자극 인지 기억 유발과도 관련이 있는 P3 진폭 분석한 결과 노년운동/노년비운동집단이 청년운동/청년비운동집단보다 P3 진폭이 높은 것으로 나타났다. P3 진폭은 300ms의 근처에서 발생하는 정적전위 중 가장 큰 값으로 외부에서 주어진 자극을 받아들여 어떻게 반응을 할 것인지를 판단하는 인지결정과 관련된 선택적 주의집중력을 나타낸다(Johnson, 1986).

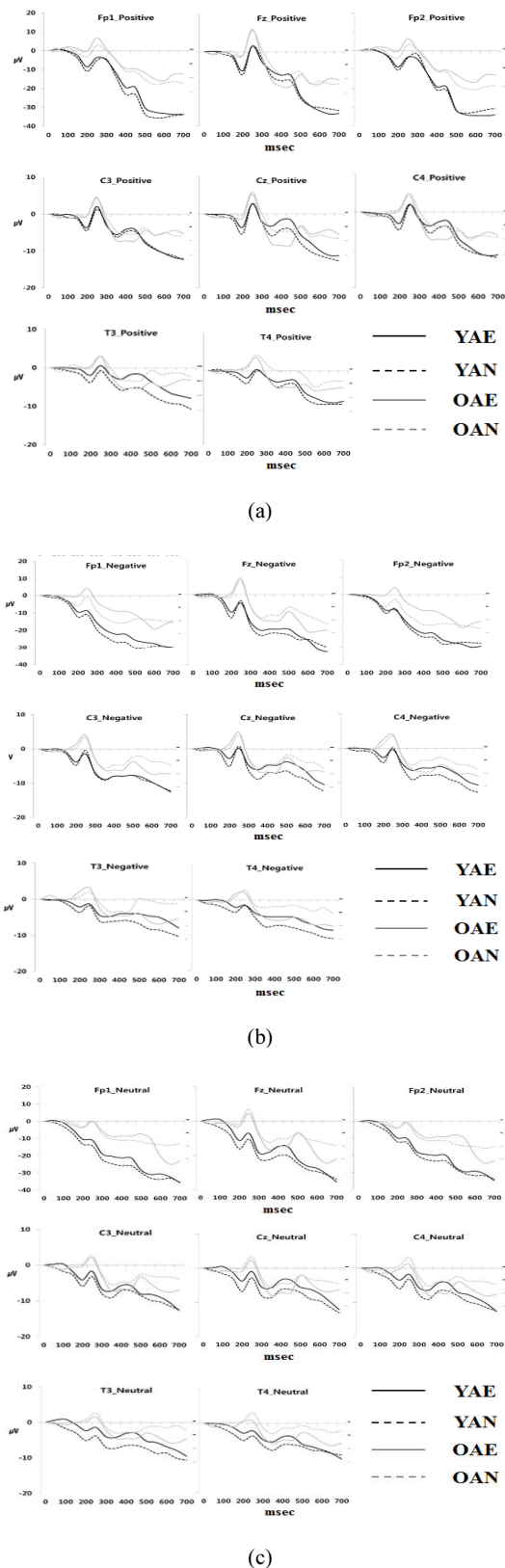


Fig. 5. (a) Positive emotional stimulus ERP wave, (b) Negative emotional stimulus ERP wave, (c) Neutrality emotional stimulus ERP wave (YAE-Young Adults Exercise, YAN-Young Adults Nonexercise, OAE-Old Adults Exercise, OAN-Old Adults Nonexercise)

하지만 본 연구에서는 청년집단에 대한 P3 진폭이 음의 값으로 부적전위가 나타나는 의외의 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 청년집단에게 본 연구의 정서자극에 대한 인지적 각성수준이 낮아 이러한 결과가 나온 것으로 여겨진다. 과제에 대한 주의집중을 높이기 위해서는 일정 수준의 정서적 각성수준 유지가 필요하지만 본 연구에서는 청년집단의 정서인지와 관련된 주의집중과 정적 각성상태를 이끌어 내지 못하여 P3 진폭이 부적전위로 나타난 것으로 여겨진다. 그리고 IAPS 사진에는 Valence mean 데이터가 기록되어 있는데 Valence 점수는 1~9점 사이이며, 점수가 높으면 긍정이고 점수가 낮을수록 부정을 의미한다. 또한 IAPS 사진을 가지고 지각적 복잡성 값을 측정된 데이터는 각각의 단순과 복잡으로 카테고리가 분류되어 있지만 본 연구에서는 이러한 지각적 복잡성 값을 노인집단의 인지적 연령을 감안하여 1.24~2.66으로 선정한 것이 청년집단에서 P3 진폭이 음의 값으로 나타난 원인이라고 여겨진다. Kim et al. (2008)의 선행연구에서도 청각자극 난이도에 따른 선택적 주의집중력을 연구한 결과 난이도가 낮을 때 진폭 값이 작게 나타났으며, Wu et al.(2010)의 선행 연구에서도 각성수준이 과제수행 시 인지능력과 매우 밀접한 관계가 있어 과제에 대한 높은 주의집중력을 위해서는 최적의 각성 수준이 필요하다고 보고 하였다. 본 연구에서 사용된 세 가지 자극(긍정, 중립, 부정)에 대한 지각적 복잡성이 청년층 피험자의 정보처리 과정에서 각성상태를 유지 할 수 있는 난이도 수준이 되지 않아 P3 진폭이 낮게 나타났다고 사료된다. 한편, 집단과 자극 간의 상호작용에 대한 대응별 비교 분석결과 부정자극에서 노년운동집단이 노년비운동집단보다 P3 진폭이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 신체활동 참여가 노년기의 부정자극에 대한 선택적 주의집중력을 높여 정서인지 기능에 긍정적인 영향을 미친 것으로 여겨진다. Kim & Yoo(2013)의 선행연구에서도 장기간 유산소 운동을 실시한 노년집단이 실시하지 않은 집단에 비해 주의집중 과제인 오드볼(oddball)과제에서 높은 P3

진폭 값을 보여 본 연구의 해석을 지지해준다.

정서인지기능 정보처리속도와 관련이 있는 P3 잠재기를 분석한 결과 청년운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다. P3 잠재기는 자극이 주어진 시점부터 P3이 발생하는 지점까지의 시간으로, 자극에 대한 반응을 위한 의사결정에 소요되는 정보처리속도를 의미한다(Mangun & Hillyard, 1995). 이러한 결과는 신체활동 참여가 청년기 정서인지기능의 정보처리속도에 긍정적인 영향을 미친다고 여겨진다. Magnié et al.(2000)의 선행연구에서도 유산소 운동 집단이 일반적인 집단에 비해 소리자극을 이용한 주의집중과제에서 P3 잠재기가 짧게 나타나 본 연구의 해석을 지지해준다. 하지만 노인운동집단과 노년비운동 집단간에는 운동 유무에 따른 잠재기가 차이가 나타나지 않았다. 이러한 이유는 노화로 인한 정서인지기능 정보처리속도지연에는 신체활동이 영향을 미치지 못한 것으로 여겨진다. 특히 노화에 따른 뇌 인지기능 쇠퇴 중 인지처리 속도가 뚜렷하게 하향세를 보인다고 한다(Cappell et al., 2010). 그리고 정서인지 처리 기제는 개인의 정서경험이 각 유기체가 환경을 평가하는 방식의 의식적 처리 기제와 정서적 각성이 스스로의 자각 없는 수준에서 자극에 대한 자동적 처리가 의식적인 인식 없이도 발생하는 자동적 정서처리 기제 두 가지가 존재한다. 자동적 정서처리 기제는 외부의 영향을 받지 않고 정서가로 인한 인지적 활성화 과정이 의식적인 자각 없이도 자동적으로 이루어지고 이러한 정서처리 기제는 외부 자극 혹은 방해 자극에도 비교적 병렬적(Parallel)으로 이루어지는 것으로 보고되고 있다(Bargh, 1989). 따라서 정서인지처리 속도 쇠퇴를 지연시키는데 신체활동이 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 여겨진다.

7. 결론

본 연구를 종합해 보면 다음과 같다. 청년집단은 노년집단 비해 정서인지처리 속도가 좋아 반응시간

이 짧게 나타났다. 신체활동 참여 유무에 따라 청년기에는 정서인지처리의 반응정확률에 영향을 주지 않았으나, 노년기에는 신체활동에 참여하는 노년층이 참여하지 않는 노년층보다 정보인지처리의 반응정확률이 높게 나타난다는 것을 알 수 있었다.

P3 진폭은 신체활동에 참여하는 노년층이 참여하지 않는 노년층보다 높게 나타났으며, 청년기의 정서인지기능 중 자극에 대한 정보처리속도가 신체활동에 참여하는 청년층이 참여하지 않는 청년층보다 빠르게 나타나는 것을 알 수 있었다. 하지만 청년집단의 진폭이 음의 값으로 부적전위가 나타난 것은 정서 자극에 대한 인지적 각성수준이 낮아 이러한 결과가 나온 것으로 여겨진다.

P3 잠재기는 청년운동집단이 청년비운동집단보다 P3 잠재기가 짧게 나타났다. 이는 신체활동이 청년기 정서인지기능의 정보처리속도에 긍정적인 영향을 미친다고 여겨진다. 하지만 노인운동집단과 노년비운동 집단간에는 운동 유무에 따른 잠재기가 차이가 나타나지 않았다. 이러한 이유는 정서인지처리 속도 쇠퇴를 지연시키는데 신체활동이 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 여겨진다.

REFERENCES

Banaschewski, T., & Brandeis, D. (2007). Annotation: what electrical brain activity tells us about brain function that other techniques cannot tell us—a child psychiatric perspective. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 48*(5), 415-435.
DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01681

Banich, M. T., Mackiewicz, K. L., Depue, B. E., Whitmer, A. J., Miller, G. A., & Heller, W. (2009). Cognitive control mechanisms, emotion and memory: A neural perspective with implications for psychopathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(5), 613-630. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2008.09.010

Bargh, J. A. (1989). *Conditional automaticity: Varieties*

of automatic influence in social perception and cognition.

Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia, 41*(2), 195-202.
DOI: 10.1016/S0028-3932(02)00149-5

Cappell, K. A., Gmeindl, L., & Reuter-Lorenz, P. A. (2010). Age differences in prefrontal recruitment during verbal working memory maintenance depend on memory load. *Cortex, 46*(4), 462-473.
DOI: 10.1016/j.cortex.2009.11.009

Chang, Y. K., Huang, C. J., Chen, K. F., & Hung, T. M. (2013). Physical activity and working memory in healthy older adults: An ERP study. *Psychophysiology, 50*(11), 1174-1182.
DOI: 10.1111/psyp.12089

Dennis, N. A., Hayes, S. M., Prince, S. E., Madden, D. J., Huettel, S. A., & Cabeza, R. (2008). Effects of aging on the neural correlates of successful item and source memory encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 34*(4), 791. DOI: 10.1037/0278-7393.34.4.791

Dennis, T. A., Malone, M. M., & Chen, C. C. (2009). Emotional face processing and emotion regulation in children: An ERP study. *Developmental neuropsychology, 34*(1), 85-102.
DOI: 10.1080/87565640802564887

Fabiani, M., & Gratton, G. (2009). The assessment of cognitive efficiency and brain plasticity in old age. *Aging, Exercise, and Cognition, 3*. Enhancing Cognitive and Brain Plasticity of Older Adults. Human Kinetics: Champaign, IL., USA

Ferris, L. T., Williams, J. S., & Shen, C. L. (2007). The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 39*(4), 728-734. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802f04c7

Forte, R., Boreham, C. A., Leite, J. C., De Vito, G.,

- Brennan, L., Gibney, E. R., & Pesce, C. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: Multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions in Aging*, 8. DOI: 10.2147/CIA.S36514
- Gajewski, P. D., & Falkenstein, M. (2015a). Long-term habitual physical activity is associated with lower distractibility in a Stroop interference task in aging: Behavioral and ERP evidence. *Brain and Cognition*, 98, 87-101. DOI: 10.1016/j.bandc.2015.06.004
- Gajewski, P. D., & Falkenstein, M. (2015b). Lifelong physical activity and executive functions in older age assessed by memory based task switching. *Neuropsychologia*, 73, 195-207. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.031
- Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(1), 73-86. DOI: 10.3758/s13423-012
- Hall, E. E., Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (2007). Regional brain activity and strenuous exercise: predicting affective responses using EEG asymmetry. *Biological Psychology*, 75(2), 194-200. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2007.03.002
- Jasper, H. H. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375. DOI: 10018219499
- Johnson, R., Pfefferbaum, A., & Kopell, B. S. (1985). P3 and long-term memory: Latency predicts recognition performance. *Psychophysiology*, 22(5), 497-507. DOI: 10.1111/j.1469-8986.1985.tb01639.x
- Johnson, R. (1986). For distinguished early career contribution to psychophysiology: Award address, 1985. *Psychophysiology*, 23(4), 367-384. DOI: 10.1111/j.1469-8986.1986.tb00649.x
- Kim, S. W., & Yoo, H. S. (2013). Effect of chronic aerobic exercise on cognitive function of older adults: An examination of P3 (장기간의 유산소운동이 노인의 인지기능에 미치는 영향). *The Korea Journal of Sports Science*, 22(4), 411-428. DOI: 10.2248316
- Kim, S. W., Kim, J. S., Park, H. J., Moon, D. H., & Kim, J. G. (2008). P3 Responses Evoked by Auditory Stimuli : Effects of Task Difficulty (칭각자극 난이도에 따른 선택적 주의의 정보처리 현상). *Korean Journal of Sport Psychology*, 19(2), 17-28. DOI: 10.101.116.28/W_files/ftp41/16800943
- Kliegel, M., Horn, A. B., & Zimmer, H. (2003). Emotional after-effects on the P3 component of the event-related brain potential. *International Journal of Psychology*, 38(3), 129-137. DOI: 10.1080/00207590344000006
- Lewis, M. D., Lamm, C., Segalowitz, S. J., Stieben, J., & Zelazo, P. D. (2006). Neurophysiological correlates of emotion regulation in children and adolescents. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(3), 430-443. DOI: 10.1162/jocn.2006.18.3.430
- Magnié, M. N., Bermon, S., Martin, F., Madany-Lounis, M., Suisse, G., Muhammad, W., & Dolisi, C. (2000). P3, N400, aerobic fitness, and maximal aerobic exercise. *Psychophysiology*, 37(3), 369-377. DOI: 10.1016/j.psychophys.2000.03.002
- Mangun, G. R., & Hillyard, S. A. (1995). *Mechanisms and models of selective attention*. In M. D. Rugg & M. G. H. Coles (Eds.), *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition* (pp. 40-85). Oxford: Oxford University Press. DOI: 10.1016/j.psychophys.1995.03.003
- Mill, A., Allik, J., Realo, A., & Valk, R. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability: a cross-sectional study. *Emotion*, 9(5), 619. DOI: 10.1037/a0016562
- Oak, J. S., Kim, J. I., & Im, J. H. (1999). Effects of exercise on physical fitness in aging (운동이 노화과정 중 체력변화에 미치는 영향). *Exercise Science*, 8(1), 9-30. DOI: 10.1016/j.exsci.1999.01.002
- Pajonk, F. G., Wobrock, T., Gruber, O., Scherk, H.,

- Berner, D., Kaizl, I., Kierer, A., Müller, S., Oest, M., Meyer, T., Backens, M., Schneider-Axmann, T., Thornton, A. E., Honer, W. G., & Falkai, P. (2010). Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 67(2), 133-143. DOI: 10.1001/archgenpsychiatry.2009.193
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(2), 299. DOI: 10.1037/0882-7974.17.2.299
- Park, J. H., & Kwon, Y. C. (1989). Standardization of Korean Version of the Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for Use in the Elderly. Part II. Diagnostic Validity (노인용 한국판 Min-Mental State Examination(MMSE-K)의 표준화 연구-제2편: 구분점 및 진단적 타당도). *The Korean Neuropsychiatric Association*, 28(1), 125-135. DOI: A1995721
- Park, T. J., & Park, S. H. (2009). Emotional evaluation about IASP in Korean University Students (자극에 대한 한국 대학생의 정서평가). *Korean Journal of Cognitive Science*, 20(2), 183-195. DOI: A79581833
- Predovan, D., Fraser, S. A., Renaud, M., & Bherer, L. (2012). The effect of three months of aerobic training on stroop performance in older adults. *Journal of Aging Research*, 2012. DOI: 10.1155/2012/269815
- Rovio, S., Spulber, G., Nieminen, L. J., Niskanen, E., Winblad, B., Tuomilehto, J., Nissinen, A., Soininen, H., & Kivipelto, M. (2010). The effect of midlife physical activity on structural brain changes in the elderly. *Neurobiology of Aging*, 31(11), 1927-1936. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.10.007
- Seo, S. H. (2013). A study on ERP and behavior responses in emotion regulation (정서조절에 관한 Event related potentials 및 행동학적 반응 연구). *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 14(10), 5003-5011. DOI: 10.5762/KAIS.2013.14.10.5003
- Shin, M. K. (2009). Effects of an exercise program on frontal lobe cognitive function in elders (운동 프로그램이 노인의 전두엽 인지기능에 미치는 효과). *Journal of Korean Academy of Nursing*, 39(1), 107-115. DOI: 10.4040/jkan.2008.39.1.107
- Smith, D. P., Hillman, C. H., & Duley, A. R. (2005). Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(1), 49-56. DOI: 10.1093/geronb/60.1.P49
- Stenseng, F., Forest, J., & Curran, T. (2015). Positive emotions in recreational sport activities: The role of passion and belongingness. *Journal of Happiness Studies*, 16(5), 1117-1129. DOI: 10.1007/s10902-014-9547-y
- Sullivan, S., & Ruffman, T. (2004). Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114(3), 403-432. DOI: 10.1080/00207450490270901
- Thambisetty, M., Wan, J., Carass, A., An, Y., Prince, J. L., & Resnick, S. M. (2010). Longitudinal changes in cortical thickness associated with normal aging. *Neuroimage*, 52(4), 1215-1223. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2010.04.258
- Themanson, J. R., Hillman, C. H., & Curtin, J. J. (2006). Age and physical activity influences on action monitoring during task switching. *Neurobiology of Aging*, 27(9), 1335-1345. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.07.002
- Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5. DOI: 10.3389/fnhum.2011.00026
- West, J. T., Horning, S. M., Klebe, K. J., Foster, S. M., Cornwell, R. E., Perrett, D., Burt, D. M., & Davis, H. P. (2012). Age effects on emotion recognition

in facial displays: From 20 to 89 years of age.

Experimental Aging Research, 38(2), 146-168.

DIO: 10.1080/0361073X.2012.659997

Wu, D., Courtney, C. G., Lance, B. J., Narayanan, S. S., Dawson, M. E., Oie, K. S., & Parsons, T. D. (2010). Optimal arousal identification and classification for affective computing using physiological signals: Virtual reality stroop task. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1(2), 109-118.

DOI: 10.1109/T-AFFC.2010.12

원고접수: 2017.07.27

수정접수: 2017.11.13

게재확정: 2017.11.16