



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

체육학석사 학위논문

연속적 타이밍 과제 수행 시
발달성협응장애 청소년과
비장애 청소년의 수행 패턴 비교연구

2018년 2월

서울대학교 대학원

체 육 교 육 과

백 승 호

연속적인 타이밍 과제 수행 시 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 수행 패턴 비교연구

지도 교수 이 용 호

이 논문을 체육학 석사 학위논문으로 제출함

2018년 1월

서울대학교 대학원

체육교육과

백 승 호

백승호의 석사 학위논문을 인준함

2018년 1월

위 원 장 _____ 송 욱 _____ (인)

부위원장 _____ 박 재 범 _____ (인)

위 원 _____ 이 용 호 _____ (인)

초 록

연속적인 타이밍 과제 수행 시 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 수행 패턴 비교연구

백 승 호

서울대학교 대학원

체육교육과

본 연구의 목적은 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 연속적인 타이밍 과제 수행 중 속도의 일관성의 차이를 알아보는데 있다.

스크리닝을 위해 S시에 거주하는 남자 중학생 384명을 대상으로 DCDQ-K를 실시하여 52명을 BOT-2 측정 대상자로 선별하였고 이들을 대상으로 BOT-2검사를 실시하여 운동수행력이 하위 15%인 34명의 학생들을 발달성협응장애 청소년으로 간주하였다. 최종적으로, 본인과 보호자의 동의를 얻은 8명의 학생을 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단으로 설정하였으며 발달성협응장애로 판정되지 않은 학생들 중에 DCD 집단의 연령대에 맞는 8명을 비장애 청소년(TD) 집단으로 설정하였다.

연구 참여자들은 일정한 간격의 신호음에 맞춰 탭매트를 30회 밟는

2가지 종류의 타이밍 과제를 수행하였고, 과제 수행 중 오른 발끝 속도의 일관성을 비교분석하였다. 타이밍 과제 수행력을 측정하기 위해 Interactive Metronome(IM) 도구를 사용하였고 속도의 일관성을 분석하기 위해선 Qualysis 동작분석 프로그램을 사용하였다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

첫째, 타이밍 과제 수행력에서 유의한 차이가 나타났다. 둘째, 속도의 일관성에서 유의한 차이가 나타났다. 셋째, DCD 집단은 과제 시작 구간에서 속도의 일관성이 낮았고 TD 집단은 과제 완료 구간에서 속도의 일관성이 낮았다.

결론적으로, DCD 집단의 타이밍 값과 속도의 일관성이 TD 집단보다 낮았으며 과제 시작 직후에는 DCD 집단에서 속도의 일관성이 낮았고 과제 완료 직전에는 TD 집단의 속도의 일관성이 낮다는 것을 알 수 있다.

주요어 : 발달성협응장애, DCD, 타이밍, 일관성, IM

학 번 : 2015 - 21664

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 필요성	1
제 2 절 연구의 목적	5
제 3 절 연구의 가설	6
제 4 절 용어의 정의	7
 제 2 장 이론적 배경	8
제 1 절 발달성협응장애	8
제 2 절 타이밍	11
제 3 절 일관성	12
 제 3 장 연구 방법	13
제 1 절 연구 대상	13
제 2 절 연구 설계	15
제 3 절 측정 방법 및 도구	16
제 4 절 자료분석	21
제 5 절 통계처리	23

제 4 장 연구 결과.....	24
제 1 절 타이밍	24
제 2 절 변동계수	25
제 3 절 과제1: Both Toes Task	26
제 4 절 과제2: Balanced Right Toe Task	35
 제 5 장 논의.....	42
제 1 절 타이밍 비교 분석	43
제 2 절 일관성 비교 분석	45
 제 6 장 결론 및 제언.....	48
제 1 절 결론	49
제 2 절 제언	50
 참고문헌.....	53
ABSTRACT	58

표 목차

[표 1] DSM-4, DSM-5 진단기준 비교.....	9
[표 2] 연구대상자 특성	14
[표 3] 마커부착을 위한 해부학적 위치.....	21
[표 4] 프레임당 속도의 변동계수(fCVV) 계산식.....	22
[표 5] 타이밍 과제 수행력의 차이	24
[표 6] 집단별 변동계수(gCVV)의 차이.....	25
[표 7] 국면별 보정 변동계수 값의 차이(Task1).....	34
[표 8] 국면별 보정 변동계수 값의 차이(Task2).....	41

그림 목차

[그림 1] 연구 설계	15
[그림 2] BOT-2	16
[그림 3] 상호작용식 매트로놈(IM) 구성장비	18
[그림 4] 마커 위치	20
[그림 5] Both Toes Task(Task1)	26
[그림 6] 집단별 속도 변화(Task1)	27
[그림 7] 집단별 속도의 표준편차 변화(Task1)	28
[그림 8] 집단별 속도의 보정 표준편차 변화(정지구간 제외)(Task1)	29
[그림 9] 집단별 속도의 변동계수 변화(Task1)	30
[그림 10] 집단별 속도의 변동계수 변화(정지구간 제외) (Task1)	31
[그림 11] DCD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(정지구간 제외) (Task1).....	32
[그림 12] TD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(정지구간 제외) (Task1).....	32
[그림 13] 국면별 보정 변동계수 변화(Task1)	33
[그림 14] Balanced Right Foot Task(Task2)	35
[그림 15] 집단별 속도 변화(Task2)	36
[그림 16] 집단별 속도의 표준편차 변화(Task2)	37

[그림 17] 집단별 속도의 변동계수 변화(Task2)	38
[그림 18] DCD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(Task2) ..	39
[그림 19] TD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(Task2)	39
[그림 20] 국면별 보정 변동계수 변화(Task2)	40

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

인간의 발달은 생애주기에 따라 운동발달, 인지발달, 정서발달이 자연스럽게 진행된다. 이 중 운동발달은 연령에 따른 운동행동의 계열적, 연속적인 변화 과정이라고 할 수 있다(김선진, 2003).

운동발달은 개인에 따라 차이가 나타나며 발달 수준이 낮은 경우는 앉기, 엎드려 기기, 걷기 등과 같은 영아 단계의 기본운동기술부터 계단 오르기, 셔츠 단추 잠그기, 자전거 페달 밟기 등의 일상생활에서 사용되는 운동 기술의 습득이 지체되거나 습득하더라도 수행력이 낮은 경우가 발생하게 된다. 더 나아가 청소년기까지 낮은 발달 수준이 지속된다면 단체구기활동, 자동차 운전 또는 글씨 쓰기 등과 같은 고급 운동기술까지 어려움을 겪게 된다(DSM-5; American Psychiatric Association:APA, 2013) (Association, 2013).

이처럼, 신체적 혹은 신경학적 장애나 인지적 동반하지 않음에도 불구하고 운동발달 수준이 연령에 따라 기대되는 수준과 비교하여 현저히 떨어져서 일상생활 및 학업에 지장을 받는 아동을 일컬어 발달성협응장애 (Developmental Coordination Disorder: DCD)라고 한다(American Psychiatric Association, 2000)

발달성협응장애의 출현율은 일반적으로 5~6%으로 보고되고 있으며, 발달성협응장애 아동들은 물건을 떨어트리거나 물체에 부딪치는 등의 서툰 움직임을 보여주고 운동기술을 수행하는데 있어서 느리거나 부정확한 모습을 보인다고 보고되고 있다(APA, 2013). 이러한 현상은 발달성협응장애 아동들이 일상생활의 연속적인 움직임 안에서 합리적인 시간 범위에 맞는 적절한 반응 시간을 이끌어내지 못한다는 것이다(Ben-Pazi, Kukke, & Sanger, 2007; Missiuna, Rivard, & Bartlett, 2003; Rao, Mayer, & Harrington, 2001). 다시 말해, 일상생활에서의 타이밍 과제를 적절히 수행하고 있지 않음을 이야기한다.

타이밍은 중추신경계의 작용과 근육 활동에 의해 좌우되는 것으로 움직임 숙련도의 지표가 되며 대부분의 일상생활에서의 동작의 자연스러움에 영향을 미친다. 또한 기술적인 움직임들을 발달시키는데 필수적이고 살아있는 유기체의 생존을 위한 수행의 다양한 측면에서 매우 중요하다(Buhusi & Meck, 2005; Johnston, Burns, Brauer, & Richardson, 2002; Rao et al., 2001). 특히, 연속적인 운동과제 중 타이밍 능력은 운동발달과 인지발달에 밀접한 상호관계가 있다(Diamond, 2000; Wassenberg et al., 2005). 따라서, 부족한 타이밍 능력은 운동기능과 인지기능의 결함을 나타내는 징후가 될 수 있다(Hamilton, 2002; Kaplan, Dewey, Crawford, & Wilson, 2001; Mandich, Buckolz, & Polatajko, 2003; Pitcher, Piek, & Barrett, 2002; Visser, 2003).

최근 연구들을 살펴보면, 타이밍 능력을 측정하는 도구로 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome: IM)이 많이 사용되고 있다. 상호작용식 메트로놈은 타이밍 능력과 연속적인 과제수행 능력, 협응능력 등을 향상시키기 위해 만들어진 훈련도구이며(Bartscherer, Bartscherer, &

Dole, 2005) ‘IM과제(총 14가지)’의 수행결과값을 통해 연속적인 타이밍과제의 수행력을 측정할 수 있다. 상호작용식 메트로놈은 일정하게 반복되는 소리에 따라 손 과제(1~3, 14과제), 발 과제(4~9과제, 12~13과제), 손-발 협응 과제(10~11과제)들을 수행하게 되며 실제 생활에서 사용되는 다양한 움직임이 적용되는 과제 측정이 가능하다. 상호작용식 메트로놈(IM)을 측정도구로 사용하기에 적합한지를 확인하기 위해 Kuhlman and Schweinhart(1999)는 상호작용식 메트로놈(IM)의 평가 신뢰도와 타당도, 내적 신뢰도 검증하였고 변별 타당도 검사를 통해서 DCD아동과 일반 아동을 구분할 수 있는지를 확인하였다. (내적 신뢰도 Cronbach α 계수 .89)

일관성과 안정성은 운동수행의 정확성을 대표하는 요소들이라고 할 수 있으며 정확성이 높다는 것은 운동기술과 운동협응의 수준이 높다는 것을 의미한다(김선진, 2009). 또한, 운동수행력을 올바르게 평가하기 위해서는 속도, 정확성, 그리고 안정성의 측면이 모두 고려되어야 한다(G. R. Hancock, Butler, & Fischman, 1995). 선행 연구에서 타이밍(시간 정확성)은 주로 공간적 개념들과 연관되어 연구되었다(P. A. Hancock & Newell, 1985; Meyer, Smith, & Wright, 1982; Newell, Carlton, & Kim, 1994; 김선진, 1996; 최범규, 2004). 공간 정확성과 공간 일관성으로 공간적 개념들을 설명했는데 대부분의 연구에서는 목표점을 제시한 과제였기 때문에 공간 정확성을 측정하였으나 목표점이 없는 과제의 경우 수행자의 총 시행의 평균값을 기준으로 한 공간 일관성으로 공간적 개념을 연구하였다. 한편, 안정성은 운동 수행시의 자세 안정성을 말하며 지지면 내에 질량중심(center of mass: COM)을 유지하는 능력으로 정의된다. COM(Center of Mass)는 질량중심으로 물체의 모든 질량 입자들이

균등하게 분포된 점으로 물체의 균형점인데 가능한 움직임 없이 신체의 COM을 유지하는 능력을 정적 안정성이라 하고 움직임 동안 조절된 전략으로 지지면 안에서 COM을 움직일 수 있는 능력을 동적 안정성이라고 한다(Chen & Zhou, 2011; 최혜원, 2014). 이와 같이, 일관성과 안정성은 운동수행의 정확성에 영향을 미치는 대표적인 요인들이며 타이밍 능력과도 연관성이 클 것으로 사료된다.

DCD 아동의 타이밍 관련된 선행 연구들은 비장애아동들에 비해 동작의 정확성, 정확한 타이밍, 동시적 움직임 수행, 일관성 등과 같은 타이밍 관련 여러 요소들에 있어서 부족함이 있다고 보고하고 있다(Ben-Pazi et al., 2007; Reint H Geuze & Alex F Kalverboer, 1994; Johnston et al., 2002; Mackenzie et al., 2008). 그러나 대부분의 선행 연구들은 개별적인 움직임이나 한 손가락을 사용하는 연속적인 움직임 또는 하나의 팔 또는 다리를 사용하는 연구들이었으며(Rosenblum & Regev, 2013; Van Waelvelde et al., 2006) 이를 근거로 DCD아동의 타이밍 관련 연구는 일상적인 기능 위주의 과제가 부족한 실정이라고 볼 수 있다.

한편, 기존 DCD 아동들의 타이밍에 관한 연구들의 연구방법을 살펴보면 DCD 아동과 비장애아동의 타이밍 측정값의 차이를 규명한 연구들이 대부분이었으며(Bo, Bastian, Kagerer, Contreras-Vidal, & Clark, 2008; Debrabant, Gheysen, Caeyenberghs, Van Waelvelde, & Vingerhoets, 2013; Leslie Henderson, Pamela Rose, & Sheila Henderson, 1992; Roche, Viswanathan, Clark, & Whitall, 2016) DCD 아동의 타이밍 측정값과 힘 조절 능력 값을 비교 분석한 논문도 있었다(Pitcher et al., 2002). 또한 위의 두가지 연구방법을 통합하여 DCD아동과 비장애아동의 타이밍 측정값과 글씨쓰기능력 측정값을 비교 분석한 연구도 있었다

(Rosenblum & Regev, 2013). 그러나 DCD 아동들과 비장애아동간의 타이밍 측정값의 차이가 왜 발생하는지는 분석한 연구는 미비한 수준이며 이를 운동역학적으로 규명한 연구는 더욱 부족한 실정임을 알 수 있었다.

따라서, 본 연구의 목적은 DCD 청소년에게 일상생활 및 운동과제수행과 연관된 움직임들을 대표할 수 있는 연속적인 타이밍 과제를 실시하도록 하고 그 결과값과 연속적인 타이밍 과제 수행 중의 일관성과의 관계에 대해 알아보고, 이를 통해 각각의 변인들이 타이밍 과제 결과값에 어떻게 영향을 미치는가를 확인하는 것이다.

제 2 절 연구의 목적

본 연구의 목적은 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 연속적인 타이밍 과제 수행 중 속도 일관성의 차이를 규명하는 것이다.

제 3 절 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

- 1) 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년 간의 타이밍 과제 수행력은 차이가 있을 것이다.
- 2) 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년 간의 속도의 일관성은 차이가 있을 것이다.
- 3) 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년 간의 과제별 수행 패턴이 차이가 있을 것이다.
- 4) 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년 간의 국면별 변동계수 값의 차이가 있을 것이다.

제 4 절 용어의 정의

1) 타이밍

본 논문에서는 타이밍을 내적 타이밍으로 정의하였으며 연속적인 타이밍을 측정하는 Interactive Metronome의 전체형 검사(Long form assessment: LFA) 14가지 중 2가지 과제(②Both Toes, ⑦Balanced Right Toes)를 선택하였고 각 과제의 운동과제 평점(Task ms avg.)으로 타이밍을 측정하였다. 선행연구를 통해 발달성협응장애 아동과 비장애 아동 간 타이밍 값이 하지의 움직임에서 더욱 커졌다는 것을 확인 수 있었으며 이를 고려하여 하지(下肢)만을 사용하는 두가지 과제를 선정하였다.

2) 일관성

본 논문에서는 일관성을 속도의 일관성으로 정의하였고 프레임당 평균 속도(mm/s)의 변동계수(Coefficient of Variation)로 일관성을 측정하였다. 54bpm의 주기로 들려오는 청각자극 구간을 1회 시행으로 설정하였고 100Hz로 움직임을 촬영하여 1회 과제 시행당 111개의 프레임을 생성하였다. 그리고 최종적으로 대상자의 111개 프레임의 변동계수 평균을 구하여 이를 일관성으로 설정하였다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 발달성협응장애(Developmental Coordination Disorder)

몇몇 학생들은 발달장애나 신경학적 문제가 없음에도 불구하고 운동 기술이나 협응력의 부족 때문에 일상생활에서 어려움을 겪는다(Wall, Reid, & Paton, 1990). 미국정신의학회(American Psychiatric Association)는 이렇게 또래에 비해 확실히 협응력이 떨어지는 아이들을 발달성협응장애(DCD)라고 진단했다.

선행연구들은 낮은 운동 협응력을 가진 상태를 신체적으로 둔함(Physical awkwardness), 지각 운동기능장애(perceptual motor dysfunction), 운동발달지체(motor delay), 운동 협응력 문제(motor coordination problems), 동작상의 문제(movement problems), 발달실행 중 움직임이 둔한아동(developmental apraxia clumsy syndrome)등 다양한 용어로 표현했다(배규태, 2009). 그러나 미국정신의학회의 진단 매뉴얼(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Third Edition)(APA, 1987)이 소개된 이후로 Developmental Coordination Disorder(DCD)가 전세계적으로 통용되는 진단명으로 사용되고 있다(Magalhaes, Missiuna, & Wong, 2006).

DCD와 관련된 DSM-4의 기준은 전문가들의 협의와 축적된 임상적인 연구 지식들을 바탕으로 지속적으로 논의되었고(Cairney, 2015) DSM-

5로 개정되었다(APA, 2013). DSM-5의 주목할만한 진단 기준의 개정은 만성적 발달장애아동이 항상 제외되지 않는다는 것이다. <표 1>은 DSM-4와 DSM-5의 진단기준을 보여주고 있다

표1. DSM-4, DSM-5 진단기준 비교

DSM-4	DSM-5
<p>Criterion A:</p> <p>Performance in daily activities that require motor coordination is substantially below that expected given the person's chronological age and measured intelligence. This may be manifested by marked delays in achieving motor milestones(e.g., walking, crawling, sitting), dropping things, "clumsiness", poor performance in sports, or poor handwriting</p>	<p>Criterion A:</p> <p>The acquisition and execution of coordinated motor skills is substantially below that expected given the individual's chronological age and opportunity for skill learning and use. Difficulties are manifested as clumsiness(e.g., dropping or bumping into objects) as well as slowness and inaccuracy of performance of motor skills(e.g., catching an object, using scissors or cutlery, handwriting, riding a bike, or participating in sports).</p>
<p>Criterion B:</p> <p>The disturbance in Criterion A significantly interferes with academic achievement or activities of daily living.</p>	<p>Criterion B:</p> <p>The motor skills deficit in Criterion A significantly and persistently interferes with activities of daily living appropriate to chronological age(e.g., self-care and self-maintenance) and impacts academic/school productivity, prevocational and vocational activities, leisure, and play.</p>
<p>Criterion C:</p> <p>The disturbance is not due to a general medical condition(e.g., cerebral palsy, hemiplegia, or muscular dystrophy) and does not meet criteria for a Pervasive Developmental Disorder.</p>	<p>Criterion C:</p> <p>Onset of symptoms is in the early developmental period.</p>
<p>Criterion D:</p> <p>If mental retardation is present, the motor difficulties are in excess of those usually associated with it.</p>	<p>Criterion D:</p> <p>The motor skills deficits are not better explained by intellectual disability (Intellectual developmental disorder) or visual impairment and are not attributable to a neurological condition affecting movement(e.g., cerebral palsy, muscular dystrophy, degenerative disorder).</p>

DSM-5는 DCD를 진단하기 위한 4가지 기준을 제시하였다. (A) 협응운동기술의 습득과 실행이 대상의 실제 나이에 비하여 현저히 낮다. 운동기술수행(예를 들어, 물건잡기, 가위나 나이프 사용하기, 글씨 쓰기, 자전거 타기, 스포츠에 참여하기)이 느리거나 부정확한 것뿐만 아니라 물건을 떨어뜨리거나 물체에 부딪치는 등의 서투른 동작들에 의해 습득과 실행의 낮음이 나타난다, (B) 기준 1에서의 운동기술의 결핍이 상당히 그리고 지속적으로 실제 나이에 적합한 일상생활의 활동을 방해하고 학문적 생산력과 직업학교 이전과 직업학교에서의 활동들, 여가 그리고 놀이에 영향을 준다, (C) 증상의 시작이 초기 발달단계에서 나타난다, (D) 운동기술들의 결핍이 지적장애나 시각장애에 의해 더 잘 설명되지 않으며 움직임에 영향을 주는 신경학적인 조건들(예를 들어, 뇌성마비, 근이영양증, 퇴행성 장애)에 기인하지 않는다.

DCD는 일반적으로 5~6%의 출현율 보인다고 보고되고 있으며(American Psychiatric Association, 2013) 현재 DCD 관련 대부분의 연구에서 운동발달검사 측정 도구인 Bruininks Oseretasky Test of Motor Proficiency(BOT-2)검사와 Movement Assessment Battery for Children-2(MABC-2)가 가장 적합하게 운동발달수준을 측정할 수 있다고 보고 이를 사용하여 DCD 아동을 선별하고 있으며 BOT-2 측정 결과 하위 5%의 학생을 DCD 학생으로 판정하고 있고 하위 5~15%에 해당하는 학생을 DCD 위험성이 높은 학생으로 판정하고 있다(Henderson, Sugden, & Barnett, 2007).

제 2 절 타이밍

타이밍은 운동기술의 학습과정에서 시간적이고, 공간적인 차원으로 논의되는 특성이다. 신체 움직임의 시간적, 공간적인 조화를 의미하는 타이밍은 운동의 숙련도를 나타내는 지표이다(Zanone & Kelso, 1992). 이러한 타이밍은 동작의 속도라 할 수 있는 템포와 동작의 시간적 패턴인 리듬에 의하여 많은 영향을 받는다(김선진, 2010). 타이밍에 영향을 주는 템포와 리듬은 동작의 자연스럽고 효율적인 움직임과 자세의 정확성, 일관성과 관련이 있다. 또한 동작을 구성하는 하위동작들의 시간적 조화를 나타내는 리듬은 운동시간이나 움직임의 거리와 같이 쉽게 변할 수 있는 표면적 특성이 아니다. 따라서 리듬은 동작의 근본적인 심층 구조를 갖고 있기 때문에 템포와는 학습효과의 차이가 있다(Schmidt, 1991).

일반적으로 좋은 타이밍은 동작 자체의 시간적 조직과 동작의 끝 지점과 특정한 환경적 사태의 일치라는 두 요소에 의해서 결정된다. 이들 두 요소들은 각기 다른 두 제어 과정에 근거하기 때문에 동작 자체의 시간적 조직 현상은 내적 타이밍(internal timing) 또는 상대 타이밍, (relative timing)이라고 하며, 후자는 외적 타이밍(external timing) 또는 일치 타이밍(coincident timing)이라고 한다(박상범, 2005).

내적 타이밍은 동작속도 또는 동작거리와 관계없는 기본적인 시간 구조 또는 동작 유형의 리듬을 말한다. 이것은 왈츠의 템포를 빠르게 하든 느리게 하든 간에 기본적으로 왈츠가 될 수밖에 없다는 의미와

유사하다. 따라서 내적 타이밍은 동작시간이나 동작 거리 혹은 운동 강도와 같이 쉽게 수정되는 표면 특성과 대비되는 것으로 동작의 근본적인 심층구조라고 할 수 있다(Schmidt, 1991). 상대 타이밍은 하나의 운동 기능이 다양한 하위 부분으로 구성되어 있다고 가정할 때, 각 하위 부분들이 시간적으로 정확하게 조화를 이룰 수 있도록 규칙화할 수 있는 능력을 말한다. 인간의 보행 동작이 몇 개의 하위 동작으로 이루어진 하나의 총체라고 볼 때, 보행 동작은 지지기와 체공기의 하위 동작으로 나눌 수 있다. 자연스러운 보행 동작을 수행하기 위해서는 이들 각각의 하위 단계가 정확한 타이밍으로 협응을 이루어야 한다(김선진, 2009). 운동협응이 뛰어나다는 것은 다양한 하위 요소들이 정확한 타이밍에 수행을 할 수 있도록 효과적으로 적용되고 있다는 것을 의미하기 때문에 운동협응이 낮은 발달성협응장애의 경우에는 타이밍 제어 능력에 문제가 있다고 볼 수 있다.

제 3 절 일관성

일관성은 운동수행의 정확성을 가늠할 수 있는 대표적인 요소들이라고 할 수 있으며 정확성이 높다는 것은 운동기술과 운동협응의 수준이 높은 것을 의미한다(김선진, 2009). 실제 운동상황에서 다양하게 변하는 과제들에 대해서 영향을 받지 않고 안정된 자세로 수행을 할 수 있다는 것은 높은 일관성을 가졌다고 말할 수 있으며 이는 곧 우수한 운동수행의 결과로 이어진다.

일관성은 운동수행간의 차이를 의미하며 동작이 가지고 있는 시간의 일관성과 공간적인 일관성으로 나누어 이해할 수 있다. 시간적인 일관성은 시간정확성을 요구하는 과제에서 과제수행결과의 평균값을 기준으로 하여 각 시행의 편차를 말한다. 이는 내적 타이밍 능력과 연관되어 있으며 본 연구에서는 타이밍 과제를 실시하였기 때문에 시간적인 일관성을 대표하는 속도 값으로 타이밍 값의 차이를 해석하고자 했다. 시간적인 일관성이란 시간정확성을 요구하는 과제에서 과제수행결과의 평균값을 기준으로 하여 수행자의 중앙반경오차(subject-centroid radial error: SRE)를 산출한 뒤, 매 시행 점수와 중앙반경오차의 차이를 계산한 값을 말한다. 이는 시행 결과값의 시간의 일관성을 말한다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구 대상

본 연구의 대상은 S시 중학교에 다니는 남학생 384명을 대상으로 평가 대상의 특성을 잘 알고 있는 부모가 학생을 평가하는 DCDQ-K(Developmental Coordination Disorder Questionnaire-Korean(이규진, 최형준, 김동민, & 이용호, 2016))를 실시하여 운동수행력 문제로 인해 일상생활의 어려움을 보이는 학생을

선별하였고(기준B, 기준C) 지적장애나 시각장애 또는 신경학적인 조건들에 의한 장애(예를 들어, 뇌성마비, 근이영양증, 퇴행성 장애)를 가진 경우는 제외한 뒤 (기준D) 총 52명을 BOT-2 측정 대상으로 선별하였다. 이후 Bruininks Oseretasky Test of Motor Proficiency(BOT-2)검사를 실시하여 학생들의 연령대에 적합한 표준점수를 구하여 그 점수의 백분위가 하위 15% 이하인 학생 34명을 선별하여 발달성협응장애 학생으로 간주하였다(기준A). 최종적으로 본인과 보호자의 동의를 얻은 8명을 대상 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단으로 설정하였고 발달성협응장애로 판정되지 않은 학생들 중에 발달성협응장애 집단의 연령대에 맞는 8명을 비장애 청소년(TD) 집단으로 설정하여 실험을 진행하였다. 모든 실험 참여 대상자의 보호자들은 연구의 진행 절차 및 내용, 윤리적 문제 등에 관한 설명을 듣고 자발적으로 참여 동의서에 서명하였다. 관련된 세부사항은 다음의 <표1>과 같다.

표 2. 연구대상자 특성

집단	연령(세)	운동발달검사(%)
TD(N=8)	13.3 ± 0.3	86.5 ± 12.9
DCD(N=8)	13.8 ± 0.7	7.3 ± 3.3

제 2 절 연구 설계

본 연구는 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 타이밍능력의 차이와 차이에 영향을 미치는 역학적인 변인들을 규명하기 위해 384명의 남자 중학생을 대상으로 DSM-5에서 제시하는 4가지 기준에 충족하는 대상자를 선발하여 발달성협응장애로 간주하고 이들 중 부모의 동의를 받은 8명을 선별하고 이들의 나이와 상응하는 비장애아동을 8명을 선정하였으며 진행과정은 다음과 같다.

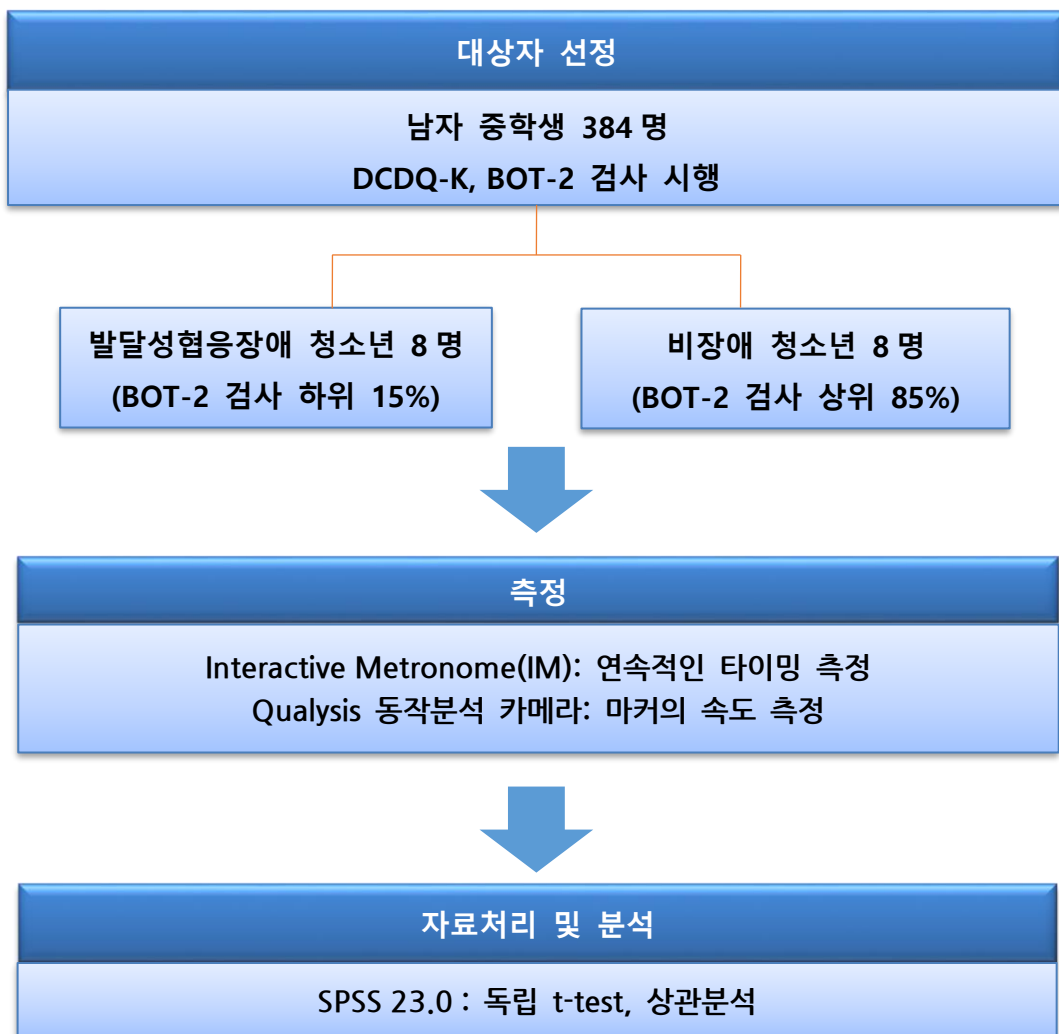


그림 1. 연구 설계

제 3 절 측정 방법 및 도구

1) Bruininks Oseretasky Test of Motor Proficiency (BOT-2) 검사

본 연구에서는 대상 학생의 운동수행력을 평가하기 위해 Bruininks-Oseretasky Test of Motor Proficiency (BOT-2)을 사용하였다. BOT-2는 1978년 Bruininks가 개발한 Bruininks-Oseretasky Test of Motor Proficiency (BOTMP)의 개정판으로 4세에서 21세까지 개인의 운동 능력을 측정하기 위한 도구이다.



그림 2. BOT-2

BOT-2는 미세운동조절(fine manual control), 손 협응(manual coordination), 신체협응(body coordination), 근력과 민첩성(strength and agility)의 4가지 복합 운동영역의 숙련도를 평가한다. 미세운동조절은 손과 손가락의 말단 근육 조직의 조절과 협응이 필요한 쓰기과 그리기를 포함한 운동기술을 평가하며 미세운동정확성(fine motor precision), 미세운동통합(fine motor integration)의 하위항목으로 구성되어 있다. 손 협응은 손과 팔의 협응, 민첩성, 속도가 필요한 뺨기와 쥐기, 물체조작을 포함한 운동기술을 평가하며 손 민첩성(manual dexterity), 상지 협응(upper-limb coordination)의 하위항목으로 구성되어 있다. 신체협응은 상지와 하지의 협응과 균형을 포함한 운동기술을 측정하며 양측협응(bilateral coordination), 균형(balance)의 하위항목으로 구성되어 있다. 근력과 민첩성은 걷거나 달리는 동안 좋은 신체 자세를 유지하는 것을 포함한 운동기술 및 운동속도, 대근육의 세기를 측정하며 달리기 속도와 민첩성(running speed and agility)과 근력(strength)의 하위항목으로 구성되어 있다. 위의 4가지의 운동 영역들의 모든 점수를 합산하면 운동수행력 총 점수를 구할 수 있다.

본 연구에서는 완전형(long form)과 단축형(short form) 중 완전형을 사용하였다. 완전형은 총53개의 하위검사로 구성되어 있으며 전반적인 운동 능력에 대한 가장 신뢰할 수 있는 척도를 제공하여 피험자의 강점과 약점에 대한 포괄적인 검사를 수행할 수 있게 한다.

2) 타이밍 과제 수행능력 측정도구: 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome: IM)

상호작용식 메트로놈(IM)은 1992년에 중추신경계의 효율성과 활성도를 높이기 위한 장비이다(Greenspan, 1998). IM은 PC를 기반으로 작동한다. IM의 장비 구성은 본체에 해당하는 MCU, 청각 정보를 받을 수 있는 헤드폰, 무선 버튼 트리거(button trigger)와 무선 탭 매트(tap mat)로 구성된다(그림3).



그림 3. 상호작용식 메트로놈(IM) 구성장비

타이밍 능력 측정은 IM의 전체형 검사(Long form assessment: LFA) 14가지 중 하지(Lower Limb)만을 사용하는 2번 과제(Both Toes)과 7번 과제(Balanced Right Foot)를 실시하였다. 1과제당 0.6분이 소요되며 동작을 30회 반복한다. 동작의 구성요소는 다음과 같다.

① 과제1: Both Toes Task

오른발과 왼발을 교차하여 한 번씩 지면에 설치된 무선 탭매트를 발끝을 이용하여 짧게 밟는다. 총 30회의 밟기 동작을 하는데 처음 5회는 예비 시행으로 측정되지 않고 이후 25회만 타이밍 값이 측정된다. 동작분석은 10번째 기준음을 기준으로 시작하였고 20회의 시행을 촬영하였다. 그러나 양발과제는 양발을 교차하여 밟기 때문에 2회 시행을 합쳐서 1회 시행으로 간주하여 총 10회의 시행이 분석되었다. 1회의 시행 당 222개의 프레임을 갖는다.

② 과제2: Balanced Right Foot Task

왼발 하나로만 서 있는 상태로 균형을 잡으며 오른발가락으로 탭매트를 밟는다. 총 30회의 밟기 동작을 하는데 처음 5회는 예비 시행으로 측정되지 않고 이후 25회만 타이밍 값이 측정된다. 동작분석은 10번째 기준음을 기준으로 시작하였고 20회의 시행을 촬영하고 분석하였다. 1회의 시행 당 111개의 프레임을 갖는다.

IM의 운동과제 평균치(MS) 수치는 운동 과제 실시 결과를 밀리세컨드의 평균치로 표시한다. 이는 운동 과제를 실시하는 동안 트리거의 두드림이 기준 음에 얼마나 근접한 지를 나타낸다. 기준음을 0으로 하였을 때, 숫자가 낮을수록 기준 음에 가까움을 의미하며 더 좋은 타이밍 능력을 의미한다. (정지혜 & 김수경, 2013)

3) 일관성 및 안정성 측정도구: Qualysis 동작분석 카메라

동작분석을 위해서 켈리시스(Qualysis) 동작분석 시스템의 적외선 카메라 8대(Qualysis, Savebalden, Sweden)를 사용하여 실험 참가자의 신체에 붙어있는 직경 20mm의 구형 반사마커(marker)에서 반사되는 빛을 100Hz(100frame/sec)로 녹화하였다. 마커가 부착된 신체 위치는 [그림 4]와 같다.

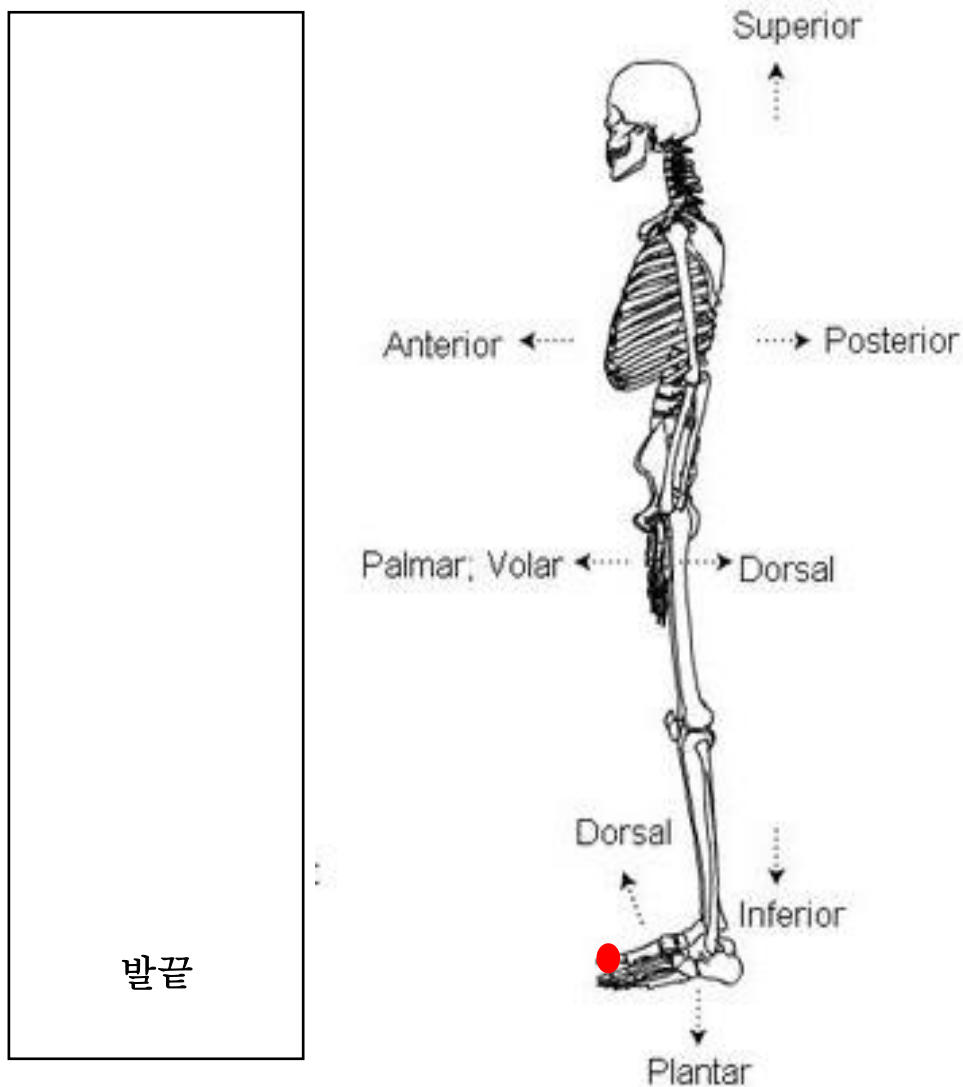


그림 4. 마커 위치

표3. 마커부착을 위한 해부학적 위치

순번	마커명	위치
1	RT (Right Toe)	오른쪽 발끝

본 연구에서 제시된 과제들은 발끝으로 지면에 설치된 무선 탭 매트를 밟는 과제를 수행하기 때문에 그림 4와 같이 발끝에 마커를 부착하였다.

제 4 절 자료 분석

본 연구에서 분석하고자 하는 주요 종속변인은 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단 간의 연속적인 타이밍 과제 수행 중의 속도의 일관성과 관련된 요소들의 차이이다. 본 연구에서는 속도의 변동계수가 속도의 일관성을 의미한다고 정의하였고 Qualysis 동작분석 카메라로 측정된 오른쪽 발끝 마커(RT)의 속도 값을 사용하여 속도의 변동계수(CVV: Coefficient of Variation of Velocity)를 산출하였다. 빛이 100Hz(100frame/sec)로 녹화 되었으므로 1초에 100개의 frame이 형성되며 과제당 1회 시행이 1.11초가 걸리므로 1회 시행 당 111개의 frame이 형성되었다. 또한 Both Toes Task의 경우 양발 과제이므로 좌우 각각 1회 시행을 합쳐서 1회 시행으로 간주하였다. 총 222개의

frame을 형성하였고 Balanced Right Foot Task의 경우 한발 과제이므로 총 111개의 frame을 형성하였다.

각각의 프레임 당 속도의 변동계수(fCVV: frame Coefficient of Variation of Velocity)는 해당 프레임의 평균 속도를 중앙값(V_c)으로 설정하고 프레임 별로 시행의 속도 값(V_i)과 중앙값(V_c)의 표준편차(SDV: Standard of Deviation of Velocity)를 구한 뒤, 이를 중앙값(V_c)으로 나눈 값으로 설정되었다.

표4. 프레임당 속도의 변동계수(fCVV) 계산식

$$\text{속도의 변동계수} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(V_i - V_c)^2}{N}}}{V_c}$$

V_i : 시행의 속도 값

V_c : 평균 속도

N : 총 시행 수

제 5 절 통계 처리

본 연구에서 측정된 모든 데이터 값은 Windows SPSS 23.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.

1. 모든 자료는 기술통계 분석을 이용하여 평균, 표준편차를 산출하였다.
2. 독립 t 검정(independent t-test)를 통해 그룹간의 타이밍, 일관성을 분석하였다.
3. 독립 t 검정(independent t-test)를 통해 국면별 보정 변동계수를 분석하였다.
4. 상관분석 (correlation analysis)을 통해 속도와 변동계수를 분석하였다.
5. 통계적 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

제 4 장 연구 결과

본 연구에서는 발달성협응장애 청소년(DCD) 그룹과 비장애 청소년(TD) 그룹의 타이밍 능력의 차이를 알아보았고 타이밍 과제를 수행하는 과정 중의 오른 발끝 점의 속도의 일관성의 차이를 알아보았다. 또한 구간을 나누어 그룹간 구간별 속도의 일관성의 차이를 분석하였다.

제 1 절 타이밍

타이밍은 Interactive Metronome 기기의 평균값(ms avg.)을 통해 분석하였다. 독립표본 t 검정 분석결과, [1. Both Toes Task] $t=-2.568$, $p=0.022$, [2. Balanced Right Foot Task] $t=-3.072$, $p=0.008$ 로 두 과제 모두 집단별 타이밍 과제 수행력의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다.

표5. 타이밍 과제 수행력의 차이

집단	1. Both Toes Task	2. Balanced Right Foot Task
TD(N=8)	45.75 ± 16.28	38.63 ± 17.36
DCD(N=8)	102.63 ± 60.49	137.00 ± 88.91
t(p)	-2.568(0.022)*	-3.072(0.008)**

MS±SD, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

제 2 절 변동계수

개인의 프레임별 평균 변동계수(fCVV)을 통해 개인의 변동계수의 평균(iCVV: individual Coefficient of Variation of Velocity)을 구하였고 개인의 평균 변동계수(iCVV)를 통해 각 집단의 변동계수의 평균(gCVV: group Coefficient of Variation of Velocity)을 산출하였다. 독립표본 t 검정 분석결과, [1. Both Toes Task] $t=-2385$, $p=0.032$, [2. Balanced Right Foot Task] $t=-2.642$, $p=0.019$ 로 두 과제 모두 gCVV의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다.

표6. 집단의 변동계수(gCVV)의 차이

집단	1. Both Toes Task	2. Balanced Right Foot Task
TD(N=8)	0.553 ± 0.066	0.458 ± 0.094
DCD(N=8)	0.665 ± 0.116	0.628 ± 0.155
t(p)	-2.385(0.032)*	-2.642(0.019)*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

제 3 절 과제 1: Both Toes Task

Both Toes Task 는 오른쪽 발 끝점의 마커로 속도(mm/s)를 측정하였다. 메트로놈 소리에 적응 할 수 있도록 타이밍 값이 측정이 되지 않는 예비 시도가 5회가 주어진 후 한 발당 15회씩 총 30회 시도를 하였고 1시도당 1.11초가 걸렸으며 초당 100Hz 로 촬영 되었다. 과제에 적응을 한 후의 움직임 속도를 분석하기 위해 타이밍 값이 측정되기 시작한 후 1~5번째 시도까지는 분석에 포함하지 않았고 26~30번째 시도는 피험자의 피로도를 고려하여 제외하였다. 프레임의 시작점은 Interactive Metronome 이 울리는 시점으로 설정하고 6번째 시도부터 25번째 시도까지 Qualysis 영상분석을 실시하여 오른쪽 발끝점의 속도값을 산출하였다. 최종적으로 20회의 시도가 분석되었으나 오른쪽 발끝점 기준으로 2회 시도 마다 같은 패턴의 움직임을 보여줬기 때문에 2회 시도를 하나로 묶어서 총 10회의 시도를 실시한 것으로 간주하였다.



그림 5. Both Toes Task(Task1)

1) 집단별 속도 변화

<그림 6>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도 변화를 나타낸 것이다. TD 집단은 첫번째 상승·하강 곡선이 DCD 집단보다 빠르게 발생하며 상승·하강 곡선의 기울기가 DCD 집단보다 크다. 두번째 상승·하강 곡선에서도 이와 유사한 형태를 보여준다.

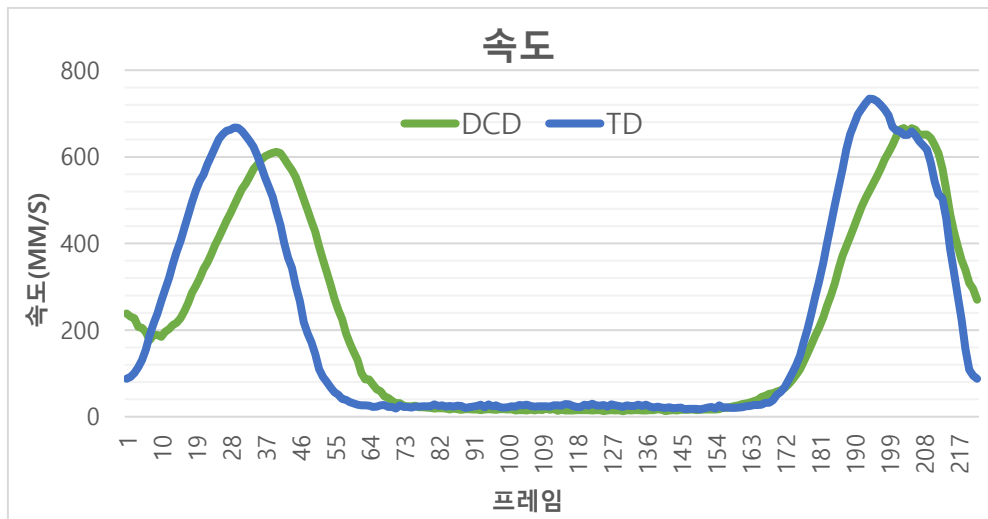


그림 6. 집단별 속도 변화(Task1)

2) 집단별 속도의 표준편차 변화

<그림 7>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도의 표준편차의 변화를 나타낸 것이다. 전반적으로 DCD 집단의 표준편차가 높은 것을 알 수 있고 TD 집단은 187프레임 구간부터 200프레임 구간까지 표준편차 값이 하락하였다가 214프레임 구간까지 급격하게 상승하는 것으로 나타났다.

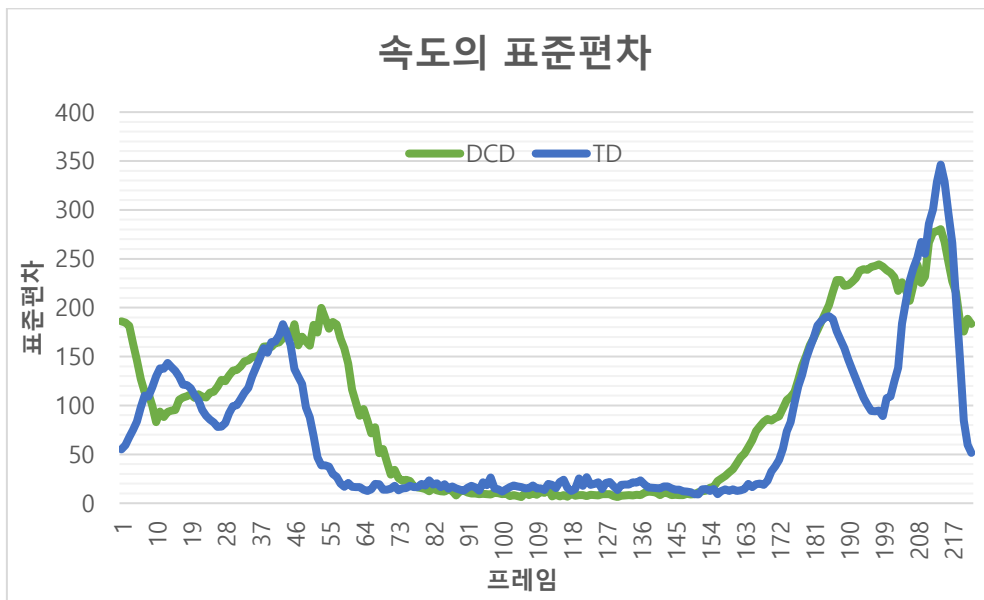


그림 7. 집단별 속도의 표준편차 변화(Task1)

3) 집단별 속도의 보정 표준편차 변화

<그림 8>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도의 보정 표준편차 그래프에서 정지구간(30mm/s 이하)을 제외한 표준편차의 변화를 나타낸 것이다. TD 집단의 멈춰있는 구간이 DCD 집단에 비해 멈춰있는 구간이 길다는 것으로 나타났다

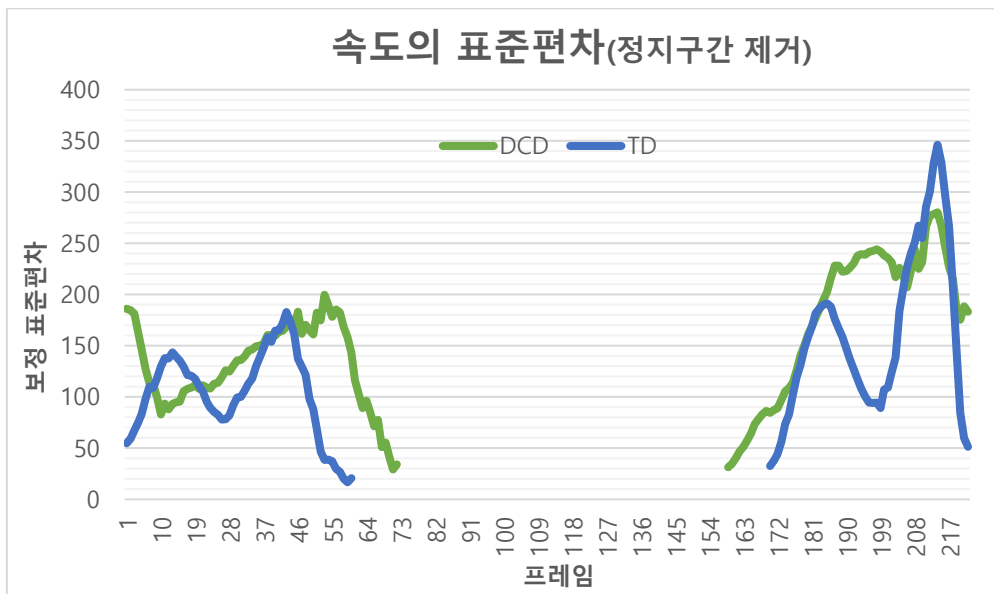


그림 8. 집단별 속도의 보정 표준편차 변화(정지구간 제거)(Task1)

4) 집단별 속도의 변동계수 변화

<그림 9>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 프레임별 평균 변동계수(fCVV)를 나타낸 것이다. DCD 집단은 정지상태에서 움직임이 시작되는 시점과(161~175프레임) 끝나는 시점(57~72프레임)에서의 변동계수가 높고 TD 집단은 밝기 직전 시점(206~220프레임)에서 높은 것으로 나타났다.

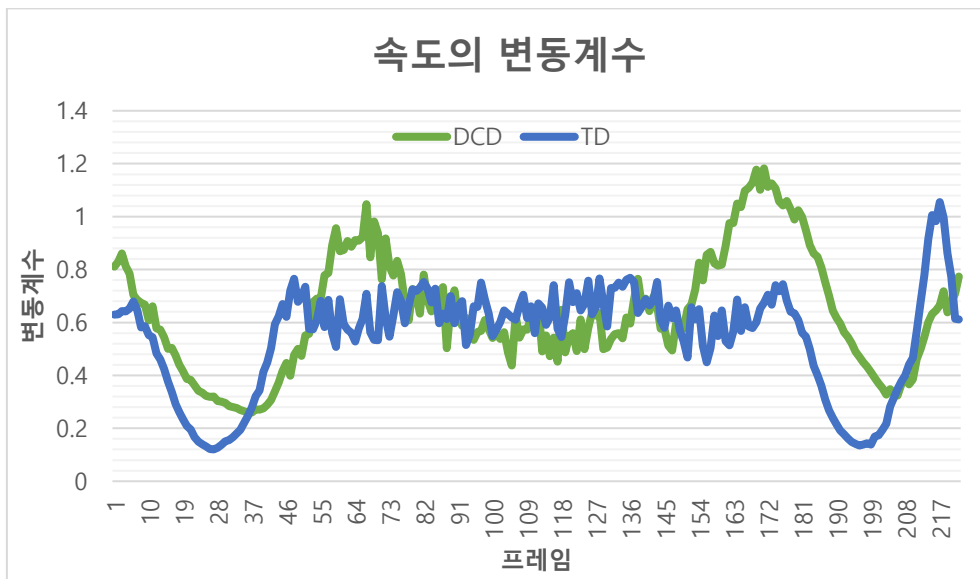


그림 9. 집단별 속도의 변동계수 변화(Task1)

5) 집단별 속도의 변동계수 변화(정지 구간 제거)

<그림 10>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 프레임별 평균 변동계수 그래프에서 속도가 정지 구간(30mm/s 이하)을 제거한 보정 변동계수의 변화를 나타낸 것이다. 변동계수 값은 정지구간에서의 유의미한 값을 지니지 않고 변동하기 때문에 그 구간을 제외하고 그래프로 나타냈다.

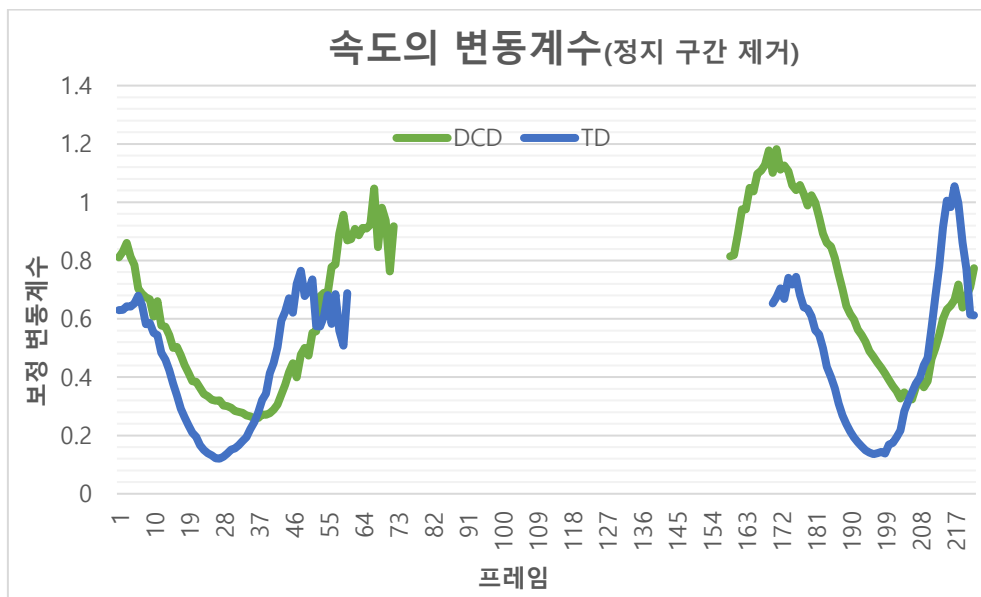


그림 10. 집단별 속도의 변동계수 변화(정지 구간 제거) (Task1)

6) 집단별 속도와 변동계수(정지구간 제거)의 상관관계

<그림 11>, <그림 12>은 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도와 정지구간을 제외한 변동계수의 상관관계를 나타낸 것이다. 두 집단 모두 매우 강한 음의 상관관계를 나타냈다.

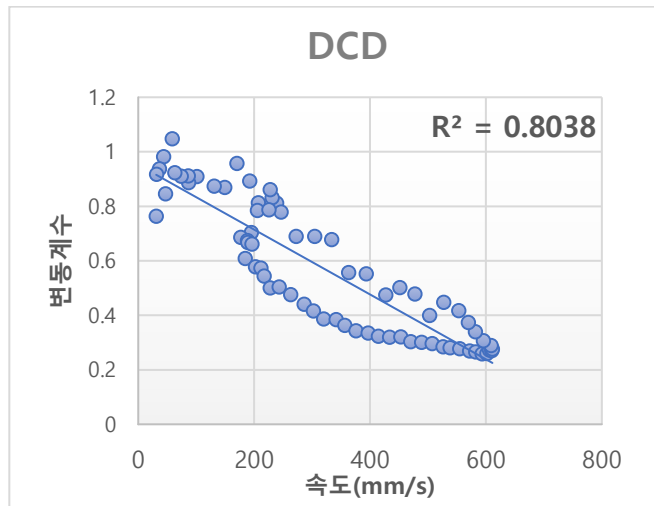


그림 11. DCD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(정지구간 제거) (Task1)

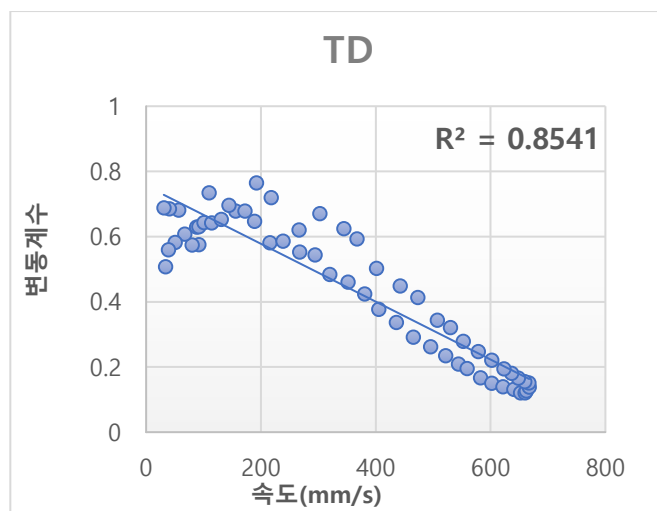


그림 12. TD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(정지구간 제거) (Task1)

7) 국면별 보정 변동계수 변화

<그림 13>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 국면별 보정 변동계수 변화를 나타낸 것이다. 정지구간을 제거한 fCVV를 iCVV로 나눈 값을 보정 변동계수로 설정하였다. 국면은 오른발 끝의 움직임이 정지상태에서 시작되는 시점부터 밟기를 완료하는 구간까지로 전체 국면을 설정하고 이를 4개로 국면으로 나누었다(1국면: 1~25% 구간, 2국면: 26~50% 구간, 3국면: 51~75% 구간, 4국면 76~100% 구간). 2국면에서 TD 집단의 변동계수가 크게 하락하였다가 4국면에서 급격하게 상승한 것으로 나타났다.

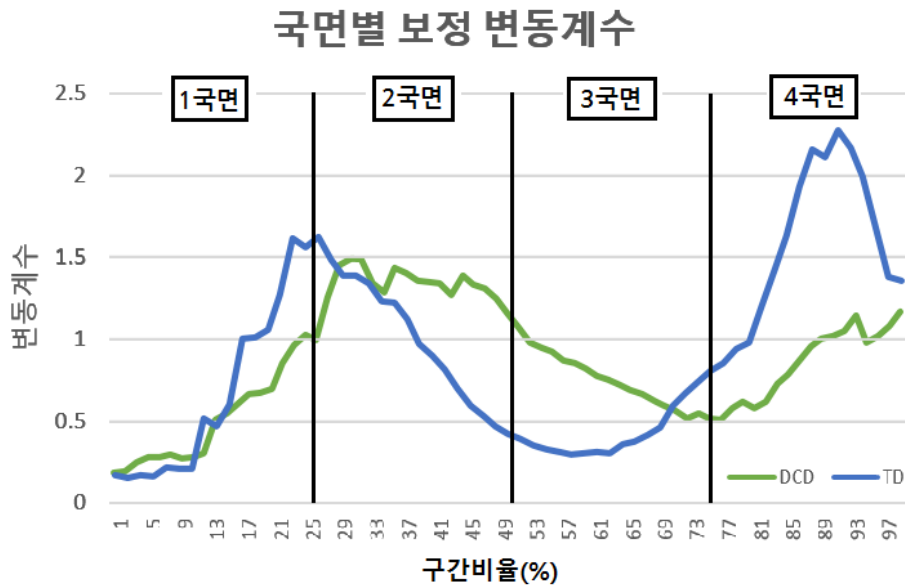


그림 13. 국면별 보정 변동계수 변화(Task1)

8) 국면별 보정 변동계수 값의 차이

개인의 국면 별 보정 변동계수 값의 평균을 통해 각 국면의 집단 별 보정 변동계수를 산출하였고 독립표본 t 검정 분석결과, [1국면] $t=2.264$, $p=0.050$, [2국면] $t=3.750$, $p=0.004$, [3국면] $t=0.459$, $p=0.653$, [4국면] $t=-5.508$, $p=0.000$ 로 2국면, 4국면에서 보정 변동계수 값의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다.

표 7. 국면별 보정 변동계수 값의 차이(Task1)

집단	1국면	2국면	3국면	4국면
TD(N=8)	1.168 ± 0.402	0.719 ± 0.326	0.487 ± 0.207	1.661 ± 0.454
DCD(N=8)	1.071 ± 0.346	1.117 ± 0.221	0.623 ± 0.086	1.110 ± 0.129
t(p)	-0.726(0.474)	-4.038(0.000)**	-2.308(0.034)*	-4.391(0.001)**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

제 5 절 과제 2: Balanced Right Foot Task

Balanced Right Foot 과제는 오른쪽 발 끝점의 마커로 속도(mm/s)를 측정하였다. 메트로놈 소리에 적응 할 수 있도록 타이밍 값이 측정이 되지 않는 예비 시도가 5회가 주어진 후 30회 시도를 하였고 1시도당 1.11초가 걸렸으며 초당 100Hz 로 촬영 되었다. 과제에 적응을 한 후의 움직임 속도를 분석하기 위해 타이밍 값이 측정되기 시작한 후 1~5번째 시도까지는 분석에 포함하지 않았고 26~30번째 시도는 피험자의 피로도를 고려하여 제외하였다. 프레임의 시작점은 Interactive Metronome 이 울리는 시점으로 설정하고 6번째 시도부터 25번째 시도까지 Qualysis 영상분석을 실시하여 오른쪽 발끝점의 속도값을 산출하였다. 최종적으로 20회의 시도가 분석되었다.



그림 14. Balanced Right Foot Task(Task2)

1) 집단별 속도 변화

<그림 15>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도 변화를 나타낸 것이다. TD 집단은 DTD 집단에 비해 대부분의 구간에서 높은 속도 값을 가졌으며 특히, 75프레임 구간부터 95프레임 구간까지는 매우 가파르게 상승하였다.

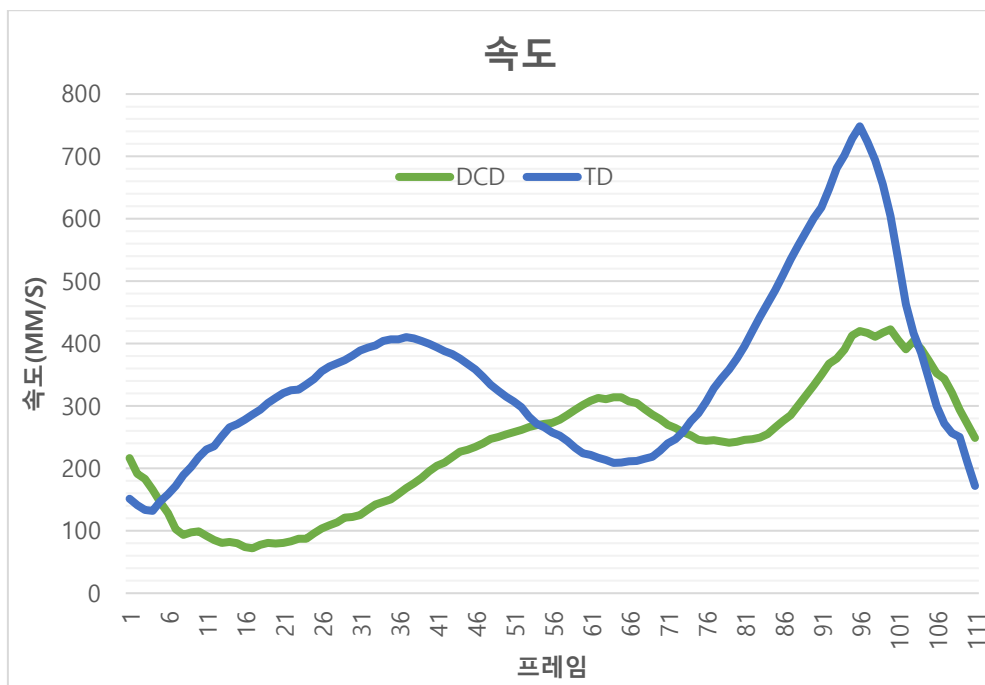


그림 15. 집단별 속도 변화(Task2)

2) 집단별 속도의 표준편차 변화

<그림 15>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도의 표준편차 변화를 나타낸 것이다. 대부분의 구간에서 비슷한 표준편차 값을 가지다가 95프레임 구간부터 100프레임 구간까지 TD 집단의 표준편차 값이 상승하는 것으로 나타났다.

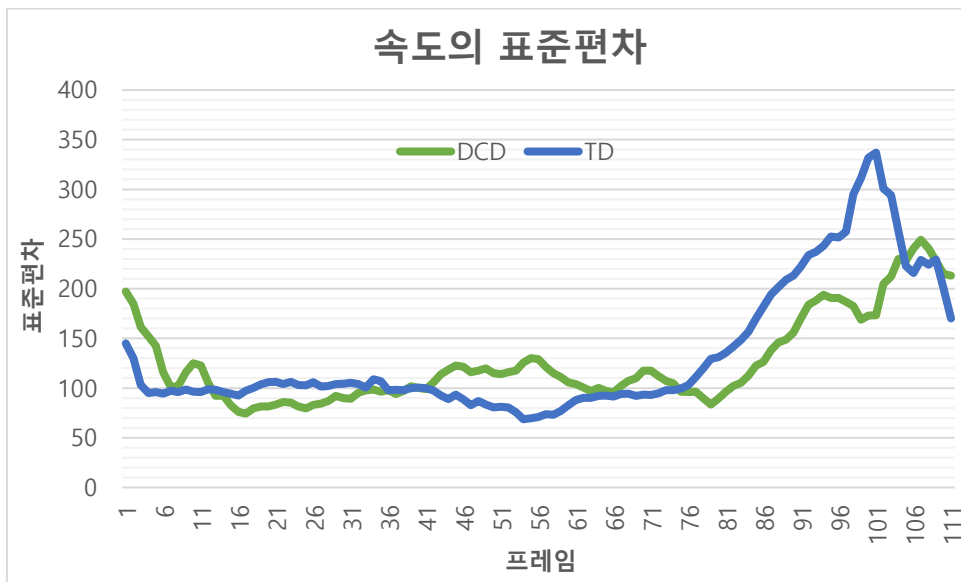


그림 16. 집단별 속도의 표준편차 변화(Task2)

3) 집단별 속도의 변동계수 변화

<그림 16>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 프레임별 평균 변동계수(fCVV)의 변화를 나타낸 것이다. 3프레임부터 60프레임까지 DCD 집단의 변동계수가 높은 것으로 나타났다.

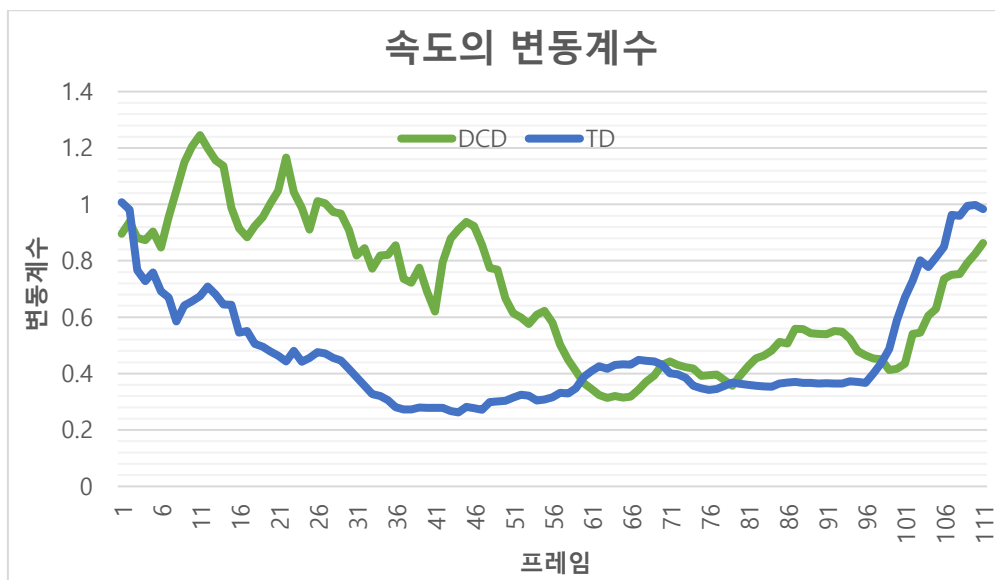


그림 17. 집단별 속도의 변동계수 변화(Task2)

4) 집단별 속도와 변동계수의 상관관계

<그림 17>, <그림 18>은 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 속도와 정지구간을 제외한 변동계수의 상관관계를 나타낸 것이다. DCD 집단은 매우 강한 음의 상관관계를 나타냈고 TD는 보통의 음의 상관관계를 나타냈다.

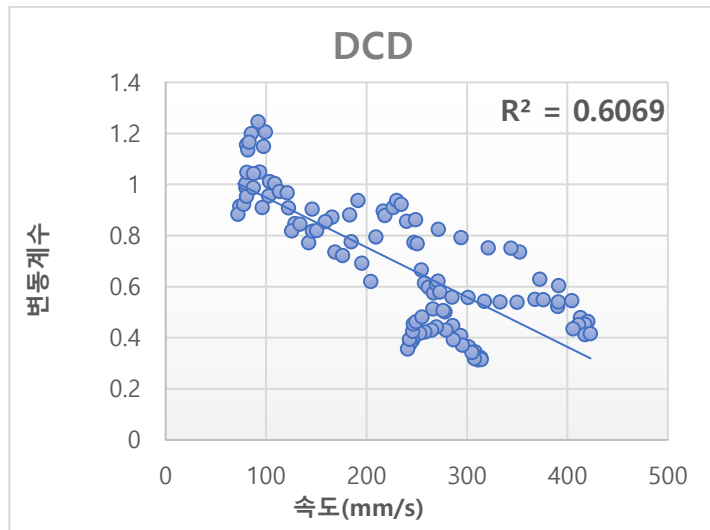


그림 18. DCD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(Task2)

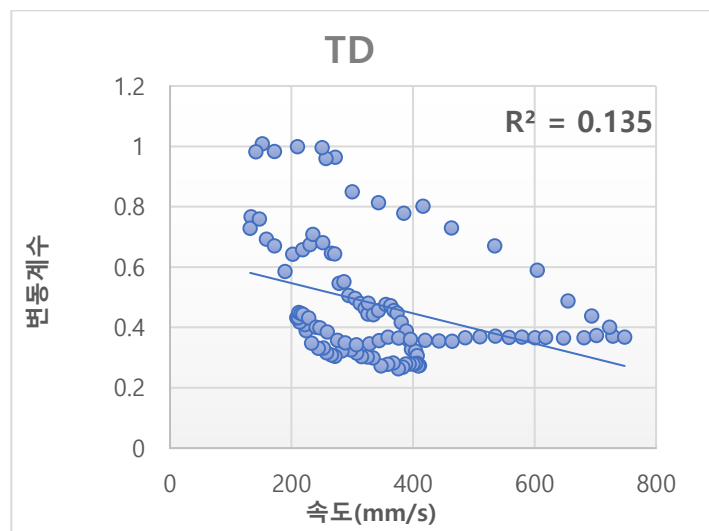


그림 19. TD 집단의 속도와 변동계수의 상관관계(Task2)

5) 국면별 보정 변동계수 값의 변화

<그림 19>는 발달성협응장애 청소년(DCD) 집단과 비장애 청소년(TD) 집단의 국면별 보정 변동계수 변화를 나타낸 것이다. fCVV 를 iCVV 로 나눈 값을 보정 변동계수로 설정하였고 국면은 Interactive Metronome 의 신호가 시작되는 순간부터 다음 신호가 시작되는 구간까지를 전체 국면으로 설정하고 이를 4개의 국면으로 나누었다(1국면: 1~25% 구간, 2국면: 26~50% 구간, 3국면: 51~75% 구간, 4국면 76~100% 구간). 1국면에서 TD 집단은 높은 시작값에서 급격하게 하락하는 경향을 보여줬고 DCD 집단은 중간까지 상승하여 최대값을 나타냈다가 천천히 하락하는 것으로 나타났다. 또한 4국면에서는 TD 집단의 값이 급격하게 상승하는 것으로 나타났다.

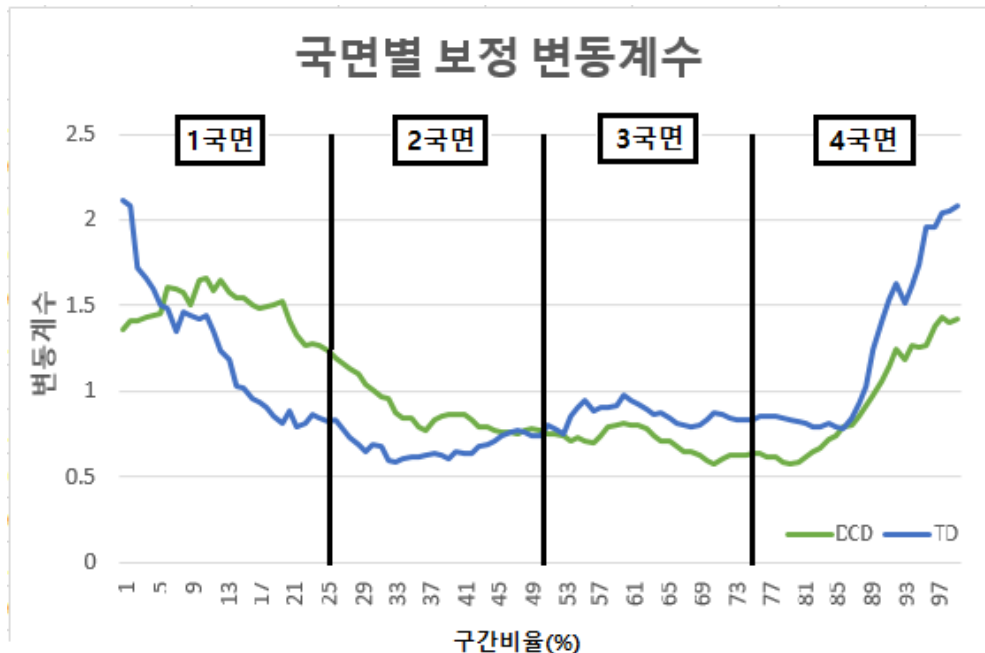


그림 20. 국면별 보정 변동계수 변화(Task2)

6) 국면별 보정 변동계수 값의 차이

개인의 국면별 보정 변동계수 값의 평균을 통해 각 국면의 집단별 보정 변동계수를 산출하였고 독립표본 t 검정 분석결과, [1국면] $t=3.161$, $p=0.003$, [2국면] $t=7.282$, $p=0.000$, [3국면] $t=-9.309$, $p=0.000$, [4국면] $t=-2.511$, $p=0.016$ 으로 모든 국면에서 보정 변동계수 값의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다.

표 8. 국면별 보정 변동계수 값의 차이(Task2)

집단	국면 1	국면 2	국면 3	국면 4
TD(N=8)	1.233 ± 0.385	0.680 ± 0.066	0.859 ± 0.056	1.237 ± 0.488
DCD(N=8)	1.474 ± 0.122	0.883 ± 0.132	0.701 ± 0.071	0.957 ± 0.317
t(p)	3.161(0.003)**	7.282(0.000)**	-9.309(0.000)**	-2.511(0.016)*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

제 5 장 논의

발달성협응장애를 아동은 단추 잠그기, 신발 끈 묶기와 같은 일상생활에서의 운동기술습득이 부족하거나 반응시간이 느리며(L. Henderson, P. Rose, & S. Henderson, 1992; 남수미 et al., 2017), 예상되는 타이밍을 맞추는 능력이 부족하다고 보고되고 있다(L. Henderson et al., 1992; Rosenblum & Regev, 2013; Williams, Woollacott, & Ivry, 1992). 이러한 결핍이 청소년기, 성인기까지 이어진다면 단체 구기 활동, 자동차 운전과 같은 일상생활에서의 다양한 움직임들에 부정적인 영향을 미치게 된다(Association, 2013).

타이밍은 움직임 숙련도의 대표적인 지표이며 일상생활에서 사용되는 여러가지 기술들을 적절하게 수행하는데 있어서 필수적인 능력이다. 특히, 연속적인 타이밍 능력은 고급 기술들을 수행하는데 있어서 필수적으로 요구된다(김선진, 2010).

많은 연구에서 발달성협응장애 아동의 타이밍 능력이 낮음을 보고하고 있으나, 한 손가락의 움직임만을 사용하거나 하나의 사지(Limb)만을 이용하여 타이밍 능력을 측정한 경우가 많았고 또한, 수행 과제가 연속적으로 이루어지지 않고 독립적으로 수행된 연구들이 대다수였다(Debrabant et al., 2013; Roche et al., 2016; Rosenblum & Regev, 2013). 그러나 일상생활에서의 많은 움직임들 특히, 고급기술을 사용하는 경우에는 과제들이 다양한 근육과 관절들을 동시에 사용하면서 연속적으로 이루어지기 때문에 실제로 선행 연구들의 결과가 위와 같은 연속적인 타이밍 과제의 결과로 이어질 수 있는가는 명확하게 증명되지 않았다.

또한 발달성협응장애인을 대상으로 하는 타이밍 연구들은 타이밍 관련 과제들을 실시하고 비장애인과의 그룹간 비교를 통해 타이밍 능력의 차이를 밝히는데 그쳤다(Bo et al., 2008; Debrabant et al., 2013). 조금 더 나아가 다양한 과제들을 실시하고 그 결과 값을 통해서 차이가 발생하는 원인을 추정하여 해석하는 연구(Leslie Henderson et al., 1992)도 있었으나 피험자가 과제를 수행하는 과정에서의 움직임들을 분석하여 그 원인을 밝히는 연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 연속적인 타이밍 과제 수행 능력의 차이를 알아보고 타이밍 과제 수행 중 속도의 일관성이 타이밍 능력에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 했다. 이를 밝히기 위해 일정한 시간을 간격으로 연속적인 타이밍 과제가 제공되며 다양한 근육들과 관절을 사용하는 IM 기기를 사용하여 실험을 설계하였다. 또한 Qualysis 동작분석 시스템을 사용하여 신체에 부착된 마커의 움직임을 촬영하여 과제를 수행하는 과정에서의 움직임을 분석하였다. 이를 통해 얻어진 결과를 선행연구와의 비교를 통해 논의하고자 한다.

제 1 절 타이밍 비교 분석

집단 간의 타이밍 과제 수행력은 과제1. Both Toes Task 와 과제2. Balanced Right Foot Task 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 발달성 협응장애 아동들을 대상으로 한 비연속적인 타이밍 과제를 분석한 선행연구들과 일치한 결과였다(Leslie Henderson et al., 1992;

Roche et al., 2016; Wilson, Ruddock, Smits-Engelsman, Polatajko, & Blank, 2013). 본 연구에서는 연속적인 타이밍 과제를 실시하였고 두 과제에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으므로 발달성협응장애의 경우 과제의 연속성에 상관없이 타이밍 능력이 낮음을 알 수 있다(L. Henderson et al., 1992; Piek & Skinner, 1999).

과제에 따른 차이를 비교하여 보면 과제 1보다 과제 2에서 두 집단간의 평균 차이가 더 커지며 통계적 유의성도 더 커진다는 것을 알 수 있다. 자세히 살펴보면, 과제 1과 비교하여 과제 2에서 TD 집단은 타이밍 값이 45.75 ± 16.28 에서 38.63 ± 17.36 으로 좋아진 반면, DCD 집단은 102.63 ± 60.49 에서 137.00 ± 88.91 으로 더 나빠졌다. 과제 2는 오른발을 바닥에서 떼고 왼발로 균형을 잡은 상태로 기준음에 맞춰서 바닥에 있는 무선 탭 매트를 밟는 과제로서 균형 능력을 요구한다. 선행연구에 따르면 발달성협응장애 아동은 비장애 아동들에 비해 균형 능력이 낮다고 보고되고 있다(Geuze, 2003; Leslie Henderson et al., 1992). 본 연구에서 균형 능력을 요구하지 않는 과제 1에 비해서 균형 능력을 요구하는 과제 2에서 통계적 유의성이 더 커진 결과를 통해 발달성협응장애인 경우 균형 능력을 요구하는 과제의 경우 더 큰 어려움을 겪는다는 것을 알 수 있으며, 이는 선행 연구들과 일치하는 결과를 나타낸다.

제 2 절 일관성 비교 분석

본 연구에서는 과제 수행 중의 일관성을 분석하기 위해 속도의 변동계수 값을 사용하였다. 속도의 변동계수는 프레임을 최소 단위로 하여 값을 산출하였으며 개인의 프레임별 평균 변동계수(fCVV)를 통해 개인의 변동계수의 평균(iCVV)를, 개인의 평균 변동계수(iCVV)를 통해 각 집단의 평균 변동계수(gCVV)를 구하였다.

1) 변동계수의 평균 비교

<그림 9>와 <그림 16>을 통해서 각각 과제 1과 과제 2의 프레임별 변동계수의 변화 그래프를 확인해보면 두 과제 모두 DCD 집단의 값이 전반적으로 높다는 것을 확인할 수 있으며, <표 5>를 통해 집단의 변동계수(gCVV)가 통계적으로도 유의한 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 DCD 집단이 TD 집단에 비해서 과제를 수행하는데 있어서 수행 간의 속도의 편차가 컸다는 것을 의미하며 과제 수행 간의 속도의 일관성이 낮았다고 해석할 수 있다.

2) 프레임별 변동계수(fCVV)의 변화 비교

프레임별 변동계수의 변화를 살펴보면 두 과제에서 공통적으로 두가지 큰 특징을 알 수 있다. 첫째는 수행 시작 구간에서 DCD 집단의 fCVV 값이 높다는 것이고 둘째는 수행 완료 직전 구간에서 TD 집단의 fCVV 값이 높다는 것이다. 이는 발달성협응장애인들이 자신이 가진

정보들을 활용하여 움직임을 계획하고 수행하는데 있어서 부족함을 보인다는 선행연구와 일치하는 결과이다(R. H. Geuze & A. F. Kalverboer, 1994; Piek & Skinner, 1999; Williams et al., 1992).

과제별로 살펴보면, 과제 1의 경우에 발이 멈춰 있다가 탭핑을 하기 위해 움직이기 시작하는 구간(166~180프레임)에서 DCD 집단의 fCVV 값이 TD 집단에 비해 급격하게 상승했다. 이는 이 구간에서의 수행 간의 속도의 편차가 크다는 것을 의미하며 DCD 집단의 탭핑을 위한 움직임을 시작하는 시점의 편차가 크거나 불규칙적인 속도의 변화가 있었다고 해석할 수 있다. 실제로 동작 분석 영상을 통해 분석해 봤을 때, DCD 집단의 경우 수행을 시작하는 시점이 수행 마다 큰 차이를 보였고 3명의 피험자의 경우 이 구간에서 수행을 망설이면서 수행의 속도가 급격하게 변화하였다.

또한, 수행 완료 직전 구간 (206~220프레임)에서 TD 집단의 fCVV 값이 급격하게 상승했다. 이는 이 구간에서의 수행 간의 속도의 편차가 크다는 것을 의미하며 정확한 타이밍을 맞추기 위해 마지막 구간에서 속도를 조정했다고 해석할 수 있다. DCD 집단의 경우도 탭핑 직전 구간에서 fCVV 값이 상승하는 경향을 보여줬으나 TD 집단에 비해서 정확한 타이밍을 맞추기 위한 속도 조정을 하는 정도가 통계적으로 유의할 정도로 낮았다는 것을 알 수 있다.

과제 2의 경우도 과제 1과 마찬가지로 수행 시작 구간(5~20프레임)에서 DCD 집단의 fCVV 값이 높았고 수행 완료 직전 구간(99~111프레임)에서 TD의 fCVV 값이 급격하게 상승하였다. 이는 과제 2에서도 과제 1과 마찬가지로 DCD 집단의 경우 탭핑을 위한 움직임을 시작하는 시점의 편차가 크며 TD 집단의 경우 탭핑을 하기

직전 구간에서 정확한 타이밍을 맞추기 위해 속도를 조정했다고 해석할 수 있다.

또한, 과제 2의 경우 태핑을 한 후 발을 들어올려서 한발로 균형을 잡고 있는 구간(5~55프레임)에서 fCVV 값이 TD 집단의 fCVV 값에 비해서 크게 높게 나타나는 특징을 보였다. 이는 DCD 집단이 태핑 이후 다시 한발로 균형잡기 동작을 취하는데 있어서 불안한 모습을 보였다는 것을 의미하며 발달성협응장애인들이 균형 능력이 부족하다고 보고한 선행연구들과 일치하는 결과다(Geuze, 2003; L. Henderson et al., 1992).

3) 국면별 변동계수의 변화 비교

프레임별 변동계수의 변화 그래프를 통해 두 과제에서 공통적으로 발견된 2가지 특징들이 DCD 집단과 TD 집단의 gCVV 값의 차이로 인해 발생했을 수 있으므로 집단간 gCVV 값의 차이라는 요소를 제거하고 위의 2가지 특징들을 확인하고자 국면별 보정 변동계수를 구하였다. 과제 1의 경우, 수행 시작 구간인 1국면에서 DCD 집단의 fCVV 가 통계적으로 유의하게 높지 않았다. 이는 DCD 집단의 절대적인 fCVV 값은 높았지만 fCVV 의 상승·하강의 흐름에선 유의하게 높은 값이 아니라는 것을 의미한다. 하지만 해당 과제에서 국면을 정의할 때 정지구간(30mm/s 이하)이 끝나는 프레임부터 기준음이 울리는 프레임으로 국면을 설정할 수 밖에 없는 제한점으로 인해 DCD 집단의 과제 시작점이 TD 집단보다 12프레임 빠르게 설정되었고 이로 인해 DCD 집단의 fCVV 값이 높은 구간이 2국면으로 밀리게 되었다는 점을

고려하여야 한다. 이를 고려하였을 때 2국면의 변동계수 값이 통계적으로 매우 유의한 차이가 있으므로 DCD 집단의 수행 시작 구간의 fCVV 값이 높다고 할 수 있다. 반면, 4국면에서는 TD 집단의 fCVV 가 통계적으로 유의하게 높았다.

과제 2의 경우, 수행 시작 구간인 1국면에서는 DCD 집단의 fCVV가 높았고 4국면에서는 TD 집단의 fCVV 값이 높았으며 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

이를 통하여, 프레임별 변동계수의 변화 그래프를 통해 발견된 2가지 특징들이 DCD 집단과 TD 집단의 gCVV 값의 차이라는 요소를 제외하더라도 유효하다는 것을 알 수 있다.

제 6 장 결론 및 제언

본 연구는 발달성협응장애 청소년과 비장애 청소년의 연속적인 타이밍 과제 수행력의 차이를 알아보고 타이밍 과제 수행 중 속도의 일관성이 타이밍 능력에 어떠한 영향을 미치는지 규명하는데 그 목적이 있다. 연구과제는 IM 기기를 사용하여 타이밍 능력을 측정하고 과제 수행 중의 움직임을 분석하는 것이었으며 8명의 발달성협응장애 청소년과 8명의 비장애 청소년이 2가지의 연속적인 타이밍 과제를 실시하였다. 발달성협응장애를 선별하기 위해 DCDQ-K 와 BOT-2를 사용하였으며 총 8대의 적외선 카메라를 통해 IM 과제 수행 중의 움직임을 촬영하였다. IM 수행 결과값을 통해 타이밍 과제 수행력을

분석하였고 녹화된 영상을 Qualisys software 를 통해 분석하여 속도의 일관성을 분석하였다.

제 1 절 결론

본 연구에서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단의 연속적인 타이밍 과제 수행력은 유의한 차이가 있다.

둘째, 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단 간의 연속적인 타이밍 과제 수행 시의 과제 수행 속도의 일관성은 유의한 차이가 있다.

셋째, 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단 간의 연속적인 타이밍 과제 수행 시의 과제 시작 구간의 속도의 일관성은 유의한 차이가 있다.

넷째, 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단 간의 연속적인 타이밍 과제 수행 시의 과제 완료 직전 구간의 일관성은 유의한 차이가 있다.

다섯째, 발달성협응장애 청소년 집단과 비장애 청소년 집단 간의 균형 능력은 유의한 차이가 있다.

제 2 절 제언

본 연구를 바탕으로 후속 연구에서 고려해야할 사항을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 발달성협응장애 여부를 판단하는 도구를 다양화할 필요가 있다. DSM-5에서 제시하고 있는 발달성협응장애를 판단하는 기준 A 는 낮은 협응운동기술이다. 이를 평가하는 도구로 BOT-2와 MABC-2가 주로 사용되는데 본 연구에서는 시간적 제한으로 BOT-2만을 사용하였지만 MABC-2도 평가 도구로 동시에 사용된다면 더욱 정확한 진단을 할 수 있게 되어 본 연구보다 명확한 연구결과를 알 수 있을 것이다. 또한, 평가도구의 세부항목을 선택적으로 수용할 필요가 있다. BOT-2의 세부 항목들 중에는 협응운동기술을 평가하는데 적절하지 않은 항목들이 있다. 이러한 항목들로 인해 발달성협응장애 여부를 정확하게 진단하는데 한계가 있었다. 그러므로 평가도구의 세부항목들이 협응운동기술과 연관되어 있는지 확인하여 선택적으로 수용할 필요가 있다.

둘째, 연구대상을 더욱 세분화 할 필요가 있다. 본 연구에서 발달성협응장애 청소년 집단의 운동발달검사 수준은 $7.3 \pm 3.3(\%)$ 였고 5% 이하의 피험자가 4명이고 6%이상의 피험자가 4명이었다. 기존 연구들에 비해 피험자들의 운동발달검사 수준이 낮은 편이었지만 5% 이하의 피험자들은 연구 결과에서 더욱 명확한 경향성과 독특한 움직임 패턴 보여줬다. 또한, 비장애 청소년 집단의 경우도 운동발달검사

수준이 95% 이상인 피험자가 4명이었는데 이들도 명확한 경향성과 독특한 움직임 패턴을 보여줬다. 추후 연구에서 연구대상을 세분화한다면 더욱 명확한 연구결과들을 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

셋째, 연구 과제를 더욱 다양화 할 필요가 있다. 본 연구에서는 IM 의 전체형 검사 14가지 중에 하지만을 사용하는 과제 2가지를 선택하여 실험을 진행하였다. 두 과제에서 공통적으로 fCVV 값이 변화하는 구간이 발견되었지만 두 과제의 일관성의 변화 추이는 확연히 다른 양상을 보여줬다. 상지를 사용하는 과제 또는 상지와 하지를 같이 사용하는 과제를 통해 fCVV 값의 변화를 분석한다면 본 연구의 목적에 부합하는 다양한 결과들을 도출해낼 수 있을 것이라 사료된다.

넷째, 본 연구의 결과를 통해 발달성협응장애 청소년이 비장애 청소년보다 연속적인 타이밍 과제를 수행할 때 수행 시작 구간의 속도의 일관성이 낮고 수행 완료 직전 구간에서 일관성이 높다는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 추후 연구에서 발달성협응장애 청소년의 수행 시작 구간의 일관성을 높이고 수행 완료 직전 구간에서의 가변성을 향상시킬 수 있는 중재프로그램을 개발하여 현장에 적용한다면 발달성협응장애 청소년의 타이밍 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 김선진. (1996). 운동제어: 타이밍 과제의 시간과 공간 정확성. **한국스포츠심리학회지**, 7(2), 40-48.
- 김선진. (2010). **운동학습과 제어**. 서울: 대한미디어.
- 남수미, 이규진, 김선진, 이용호, 권영하, 김민주, ... Kim, M. J. (2017). 발달성 협응장애 아동의 반응시간에 관한 예비연구. **한국초등체육학회지**, 22(4), 47-58.
- 이규진, 최형준, 김동민, & 이용호. (2016). Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007 (DCDQ 07)의 변안 및 신뢰도 연구 = Adaptation, Reliability and Validity of the Korean Version of Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007. **한국특수체육학회지**, 24(1), 99-110.
- 최범규. (2004). 일치 타이밍 과제의 운동 정확성과 일관성. **한국스포츠심리학회지**, 15(1), 49-64.
- 최혜원. (2014). **발레 훈련 시 Back supporter 착용 전·후 안정성에 미치는 영향**. (국내박사학위논문), 성균관대학교 일반대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T13407285>
- Association, A. P. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*: American Psychiatric Pub.
- Bartscherer, M. L., Bartscherer, M. L., & Dole, R. L. (2005). Interactive Metronome® training for a 9-year-old boy with attention and motor coordination difficulties. *Physiotherapy Theory and Practice*, 21(4), 257-269. doi:10.1080/09593980500321085
- Ben-Pazi, H., Kukke, S., & Sanger, T. D. (2007). Poor penmanship in children correlates with abnormal rhythmic tapping: A broad functional temporal impairment. *Journal of Child Neurology*, 22(5),

543–549. doi: 10.1177/0883073807302610

- Bo, J., Bastian, A. J., Kagerer, F. A., Contreras–Vidal, J. L., & Clark, J. E. (2008). Temporal variability in continuous versus discontinuous drawing for children with Developmental Coordination Disorder. *Neuroscience Letters*, 431(3), 215–220. doi:10.1016/j.neulet.2007.11.040
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 755–765. doi: 10.1038/nrn1764
- Chen, Y.–S., & Zhou, S. (2011). Soleus H–reflex and its relation to static postural control. *Gait & posture*, 33(2), 169–178. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.12.008
- Debrabant, J., Gheysen, F., Caeyenberghs, K., Van Waelvelde, H., & Vingerhoets, G. (2013). Neural Underpinnings of Impaired Predictive Motor Timing in Children with Developmental Coordination Disorder. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 34(5), 1478–1487. doi:10.1016/j.ridd.2013.02.008
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, 71(1), 44–56. doi: 10.1111/1467–8624.00117
- Geuze, R. H. (2003). Static balance and developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 22(4), 527–548. doi:<https://doi.org/10.1016/j.humov.2003.09.008>
- Geuze, R. H., & Kalverboer, A. F. (1994). Tapping a Rhythm: A Problem of Timing for Children Who Are Clumsy and Dyslexic? *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11(2), 203. doi:[10.1123/apaq.11.2.203](https://doi.org/10.1123/apaq.11.2.203)

- Geuze, R. H., & Kalverboer, A. F. (1994). Tapping a rhythm: A problem of timing for children who are clumsy and dyslexic? *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11(2), 203–213. doi: [10.1123/apaq.11.2.203](https://doi.org/10.1123/apaq.11.2.203)
- Hamilton, S. S. (2002). Evaluation of clumsiness in children. *American family physician*, 66(8), 1435–1440, 1379. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/12408418>.
- Hancock, G. R., Butler, M. S., & Fischman, M. G. (1995). On the problem of two-dimensional error scores: Measures and analyses of accuracy, bias, and consistency. *Journal of Motor Behavior*, 27(3), 241–250. doi:10.1080/00222895.1995.9941714
- Hancock, P. A., & Newell, K. M. (1985). The movement speed–accuracy relationship in space–time *Motor Behavior* (pp. 153–188): Springer. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Peter_Hancock2/publication/284314924_The_Movement_Speed-Accuracy_Relationship_in_Space-Time/links/546b66520cf20dedafd52eda/The-Movement-Speed-Accuracy-Relationship-in-Space-Time.pdf
- Henderson, L., Rose, P., & Henderson, S. (1992). Reaction Time and Movement Time in Children with a Developmental Coordination Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(5), 895–905. doi:10.1111/j.1469-7610.1992.tb01963.x
- Henderson, L., Rose, P., & Henderson, S. (1992). Reaction time and movement time in children with a Developmental Coordination Disorder. *Journal Of Child Psychology And Psychiatry, And Allied Disciplines*, 33(5), 895–905. doi: 10.1111/j.1469-7610.1992.tb01963.x

Johnston, L. M., Burns, Y. R., Brauer, S. G., & Richardson, C. A. (2002). Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21(5), 583–601. doi: 10.1016/S0167-9457(02)00153-7

Kaplan, B. J., Dewey, D. M., Crawford, S. G., & Wilson, B. N. (2001). The term comorbidity is of questionable value in reference to developmental disorders data and theory. *Journal of learning disabilities*, 34(6), 555–565. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/002221940103400608>

Mackenzie, S. J., Getchell, N., Deutsch, K., Wilms-Floet, A., Clark, J. E., & Whittall, J. (2008). Multi-limb coordination and rhythmic variability under varying sensory availability conditions in children with DCD. *Human Movement Science*, 27(2), 256–269. doi: 10.1016/j.humov.2008.02.010

Mandich, A., Buckolz, E., & Polatajko, H. (2003). Children with developmental coordination disorder (DCD) and their ability to disengage ongoing attentional focus: More on inhibitory function. *Brain and cognition*, 51(3), 346–356. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00039-3

Meyer, D. E., Smith, J., & Wright, C. E. (1982). Models for the speed and accuracy of aimed movements. *Psychological Review*, 89(5), 449. doi:10.1037/0033-295X.89.5.449

Missiuna, C., Rivard, L., & Bartlett, D. (2003). Early identification and risk management of children with developmental coordination disorder. *Pediatric Physical Therapy*, 15(1), 32–38. doi: - 55 -

10.1097/01.PEP.0000051695.47004.BF

Newell, K., Carlton, L. G., & Kim, S. (1994). Time and space-time movement accuracy. *Human Performance*, 7(1), 1–21. doi:10.1207/s15327043hup0701_1

Piek, J. P., & Skinner, R. A. (1999). Timing and force control during a sequential tapping task in children with and without motor coordination problems. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5(4), 320–329. Retrieved from <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-international-neuropsychological-society/article/timing-and-force-control-during-a-sequential-tapping-task-in-children-with-and-without-motor-coordination-problems/2A4780C9B101A0C38F58BE165C711EAE>

Pitcher, T. M., Piek, J. P., & Barrett, N. C. (2002). Timing and force control in boys with attention deficit hyperactivity disorder: Subtype differences and the effect of comorbid developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21(5), 919–945. doi:10.1016/S0167-9457(02)00167-7

Rao, S. M., Mayer, A. R., & Harrington, D. L. (2001). The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature neuroscience*, 4(3), 317–323. doi:10.1038/85191

Roche, R., Viswanathan, P., Clark, J. E., & Whithall, J. (2016). Children with developmental coordination disorder (DCD) can adapt to perceptible and subliminal rhythm changes but are more variable. *Human Movement Science*, 50, 19–29. doi:10.1016/j.humov.2016.09.003

Rosenblum, S., & Regev, N. (2013). Timing Abilities among Children with Developmental Coordination Disorders (DCD) in Comparison to

- Children with Typical Development. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 34(1), 218–227. doi:10.1016/j.ridd.2012.07.011
- Van Waelvelde, H., De Weerdt, W., De Cock, P., Janssens, L., Feys, H., & Engelsman, B. C. S. (2006). Parameterization of movement execution in children with developmental coordination disorder. *Brain and cognition*, 60(1), 20–31. doi:10.1016/j.bandc.2005.08.004
- Visser, J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science*, 22(4), 479–493. doi:10.1016/j.humov.2003.09.005
- Wassenberg, R., Feron, F. J., Kessels, A. G., Hendriksen, J. G., Kalff, A. C., Kroes, M., . . . Vles, J. S. (2005). Relation between cognitive and motor performance in 5-to 6-year-old children: Results from a large-scale cross-sectional study. *Child development*, 76(5), 1092–1103. doi: 10.1111/j.1467–8624.2005.00899.x
- Williams, H. G., Woollacott, M. H., & Ivry, R. (1992). Timing and Motor Control in Clumsy Children. *Journal of Motor Behavior*, 24(2), 165–172. doi:10.1080/00222895.1992.9941612
- Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits–Engelsman, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta–analysis of recent research. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(3), 217–228. doi:10.1111/j.1469–8749.2012.04436.x

Abstract

A study on the Performance Patterns of Developmental Coordination Disorder Adolescents and Typical Developed Adolescents in Continuous Timing Tasks.

Seungho Baek

Department of Physical Education

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study is to investigate the difference in the consistency of the speed during the continuous timing tasks of the developmental coordination disability adolescents and the typical developed adolescents.

For the screening, 384 middle school students in Seoul city were tested by DCDQ-K and 52 students were selected as the subjects of BOT-2 test. 34 students with low 15% I regarded them as developmental coordination disability adolescents.

Finally, 8 students with the consent of the person and guardian were set up as a group of children with developmental coordination disabilities. Among the students who were not identified as

developmental coordination disorders, 8 were selected as a group of non-disabled adolescents.

The participants performed two types of timing tasks that tap the mat 30 times at regular interval, and compared the consistency of the right toe speed during the task.

Interactive Metronome (IM) was used to measure the timing task performance and Qualysis was used to analyze the consistency of the speed. The results of this study are as follows.

First, there was a significant difference in timing task performance. Second, there was a significant difference in the consistency of the speed. Third, the Developmental group had a low rate of consistency in the beginning of the task and the blindness in the visual impairment group had a low consistency in the task completion period.

In conclusion, the timing task performance and the consistency of velocity of DCD group was lower than that of TD group, and the consistency of velocity in DCD group was low immediately after the start of task and the consistency of velocity of TD group was low just before completion of task.

Keywords : Developmental Coordination Disorder, DCD,
Timing, Consistency, IM

Student Number : 2015 – 21664