

한국심리학회지

발달

28권 3호 (2015년 9월)



THE KOREAN JOURNAL OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY

목 차

태내 환경을 반영하는 발달 지표와 HPA 축의 기능장애와 관련 있는 행동과의 관계 심경옥 · 전우영

한국형 베일리 영유아 발달검사 제 3판 사회-정서 척도의 타당도 연구 박인환 · 석혜은 · 김아영 · 신석호 · 방희정

초등학생의 부모-자녀 갈등, 거부불안민감성, 소속에 대한 욕구와 또래괴롭힘 동조행동과의 구조적 관계 이승연 · 송경희 · 안소현

한국 유아의 격조사를 활용한 타동사 문장 이해 발달 진경선 · 김민주 · 송현주

불안 성향 노인의 정서인식 특성 정혜윤 · 진영선 · 장문선

학교폭력 가해자가 경험한 학교폭력 맥락에 관한 질적 연구 이미영 · 장은진

유아의 통제노력과 어머니의 정서관련 양육행동이 유아의 정서조절에 미치는 영향 이혜원 · 박혜경 · 이옥경

갈등적응효과로 살펴본 인지적 통제의 연령차 박현진 · 김초복 · 박영신

정서표현양가성의 발달과 이에 따른 정서표현성, 문제행동 및 심리적인념감:
 아동 · 청소년 · 성인집단의 비교 박하얀 · 정윤경 · 최해연

운동이 유아의 실행기능에 미치는 영향 강인선 · 이현진

한국 청소년과 노인의 자살관련 변인들의 고찰: 자살에 대한 스트레스 취약성 모델의 적용 정영숙 · 정영주

한국발달심리학회

www.kci.go.kr

발행처 : 한국발달심리학회

인쇄일 : 2015년 9월 15일

발행인 : 정영숙(부산대학교 심리학과)

발행일 : 2015년 9월 15일

주 소 : 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2 심리학과 (내)

제작처 : 책과공간

전 화 : 051-510-2135

(02-725-9371)

편집위원장 : 정윤경(가톨릭대학교)

편집위원 : 권미경(U.C Davis) 김근영(서강대학교) 김혜온(목포대학교) 박영신(경북대학교)
송하나(성균관대학교) 송현주(연세대학교) 이현진(영남대학교)

심사위원 : 강민주(연세대학교) 강연욱(한림대학교) 광금주(서울대학교) 권미경(U.C Davis)
김명식(전주대학교) 김민희(한국상담대학원대학교) 김수안(서울대학교) 김수정(서울대학교)
김연수(서울대학교) 김정미(한솔교육문화연구원) 김혜리(충북대학교) 김혜온(목포대학교)
김홍근(대구대학교) 김희화(부산대학교) 문혁준(가톨릭대학교) 박영신(경북대학교)
박창호(전북대학교) 박해원(울산대학교) 서경현(삼육대학교) 성은현(호서대학교)
성현란(대구가톨릭대학교) 손정락(전북대학교) 송하나(성균관대학교) 송현주(연세대학교)
신나나(이화여자대학교) 신유림(가톨릭대학교) 신주혜(가톨릭대학교) 심희옥(군산대학교)
오영희(덕성여자대학교) 옥 정(서울사이버대학교) 유 경(한림대학교) 유연욱(계명대학교)
유연재(아주대학교) 윤재호(가톨릭대학교) 윤혜경(서연아동발달연구소) 이경님(동아대학교)
이승복(충북대학교) 이승연(이화여자대학교) 이승진(서울대학교) 이현진(영남대학교)
장유경(한솔교육문화연구원) 장은영(성균관대학교) 장은진(침례신학대학교) 정계숙(부산대학교)
정명숙(꽃동네현도사회복지대) 정영숙(부산대학교) 정윤경(가톨릭대학교) 조경자(호서대학교)
조숙자(이화여자대학교) 조아미(명지대학교) 조영일(성신여자대학교) 진영선(경북대학교)
채수은(한국교육개발원) 천성문(경성대학교) 최나야(가톨릭대학교) 최영은(중앙대학교)
최은실(가톨릭대학교) 최해연(한국상담대학원대학교)

한국심리학회지: 발달은 한국발달심리학회의 기관지로서 연 4회 간행되며, 발달심리학 분야의 연구논문, 자료 및 논평을 게재한다. 한국심리학회지: 발달은 일정한 구독료를 받고 배부하며, 한국심리학회에 연회비를 납부한 회원은 한국심리학회 홈페이지에서 온라인 구독이 가능하다. 비회원의 구독에 관해서는 편집위원회 사무실로 문의하기 바란다.

THE KOREAN JOURNAL OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY
published quarterly-annually
by THE KOREAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION

This journal is issued quarterly-annually and carries research articles based on empirical data & theoretical review. Subscription inquiries and manuscript submission should be directed to: Editor, The Korean Journal of Developmental Psychology, Department of Psychology, The Catholic University of Korea, Bucheon, Korea.

Editor : Yoon-Kyoung Jeong(The Catholic University of Korea)

Associate Editor : Mi-Kyoung Kwan(U.C Davis)

Geun-Young Kim(Seo Gang University)

Hye-On Kim(Mokpo National University)

Young-Shin Park(Kyungpook National University)

Ha-Na Song(Sungkyunkwan University)

Hyeon-Ju Song(Yonsei University)

Hyeon-Jin Lee(Yeungnam University)

한국심리학회지

발 달

제 28 권 제 2 호 / 2015. 9

태내 환경을 반영하는 발달 지표와 HPA 축의 기능장애와 관련 있는 행동과의 관계	심경옥 · 전우영 / 1
한국형 베일리 영유아 발달검사 제 3판 사회-정서 척도의 타당도 연구	박인환 · 석혜은 · 김아영 · 신석호 · 방희정 / 29
초등학생의 부모-자녀 갈등, 거부불안민감성, 소속에 대한 욕구와 또래괴롭힘 동조행동과의 구조적 관계	이승연 · 송경희 · 안소현 / 51
한국 유아의 격조사를 활용한 타동사 문장 이해 발달	진경선 · 김민주 · 송현주 / 75
불안 성향 노인의 정서인식 특성	정혜윤 · 진영선 · 장문선 / 91
학교폭력 가해자가 경험한 학교폭력 맥락에 관한 질적 연구	이미영 · 장은진 / 115
유아의 통제노력과 어머니의 정서관련 양육행동이 유아의 정서조절에 미치는 영향	이혜원 · 박혜경 · 이옥경 / 141
갈등적응효과로 살펴본 인지적 통제의 연령차	박현진 · 김초복 · 박영신 / 171
정서표현양가성의 발달과 이에 따른 정서표현성, 문제행동 및 심리적안녕감: 아동 · 청소년 · 성인집단의 비교	박하얀 · 정윤경 · 최해연 / 189
운동이 유아의 실행기능에 미치는 영향	강인선 · 이현진 / 209
한국 청소년과 노인의 자살관련 변인들의 고찰: 자살에 대한 스트레스 취약성 모델의 적용	정영숙 · 정영주 / 227

한국발달심리학회

운동이 유아의 실행기능에 미치는 영향*

강 인 선

이 현 진[†]

영남대학교 유아교육과

본 연구에서는 운동이 유아의 실행기능에 미치는 영향에 관해서 살펴보고자 하였다. 3세 51명, 4세 53명, 5세 53명, 총 157명을 유치원 정규 수업 후에 운동을 한 집단과 운동을 하지 않은 집단으로 나누어 이들의 억제통제, 전환능력, 작업기억을 측정하였다. 실행기능은 운동 프로그램을 시작한 직후인 4월과 운동 프로그램을 마친 7월에 각각 측정되었다. 억제통제는 깃발과제와 Flanker과제(정확도, 반응시간)로 측정하였고, 전환능력은 카드분류과제와 아동용 색선로 검사로 측정하였고, 작업기억은 단어 거꾸로 말하기 과제와 숫자 거꾸로 말하기 과제로 측정하였다. 각 과제에서의 사전검사 점수를 공변인으로 하고, 사후검사 점수들을 종속변인으로 하여 운동집단과 비운동 집단 간 차이에 대해 공분산 분석을 실시하였다. 그 결과, 실행기능의 모든 과제 수행에서 연령에 따른 차이를 보였고, 운동 집단에서의 수행이 비운동집단에서 보다 더 촉진되었다. 일부 과제에서는 집단과 연령 간의 상호작용이 나타났는데, 이는 연령에 따라 운동의 효과가 달라짐을 보여준다.

주요어 : 운동, 실행기능, 억제통제, 작업기억, 전환능력

* 이 연구는 2014년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

[†] 교신저자: 이현진, 영남대학교 사범대학 유아교육과, 경상북도 경산시 대학로 280

E-mail: hjlee@ynu.ac.kr

운동은 건강을 증진시키거나 유지하기 위해 반복적으로 신체를 움직이는 신체활동 중 하나이다. 운동에서의 신체 움직임은 목적에 따라 구조화되고 계획된다는 특성을 갖는다. 이러한 운동이 질병의 위험성을 감소시키고 보다 신체적으로 건강한 삶을 영위하도록 도와준다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 최근에 운동심리학에 기반을 둔 연구들은 운동이 주는 영향이 신체적 기능뿐만 아니라 심리적 과정에까지 미칠 수 있다는 사실에 주목하였다(Tomporowski, 2006). 운동을 하게 되면 인지나 정서를 관장하는 뇌 부위의 신경세포가 새롭게 만들어지고, 그 결과 인지능력이 향상될 수 있다는 것이다(Diamond, 2006).

운동이 인지능력에 미치는 영향을 살펴본 연구들은 대부분 유산소 운동의 효과에 초점을 맞추었으며, 노인과 성인을 대상으로 시작되었다. 유산소운동은 걷기나 달리기와 같은 산소 소모량을 늘림으로써 심폐 건강을 발전시키는 운동이다. Spirduso(1978)는 3년 동안 주 3시간 이상 유산소 운동을 한 50대부터 70대 집단을 연구한 결과, 60대와 70대의 운동집단도 비운동 집단에 비해서 인지능력이 더 향상되었지만, 특히 50대 집단의 운동집단이 비운동집단에 비해서 인지능력이 가장 높게 향상된 것으로 보고하였다. 이러한 노인과 성인을 대상으로 인지 능력에 대한 운동 효과를 살펴본 연구들은 점차 청소년과 아동들을 대상으로 확대되었다. Hillman, Castelli와 Buck(2005)은 9세 아동들과 19세 청년들을 대상으로 유산소 운동이 시각 변별과제에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다. 참여자들이 시각 변별과제를 수행하는 동안 뇌 활동을 측정하였다. 그 결과 아동들의 인지과제 수행은 청년들보다 낮았지만, 체력 훈련의 강도에 따라 수행

에서 차이를 보였다. 높은 강도의 체력 훈련을 받은 집단의 아동들은 낮은 강도의 훈련을 받은 집단보다 시각 변별 과제를 더 빠르게 수행하였다. 또한 높은 체력 훈련을 받은 아동들의 대뇌피질 활성화는 낮은 체력 훈련을 받은 아동들보다 더 크게 일어났다. 이러한 결과는 운동이 대뇌피질 활성화를 촉진시켜 인지 과제를 더 효율적으로 수행할 수 있게 해줌을 시사해준다. Tuckman과 Hinkle(1986)은 초등학교 4, 5, 6학년 아동 154명을 대상으로 운동이 인지능력에 미치는 효과를 살펴보았다. 한 집단의 아동들에게는 정규 체육교육 프로그램(1주일에 30분씩 3회 공놀이와 조깅을 하게 함)에 참여하는 것 외에 12주 동안 유산소 운동으로 달리기를 하게 하였고, 다른 한 집단에게는 정규 체육교육 프로그램에만 참여하게 하였다. 그 결과 시각-운동기술이나 지각운동 협응에서는 두 집단 간 차이가 유의하지 않았지만, 창의성 검사에서는 운동집단이 통제집단보다 더 우수한 수행을 보였다. Hinkle, Tuckman과 Sampson(1993)에서도 유산소 운동(1주일에 5회 달리기를 하게 함)을 한 아동들이 창의성 검사를 더 잘 수행했음을 보고하였다. 이러한 결과를 토대로 Tuckman(1999)은 지속적으로 운동하는 것이 지능이나 일반적인 인지 기술에는 영향을 주지 않았지만 창의성에는 영향을 주었다고 결론지었다. 후속 연구자들(Naglieri & Kaufman, 2001)은 이들이 사용했던 Torrance의 창의성 검사에 인지적 유연성과 같은 실행기능이 반영되어 있다는 점에 착안하여 유산소 운동이 실행기능(Executive Function)에 영향을 줄 가능성을 고려하기 시작하였다. 실행기능은 신경학적 접근에 기반을 둔 개념으로 문제해결이나 목표지향적 행동에 필요한 고등한 인지과정을 말한다(Carlson, 2005;

Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howe, & Wagner, 2000; Zelazo & Miller, 2002). 실행기능은 문제해결을 위해서 불필요한 사고나 행동을 조절하고 통제할 필요가 있을 때 작동하는 기능으로, 대뇌의 전두엽이 주로 담당하는 것으로 알려져 있다. 실행기능에는 억제통제, 전환능력, 작업기억, 계획하기, 자기통제, 행동조직, 탐색과 수정, 방해체제에 대한 저항 등 다양한 능력들이 포함되어 있다(예, Carlson, & Moses, 2001). 많은 연구자들은 이러한 여러 능력 중 억제통제, 전환능력, 작업기억이 실행기능의 핵심적인 능력으로 동의하였다(Hughes, 1998; Welsh, Pennington, & Croisser, 1991).

억제통제는 목표에 대한 적절한 행동을 하기 위해서 부적절한 행동을 의도적으로 통제하여 지배적이고 자동적인 반응들을 억누르는 능력이다(van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007). 그리하여 억제통제는 덜 우세한 반응을 하기 위해서 우세한 반응을 억제하는 것을 포함한다. 전환능력은 변화하는 상황에 맞추어 사고나 행동을 전환시키는 능력을 말하는데, 상황에 적절하지 않은 반응이나 전략에서 벗어나서 보다 더 적합한 새로운 반응이나 전략을 취하는 것을 말한다(Lezak, 1995). 작업기억은 상황과 계획에 적합한 행동을 지속적으로 해나갈 수 있도록 상황 조건을 기억하는 인지적인 과정이다. 그러므로 올바른 기억을 하도록 하고 상황에 적절하게 따르게 하며 문제해결을 계획하도록 돕는 역할을 한다(Gathercole & Pickering, 2000).

운동이 실행기능에 미치는 영향을 살펴본 연구 역시 노인들을 대상으로 시작되었다. Kramer, Hahn, Cohen, Banich, McAuley, Harrison, Chason, Vakil, Bardell, Boileu와 Colcombe(1999)는 60~75세 사이의 노인 124명을 대상으로 6개

월 동안 유산소 운동(예, 걷기)을 한 집단과 스트레칭을 한 집단에게 일반적 인지기능 과제(예, 공간주의 과제, 숫자 매칭 과제)와 실행기능 과제(예, 범주 전환 과제, Flanker 과제, 반대로 하기 과제)를 실시하였다. 유산소 운동을 한 집단의 노인들은 스트레칭을 한 집단의 노인들보다 실행기능 과제에서 더 빠르고 효율적인 수행을 보였으나, 다른 인지 과제에서는 별다른 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 유산소 운동이 노인의 인지 수행에 미치는 영향을 탐색한 18개의 연구를 메타 분석한 Colcombe와 Kramer(2003)에서도 재확인되었다. Colcombe와 Kramer는 18개의 연구들이 다루었던 실행기능(스케줄 짜기, 반응억제, 계획하기, 작업기억), 반응 순서의 자동화를 요구하는 통제된 처리과정, 지각 학습을 포함하는 시공간 처리과정, 단순한 반응 시간을 요구하는 가속화된 처리과정에서의 수행을 분석하였다. 그 결과, 유산소 운동을 한 집단의 노인들의 수행이 다른 인지 과제(예, 시공간 처리과정, 통제된 처리과정, 가속화된 처리과정)보다 실행기능 과제(스케줄 짜기, 반응억제, 계획하기, 작업기억)에서 훨씬 증진되었음이 발견되었다.

이러한 결과는 아동을 대상으로 한 연구에서도 나타났다. Best(2012)는 6~10세 아동 33명(여아 13명, 남아 20명)에게 운동과 인지활동을 다음과 같은 4가지 조건으로 나누어 실시한 후 이들의 실행기능 변화를 측정하였다. (1) 낮은 운동 활동과 낮은 인지 활동(예, 앉아서 비디오 시청하기), (2) 낮은 운동 활동과 높은 인지 활동(예, 앉아서 비디오 게임하기), (3) 높은 운동 활동과 낮은 인지 활동(예, 러닝머신에서 조깅하는 것과 유사한 액서게임(exergame)), (4) 높은 운동 활동과 높은 인지 활동(예, 미니-액서 게임; (3)에서 사용된 동일한

패드를 사용하고 조깅하기, 구덩이 피하기, 장애물이나 통나무 굴리기 게임하기). 그 결과 인지활동에 상관없이 높은 운동 활동을 한 아동들이 낮은 운동 활동을 한 아동들보다 실행기능 과제에서 더 좋은 수행을 보였다. 하지만 이 연구에서는 실행기능의 하위요소인 억제통제만을 측정하였다는 제한점이 있다. 이러한 제한점을 극복하고자 Jager, Schmidt, Conzelmann과 Roebbers(2013)는 초등학교 2학년 아동 102명을 대상으로 억제통제뿐만 아니라 다른 하위요소(전환능력, 작업기억)까지 포함하여 실행기능에 대한 운동 효과를 살펴보았다. 이들은 아동 102명을 운동집단(50명)과 통제집단(52명)에 무선으로 할당하고, 훈련을 시작하기 전에 억제통제, 전환능력, 작업기억을 측정하였다. 그 후 운동집단에게는 20분간 심장활동을 활성화시키는 유산소 운동과 게임을 하게 하였고, 통제집단에게는 20분간 이야기 듣기와 답하기를 하게 하였다. 이러한 처치 후 두 집단에게 모두 사전검사와 같은 실행기능 과제를 수행하게 하였다. 그 결과 운동은 억제통제 수행에는 긍정적인 영향을 미쳤지만 작업기억과 전환능력에는 별다른 영향을 미치지 않음이 밝혀졌다. 이 같은 결과는 운동이 억제통제와 작업기억에 영향을 미치는 것으로 보고한 노인 연구 결과와 대비를 보여주며, 운동의 영향이 실행기능의 하위능력뿐만 아니라 연령에 따라라도 달라질 가능성을 시사해 준다.

이러한 가능성은 학령전기 6~7세 아동을 대상으로 한 단성위(2012)에서 찾아볼 수 있다. 단성위는 아동들을 주 3회 30~60분씩 12주간 엑서게임을 하게 한 집단, 주 3회씩 40분 동안 수영을 하게 한 유산소운동 집단, 그리고 특별한 운동을 하지 않은 통제집단에 무선으

로 할당하였다. 엑서 게임은 컴퓨터 동작 음향 감지센서 등을 이용하여 비디오 시뮬레이션을 통해 신체활동을 하게 하는 게임이다. 이 세 집단 간 유아들은 훈련이 시작되기 전에 억제통제 과제, 전환능력 과제, 작업기억 과제를 수행하였고, 12주간 훈련 후 동일한 과제를 재 수행하였다. 그 결과 수영과 같은 유산소 운동을 한 집단은 통제 집단에 비해 억제통제 과제에서 더 높은 점수를 받았고, 엑서게임을 한 집단은 전환능력 과제에서 더 높은 점수를 받았다. 이러한 결과는 Jager 등(2013)과 마찬가지로 운동의 영향이 실행기능의 하위요소에 따라 달라질 가능성뿐만 아니라, 운동의 종류에 따라 그 영향이 달라질 가능성을 보여준다.

많은 연구가 수행되지는 않았지만 유산소 운동이 아닌 다른 종류의 운동도 실행기능에 영향을 미친다는 보고가 있다. 축구는 손과 팔을 제외한 모든 신체로 공을 다룰 수 있는 능력과 달리기, 드리블, 슈팅, 패스 등의 민첩성을 필요로 하는 운동이다. 따라서 축구는 유산소 운동뿐만 아니라 무산소 운동(에너지의 짧고 강한 분출을 요구하는 운동으로 속도와 지구력을 개선시킴)이 포함되고, 특히 목표 지향적 행동을 위해 각 신체 부위가 잘 협응할 것을 요구한다는 점에서 협응 운동이라고 할 수 있다(Planinsec, 2002). Chang, Tsai, Chen과 Hung(2013)은 축구를 하는 것이 실행기능에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보았다. 이들은 6~7.5세 유아(남아) 26명을 낮은 강도 축구집단과 적당한 강도 축구집단으로 무선 할당한 후, 훈련을 받은 후에 억제통제가 증진되었는지를 살펴보았다. 이 아동들에게는 모두 훈련이 시작되기 전에 억제통제 과제를 실시하였고, 훈련이 끝난 후 억제통제를 재측정하였다.

낮은 강도의 축구를 한 집단은 걸으면서 드리블하기, 벽에 공차기, 지속적인 걷기, 걸으면서 곡선 패스하기를 하게 하였고 적당한 강도의 축구를 한 집단은 달리면서 드리블하기, 전력 질주하기, 지속적인 달리기, 긴 샷, 달리면서 곡선 패스를 하게 하였다. 이러한 훈련은 8주 동안 주 2회 35분씩 실시하였다. 그 결과 운동 실시 전보다 실시 후 억제통제가 증진되었는데 두 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 즉 강도가 낮더라도 축구를 하는 것이 억제통제를 촉진시켰던 것이다.

또 다른 운동의 형태인 무술(예, 태권도)은 손과 발, 또는 몸의 각 부분을 사용하여 차기, 지르기, 막기 따위의 기술을 구사하면서 공격과 방어를 하게 한다. 또한 아동들에게 자기조절과 자기통제를 더 많이 요구하여 주의집중을 더 촉진시킬 수 있다(Lakes & Hoyt, 2004). Lakes와 Hoyt(2004)는 태권도가 자기조절에 미치는 영향을 살펴보았다. 5~11세의 아동 193명(여아 99명, 남아 94명)을 표준체육수업 집단(스트레칭, 다양한 신체게임)과 무술수업 집단(태권도; 호흡, 명상, 발로 차기, 때리기-존중, 규율, 자기 조절의 환경 조성으로 전통무공 기술 학습)으로 나누어서 이들의 자기조절 능력을 비교하였다. 자기조절에는 신체적, 인지적, 정서적 조절이 포함되었다. 훈련은 3개월 동안 1주에 2~3회 45분씩 수업으로 진행하였다. 그 결과 무술 수업을 한 집단이 표준체육 수업을 한 집단보다 인지적 조절과 정서적 조절에서 더 큰 증진을 보였다. 이 연구에서 인지적 조절은 억제통제를 측정하는 과제를 사용하였다.

이상의 선행연구들을 종합해 보면, 대부분의 연구들이 유산소 운동의 효과를 살펴보고 축구나 태권도와 같은 복합적인 운동 효과

를 살펴본 연구들은 많지 않다. 축구가 실행기능에 미치는 영향을 살펴본 Chang 등(2013)의 연구는 실행기능 중 억제통제만을 측정하였다는 제한점을 갖고 있을 뿐만 아니라 통제 집단을 포함하지 않아 기저선을 제공하지 않았다는 문제점을 갖고 있다. 즉, 낮은 강도의 집단과 적당한 강도의 집단 모두 실행기능에서 증진을 보였는데, 이러한 효과가 유의한지를 평가하기 위해서는 운동을 하지 않은 통제 집단과의 수행을 비교하는 것이 필요하다. 또한 Lakes와 Hoyt(2004)는 태권도의 효과를 살펴 보았지만, 이들 연구의 주된 목적은 태권도가 자기조절 능력을 향상시키는지를 보는데 있었다. 그리하여 실행기능의 일부 하위요소(예, 억제통제) 측정이 포함되기는 했지만, 이들의 연구 결과를 실행기능에 대한 영향으로 일반화시키기에는 제한점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 제한점을 보완하고자 실행기능의 세 가지 하위요소(억제통제, 전환능력, 작업기억)에 대한 축구와 태권도의 효과를 살펴보고자 한다. 선행연구들이 대부분 노인과 성인, 초등학생을 대상으로 하였고, 유아를 대상으로 한 연구들은 대부분 5세 이후의 아동을 대상으로 하였다. 하지만 실행기능의 발달이 3세와 5세 사이에서 급격한 변화를 보인다는 점(권은영, 이현진, 2012; Carlson & Moses, 2001)을 고려해 볼 때 3세와 4세 아동을 대상으로 이러한 효과를 검증할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 3, 4, 5세 유아를 대상으로 연령에 따른 운동의 효과를 살펴보고자 한다. 구체적으로 이러한 운동 효과가 실행기능의 세 가지 하위요소(억제통제, 전환능력, 작업기억)에 따라서 달라지는지, 그리고 이러한 효과가 연령(3세, 4세, 5세)에 따라 달라지는지를 살펴볼 것이다.

방 법

연구 대상

경북 P시에 있는 유치원에 재원 중인 3세 유아(연령범위: 37개월~48개월, 평균: 44개월) 51명(운동 20명, 비운동 31명), 4세 유아(연령 범위: 49개월~60개월, 평균: 55개월) 54명(운동 30명, 비운동 24명), 5세 유아(연령범위: 61개월~72개월, 평균: 67개월) 54명(운동 31명, 비운동 23명), 총 159명으로 이중 남자는 79명 여아는 80명이었다. 이 유아들은 유치원에서 제공하는 방과 후 활동을 부모와 함께 선택하여 축구, 태권도, 바이올린, 영어 수업 중 하나에 참여하였다. 이 유아들 중 태권도(52명)나 축구(29명)를 하는 81명의 유아들을 운동집단으로, 바이올린(34명)과 영어(44명)를 하는 78명의 유아들을 비운동집단으로 나누었다. 축구를 한 아동들은 공을 패스하기, 길게 차기, 드리블하기 뿐만 아니라 포지션을 변경하는 훈련을 받았다. 포지션 변경 훈련에서는 자신의 역할이 공격수, 수비수, 미드필더, 골키퍼 등으로 변경될 때 마다 그 포지션에 적합한 역할 수행을 하도록 했다. 태권도를 한 아동들은 발차기, 막기, 지르기과 같은 단순한 신체 움직임뿐만 아니라 자기 통제 및 규칙의 이해 등을 훈련받았다.

운동집단 81명 중 남자는 42명, 여아는 39명이었으며, 비운동집단 78명 중 남자는 37명이었고, 여아는 41명이었다. 이 유아들이 유치원 밖에서 운동 활동을 하는지를 확인하기 위해서 설문지 조사를 하였다. 이 설문지에서는 방과 후에 태권도, 영어, 음악, 미술, 수학, 한자 등의 수업을 받고 있는지에 대한 질문을 하였다. 그 결과 비운동집단 유아들이 방과

후에 운동 수업을 받고 있는 경우는 4세 남아 1명, 5세 여아 1명, 총 2명이 있었다. 따라서 본 연구에서는 이들 유아 두 명을 제외하고 157명의 결과를 사용하였다.

실험 과제

실행기능 과제

실행기능의 주요 하위요소인 억제통제, 전환능력, 작업기억을 측정하였다. 억제통제는 깃발과제(색깔, 동작)와 Flanker과제(정확도, 평균수행 시간)를 사용하여 측정하였으며, 전환능력은 카드분류과제와 아동용 색선로 과제로 평가하였고, 작업기억은 단어 거꾸로 말하기 과제와 숫자 거꾸로 말하기 과제를 사용하여 측정하였다.

억제통제 과제

깃발과제. 깃발과제는 한현주(2005)가 사용한 것을 변형하여 사용하였다. 한현주가 사용한 실험에서는 두 가지 색깔의 깃발(노란 깃발과 파란 깃발)을 제시한 후에 색깔과 행동에 반대되는 수행을 하도록 요구하는 실험이었다. 2회의 연습을 거쳐 6회를 실시하고, 수행한 색깔(6회), 행동(6회)으로 채점하며 받을 수 있는 점수는 총 12점이었다. 본 실험에서는 총 12회를 실시했으며, 3세 유아 5명에게 예비실험을 실시하였다. 실험자는 유아교육과 박사과정 수료자 1명과 해당 유치원 보조선생님 1명이 함께 진행하였다. 유아에게 두 가지 색깔의 깃발(노란 깃발과 파란 깃발)을 제시한 후, 첫 번째 시행에서 실험자는 유아에게 자신이 지시하는 색깔과 다른 색깔의 깃발을 들거나 내릴 것을 요구했다(6회). 예를 들면, 실험자가 '노란 깃발 들어'라고 말하면 유아는

파란 깃발을 들어야 했다. 두 번째 시행에서 유아는 실험자가 지시하는 행동과 반대되는 행동을 해야 했다(6회). 예를 들면, 실험자가 ‘파란 깃발 들어’라고 하면 유아는 파란 깃발을 내려야 했다. 각 시행마다 지시된 색깔과 행동에 대해 정확하게 반응한 경우 각각 1점씩 부여하였다. 예를 들어 첫 번째 시행에서 실험자가 지시하는 색깔과 다른 색깔을 정확하게 잡고, 실험자가 지시하는 행동을 한 경우에 2점을 부여하였다. 두 번째 시행에서는 실험자가 지시하는 색깔의 깃발을 잡고 실험자가 지시하는 행동에 반대되는 행동을 한 경우 2점을 부여하였다. 총 12회의 시행 동안 유아가 받을 수 있는 총 점수는 24점이었다.




	요구된 과제	실제 제시된 자극 예
1 회기	파란색 물고기는 가운데 제시된 자극과 같은 방향으로 반응	
2 회기	분홍색 물고기는 주변에 제시된 자극과 같은 방향으로 반응	
3 회기	제시된 물고기의 색깔에 따른 방향으로 선별적 반응	

그림 1. Computer based Flanker Task

Flanker 과제. Flanker 과제는 Munro, Chau, Gazarian과 Diamond(2006)의 과제를 토대로 하여 조은아(2014)가 CBT(Computer Based Testing) 형식으로 제작한 과제를 사용했다. 컴퓨터 화면에 파란색 또는 분홍색 물고기 다섯 마리가 나타나는데, 주변의 4마리 물고기의 방향은 중앙에 있는 물고기와 같은 방향인 경우도 있고 반대 방향인 경우도 있었다. 첫 번째 회기에서는 파란색 물고기가 나타나는데, 이때 유아는 주변의 물고기 방향을 억제하고, 중앙에 있는 물고기와 같은 방향의 화살표 키를 눌러야 했다. 이 회기에서는 유아에게 12개의 자극이 제시되었는데, 처음 4개의 시행은 연습 시행으로 결과에 포함시키지 않았다. 따라서 이 8개의 자극만 점수화 했다. 두 번째 회기에서는 분홍색 물고기가 나타나는데, 이때 유아는 첫 번째 회기와는 반대로 주변 물고기의 방향과 같은 방향의 화살표 키를 눌러야 했다. 총 8개의 자극이 제시되었다. 세 번째 회기에서는 파란색 물고기와 분홍색 물고기가 번갈

아 나타나는데, 이때 유아는 물고기의 색깔에 따라 선별적인 반응을 해야만 했다. 즉, 파란색 물고기가 나오면 중앙에 있는 물고기의 방향의 키를 눌러야 하고 분홍색 물고기가 나오면 주변에 있는 물고기의 방향으로 키를 눌러야 했다. 이 회기에서는 총 32개의 자극이 제시되었다. 따라서 세 번의 회기 동안 제시된 48개의 자극에 대한 반응의 정확도와 반응속도의 평균을 점수로 사용하였다. 자극의 예를 그림 1에 제시하였다.

전환능력 과제

카드분류 과제. 카드 분류 과제는 위스콘신 카드 분류 검사(Wisconsin Card Sorting Test: WCST)를 단순화시킨 것으로 이현진(2013)에서 사용한 과제를 사용하였다. 실험자는 유아 앞에 빨간 토끼 그림이 붙여져 있는 상자와 파란 배 그림이 붙여져 있는 상자를 놓았다. 카드는 빨간 토끼, 파란 토끼, 빨간 배, 파란 배가 그려진 그림을 사용하였다. 실험자는 유아

에게 모양 게임에서 ‘토끼’ 카드는 토끼 그림이 있는 상자에 넣어야 하고, ‘배’ 카드는 배 그림이 있는 상자에 넣어야 한다고 말했다. 그리고 색깔 게임에서는 파란색 카드는 파란색 그림이 있는 상자에 넣어야 하고 빨간색 카드는 빨간색 그림이 있는 상자에 넣어야 한다고 말해주었다. 실험자는 파란 토끼 카드와 빨간 배 카드로 먼저 시범을 보여준 후 실험자는 유아에게 모양 게임을 할 것이라고 하며, 5장의 카드(파란 토끼, 빨간 배, 파란 배, 빨간 토끼, 파란 토끼)를 상자에 분류하게 하였다. 유아가 모두 분류하고 나면 실험자는 지금부터는 색깔 게임을 할 것이라고 말해 주고, 5장의 카드(빨간 배, 빨간 토끼, 파란 배, 빨간 배, 파란 토끼)를 제시하고 분류하게 하였다. 색깔게임에서 정확하게 반응한 경우에 1점씩을 부여했는데, 모양 게임에서 부정확한 반응을 한 것이 있으면 이 점수에서 뺐다. 이 과제에서 받을 수 있는 총 점수는 5점이었다.

유아용 색선로 검사. 신민섭과 구훈정(2007)이 한국어로 표준화 개발한 유아용 색선로 검사(Children's Color Trails Test: CCTT)를 사용하였다. 이 검사는 CCTT-1과 CCTT-2로 구성되어 있는데, 본 실험에서는 3세 유아들을 포함했기 때문에 CCTT-1만 사용했다. CCTT-1에서 짝수가 적혀있는 노란색 원과 홀수가 적혀있는 분홍색 원이 1에서 15까지의 숫자들로 구성되어 있다. 실험자는 유아에게 1에서 15까지 숫자가 적힌 원을 순서대로 빠르게 연결하라고 지시했다. 실험자는 검사도중 유아가 숫자를 잘못 연결하면 올바른 답으로 수정해 주고 오류로 기록했다. 유아가 스스로 올바른 답으로 수정한 경우에는 근사오류로 기록했다. 다음 숫자로 연결할 때 10초가 넘으면 올바른

답을 가르쳐 주고 촉진으로 기록했으며, 실험자는 유아가 검사를 완성하는데 걸린 시간(초)을 기록했다.

작업기억 과제

단어 거꾸로 말하기 과제. 단어 거꾸로 말하기 과제는 이현진(2011)의 연구에서 사용된 것을 수정해서 사용했다. 실험자가 유아에게 한 음절로 구성된 단어 목록을 들려주면(예; 꽃, 공), 유아는 이 목록을 거꾸로 말해야 했다(예; 공, 꽃). 유아들의 이해를 돕기 위해서 컴퓨터 화면에 단어 음절 수 만큼의 빈 네모상자를 함께 제시하며 진행했다. 네모상자를 한 개씩 가리키며 단어 목록을 들려주고, 거꾸로 말을 할 때는 네모상자를 뒤에서부터 한 개씩 가리켜 주었다. 첫 번째 시행에서는 2개의 단어(예; 꽃, 공), 두 번째 시행에서는 3개의 단어(예; 손, 차, 곰), 세 번째 시행에서는 4개의 단어(예; 양, 껌, 눈, 발)를 제시했다. 정확한 반응을 하는 경우 각 단어마다 1점씩 부여하였다. 따라서 첫 번째 시행에서는 2점, 두 번째 시행에서는 3점, 세 번째 시행에서는 4점이 부여되었다. 총 3회 시행 동안 유아가 받을 수 있는 총 점수는 9점이었다.

숫자 거꾸로 말하기 과제. 숫자 거꾸로 말하기 과제는 이현진(2011)의 연구에서 사용된 단어 거꾸로 말하기 과제에서 단어를 숫자로 교체하여 사용했다. 숫자는 한자리 수를 사용했다. 실험자가 유아에게 숫자 목록을 들려주면(예; 3, 5), 유아는 이 목록을 거꾸로 말해야 했다(예; 5, 3). 유아들의 이해를 돕기 위해서 컴퓨터 화면에 숫자 수만큼의 빈 네모상자를 함께 제시했다. 네모상자를 한 개씩 가리키며 숫자 목록을 들려주고, 거꾸로 말을

할 때는 네모상자를 뒤에서부터 한 개씩 가리키며 진행했다. 첫 번째 시행에서는 숫자 2개(예; 3, 5), 두 번째 시행에서는 숫자 3개(예; 2, 1, 5), 세 번째 시행에서는 숫자 4개(예; 2, 4, 7, 6)로 구성된 목록을 사용했다. 각 숫자마다 1점씩 부여해서 정답을 말할 경우는 1점, 오답을 말하면 0점을 부여했다. 총 3회의 시행동안 유아가 받을 수 있는 총 점수는 9점이었다.

실험절차

실험은 유치원의 조용한 방에서 개별적으로 실시하였다. 실험은 억제통제 과제, 주의전환 과제, 작업 기억 과제를 균형을 맞추어 제시하였다. 운동프로그램을 시작한 직후인 4월에 1회기 측정을 하고, 운동프로그램을 마친 7월에 2회기 측정을 하였다. 유아들은 4월과 7월 사이 3개월 동안 방과 후 수업에 참여하였다.

결 과

깃발과제와 Flanker 과제(정확도와 반응시간)로 측정된 억제통제 능력, 카드분류 과제와 색선로 과제로 측정된 전환능력, 단어 거꾸로 말하기 과제와 숫자 거꾸로 말하기 과제로 측정된 작업기억의 사전점수 및 사후점수의 평균치와 표준편차를 표 1~3에 제시하였다. 억제통제의 깃발과제와 전환능력의 카드분류 과제, 작업기억의 단어 거꾸로 말하기 및 숫자 거꾸로 말하기 과제는 점수가 만점에 가까울수록 잘 한 것이다. 그리고 Flanker 정확도는 점수가 높을수록 잘 한 것이다. Flanker 과제의 반응시간, 색선로 과제(CCTT1)는 초를 측정하여 점수화하였기에 점수가 낮을수록 수행을 잘 한 것이다.

본 연구에서는 억제통제, 전환능력, 작업기억을 측정된 각 과제들에서의 사전점수들을 공변인으로 통제한 후 사후점수들을 종속변인

표 1. 억제통제에서의 사전점수와 사후점수의 평균 및 표준편차(괄호)

변인	측정과제	집단	3세		4세		5세		만점
			사전	사후	사전	사후	사전	사후	
억제통제	깃발	운동	10.80 (1.11)	12.10 (1.45)	12.13 (1.17)	13.00 (1.11)	12.32 (1.19)	13.16 (1.19)	24
		비운동	10.38 (0.92)	11.55 (1.26)	12.22 (1.13)	12.26 (1.14)	12.40 (1.10)	12.68 (1.17)	
	Flanker 정확도 (%)	운동	49.39 (3.13)	42.49 (0.21)	53.00 (3.98)	53.07 (3.97)	71.80 (1.43)	71.82 (1.44)	
		비운동	49.38 (2.64)	49.40 (2.64)	52.57 (1.34)	52.58 (1.36)	71.81 (1.27)	71.84 (1.30)	
	Flanker 반응시간 (초)	운동	2.52 (0.22)	2.49 (0.05)	1.95 (0.05)	1.95 (0.06)	1.86 (0.04)	1.87 (0.31)	
		비운동	2.53 (0.22)	2.51 (0.21)	1.95 (0.06)	1.94 (1.07)	1.87 (0.03)	1.80 (0.43)	

표 2. 전환능력에서의 사전점수와 사후점수의 평균 및 표준편차(괄호)

변인	측정과제	집단	3세		4세		5세		만점
			사전	사후	사전	사후	사전	사후	
전환 능력	카드분류	운동	2.90 (0.31)	3.85 (0.49)	3.97 (0.61)	4.80 (0.41)	4.10 (0.54)	4.65 (0.49)	5
		비운동	2.90 (0.54)	3.03 (0.31)	4.00 (0.06)	4.13 (0.55)	4.14 (0.56)	4.36 (0.49)	
	CCTT 1 완성시간 (초)	운동	122.87 (6.17)	122.82 (6.15)	108.14 (5.98)	107.92 (5.87)	52.95 (5.52)	52.65 (5.30)	
		비운동	122.65 (7.43)	122.64 (7.43)	109.91 (1.42)	109.90 (1.45)	51.92 (3.46)	51.86 (3.47)	

으로 삼은 공분산 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 실행기능의 하위능력 별로 각각 실시한 공분산 분석 결과는 다음과 같다.

깃발과제의 경우, 연령의 주효과가 유의하였다, $F(2, 150) = 4.84, p < .01$. 연령의 주효과에 대한 사후검증 결과, 3세와 4세($p < .001$), 3세와 5세($p < .001$) 사이에서는 유의한 차이가 있었지만 4세와 5세 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 즉 깃발과제 수행은 3세와 4세 사이에서 유의한 변화를 보였다. 또한 집단

의 주효과도 유의하였다, $F(1, 150) = 18.81, p < .001$. 이러한 결과는 운동집단이 비운동집단보다 깃발과제 수행을 더 잘 했음을 보여준다. 연령과 집단 간 상호작용 효과는 유의하지 않았다. Flanker 정확도 과제의 경우, 집단의 주효과만이 유의하였다, $F(1, 150) = 4.71, p < .05$. 이러한 결과는 운동집단이 비운동 집단보다 Flanker 정확도 과제에서 더 높은 정확반응을 보였음을 시사해준다. 연령의 주효과, 그리고 연령과 집단 간 상호작용 효과는 유의하지 않

표 3. 작업기억에서의 사전점수와 사후점수의 평균 및 표준편차(괄호)

변인	측정과제	집단	3세		4세		5세		만점
			사전	사후	사전	사후	사전	사후	
작업 기억	단어 거꾸로 말하기	운동	2.40 (0.60)	3.30 (0.57)	3.83 (0.07)	4.60 (0.62)	3.94 (0.57)	4.74 (0.58)	9
		비운동	2.39 (0.50)	2.77 (0.43)	3.96 (0.64)	4.00 (0.67)	4.00 (0.31)	4.22 (0.69)	
	숫자 거꾸로 말하기	운동	2.55 (0.76)	3.05 (0.39)	3.67 (0.08)	4.53 (0.68)	5.77 (0.84)	6.58 (0.81)	9
		비운동	2.68 (0.65)	2.74 (0.63)	3.40 (0.66)	3.48 (0.67)	5.68 (1.17)	5.95 (0.95)	

았다. Flanker과제 반응시간의 경우, 연령과 집단 간 상호작용 효과만이 유의하였다, $F(1, 150) = 9.78, p < .001$. 이 결과를 그림 2에 제시하였다. Flanker 과제 반응시간에서 나타난 연령과 집단의 상호작용 효과가 어디에서 기인했는가를 분석한 결과, 운동의 효과가 3세 ($F(1, 48) = 16.91, p < .001$)와 5세 ($F(1, 50) = 8.40, p < .01$) 집단에서 유의하였다. 4세에서는 효과가 유의하지 않았다(그림 2 참조).

카드분류 과제의 경우, 연령의 주효과가 유의하였다, $F(2, 150) = 13.22, p < .001$. 연령의 주효과에 대한 사후검증을 살펴본 결과, 3세와 4세($p < .001$), 3세와 5세($p < .001$)에서는 유의한 차이가 있었지만 4세와 5세 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 카드분류 과제 수행이 3세와 4세 사이에서 유의한 변화를 보임을 시사해 준다. 집단의 주효과도 유의하였다, $F(1, 150) = 91.77, p < .001$. 또한 연령과 집단의 상호작용 효과도 유의한 것으로 나타났다, $F(2, 150) = 6.24, p < .01$. 이 결과를 그림 3에 제시하였다. 카드분류 과제 수행에서 나타난 연령과 집단의 상호작용 효과가 어디에서 기인했는가를 분석한 결과, 운동의 효과가 모든 연령에서 나타났는데, 5세($F(1,$

$50) = 5.27, p < .05$)보다 3세($F(1, 48) = 90.90, p < .001$)와 4세($F(1, 50) = 44.90, p < .001$) 집단에서 더 크게 나타났다(그림 3 참조). 색선로 과제의 경우, 연령의 주효과가 유의하였다, $F(2, 150) = 4.60, p < .05$. 연령의 주효과에 대한 사후검증을 살펴본 결과, 3세와 4세($p < .001$), 3세와 5세($p < .001$), 4세와 5세($p < .001$)간에 모두 유의한 차이가 있었다. 모든 연령에서 운동집단과 비운동집단 간에 유의한 차이를 보였다. 또한 집단의 주효과도 유의하였다, $F(1, 150) = 7.57, p < .01$. 연령과 집단 간 상호작용 효과는 유의하지 않았다. 단어 거꾸로 말하기 과제의 경우 연령의 주효과가 유의하였다, $F(2, 150) = 7.16, p < .001$. 연령의 주효과에 대한 사후검증을 살펴본 결과, 3세와 4세($p < .001$), 3세와 5세($p < .001$)에서는 유의한 차이가 있었지만 4세와 5세 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 단어 거꾸로 말하기 과제 수행이 3세와 4세 사이에서 유의한 변화를 보임을 시사해 준다. 또한 집단의 주효과도 유의하였다, $F(1, 150) = 51.91, p < .001$. 운동 집단이 비운동 집단에 비해서 단어 거꾸로 말하기 과제 수행을 더 잘 했음을 보여주었다. 연령과 집단 간 상호

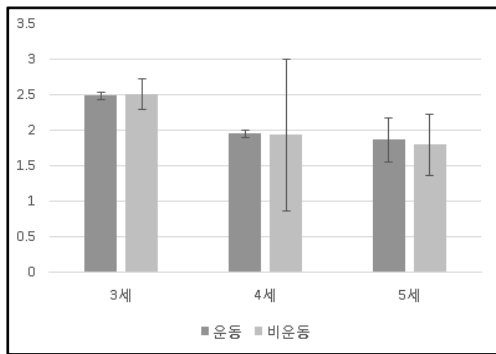


그림 2. Flanker 과제 반응시간(억제통제)의 평균 백분율과 표준편차

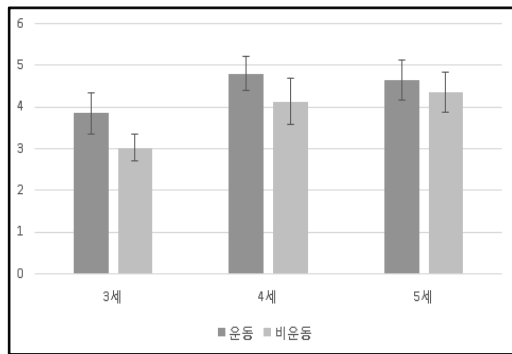


그림 3. 카드분류 과제(전환능력)의 평균 백분율과 표준편차

작용 효과는 유의하지 않았다. 숫자 거꾸로 말하기 과제(작업기억)의 경우, 연령의 주효과가 유의하였다, $F(2, 150) = 29.84, p < .001$. 연령의 주 효과에 대한 사후검증을 살펴본 결과, 3세와 4세($p < .001$), 3세와 5세($p < .001$), 4세와 5세($p < .001$) 간에 모두 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과는 작업기억이 3세, 4세, 5세 모두 발달적 변화를 일으킴을 시사해 준다. 또한 집단의 주효과도 유의하였다, $F(1, 150) = 79.64, p < .001$. 운동 집단이 비운동 집단에 비해서 잘 했음을 시사해준다. 연령과 집단 간 상호작용 효과도 유의하였다, $F(2, 150) = 3.97, p < .05$. 이 결과를 그림 4에 제시하였다. 숫자 거꾸로 말하기 과제에서 나타난 연령과 집단의 상호작용 효과가 어디에서 기인했는가를 분석한 결과, 3세($F(1, 48) = 15.65, p < .001$), 4세($F(1, 50) = 51.85, p < .001$), 5세($F(1, 50) = 17.26, p < .001$) 모두에서 유의한 차이를 보였다(그림 4 참조). 이러한 결과는 운동을 하는 것이 3세부터 작업기억에 긍정적 효과를 미치고 있음을 시사해준다.

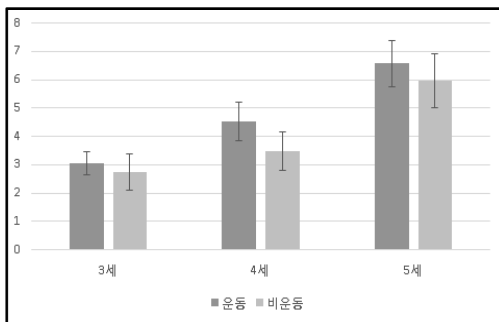


그림 4. 숫자 거꾸로 말하기 과제(작업기억)의 평균 백분율과 표준편차

논 의

본 연구에서는 연령에 따라 운동이 유아의 실행기능에 미치는 영향에 관해서 알아보고자 하였다. 그 결과 Flanker 과제의 반응시간을 제외한 모든 과제에서 운동 효과가 나타났다. 즉 축구나 태권도를 한 집단의 유아들이 음악이나 영어를 한 집단의 유아들보다 대부분의 실행기능 과제에서 더 우수한 수행을 보였다. 운동이 실행기능에 긍정적 영향을 준다는 이러한 결과는 학령기 아동, 청년, 및 노인들을 대상으로 한 선행 연구의 결과(예, Hansen et al., 2004; Hillman, Castelli & Buck, 2005; Hinkle, Tuckman, & Sampson, 1993; et al., 1999; Tuckman & Hinkle, 1986)들과 맥을 같이 한다. 특히 이러한 결과는 축구의 효과를 살펴본 Chang 등(2013)의 결과와 태권도의 효과를 살펴본 Lakes와 Hoyt(2004)의 결과를 검증해 줌과 동시에 이러한 운동 효과가 다른 실행기능 요소들에게 확대될 수 있음을 보여주었다. 본 연구에서 축구를 한 집단의 경우에는 공을 패스하기, 길게 차기, 드리블하기 등의 훈련을 받았다. 이러한 훈련에 유산소 운동이 포함되어 있다는 사실은 유산소 운동의 효과를 보고한 연구 결과 Jager 등(2013)의 결과와 같은 맥락에서 해석될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구에서 축구를 한 집단의 유아들이 억제통제 뿐만 아니라 전환능력과 작업기억에서도 더 높은 수행을 보인 것은 Jager 등과 일치하지 않은 결과인데, 이러한 차이는 축구 훈련에 포함된 훈련 내용에서 기인하는 것으로 보인다.

본 연구의 축구 집단에서는 포지션을 변경하는 훈련을 포함하였다. 그리하여 아동들은 자신의 역할이 공격수, 수비수, 미드필더, 골

키피 등으로 변경될 때 마다 그 포지션에 적합한 역할 수행을 하여야만 했다. 이러한 역할 전환의 경험은 전환능력의 향상을 야기시켰을 가능성이 있다. 또한 이 훈련에는 참가자들을 두 팀으로 나누어 실제로 축구 시합을 하는 경험이 포함되었다. 축구 시합을 하기 위해서는 축구 경기에 대한 전반적인 규칙을 이해하고 기억할 뿐만 아니라 이러한 규칙을 머릿속에 담고 다른 팀원들과 협동하여 목표를 달성하려는 시도를 하여야 한다. 이러한 훈련은 단순한 유산소 운동과는 달리 작업기억을 촉진시켰을 가능성이 있다. 따라서 축구에는 여러 운동 요소가 복합적으로 포함되고 있기에 이러한 복합적인 요소가 실행기능의 여러 하위요소에 영향을 미쳤을 것으로 생각할 수 있다. 태권도 역시 발차기, 막기, 지르기 등과 같은 단순한 신체 움직임을 필요로 할 뿐만 아니라 자기 통제 및 규칙의 이해 등을 요구한다. 이러한 과정 역시 억제통제 뿐만 아니라 전환능력이나 작업기억을 요구할 수 있다. 이처럼 운동은 종류에 따라 실행기능의 하위요소들에 차별적인 영향을 줄 가능성이 있다. 이러한 가능성은 단성위(2012)의 연구 결과에서도 찾아볼 수 있다. 단성위는 유산소 운동인 수영을 실시한 경우에는 억제통제가 증진되었지만, 액서게임을 한 경우에는 전환능력에서 더 큰 증진을 보였다는 결과를 보고하였다. 액서게임은 게임의 기술과 규칙을 준수하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 상황에 따라서 민첩하게 작동 스위치를 바꿔야 하는 행위가 전환능력과 매우 관련성이 있는 것으로 보인다. 하지만 운동의 종류가 실행기능의 하위요소들에게 미치는 영향을 체계적으로 살펴본 연구들은 많지 않기에 이러한 가능성을 검토하기 위해서는 추후 연구가 필요할 것

이다.

본 연구에서는 운동이 미치는 영향이 연령에 따라 다르다는 결과를 보여주었다. 깃발과 제로 측정된 억제통제, 카드분류 과제로 측정된 전환능력, 단어 거꾸로 말하기로 측정된 작업기억의 경우 운동이 미치는 영향이 3세와 4세 사이에 차이를 보였지만 4세와 5세 사이에는 그 차이가 유의하지 않았다. 반면에 색선로 과제로 측정된 전환능력과 숫자 거꾸로 말하기 과제로 측정된 작업기억은 3세와 4세 사이에서 유의한 차이를 보였을 뿐만 아니라 4세와 5세 사이에서의 차이도 유의하였다. 이러한 결과를 종합해 보면 운동의 효과는 3세부터 나타나지만, 연령에 따라 그 영향력이 달라짐을 시사해 준다. 특히 3세와 4세에서 그 영향력이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다. 이러한 결과는 운동의 효과가 실행기능의 발달적 경향성과 상호작용할 가능성을 시사해 준다. 예를 들어, 실행기능의 하위요소 중 하나인 억제통제의 발달을 접근한 연구들은 3세와 4세 사이에 급격한 발달을 보인다는 것을 보고하였다(이현진, 2013; Carlson, & Moses, 2001; Oh & Lewis, 2008). 이러한 발달적 차이가 운동 효과의 상대적 크기에 영향을 주었을 가능성이 있다. 이러한 설명은 카드분류과제나 단어 거꾸로 말하기 과제 수행에도 적용될 수 있다. 이현진(2013)은 카드분류 과제로 전환능력을 측정했을 때 3세와 4세 사이의 큰 차를 보고한 바 있다(3세-46%, 4세-94%). 또한 이현진(2011)은 작업기억을 측정된 단어 거꾸로 말하기 과제에서 3세와 4세 사이의 큰 차를 보고한 바 있다(3세-44%, 4세-83%). 이러한 발달적 차이는 운동 효과와 상호작용하여 실행기능의 수행에서의 격차를 더 벌릴 지도 모른다. 하지만 이러한 가능성에 대해서는 추후

연구에서 보다 체계적으로 재검토할 필요가 있다.

본 연구 결과 중 Flanker 과제로 반응시간을 측정한 결과는 다른 과제에서의 결과와 달랐다. 이 과제에서는 연령과 집단 간에 상호작용 효과만이 유의하였는데, 5세에서만 운동 집단과 비운동집단 유아 간에 유의한 차이가 나타났다. 이 결과에서의 문제점은 비운동 집단의 유아들이 운동 집단 유아들보다 더 빠른 반응을 보였다는 점이다. 즉 운동집단보다 비운동 집단에서 수행이 촉진된 것이다. 이러한 결과는 본 연구의 다른 과제에서 나온 일반적인 결과와 대치될 뿐만 아니라 지금까지의 대부분의 선행연구 결과와도 일치하지 않는다. 이러한 대비되는 결과와 관련하여 본 연구의 방법 및 분석 방법을 재검토할 필요가 있는 듯하다. 본 연구의 비운동 집단 유아들은 바이올린이나 영어를 학습했다. 바이올린을 한 유아들은 정확한 소리를 내기위해 현을 누르거나 활을 빠르게 움직이는 기술을 학습해야 했다. 영어 학습을 한 유아들은 손을 움직이는 게임이나 퍼즐놀이를 통해서 수업을 했다. 이처럼 비운동 집단의 유아들은 소근육 활동을 많이 했기 때문에 순간적으로 빠르게 반응해야 하는 Flanker 과제에서 더 나은 수행을 보였을 가능성이 있다. 이러한 가능성에 대해서는 추후 연구에서 재검토할 필요가 있을 것이다. 또한 본 연구의 Flanker 과제는 일치 조건과 불일치 조건을 구분하지 않고 반응시간을 산출하였다. 일치조건을 제외하고 불일치 조건에서만 반응을 산출했을 때 동일한 결과를 얻을 수 있는지를 검토하는 것이 필요한 듯하다.

실행기능과 관련된 연구들은 실행기능이 향후 아동들의 학업 성취나 정서조절, 사회적

적응을 예측해 준다고 보고하고 있다(Blair & Razza, 2007; Carlson & Wang, 2007; Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby, & Senn, 2004). 이러한 연구 결과들은 유아기 때 실행기능이 그 후의 인지 및 사회성 발달 과정에서 중요한 역할을 할 가능성을 시사해 준다. 특히 우리나라 학부모들의 학업 성취에 대한 관심은 타의 추종을 불허한다. 학령기 자녀를 가진 대부분의 부모는 자녀의 학업 성적을 올리기 위해 조기교육이나 선행학습에 총력을 기울인다. 하지만 이 부모들은 학업과 관련된 기술을 가르치는 것에만 몰두할 뿐 학업성취에 근간이 되는 기술에는 별반 관심이 없다. 어릴 때 갖게 되는 실행기능 능력이 후의 학업성취에 중요한 변인이 된다면 학업 내용을 직접 가르치는 것뿐만 아니라 그 기반이 되는 능력을 함양하는 것이 무엇보다 중요할 것이다. 또한 최근에 학교 폭력은 우리 사회에 엄청난 사회문제로 대두되고 있다. 학령기 자녀 부모라면 누구나 자기 자녀가 학교 폭력의 피해자나 가해자가 될지 모른다는 걱정에서 벗어나기 어려운 게 현실이다. 학교 폭력의 문제는 날로 저연령화 되고 심각해지는 양상을 보이고 있어서 이에 대한 대책마련이 시급한 실정이다. 실행기능이 공격행동이나 파괴행동과 같은 외현화 문제행동도 예측해 줄 수 있다는 연구 결과(Eisenberg, Cumberland, Spinrad, Fabes, Shepard, Reiser, et al., 2001; Eisenberg, Sadovsky, Spinrad, Fabes, Losoya, Valiente, et al., 2005; Olson et al., 2005)는 어릴 때 실행기능을 발달시키는 것이 학령기의 폭력행동과 같은 외현화 문제행동을 예방하는 방법이 될 수 있음을 시사해 준다. 따라서 유아기의 실행기능을 촉진시키는 요인들을 찾는 것은 교육 현장에서 중요한 과제가 될 수 있을 것이다. 여기서 보

다 흥미로운 점은 운동이 실행기능 발달에 긍정적인 영향을 준다는 점이다. 운동이 유아들의 체력을 증진시켜 줄 것이라는 것은 누구나 다 알고 있는 사실이다. 그런데, 운동이 실행기능과 같은 중요한 인지 기능에 영향을 준다는 사실은 운동의 가치를 새로운 측면에서 재조명하게 해준다. 이런 측면에서 본 연구의 결과는 유아기부터 바깥놀이 시간을 줄이고, 지면을 통한 인지적 과제에만 몰두하는 현재의 교육 현실을 재고해야 한다는 시사점을 제시해 준다. 유치원 교육프로그램에 규칙적으로 운동을 하는 시간을 할당하는 것은 유아들의 신체 발달뿐만 아니라 인지발달을 촉진시킬 수 있다는 점을 주목해야 할 것이다. 하지만 본 연구에서는 운동집단을 축구와 태권도를 하는 유아들을 대상으로 하였다는 점과 비교집단으로 유산소 운동집단을 구성하지 않았다는 제한점을 가진다. 따라서 다양한 종류의 운동을 포함하는 프로그램을 만들어, 이러한 운동 프로그램이 유아의 실행기능의 하위요소에 어떠한 영향을 미치는지를 다차원적으로 접근할 필요가 있을 것이다. 또한 운동의 종류뿐만 아니라 운동의 강도나 양, 빈도, 지속 시간을 다양화하여 이것들이 실행기능의 하위요소에 미치는 영향을 차별적으로 살펴볼 필요가 있을 것이다. 또한 유아기 운동이 실행기능을 향상시키는지를 보다 구체적으로 밝히기 위해서는 신경과학적 연구도 필요할 것이다.

참고문헌

권은영, 이현진 (2012). 한국아동의 속임수, 틀린 믿음, 실행기능의 발달 및 상호관계성.

한국심리학회지: 발달, 25(2), 165-184.
 단성위 (2012). 장기간의 엑슬게임과 유산소 운동 참여가 아동의 실행기능에 미치는 영향. 계명대학교 일반대학원 체육학과 박사학위논문.
 신민섭, 구훈정 (2007). 아동 색선로검사의 표준화 연구. *소아·청소년정신의학*, 19(1), 28-37.
 이현진 (2013). 억제통제와 마음이론. *한국심리학회지: 발달*, 26(1), 293-310.
 이현진 (2011). 가르치기 이해, 틀린 믿음 이해, 어휘와 학업 준비도와의 관계. *한국심리학회지: 발달*, 24(2), 87-102.
 조은아 (2014). 유아의 실행기능, 초기문해 능력, 초기수학능력 간의 관계. 영남대학교 대학원 유아교육학과 석사학위논문.
 한현주 (2005). 정서지능 프로그램이 ADHD 성향이 있는 아동의 정서지능, 사회적 기술 및 실행기능에 미치는 영향. 덕성여자 대학교 대학원 논문집, 7, 1-21.
 Best, J. R. (2012). Exergaming Immediately Enhances Children's Executive Function. *Developmental Psychology*, 48(5), 1501-1510.
 Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false and belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663.
 Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616.
 Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child*

- Development*, 72(4), 1032-1053.
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T., Hung, T. M. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: an ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187-196.
- Colcombe, S., & Kramer, A. G. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: meta-analytic study. *Psychological science*, 14(2), 125-130.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive function. In E., Bilaystok, & F, Craik(Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of change*. New York: Oxford Universty Press.
- Eisenberg, N., Cumberland, A., Spinrad, T. L., Fabes, R. A., Shepard, S. A., Reiser, M., Murphy, B. C., Losoya, S. H., & Guthrie, I. K. (2001). The relations of regulation and emotionality to children's externalizing and internalizing problem behavior. *Child Development*, 72(4), 1112-1134.
- Eisenberg, N., Sadovsky, A., Spinrad, T. L., Fabes, R. A., Losoya, S. H., Valiente, C., Reiser, M., Cumberland, A., & Shepard, S. A. (2005). The relations of problem behavior status to children's negative emotionality, effortful control, and impulsivity: concurrent relations and prediction of change. *Developmental Psychology*, 41(1), 193-211.
- Espy, K., McDiarmid, M., Cwik, M., Stalets, M., Hamby, A., & Senn, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematics skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465-486.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70(2), 177-194.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers III, J. J., Stenvik, K., & Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relations to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, 93(3), 263-272.
- Hillman, C. H., Castelli, D.M., & Buck, S.M. (2005). Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, 1967-1974.
- Hinkle, J. S., Tuckman, B. W., & Sampson, P. J. (1993). The psychology, physiology, and creativity of middle school aerobic exercises. *Elementary School Guidance & Counseling*, 28(2), 133-145.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: links with theory of mind and emotion and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233-253.
- Jager, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., Roebbers C. (2013). Effects of Physical Activity on Executive Functions in Elementary School Children. *University of Bern Switzerland*.
- Kramer, A. F., Hahn, S, Cohen, NJ Banich, MT, McAuley, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Bardell L, Boileu RA, Colcombe A (1999). Ageing, fitness and neuro cognitive function. *Nature* 400: 418-419.
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial

- arts training *Applied Developmental Psychology* 25, 283-302.
- Lezak, M. D. (1995). Neuropsychological assessment (3rd ed). Oxford: Oxford university Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Munro, S., Chau, C., Gazarian, K., & Diamond, A. (2006). Dramatically larger flanker effects. Poster presented at the 2006 Annual Cognitive Neuroscience Society Meeting, San Francisco, CA. Naglieri, J. A., & Kaufman, J. C. (2001). Understanding intelligence, giftedness and creativity using PASS theory. *Roeper Review*, 23(3), 151-156.
- Oh, S., & Lewis, C. (2008). Korean preschoolers' advanced inhibitory control and its relation to other executive skills and mental state understanding. *Child Development*, 79, 80-99.
- Olson, S. L., Sameroff, A. J., Kerr, D. C. R., Lopez, N. L., & Wellman, H. M. (2005). Developmental foundations of externalizing problems in young children: the role of effortful control. *Development and Psychopathology*, 17(1), 25-45.
- Planinsec, J. (2002). Relations between the motor and cognitive dimensions of preschool girls and boys. *Perceptual & Motor Skills*, 94(2), 415-423.
- Spiriduso, W. (1978). Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *Journal Of Gerontology*, 33(1), 26-30.
- Tomporowski, P. D. (2006). Physical activity, cognition, and aging: a review of reviews. In: Poon, L. W., Chodzko-Zajko, W. J., Tomporowski, P.D(Eds.), Active living, cognition functioning, and aging. *Human Kinetics, Champaign*, 15-32.
- Tuckman, B. W. (1999). The effects of exercise on children and adolescents. In M. Hersen(Ed.) *Handbook of pediatric and adolescent health* (pp.275-286). Boston: Allyn and Baon.
- Tuckman, B. W., & Hinkle, J. S. (1986). An experiment study of the physical and psychological effects of aerobic exercise on school children. *Health Psychology*, 5(3), 197-207.
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reansing, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427-449.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Croisser, D. B. (1991). A normative -developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Nerouschology*, 7(2), 131-149.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). The balance beam in the balance: reflections on rules, relational complexity, and developmental processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4). 458-465.

1차원고접수 : 2015. 07. 15

수정원고접수 : 2015. 09. 05

최종게재결정 : 2015. 09. 07

Effects of Exercise on Executive Functions in Korean Preschool Children

In-Sun Kang

Hyeonjin Lee

Department of Early Childhood Education, Yeungnam University

This study examined the effects of physical exercise on children's executive functions. Fifty one 3-year-old, 53 4-year-old, and 53 5-year-old children participated in the study. The children in each age group were divided into two groups, i.e., a physical exercise group and a non-physical exercise group. Children in the physical exercise group participated in the football game or Taekwondo after school and children in the non-physical exercise group participated in a violin lesson or an English lesson after school. Three components of executive functions were measured by 6 tasks. Inhibitory control was measured by a flag task and 3 types of flanker tasks. Switching was measured by a card-sorting task and children's color trail task. Working memory was measured by a backward-word task and a backward-number task. The executive functions were measured before these lessons began, and again after the lessons ended. The results indicated that the overall performance on executive functions improved much higher in the physical exercise group than in the non-physical exercise group. It means that physical exercise plays an important role in executive functions. There was also a significant age effect, showing a big difference between 3- and 4-year-olds. It implies that the physical exercise effect might vary depending on the age level.

Key words : exercise, executive function, inhibitory control, working memory, switching