creative commons
COMMONS DEED

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

dCollection

체육학박사 학위논문

태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향

2019년 2월

서울대학교 대학원

체육교육과

이 종 화

태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향

지도교수 김 선 진

이 논문을 체육학박사 학위논문으로 제출함

2019년 2월

서울대학교 대학원

체육교육과

이 종 화

이종화의 박사 학위논문을 인준함

2019년 2월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향

이 종 화
서울대학교 대학원
체 육 교 육 과

본 연구의 목적은 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향을 알아보고자 하는데 있다. 연구 참여자는 태권도 4단으로 10년 이상 수련하였으며, 태권도를 전공하고 있는 15명의 대학생이 참여하였다. 제자리딛기 템포(100, 120, 140, 160, 180 bpm)와 돌려차기 유형(앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기)이 수행에 미치는 영향을 알아보기 위해 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력을 측정하였다. 자료 분석은 반복측정 분산분석을 실시하였으며, 사후검정으로 Bonferroni를 실시하였다. 이상의 연구 방법으로 얻어진 결과는 다음과 같다.

첫째, 응답시간은 160 bpm에서 가장 빠른 것으로 나타났지만 140과 160 bpm과 차이가 거의 없었다. 그리고 앞발 몸통 돌려차기가 가장 빠른 것으로 나타났다.

둘째, 동시적 예측타이밍은 140 bpm에서 가장 정확하고 일관된 수행을 보여주었다. 앞발 몸통 돌려차기가 정확한 수행을 보여주었으며, 뒷발 얼굴 돌려차기가 일관된 수행을 보여주었다. 그리고 동시적 예측타이밍은 자극 속도가 빨라짐에 따라 정확성이 낮아지는 것으로 나타났으며, 10과 15 mph의 자극 속도에서 보다 20 mph의 자극 속도에서 일관성이 낮아지는 것으로 나타났다.

셋째, 충격력은 140 bpm에서 가장 강한 것으로 나타났다. 그리고 뒷발 몸통 돌려차기가 충격력이 높은 것으로 나타났다.

요약하면 140 bpm의 제자리딛기 템포에서 응답속도, 동시적 예측타이밍, 충격력이 돌려차기 수행에 효과적이라는 것을 보여주었다. 그리고 빠르고 정확한 공격은 앞발 몸통 돌려차기, 강한 공격은 뒷발 몸통 돌려차기로 나타났다.

이 결과는 운동기술 학습에 유용한 정보로 제공될 수 있을 것이며, 태권도 경기 운영의 전략에 도움이 될 것이다.

주요어 : 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력, 제자리딛기, 템포, 돌려차기

학 번 : 2012-30424

목 차

제 1 장 서론 ····· 1
제 1 절 연구의 필요성 ····· 1
제 2 절 연구의 목적 ····· 8
제 3 절 연구의 가설 ····· 8
제 4 절 연구의 제한점 ····· 9
제 5 절 용어의 정의 ····· 9

제 2 장 이론적 배경 ····· 12
제 1 절 태권도의 딛기 ····· 12
제 2 절 태권도의 돌려차기 ····· 13
제 3 절 사전 반동과 Stretch-Shortening Cycle ····· 15
제 4 절 템포 ····· 20
제 5 절 운동결과의 측정 ····· 23
1. 시간의 측정 ····· 24
2. 정확성과 일관성의 측정 ····· 25
3. 운동수행량 측정 ····· 27
4. 태권도 수행의 결과 측정 ····· 28

제 3 장 연구 방법 ····· 30
제 1 절 연구 참여자 ····· 30
제 2 절 실험 과제 ····· 30
1. 제자리딛기 템포 ····· 31
2. 돌려차기 유형 ····· 31
3. 응답시간 ····· 31

4. 동시적 예측타이밍 ····· 31
5. 충격력 ····· 31
제 3 절 실험 도구 ····· 32
1. 메트로놈 ····· 32
2. 반응시간측정기 ····· 32
3. 예측반응시간측정기 ····· 32
4. 충격력 측정을 위한 가속도 시스템 ····· 34
제 4 절 실험 절차 ····· 37
1. 사전 검사 ····· 38
2. 응답시간 ····· 38
3. 동시적 예측타이밍 ····· 39
4. 충격력 ····· 39
제 5 절 실험 설계 ····· 40
제 6 절 자료 처리 ····· 41
1. 응답시간 ····· 41
2. 동시적 예측타이밍 ····· 41
3. 충격력 ····· 41
제 7 절 통계 처리 ····· 42

제 4 장 연구 결과 ····· 43
제 1 절 응답시간 ····· 43
제 2 절 동시적 예측타이밍 ····· 46
1. 항상오차 ····· 46
2. 절대오차 ····· 51
3. 가변오차 ····· 56
제 3 절 충격력 ····· 61

제 5 장 논의 ····· 64

제 1 절 응답시간 ····· 65
제 2 절 동시적 예측타이밍 ····· 66
1. 항상오차와 절대오차 ····· 67
2. 가변오차 ····· 69
제 3 절 충격력 ····· 70
제 4 절 종합 논의 ····· 71

제 6 장 결론 및 제언 ····· 74
제 1 절 결론 ····· 74
제 2 절 제언 ····· 76

참고문헌 ····· 78

Abstract ····· 91

표 목 차

[표 1] 연구 참여자의 특성 ····· 30
[표 2] 모형 요약 ····· 37
[표 3] 계수[a] ····· 37
[표 4] 실험 설계 ····· 45
[표 5] 응답시간의 평균과 표준편차 ····· 45
[표 6] 항상오차의 평균과 표준편차 ····· 50
[표 7] 절대오차의 평균과 표준편차 ····· 55
[표 8] 가변오차의 평균과 표준편차 ····· 60
[표 9] 충격력의 평균과 표준편차 ····· 63

그 림 목 차

[그림 1] 사전기간, 근반응시간, 근운동시간, 반응시간, 운동시간, 응답시간을 나타내는 근전도 ····· 25
[그림 2] 실험 도구 ····· 33
[그림 3] 충격력 측정을 위한 장비 제작 과정 ····· 35
[그림 4] 가속도값과 지면반력의 산포도 ····· 36
[그림 5] 응답시간 측정 장면 ····· 38
[그림 6] 동시적 예측타이밍 측정 장면 ····· 39
[그림 7] 충격력 측정 장면 ····· 40
[그림 8] 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 응답시간 ··· 43
[그림 9] 제자리딛기 템포에 따른 응답시간 ····· 44
[그림 10] 돌려차기 유형에 따른 응답시간 ····· 45
[그림 11] 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 항상오차 ····· 46
[그림 12] 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 항상오차 ··· 47
[그림 13] 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 항상오차 ····· 47
[그림 14] 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 항상오차 ····· 47
[그림 15] 제자리딛기 템포에 따른 항상오차 ····· 48
[그림 16] 돌려차기 유형에 따른 항상오차 ····· 48
[그림 17] 자극 속도에 따른 항상오차 ····· 49
[그림 18] 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 절대오차 ····· 51
[그림 19] 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 절대오차 ··· 52
[그림 20] 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 절대오차 ····· 52
[그림 21] 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 절대오차 ····· 52

[그림 22] 제자리딛기 템포에 따른 항상오차 ····· 53
[그림 23] 돌려차기 유형에 따른 절대오차 ····· 53
[그림 24] 자극 속도에 따른 절대오차 ····· 54
[그림 25] 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 가변오차 ····· 56
[그림 26] 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 가변오차 ··· 57
[그림 27] 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 가변오차 ····· 57
[그림 28] 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 가변오차 ····· 57
[그림 29] 제자리딛기 템포에 따른 가변오차 ····· 58
[그림 30] 돌려차기 유형에 따른 가변오차 ····· 58
[그림 31] 자극 속도에 따른 가변오차 ····· 59
[그림 32] 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 충격력 ····· 61
[그림 33] 제자리딛기 템포에 따른 충격력 ····· 62
[그림 34] 돌려차기 유형에 따른 충격력 ····· 63

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 필요성

태권도는 우리나라의 변천과 흥망의 역사적 과정을 거쳐 발전해온 무도(martial art)이며, 시대적 흐름과 요구에 따라 변화하여 우리나라의 무도에서 전 세계에서 수련되어지고 있는 스포츠가 되었다. 현재는 2000년 시드니 올림픽을 시작으로 2024년 파리 올림픽까지 7회 연속 올림픽 정식 종목으로 채택되었으며, 209개국의 회원국을 보유(WTF, 2018)하고 있는 세계적인 스포츠 종목이다.

근대 태권도의 발전과정에서 가장 큰 변화는 무도에서 경기로의 전환으로(양진방, 1986) 경기란 일정한 규칙 아래 기량과 기술을 겨루는 것을 말한다. 무도의 경기화는 정지된 기술적 개념을 넘어 규정된 틀 속에서 새로운 기술체계와 수련방법이 자유롭게 발전하는 과정이라 할 수 있다(허건식, 2002). 따라서 경기로의 전환을 통해서 규칙이 제정되고 규칙에 따라 경기 기술도 변화하고 발전하였다고 할 수 있다.

경기규칙 제정 이전 초기의 기술 상황은 주로 주먹 공격에 의한 촌지방식(寸止方式)[1]의 형태로 이루어졌으며, 1950년대 중·후반에 들어서면서 직접타격의 기술적 형태가 나타나게 된다(장권, 2010). 이후 태권도의 경기화 과정에서 1962년 11월 3일 경기규칙이 제정되고 1963년 제44회 전국체육대회에 정식종목으로 참여하기 시작하면서 경기기술도 변화하기 시작하였다. 당시 경기규정을 살펴보면 가장 중요한 내용은 발차기 기술을 위주로 한 타격형 격기 종목으로 그 기술적 성격을 정한데 있었다. 경기규정의 득점 구분은 '수권 공격 1점, 족기 공격(면상) 2점, 그 외 1점, 공격은 수권 1회 공격 후 족기 1회 공격하였을 시 득점으로 인정하며, 주심은 이외의 기술을 억제한다. 단 족기 공격은 연속 공격을 인정

1) 촌지방식(寸止方式)-すんどめ-슨도메)이란 직접신체를 타격하는 기술이 아니라 목표의 부위 바로 앞에서 멈추는 방식이다(장권, 2010).

(대한태권도협회, 2015)'하는 규정이었다. 따라서 차기 기술이 변화하고 발달하기 시작하였다고 할 수 있다.

장권(2010)의 연구에서 김무천과의 면담내용을 살펴보면 1973년 제1회 세계태권도선수권대회와 1974년 제1회 아시아태권도선수권대회를 경험하면서 선수들의 기술에서 초창기 '스텝'형식의 발놀림의 기술들이 나타나기 시작했는데 그 이유는 이전엔 별로 움직이지 않는 상태에서 큰 동작 또는 실전위주의 동작이 이루어졌는데 비해, 이후에는 일격필살과 같은 개념보다는 득점해서 이기기 위한 기술이 발전하였다고 하였다. 그리고 태권도 보호 장비의 사용과 개발도 득점 위주의 기술로 발전하는데 일조했다고 볼 수 있다.

이러한 변화는 태권도보다 먼저 스포츠화된 펜싱과 복싱에서도 살펴볼 수 있다. 펜싱은 고대 그리스와 로마에서 검을 무기로 사용했을 때부터 시작된 것으로 17세기 초 칼끝에 포인트(point)를 부착한 검이 소개되었으며, 1780년 라보에세르(LaBoissiere)에 의해 마스크가 발명되면서 상해로부터 보호를 받을 수 있게 되어 안전한 스포츠로서 프랑스를 중심으로 유럽 전역에 널리 보급되었다(서희, 2017). 마스크의 발명으로 펜싱의 경기화는 득점 위주의 빠르고 정확한 공격으로 바뀌었고, 너비 1.5 ~ 2m의 삐스트(piste - 경기가 진행되는 지면)에서 진행이 되기 때문에 마르쉬(marche - 앞으로 이동)나 롱쁘르(rompez - 뒤로 이동)와 같은 스텝을 연결한 공격이 많이 이루어지고 있다. 또한 복싱에서는 컴퓨터 채점방식이 도입되면서부터, 포인트 위주의 테크닉 복싱으로 경기의 흐름이 바뀌었고, 보다 빠르고 정확하게 타격의 타이밍을 잡기 위해서 스텝의 중요성이 대두되었다(김상용, 유기웅, 김형수, 신호철, 김기형, 2015).

딛기는 전·후·좌·우 또는 대각선 방향으로의 움직임을 통해 방향 전환과 상대방과 거리 조절을 하고 기술과 기술을 자연스럽게 연결해주는 역할을 하며, 신체의 리듬과 템포를 조절해주는 역할을 한다. 또한 공격과 반격 시 타이밍을 맞추거나 상대 선수의 공격력을 저지 또는 약화시킴으로써 역습의 기회를 얻고 상대 선수의 허점이나 약점을 노출시키게 하여

효과적인 공격을 유도하기 위한 움직임을 말하며(김경지, 최영렬, 방영진, 김형돈, 전정우, 1998), 딛기를 이용하여 속임 동작(feint motion)을 취해 상대방을 속인 후 공격의 기회를 만들기도 한다.

대부분의 움직임은 주 동작 이전에 목표로 하는 운동방향의 반대 방향으로 움직이는 반동(countermovement)이라는 사전 동작이 나타나며(Bobbert, Karin, Gerritsen, Litjens, & van Soest, 1996; Voigt, Simonsen, Dyhre-Poulsen, & Klause, 1995), 파워풀한 활동은 반동을 이용한다(Newton, 1998). 사전 반동을 하는 동안 근육은 강압적으로 사전-스트레치(pre-stretch) 되었다가 구심성 수축을 하게 되는데, 이러한 Stretch-Shortening Cycle(SSC) 기전이 단순히 구심성 수축만 하는 것이 아니라 마지막 단계에서 수행력을 향상시킨다(Bobbert et al, 1996; Bosco, Viitasalo, Komi, & Luhtanen, 1982; Enoca, 2002; Komi, 1984, 2000). 이와 관련하여 반동 점프와 스쿼트 점프를 비교한 연구(Bosco, Komi, & Ito, 1981; Anderson & Pandy, 1993; Bobbert et al, 1996)에서는 반동 점프가 더 높게 점프한 것으로 나타났으며, 테니스에서 사전 반동으로 사용하는 스플릿 스텝(split step)의 사용 유·무에 따른 연구(Nieminen, Piirainen, Salmi, & Linnamo, 2014)에서는 스플릿 스텝의 사용이 더 빠른 것으로 나타났다.

근 기능의 SSC는 신체 부위가 주기적으로 충격력 또는 신장력(stretch force)을 받아 나타나는 것으로 관찰되며, 달리기, 걷기, 뛰기(hopping)는 외력(예: 중력)이 어떻게 근육을 늘리는지에 대한 인간 이동 움직임에서의 전형적인 예이다(Komi, 2000). 따라서 태권도 경기에서 신체의 중심을 앞발과 뒷발의 중앙에 두고 제자리에서 가볍게 뛰는 제자리 딛기는 SSC를 포함한 사전 동작이라고 할 수 있으며, 태권도 경기력에 영향을 미칠 것이다.

태권도 경기 중에 선수들은 종아리와 발목의 근육들이 순간적으로 신장되었다가 수축하는 탄력을 이용하여 보다 효과적으로 신체의 무게중심을 이동시켜 빠른 공방의 전환을 위해 딛기를 사용하는데 딛기를 사용하지 않고 뒤꿈치를 바닥에 대고 있으면 근육의 탄력을 이용할 수 없어 반

응 동작이 느려지게 된다(강신관, 2010). 따라서 조철훈, 김형수, 김창국(2009)의 연구에서는 돌려차기 동작 시 준비 자세에서 딛기를 활용하는 것이 차기 기술을 발휘하는데 보다 효율적으로 작용한다고 보고하였고, 김동환, 정일규, 오명진(2014)과 박현철(2013)의 연구에서는 딛기가 동시적 예측 타이밍에 영향을 미친다고 보고하였다.

태권도가 경기화되면서 상대방을 탐색하며 공격 또는 수비를 하기 위한 사전 동작으로서의 제자리딛기 템포가 빨라졌다. 이러한 현상은 펜싱, 복싱, 가라데, 검도 등과 같이 경기의 승패에 있어서 빠르고 정확한 공격으로 많은 득점을 해야 하는 종목에서 찾아볼 수 있다. 다이내믹시스템 관점에서 템포는 제어매개변수(control parameter)라고 설명할 수 있으며, 협응 구조를 변화시켜 운동 수행에 영향을 미칠 수 있다.

움직임의 속도에 따라 손가락 운동과제에서 반대 위상에서 같은 위상으로 전환시켰고(Kelso, 1984; Kelso & Scholz, 1985), 걷기에서 달리기 또는 달리기에서 걷기로의 변화에서도 입증되었으며(Diedrich & Warren, 1995, 1998; Farinatti & Monteiro, 2010; Wagenaar & van Emmerik, 1994), 수영의 크롤 스트로크도 특정한 속도에서 자연적인 팔의 협응 패턴 변화를 보여주었다(Seifert, Chollet & Bardy, 2004). 즉, 빠른 속도에서 같은 위상의 움직임이 안정한 상태를 갖기 위해 전환이 발생하였다.

메트로놈의 템포에 맞춰 무릎을 펴고 접는 동작을 수행한 Miura, Kudo, Ohtsuki, 그리고 Kanehias(2011)의 연구에서는 무용수가 아닌 참여자는 120 bpm에서 의도적이지 않은 전이가 발생하였고 Miura, Kudo, Ohtsuki, Kanehias, 그리고 Nakazawa(2013a)의 연구에서도 거리 무용수와 무용수가 아닌 참여자를 대상으로 무릎을 펴는 과제에서 집단 간 위상의 전이가 일어난 분기점이 차이가 나타났으며 무용수가 더 빠른 박자에서도 과제를 수행하였다. 따라서 템포의 변화는 수행에 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 참여자의 경험 또는 경력에 따라 수행에 차이가 나타났다. 따라서 협응은 유기체·환경·과제의 특성에 따라 영향을 받는다는 것을 알 수 있다(김선진, 2009).

Shin과 Demura(2007, 2009, 2010, 2012)의 연구에서 노인의 낙상 또는 밸런스와 관련하여 스텝의 템포(40, 60, 그리고 120 bpm)에 따른 연구를 실시하였다. 연구 결과 느린 템포일수록 스텝의 시간 차이가 많이 발생하였으며, 스텝핑하는 동안 두발을 지지하는 시간은 40, 60, 120 bpm 순으로 길었고, 한발을 지지하는 시간은 40 bpm이 60과 120 bpm보다 짧았다. 하지만 Shin과 Demura(2007, 2009, 2010, 2012)의 연구에서는 Toyama와 Hujiwara(1990)가 보행 중 가장 효율적인 템포라고 보고한 120 bpm과 120 bpm의 1/3과 1/2인 40과 60 bpm에서만 연구가 이루어졌다는 제한점이 있다. 더 빠른 템포에서도 연구되어질 필요가 있다.

움직임을 템포와 동조시키는 과제에서 템포의 빠르기는 매우 중요하다. 템포를 너무 느리게 할 경우 움직임 자체를 수행하기 어려울 수 있으며, 반대로 템포를 너무 빠르게 할 경우 움직임 동작이 중첩되어 수행이 안 될 수 있다. 따라서 템포는 움직임 과제의 특성을 고려해야 한다. 제자리딛기는 제자리에서 앞발과 뒷발의 가운데에 무게 중심을 두고 두 발을 뛰는 동작이기 때문에 너무 느린 템포에서는 두 발이 바닥에서 뜨는 체공 시간이 길어진다. 체공 시간이 길어지면 체력적으로 반복하기 힘들며 일정하게 수행을 할 수 없다. 너무 빠른 템포에서는 두 발이 바닥에 떨어지지 않아 수행이 어려울 수 있다.

본 연구에서는 제자리딛기 템포에 따라 돌려차기의 수행을 살펴볼 것이다. 돌려차기 기술은 태권도에서 가장 많이 사용하는 기본적인 차기 기술로 충격력과 속도 면에서 가장 효율적인 차기로 밝혀졌다(성낙준, 이승국, 박현종, 주신규, 진중의, 1986). 선행 연구를 통해서 돌려차기의 사용 빈도와 득점 등을 살펴보면 태권도 공격기술의 사용빈도와 득점에 관한 연구에서 사용빈도가 가장 많은 것으로 나타났으며(이계승, 1991), 태권도 경기 중 선재공격과 역습 공격의 득점력에 관한 분석적 연구에서도 사용 빈도가 제일 높은 것으로 나타났다(이재봉, 1993). 또한 체급별 발차기 기술의 사용빈도와 득점에 관한 연구(조점주, 1994), 체급별 공격 사용기술과 득점력에 관한 분석 연구(김병기, 1995), 체급별 득점 내용 분석(김용건, 1995), 태권도 경기 공격 패턴 분석(최완용, 홍성진, 최형준,

2009), 세계 여자 태권도 경기 득점 기술 분석(이기봉, 정현도, 2013)에 의하면 돌려차기가 제일 많은 것으로 나타났다.

돌려차기의 사용 빈도가 높은 이유는 다른 차기에 비해 응용이 용이하며, 연속적으로 돌려차기를 하여도 빠르고 정확하게 수행할 수 있기 때문이다. 그리고 경기 규칙의 개정으로 머리 부위의 공격 빈도도 높아졌다. 득점 관련 경기 규칙을 살펴보면 몸통부위 주먹공격이 1점, 몸통부위 발공격이 2점, 몸통부위를 몸의 회전을 이용하여 공격한 기술이 3점, 머리부위를 공격한 기술이 3점, 머리부위를 몸의 회전을 이용하여 공격한 기술이 4점으로 개정되면서 빠르고 안정적으로 공격하면서 점수를 많이 획득할 수 있는 얼굴 돌려차기의 사용빈도가 높아졌다. 따라서 본 연구에서는 발의 위치와 목표의 위치에 따라 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기의 수행을 측정하였다.

운동수행의 결과에 대한 평가는 주로 시간과 속도, 정확성, 그리고 운동수행량 등과 같은 양적인 측정을 통해서 이루어지며(김선진, 2009), 많은 스포츠에서 운동수행의 결과로 운동능력을 평가한다. 태권도 경기는 2분 3회전 동안 상대방과 겨루어 점수를 많이 획득하거나 때려눕혔을 때(knockout: KO) 승리하게 된다. 따라서 승리하기 위해서는 상대방보다 빠르고 정확하며 힘이 세야 한다. 이를 측정하기 위해 본 연구에서는 응답시간(response time), 동시적 예측타이밍(coincidence-anticipation timing), 충격력(impact force)을 측정하였다.

응답시간은 자극이 시작되는 시점부터 실제 움직임이 발생하기 전 시간인 반응시간(reaction time)과 실제 움직임의 시작부터 종료 시점까지 시간인 운동시간(movement time)의 합이라고 볼 수 있다(Keogh & Sungen, 1985). 태권도 경기에서 두 선수가 같은 시간에 공격을 하게 되면 응답시간이 빠른 선수가 상대 선수를 타격할 수 있다. 이는 득점으로 이어져 승패에 영향을 줄 것이다. 동시적 예측타이밍은 대개 물체/이미지가 시·공간의 지정된 목표 지점에 도착하는 것을 예측하는 능력으로 정의한다(Williams, Davids, & Williams, 2000). 태권도 경기에서 상대방

의 움직임을 예측하여 득점 부위에 정확하게 타이밍을 일치시켜 공격할 수 있는 능력이다. 공격하는 선수가 상대 선수의 위치나 움직임 속도를 고려하지 않는다면 아무리 공격을 해도 득점할 수 없다. 따라서 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있으며, 정확성이 요구되는 스포츠에서 성공적인 수행에 기여할 수 있는 주요 요인이라고 할 수 있다. 마지막으로 충격력은 충격 시 가해진 힘으로 태권도 경기에서 상대방에게 강한 충격을 주어 녹아웃 시킬 수 있으며, 강한 파워를 가진 상대방에게는 공격하기 어렵다. 그리고 전자 호구가 개발되면서 일정 이상의 힘이 전자 호구에 전달이 되어야 득점이 되기 때문에 승패에 영향을 줄 수 있다.

태권도 수행의 결과를 측정한 선행 연구를 살펴보면 많은 연구가 이루어지지 않았다. 응답시간과 관련된 연구는 권태원, 조혜수, 최영철(2017)의 연구를 제외한 대부분 반응시간(김민정, 나정선, 이청무, 2001; 류병관, 박영식, 2000)과 운동시간(조철훈 등, 2009; 하철수, 최만호, 김봉경, 2008)으로 나누어 연구되었다. 반응시간과 운동시간으로 나누어 연구하는 것도 의미 있다. 하지만 태권도 수행의 결과적인 측면에서는 최종적으로 반응시간과 운동시간의 합인 응답시간을 연구하는 것이 운동 수행 능력과 경기력 향상에 도움이 될 것이다. 동시적 예측타이밍과 관련된 연구(김동환 등, 2014; 박현철, 2013)에서는 제자리딛기의 유·무와 자극 속도에 따른 돌려차기의 정확성과 일관성을 연구되었다. 타이밍은 스포츠에서 매우 중요한 역할을 한다. 그리고 태권도 경기는 개방운동기술의 스포츠이기 때문에 다양한 방법으로 연구될 필요가 있다. 그리고 충격력과 관련된 연구는 겨루기, 격파, 품새 선수의 충격력을 비교한 연구(이영림, 함우택, 하철수, 2010)와 태권도 선수와 용무도 선수의 타격 높이에 따른 차이를 비교한 연구(O'Sullivan, Chung, Lee, Kim, Kang, Kim, Shin, 2009)가 이루어졌다. 하지만 태권도 경기력에 도움이 될 수 있는 연구는 부족하다. 따라서 태권도 경기 상황에 적용 가능한 연구는 경기력 향상에 도움이 될 것이다.

이와 같이 선행 연구의 고찰을 통해 본 연구는 선행연구의 제한점을 보완하여 태권도 경기력 향상에 도움이 되고자 한다. 첫째, 선행 연구에

서 제자리딛기와 연결한 기술이 효율적이라는 연구 결과를 보여주었지만 제자리딛기의 단순 유·무와 관련한 연구가 대부분이었다. 태권도가 경기화되면서 제자리딛기의 템포가 빨라졌기 때문에 템포에 따른 연구가 필요하다. 둘째, 돌려차기는 다른 차기에 비해 빠르고 강하며 응용이 용이하여 다양한 방법으로 수행된다. 따라서 발의 위치와 목표의 높이에 따라 다양하게 연구되어질 필요가 있다.

본 연구에서는 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 차이를 비교해서 제자리딛기의 효율적인 템포 범위를 제시해 줄 수 있을 것이며, 돌려차기 유형에 따른 차이는 태권도 경기에서 득점을 위한 전략에 도움이 될 것이다. 따라서 경기력 향상에 도움이 될 것이며, 운동기술 학습에 중요한 정보를 제공할 것이다.

제 2 절 연구의 목적

본 연구의 목적은 태권도에서 제자리딛기 템포(100, 120, 140, 160, 180 bpm)와 돌려차기 유형(앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기)이 수행(응답시간, 동시적 예측반응시간, 충격력)에 미치는 영향을 알아보고자 하는데 있다.

제 3 절 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 설정한 연구의 가설은 다음과 같다.

1-1. 제자리딛기 템포에 따른 응답시간의 차이가 있을 것이다.

1-2. 돌려차기 유형에 따른 응답시간의 차이가 있을 것이다.

1-3. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 응답시간의 차이가 있을 것이다.

2-1. 제자리딛기 템포에 따른 동시적 예측타이밍 오차(방향성, 정확성, 일관성)의 차이가 있을 것이다.

2-2. 돌려차기 유형에 따른 동시적 예측타이밍 오차(방향성, 정확성, 일관성)의 차이가 있을 것이다.

2-3. 자극 속도에 따른 동시적 예측타이밍 오차(방향성, 정확성, 일관성)의 차이가 있을 것이다.

2-4. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형 그리고 자극 속도에 따른 동시적 예측타이밍 오차(방향성, 정확성, 일관성)의 차이가 있을 것이다.

3-1. 제자리딛기 템포에 따른 충격력의 차이가 있을 것이다.

3-2. 돌려차기 유형에 따른 충격력의 차이가 있을 것이다.

3-3. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 충격력의 차이가 있을 것이다.

제 4 절 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 있어서 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째. 본 연구는 왼 겨루기준비에서 측정하였기 때문에 돌려차기 유형에 따른 비교를 위해 연구 참여자를 오른발잡이로 구성하였다.

둘째, 측정 시 실험실 환경(온도 및 습도 등)과 연구 대상자가 가지고 있는 심리적, 생리적 요인 등을 완전히 통제하지 못하였다.

제 5 절 용어의 정의

본 연구에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

딛기 - 태권도 경기에서 발의 움직임을 말하며, 보법(步法), 스텝(step), 발놀림, 딛기, 짓기 등의 용어로 사용되어오다 용어의 혼란을 정립하기 위해 국기원(2010)에서 딛기로 제정하였다. 다른 종목은 그 종목에서 사용하는 용어로 정의하였다.

제자리딛기 - 두 발을 제자리에서 가볍게 뛰는 동작으로 신체의 중심을 앞발과 뒷발의 중앙에 두고 제자리에서 두 발을 동시에 뛰는 동작이다(국기원, 2010).

템포 - 메트로놈 박자의 속도를 말하며, 템포의 표시는 1분 사이의 박자 수(bpm - beats per minute)로 정의하였다.

응답시간 - 응답시간(response time)은 자극이 제시되어 동작 반응이 일어나는 순간까지의 반응시간(reaction time)과 동작 반응이 일어나는 순간부터 동작이 끝나는 운동시간(movement time)의 합으로 반응시간측정기를 통해 연구 참여자가 불빛 자극에 반응하여 돌려차기를 수행하여 적외선 센서가 감지하는 위치에 발이 닿은 시간으로 정의하였다.

동시적 예측타이밍 - 동시적 예측타이밍은 대개 물체/이미지가 시·공간의 지정된 목표 지점에 도착하는 것을 예측하는 능력(Williams et al., 2000)으로 본 연구에서는 예측반응시간측정기(Modified Bassin Anticipation Timer)의 불빛이 목표 지점인 마지막 불빛과 적외선 센서가 감지하는 위치에 돌려차기를 하여 타이밍을 일치시키는 것으로 정의하였다.

충격력 - 충격력(impact force)을 측정하기 위해 표본 추출 비율을 1000Hz(1000 frame/sec)로 설정한 Qualisys Track Manager(QTM, Sweden) 프로그램과 가속도계가 내장된 펀칭백을 연결하였다. 연구 참

여자가 펀칭백을 찼을 때 최대값을 추정 충격력을 구하는 수식에 대입하여 충격력을 구하였다.

앞발 몸통 돌려차기 - 왼 겨루기준비에서 앞에 위치한 왼발로 몸통 높이에 돌려차기 하는 것으로 정의하였다.

뒷발 몸통 돌려차기 - 왼 겨루기준비에서 뒤에 위치한 오른발로 몸통 높이에 돌려차기 하는 것으로 정의하였다.

앞발 얼굴 돌려차기 - 왼 겨루기준비에서 앞에 위치한 왼발로 얼굴 높이에 돌려차기 하는 것으로 정의하였다.

뒷발 얼굴 돌려차기 - 왼 겨루기준비에서 뒤에 위치한 오른발로 얼굴 높이에 돌려차기 하는 것으로 정의하였다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 태권도의 딛기

태권도에서 발의 움직임을 보법(步法), 스텝(step), 발놀림, 딛기, 짓기 등의 용어로 사용되어 왔다. 이러한 용어의 혼란을 정립하기 위해 국기원에서는 2010년 8월 '태권도 기술 용어집'을 발간하면서 딛기로 제정하였다.

상대방과의 거리 조절 및 공격과 방어동작 수행을 위해, 발을 여러 곳으로 움직이거나 방향을 바꾸는 동작. 태권도에서 이루어지는 발의 모든 움직임을 포함하며, '내딛기, 돌아딛기, 모딛기, 물러딛기, 옆딛기, 제자리 딛기' 등으로 활용한다.

내딛기(Naeditgi) - 몸의 중심을 앞으로 이동하는 동작. 몸의 중심을 앞쪽으로 이동하며 앞발 또는 뒷발을 한 걸은 이상 내딛는 동작으로 앞발이 먼저 나가면 '앞발 내딛기', 뒷발이 먼저 나가면 '뒷발 내딛기'로 활용한다.

돌아딛기(Doraditgi) - 왼쪽이나 오른쪽으로 방향을 바꾸며 도는 동작. 한쪽 발을 중심으로 하여 다른 발을 시계 방향 또는 시계 반대 방향으로 돌려 딛는 동작으로 윗몸이 왼쪽 뒤로 돌 때는 '왼 돌아딛기', 윗몸이 오른쪽 뒤로 돌 때는 '오른 돌아딛기' 등으로 활용한다.

모딛기(Moditgi) - 몸의 중심을 대각선으로 이동하는 동작. 왼발 또는 오른발을 대각선 방향으로 내딛거나 물러 딛으며 왼 앞쪽, 왼 뒤쪽, 오른 앞쪽, 오른 뒤쪽 등으로 몸의 중심을 이동하는 동작이다.

물러딛기(Mulleoditgi) - 몸의 중심을 뒤로 이동하는 동작. 몸의 중심

을 뒤쪽으로 이동하며 앞발 또는 뒷발을 한 걸음 이상 뒤로 물러 딛는 동작으로 '앞발이 먼저 빠지면' 앞발 물러딛기', 뒷발이 먼저 빠지면 '뒷발 물러딛기'로 활용한다.

옆딛기(Yeopditgi) - 몸의 중심을 왼쪽이나 오른쪽으로 이동하는 동작. 몸의 중심을 왼쪽이나 오른쪽으로 이동하며 이에 맞춰 발을 옆으로 움직이는 동작이다.

제자리딛기(Jejariditgi) - 두 발을 제자리에서 가볍게 뛰는 동작. 신체의 중심을 앞발과 뒷발의 중앙에 두고 제자리에서 두 발을 동시에 뛰거나, 앞발과 뒷발을 교대하면서 뛰는 동작이다.

(국기원, 2010).

제 2 절 태권도의 돌려차기

차기란 다리를 끌어올려 발의 사용부위로 상대의 목표부위를 가격하는 기술이다. 차기 기술에는 앞차기, 옆차기, 돌려차기, 반달차기, 뒤차기, 밀어차기, 후려차기, 내려차기 등 여러 가지 형태가 있는데, 이 중 차기 기술의 기본은 앞차기, 옆차기, 돌려차기, 뒤차기, 뒤후리기, 내려차기이며 나머지 기술은 응용된 차기 기술로 분류되고 있다(국기원, 2006).

그 중에서 돌려차기 기술은 태권도에서 가장 많이 사용하는 기본적인 차기 기술로 충격력과 속도 면에서 가장 효율적인 차기로 밝혀졌다(성낙준 등, 1986). 또한 다른 차기에 비해 딛기를 이용한 응용이 용이하며, 연속적으로 돌려차기를 하여도 빠르고 정확하게 수행할 수 있다.

돌려차기 동작을 살펴보면 먼저, 발로 지면을 밀어 얻어낸 외력으로 앞의 축이 되는 지지발에 체중을 옮기면서 골반을 회전시킨다. 동시에 차는 발의 무릎을 접어 대퇴를 직선으로 끌어올리고 몸통에서 전달되는 각운동량을 대퇴에서 발로 차례대로 전이시키며 접었던 무릎을 펴 목표를 가격하는 기술이다(김종권, 2016).

선행 연구를 통해서 돌려차기의 사용 빈도와 득점 등을 살펴보면 태권도 공격기술의 사용빈도와 득점에 관한 연구에서 사용빈도가 가장 많은 것으로 나타났다(이계승, 1991). 태권도 경기 중 선재공격과 역습 공격의 득점력에 관한 분석적 연구에서도 사용 빈도가 제일 높은 것으로 나타났으며(이재봉, 1993), 체급별 발차기 기술의 사용빈도와 득점에 관한 연구(조점주, 1994), 체급별 공격사용기술과 득점력에 관한 분석 연구(김병기, 1995), 체급별 득점 내용 분석(김용건, 1995), 태권도 경기 공격패턴 분석(최완용 등, 2009), 세계 여자 태권도 경기 득점 기술 분석(이기봉, 정현도, 2013)에 의하면 돌려차기를 제일 많은 사용하는 것으로 나타났다.

따라서 돌려차기는 다양하게 연구되었다. 돌려차기의 선행 연구를 살펴보면 초기에는 단순히 돌려차기 동작의 운동학적(김종덕, 2011; 오정환, 최수남, 2004; 윤창진, 채원식, 2008, 2011;이재봉, 2001; 이종갑, 2004) 또는 운동역학적(김창국, 1992; 지용석, 박인태, 강영석, 2008) 연구가 많이 이루어졌다. 하지만 태권도 경기에서 돌려차기는 다양한 방법으로 사용된다. 따라서 스탠스의 유형(서대경, 이영덕, 2010; 송성섭, 이연종, 진승태, 2000; 이강문, 정태운, 강성철, 2011), 발의 자세(이연종, 진승태, 2011; 박찬호, 정진성, 2015) 그리고 목표의 높이(고석곤, 2010; 김태완 등, 2010; 안현상, 소재무, 2006)에 따른 돌려차기 연구가 이루어졌으며, 태권도 수준에 따른 비교 연구(김재웅 등, 2018; 박진서 등, 2016; 신제민, 김로빈, 1999; 심성구, 2009; 이연종, 황원섭, 2017; Thibordee & Prasartwuth, 2014)와 다른 무도 동작과의 비교 연구(양창수, 2001; 이선기, 2006)도 이루어졌다. 최근에는 경기력과 관련하여 딛기와 연결한 돌려차기의 연구(강길현, 2014; 강성철, 2017; 김동환 등, 2014; 김종권, 구희곤, 2016; 박찬호, 2014; 박현철, 2013; 윤주식, 최명수, 하철수 2011; 조철훈, 최철영, 이충영, 박명수, 2011; 하철수, 윤주식, 김정주, 2011; 함우택, 강길현, 백문종, 2011)가 많이 이루어지고 있다. 딛기를 이용한 공방은 상대방과의 거리 조절은 물론 빠른 공수와 타이밍에 더 효과적이기 때문이다.

제 3 절 사전 반동과 Stretch-Shortening Cycle

던지기, 점프 등 대부분의 운동 과제에서 수행자는 주 동작 이전에 목표하는 운동의 반대 방향으로 움직이게 되는데 이를 반동(countermovement)이라고 한다(Bobbert et al., 1996). 대부분의 파워풀한 활동은 반동을 이용하며(Newton, 1998), 사전 반동의 목표는 최종 속도를 높이는 것이라고 할 수 있다(Bober & Erdmann, 1976).

인간의 의도된 움직임에는 운동 수행에 유익한 영향을 줄 수 있는 반동 동작이 선행되고, 이 반동 동작의 효과는 에너지를 저장할 수 있는 근육의 속성에 의해 설명된다(Denoth, 1985). 반동 동작은 원심성 수축(encentric contraction) 국면에서 주요 골격근에 대한 강압적 스트레치(forced stretch)가 발생하고, 구심성 수축(concentric contraction) 국면에서 회복할 수 있는 탄성에너지를 저장한다(Denoth, 1985; Leemputte, Spepen, Willems, & Stijnen, 1983).

이와 같이 근육이 원심적으로 사전-스트레치 되었다가 구심적으로 단축되는 일련의 근수축 형태를 Stretch-Shortening Cycle(SSC)(Komi & Bosco, 1978; Ingen Schenau, Bobbert, & Haan, 1997)이라 한다. 강압적으로 사전-스트레치 되었다가 구심성 수축을 하게 되면, 단순히 구심성 수축만 하는 것에 비해 최종 국면에서 보다 큰 일을 하여 수행력을 향상시킨다(Bobbert et al, 1996; Enoca, 2002; Komi, 1984). 다시 말해, SSC에서 근육이 스트레치 되는 동안 직렬탄성조직에는 탄성에너지가 저장되는데 이를 재사용함으로써 구심성 수축 국면에서 보다 많은 에너지를 생성한다는 것이며, 결과적으로 이러한 에너지에 의해 힘, 파워, 일량 등이 증가한다(Anderson & Pandy, 1993).

SSC에 영향을 미치는 요인으로 Komi와 Gollhofer(1997)는 사전 스트레치 단계 이전 근육의 적절한 타이밍으로 인한 사전 근활동(pre-activation), 스트레치에 이은 구심성 수축의 빠른 전환, 빠른 속도의 스트레치 등을 제시하였으며, 달리기나 호핑과 같이 SSC가 효과적으로 작용되는 동작에서는 근에서 측정된 힘이 전형적인 바운싱 볼의 형태

를 띤다고 하였다. Bosco 등(1981)은 사전-스트레치의 속도가 클수록 그리고 신전에서 단축으로 전환되는 커플링 타임(coupling time)이 짧을수록 구심성 국면의 수행력이 증가하였다고 하였다. 그리고 Voigt 등(1995)은 점프의 다양한 조건(스쿼트, 반동, 30, 60, 90cm 드롭 점프)를 분석하여 반동 점프와 30cm 드롭 점프에서 가장 높은 수행력을 보여주었다. 이는 반동 점프와 30cm 드롭 점프에서와 같은 비교적 저강도 스트레치는 근섬유의 과도한 스트레치를 방지해서 건의 탄성에너지의 방출과 협력하여 구심성 일을 발생시키는 근섬유의 에너지를 보존하는 역할을 하였다고 제시하였다.

선행연구를 살펴보면, 상지의 연구에서 Leemputte 등(1983)은 하나의 활동적인 근육군 만으로 자유롭게 조직된 운동에서 팔 수축 시 사전-스트레치의 영향을 규명하기 위해 팔의 수축근을 대상으로 중력과 무관한 반동 동작을 하는 것과 하지 않는 연속적인 검사를 수행시킨 결과, 반동 동작을 수행한 경우 더 높은 에너지를 발생시키는 것으로 나타났다.

Wilson, Wood, 그리고 Elliott(1991)은 역도 선수를 대상으로 리바운드 벤치 프레스와 순수 구심성 벤치 프레스를 수행시켰다. 사전-스트레치로부터 온 구심성 운동의 이점과 리바운드 벤치 프레스 SSC 부분의 수행 동안 동작의 주파수가 획득되었다. 역도 선수들은 직렬탄성요소 진동의 자연적인 주파수와 일치하여 리바운드 벤치 프레스 운동의 SSC 국면을 수행하는 것으로 관찰되었으며, 이러한 결과들은 리바운드 벤치 프레스에서 적합하고 견고한 공명-순응적인 직렬탄성요소였다고 해석할 수 있다.

Wilson, Elliott, 그리고 Wood(1992)는 역도선수를 대상으로 유연성 훈련이 SSC 수행력에 어떠한 영향을 주는지 알아보았다. 유연성 훈련 후 직렬탄성요소의 견고성은 감소를 가져왔으며, 리바운드 벤치 프레스의 초기 구심성 국면 동안 더 큰 일을 수행하였고 더 큰 부하를 들어올렸다. 그리고 유연성 훈련의 결과 실험 집단이 순수 구심성 벤치 프레스 동작보다 리바운드 벤치 프레스에서 수행력 차이가 나타났다. 유연성 훈련으로 증가된 리바운드 벤치 프레스 수행력은 직접적으로 직렬탄성요소

의 견고성 감소와 리바운드 벤치 프레스를 하는 동안 탄성에너지의 활용도를 높인 것을 암시한다.

Wilson, Murphy, Walshe, 그리고 Ness(1996)는 SSC 동작이 자연적인 주파수와 동작의 주파수가 동일하지 않을 경우 수행에 유해한 효과가 있는지를 검증하기 위해 SSC 벤치 프레스와 구심성 벤치 프레스를 수행시켰다. 그 결과 사전-스트레치가 구심성 수행을 촉진시키지 않는 것으로 관찰되었으며, 자연적 근-인대 체계의 주파수와 SSC 동작의 주파수 간에 중요한 차이가 발견되었다. 연구자는 공명을 이루지 못한 것이 SSC 동작에 좋지 않은 영향을 준 것으로 결론지었다.

최치선, 정철수, 신인식(2014)의 연구에서는 태권도 주춤서 지르기에서 SSC이 관절 파워에 미치는 효과에 대해 알아보았다. 그 결과 골반을 선회전 시키는 집단은 원심성 수축에 이은 구심성 수축의 양상을 보여 SSC 효과를 나타내고 있었으나, 골반과 상체를 동시에 회전시키는 비선회전 집단은 골반 회전동작 구간에서 허리의 구심성 수축만을 하고 있는 COC의 특성을 확인할 수 있었다. 즉, 선행연구(최치선, 2013)에서 나타난 선회전 집단의 속도, 파워, 일량 등의 증가 원인은 SSC 효과 때문인 것으로 나타났다.

하지의 연구에서 Bobbert, Huijing, 그리고 van Ingen Schenau(1987a)는 반동 점프, 바운스 드롭 점프, 반동 드롭 점프를 비교한 결과 무릎과 발목 관절에 대한 모멘트와 파워의 경우 바운스 드롭 점프, 반동 드롭 점프, 반동 점프 순으로 큰 값이 나타났다. 이 결과로 바운스 드롭 점프가 무릎 관절의 신전근과 발목 관절의 저측굴곡근의 역학적 출력을 향상시키고자 하는 선수에게 적절할 것이라고 하였다.

Bobbert Huijing, 그리고 van Ingen Schenau(1987b)은 후속 연구로 바운스 드롭 점프의 높이의 영향을 규명하고자 하여 20, 40, 60cm의 높이에서 바운스 드롭 점프를 실시하였다. 그 결과 20과 40cm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 발목 관절에 대한 역학적 출력과 모멘트의 최대값은 40cm이 20과 60cm보다 높게 나타났다. 또한 관절력은 낙하높이에 따라 증가하였으며, 60cm 높이에서 발뒤꿈치가 지면에 접촉하는

순간 관절력이 급격한 피크를 보였다. 이러한 결과로 트레이닝에서의 높이를 20~40cm으로 제한하는 것이 타당할 것이라고 하였다.

Bobbert 등(1996)은 배구선수를 대상으로 반동 점프와 스쿼트 점프를 실시하였다. 이지의 시작 자세가 동일하였음에도 불구하고 반동 점프의 높이가 높게 나타났다. 반동 점프의 수행력은 추진을 위한 시작 국면에서 보다 높은 관절 모멘트를 생성할 수 있기 때문이라고 하였다.

Fukashiro와 Komi(1987)는 사전 반동의 유형(스쿼트 점프, 반동 점프, 호핑 점프)에 따라 하지 분절의 관절 모멘트와 역학적 일률이 어떻게 변하는지 분석하였다. 그 결과 모든 관절의 최대 모멘트에서 반동 점프가 스쿼트 점프보다 높게 나타났으며, 역학적 일량은 고관절에서만 반동 점프에서 큰 값이 나타났다. 한편 호핑 점프는 반동 점프와 스쿼트 점프와 비교해서 발목 관절의 굴곡근이 크게 나타났으며, 근육의 탄성이 반동 점프보다 크게 작용한다고 하였다.

Voigt 등(1995)은 스쿼트 점프, 반동 점프, 30, 60, 90cm 드롭 점프의 조건에서 최대 수직 점프를 수행하였다. 그 결과 반동 점프와 30cm 드롭 점프에서 가장 높은 수행력을 보여주었다. 상대적으로 저강도의 스트레치에서 근육 활성화가 시작될 때 느린 사전-스트레치가 근섬유의 과도한 스트레치를 방지했으며, 근섬유의 에너지를 보존하는 역할을 하였다고 할 수 있다.

Bosco 등(1982)은 SSC 기전과 관련된 운동에서 탄성에너지의 활동과 함께 근활동의 증가가 수행력에 미치는 영향을 연구하였다. 반동 점프와 스쿼트 점프를 수행하였으며, 각 점프 조건에서 15~220%의 하중을 가하면서 수행되었다. 그리고 20~100cm의 높이에서 드롭 점프도 수행되었다. 그 결과 반동 점프에서 사전-스트레치는 일을 증가시켰으며, 드롭 점프도 스쿼트 점프보다 큰 근전도 활동이 나타났다. 이는 탄성에너지의 활용과 반사 강화에 의한 것이라 하였으며, 모두 SSC 운동에 효과적으로 작용한다고 주장하였다.

Bosco 등(1981)은 SSC 기전의 최적화를 위한 조건에 대하여 연구하였다. 반동 점프에서 무릎 관절의 각변위, 사전-스트레치의 속도, 사전-

스트레치 후반에 발생하는 힘이 주요 관심 변수였다. 또한 각변위와 반력 곡선으로부터 원심성 국면에서 구심성 국면으로 전환하는 커플링 타임은 기록되었다. 반동 없는 점프와 비교하여 반동 점프는 구심성과 역학적 파워에서 423N(66%)와 1158N(81%)의 향상을 나타냈다. 사전-스트레치의 후반이 높을수록 상승작용 효과는 높다. 유사하게 구심성 국면에서 사전-스트레치 속도와 짧은 커플링 타임은 수행의 향상과 관련이 있었다. 이 결과 사전-스트레치 조건의 변화는 엑토-마이오신 교차 다리의 형성을 수정하고 탄성 에너지의 저장과 이용은 높은 사전-스트레치 속도, 높은 원심력, 짧은 커플링 시간과 관련하여 변화하는 것으로 해석된다. 반사 강화의 역할 또한 최종 수행을 향상하는 것으로 생각된다.

정철수, 최치선, 김용운, 이세용(2006)은 수동적 스트레칭이 반동 점프 동작 시 수행능력과 근력의 감소를 가져오는지의 여부를 점프 높이와 근 토크 측정을 통해 확인하고, 수동적 스트레칭 후 감소된 근력과 수행력의 회복에 걸리는 시간과 회복기 동안 하지의 여러 변화에 대해 살펴보았다. 연구 결과 하지의 수동적 스트레칭은 유연성 증가에 도움을 주었으며, 특히 슬관절의 최대동작범위가 유의하게 증가하였다. 이 같은 유연성의 증가는 최소 60분 이상 지속되는 것으로 나타났다. 반동 점프 시 수동적 스트레칭 후 20분경에 점프 높이의 최소값을 기록하였고, 스쿼트 점프 시 스트레칭 이후 점프 높이가 점증적으로 증가되는 패턴을 기록하였다. 반동점프 시 수동적 스트레칭 후 20분 이후가 되어서야 회복이 진행된다. 수동적 스트레칭 직후 하지의 근 토크 측정 시 유의한 감소가 나타났고, 이후 근력이 점차 회복되어 스트레칭 후 약 30분경에 원래의 근력 수준으로 회복되었다. 위의 결론들을 바탕으로 최상의 운동 수행을 위한 수동적 스트레칭 적용은 유연성, 근력, 민첩성 등을 요구하는 운동종목의 준비 운동 단계에서 운동 수행자의 안전과 최대 수행능력을 위해 최소 30분 전에 스트레칭이 이루어져야 한다고 하였다.

김세영(2017)은 높이에 따른 점프 전략을 이해하기 위해 반동을 이용한 수직 점프 시 상변화 시점에서의 지면반력 벡터가 높이에 따라 어떻게 변하는지 분석하였는데 점프 높이가 증가함에 따라 반동 시 무게중심

을 낮추고, 수평, 수직 방향의 힘을 증가시키는 것이 관찰되었는데, 이는 추진일을 증가시키기 위해 관절의 가용범위를 넓히고 초기 힘(또는 가속도) 이득을 늘리기 때문으로 생각된다.

제 4 절 템포

템포는 음악에 있어서 곡이 얼마나 빠른지 느린지에 대한 속도를 의미하는 것으로서 일반적으로 감상자가 규칙적으로 반복된다고 지각한 박의 속도와 관련된다(McAuley & Cheng, 2010). 초기에는 인간의 맥박수 혹은 자연적인 걸음걸이 수를 기준으로 대략적인 빠르기를 표기하는 방법이 사용되었다(김태홍, 2012). 하지만 인간의 맥박 수나 걸음걸이 수는 사람마다 다르기 때문에 일관적인 속도로 나타내기 어려웠다. 또한 음악의 템포를 너무 느리게 한 경우 이벤트의 진행 자체를 인지하는 것이 어려워진다. 반대로 템포를 너무 빠르게 한 경우에는 이벤트들이 중첩되어 인지하기도 어려울 뿐만 아니라 소음에 가까운 상태가 된다. 이런 이유에서 모든 음악은 특정한 범위의 템포에서 만들어진다.

1812년 네델란드의 빈켈에 의해서 메트로놈이 발명되었고, 규칙적인 빠르기의 속도를 제시할 수 있게 되었다. 메트로놈의 표기는 “M.M.=60”과 같이 나타내는데, 이는 박의 지속 시간이 1초일 때 1분당 주어지는 박의 수가 60의 속도로 반복된다는 것이다(Repp, 1994). 또한 템포의 표기는 bpm(beats per minute)으로 1분에 몇 개의 비트로 구성되는가를 나타낸다. 일반적으로 DAW(Digital Audio Workstation) 환경에서는 40~300 bpm, 메트로놈은 40~208 bpm까지만 지원하는 것도 이러한 이유에서다. 대중음악은 대체로 60~200 bpm 범위 내에 존재한다(Moelants, 2002; Gouyon & Dixon, 2005).

다이내믹시스템이론의 관점에서 템포는 제어매개변수(control parameter)라고 설명할 수 있다. Kelso 등(1990)의 연구에 따르면 메트로놈의 템포가 빨라지면 갑자기 반대 위상에서 같은 위상으로 패턴이 변하였다. 이와 같이 반대 위상에서 같은 위상으로의 전환은 의도적인 것이

아니고 특정한 움직임 속도에서 저절로 발생하였다. Carson(1996)의 연구에서도 점차 증가하는 메트로놈의 박자에 검지를 펴는 과제를 하였는데 임계 주파수에서 갑작스러운 전이가 발생하였다. 이외에 속도의 작용으로 발생하는 걷기에서 달리기 또는 달리기에서 걷기로의 변화에서도 입증되었으며(Diedrich & Warren, 1995, 1998; Farinatti & Monteiro, 2010; Wagenaar & van Emmerik, 1994), 수영의 크롤 스트로크도 특정한 속도에서 자연적인 팔의 협응패턴 변화를 보여주었다(Seifert, Chollet & Bardy, 2004). 즉, 빠른 속도에서 같은 위상의 움직임이 안정한 상태를 갖기 위해 이러한 전환이 발생하는 것이다.

템포에 따른 선행연구를 살펴보면 Shin과 Demura(2007)의 연구에서는 노인의 동적 균형 능력을 템포에 따른 스텝 테스트의 효과로 알아보았다. 메트로놈이 제공하는 템포(40, 60, 120 bpm)에 맞춰 탭핑과 스탭핑을 하는 실험으로 메트로놈의 신호음에 따른 탭팅과 스탭핑의 시간차와 스탭 테스트에서 두발 및 한발지지 시간을 알아보았다. 40 bpm의 탭핑과 스탭핑에서 남성의 시간차가 더 컸으며, 스텝 테스트에서 노인의 시간차와 두발지지는 40, 60, 120 bpm 순으로 더 크고, 한발지지는 40 bpm이 60 또는 120 bpm보다 작았다. 젊은 성인의 한발지지는 40, 60, 120bpm 순으로 컸다. 40과 60 bpm에서 연령과 유의한 차이가 나타났고 노인은 시간차와 양발지지 시간이 더 컸고 젊은 성인은 한발지지 시간이 더 길었다. 결론적으로 느린 템포의 스텝 테스트는 긴 한발지지 단계가 필요하기 때문에 노인의 동적 균형을 평가하는데 효과적이다.

Shin과 Demura(2009)의 연구에서는 노인의 나이와 다리 강도의 관계를 템포에 따른 스텝 테스트로 알아보았다. 평가는 메트로놈 소리와 바닥에 닿는 시간과 한발지지와 두발지지 시간, 그리고 무릎의 신장 강도를 측정하였다. 시간차와 두발지지 시간은 40, 60, 120 bpm의 순서로 길었고, 한발지지 시간은 40 bpm에서 짧았다. 40 또는 60 bpm에서는 연령에 따른 유의한 차이가 나타났다. 고연령 그룹이 더 길었으며 한발지지 시간은 더 짧았다. 그리고 평가변수는 무릎의 강도와 유의한 차이를 나타냈다. 결론적으로 느린 템포(40, 60bpm)의 스텝 테스트는 한발지지 시

간이 길기 때문에 동적 균형 능력과 노인의 다리 강도를 평가하는데 효과적이다.

Shin과 Demura(2010)의 연구에서는 노인을 대상으로 템포에 따른 스텝 테스트와 일상 활동 능력 그리고 보행 시간의 관계를 알아보았다. 활동 수준과 낙상 경험에 따라 4개의 그룹으로 나누었으며 40, 60, 120 bpm의 템포에 맞춰 20초 동안 제자리 스텝을 하였다. 40, 60, 120 bpm에서 시간차가 크게 나타났다. 활동 수준이 낮은 그룹의 40 bpm에서만 시간차가 나타났다. 모든 그룹에서 시간차와 보행시간의 상관관계가 나타났다. 40과 60 bpm의 템포에서의 스텝 테스트에서 시간차를 보여주었고 저활동그룹에서 보행 시간과 적절한 상관관계를 보였지만 고활동그룹에서는 낮은 상관관계를 보여주었다. 결론적으로 스텝 테스트는 체력이 비교적 낮은 일본인 고령자의 균형 능력 평가에 효과적이다.

Shin과 Demura(2012)의 연구에서는 템포에 따른 스텝으로 균형 능력 평가를 하였다. 과제는 40, 60, 120 bpm의 템포에 맞춰 한 발을 앞으로 갔다가 뒤로 오는 것이었다. 평가 매개 변수로 발이 땅에 닿는 시간 사이의 차이를 측정하였다. 노인 여성 그룹에서만 유의한 차이가 나타났고, 60 bpm 보다 40과 120 bpm에서 시간차가 더 컸다. 그리고 시간차와 보행시간과의 상관관계는 낮았다. 이 테스트는 무게 중심의 이동을 통한 균형의 불안정성을 의도적으로 생성하기 때문에 균형 감각이 떨어지고 걷기 능력이 떨어진 노인은 성공적으로 수행하지 못할 수도 있다. 따라서 노인의 균형 능력을 평가하는데 효과적이라 생각된다.

Miura 등(2013a)의 연구에서는 서기에서 전신의 리드미컬한 움직임의 행동지각 협응을 다이내믹 관점에서 스트리트 댄서과 댄서가 아닌 초보자를 비교하였다. 60 ~ 220의 메트로놈 템포에 맞춰 무릎을 펴고 접는 동작을 수행하였다. 이 연구에서는 숙련에 상관없이 위상 전이와 이력이 나타났으며, 스트리트 댄서의 경우 더 높은 템포에서 나타났으며, 이는 댄서와 댄서가 아닌 초보자 간에 동적 특성이 다를 수 있음을 시사한다.

Miura, Kudo, Ohtsuki, Kanehisa, 그리고 Nakazawa(2013b)의 연구에서는 전신 감각운동 동기화 움직임이 근육의 동시수축 수준과 숙련의 정

도와 관련되어 있다는 것을 증명하기 위해 스트리트 댄스 움직임 과제를 하는 동안 근육의 동시수축을 조사하였다. 과제는 40 ~ 180의 메트로놈 템포에 맞춰 무릎을 펴고 접는 동작하였으며, 근 활성화 분석과 비디오 촬영을 하였다. 근육의 공동수축은 숙련의 정도에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 과제를 하는 동안 하지에서 숙련의 정도와 근육의 동시수축의 수준의 관계를 밝혔으며, 근육 동시수축의 감소는 인간 운동학습에서 공통적이라는 증거를 제공하였다. 또한 전신 감각운동 동기화에 근육의 동시수축은 중요한 매개변수라는 것을 보여주었다.

Miura, Fujii, Yamamoto 그리고 Kudo(2015)의 연구에서는 다이내믹 시스템 관점에서 리드미컬한 댄스의 운동제어를 리뷰하였다. 일련의 연구에서 신체 일부의 리듬 운동을 다른 신체의 일부와 일치시킬 때, 다른 사람의 움직임과 일치시킬 때 또는 약간의 위상차가 있는 청각적 비트와 일치시킬 때 의도하지 않은 자율적인 동조가 특유한 동조 패턴이 발생한다하는 것을 밝혔다. 운동 시스템은 리듬 운동 중에 기존에 가지고 있는 자기조직 경향을 보여준다. 연습은 기존의 경향을 바꿀 수 있으며 한 부분의 연습이 전체 시스템 내에서 바꿀 수 있다는 것에 주목할 만하다. 다이내믹 시스템 접근을 적용한 연구가 리듬 운동의 템포가 시스템의 패턴 변화를 이끌어내는 제어 매개 변수임을 확인했다.

제 5 절 운동결과의 측정

운동수행의 결과에 대한 평가는 주로 시간과 속도, 정확성, 그리고 운동수행량 등과 같은 양적인 측정을 통해서 이루어지며(김선진, 2009), 많은 스포츠에서 운동수행의 결과로 운동능력을 평가한다. 스포츠에서 시간은 정해진 거리에 대해 얼마나 빨리 수행하는지를 측정하며, 대표적인 예로 육상의 달리기와 수영의 경영이 있다. 정확성은 운동수행의 결과와 수행목표의 차이를 측정하며, 대표적인 예로 사격과 양궁이 있다. 그리고 운동수행량은 운동수행의 양을 직접 측정하는 것으로 대표적인 예로 창던지기(길이)와 역도(무게)가 있다. 이와 같이 운동결과의 한 가지를 측

정하는 스포츠 종목도 있지만 여러 가지를 측정하여 평가하는 종목도 있다. 대표적인 예로 바이애슬론을 들 수 있으며 스키를 타는 시간과 사격의 정확성으로 운동수행에 대한 결과를 평가한다.

1. 시간의 측정

주어진 시간에 더 많은 것을 해내거나 짧은 시간에 주어진 양의 움직임을 생산할 수 있는 수행가자 더 숙련되었다고 할 수 있다. 이 두 측정의 본질은 동일하다. 왜냐하면 시간의 측정(time/unit)은 속도의 측정(1/(time/unit) = units/time)으로 쉽게 변환될 수 있기 때문이다. 속도와 시간의 측정은 운동행동 연구에서 많이 사용되어 왔으며, 반응시간(reaction time)과 운동시간(movement time)이 일반적인 예이다(Schmidt & Lee, 2011).

반응시간 - 반응시간(reaction time)은 갑자기 또는 예상치 못한 신호에 대한 반응이 시작될 때까지의 시간을 측정한 것이다. 그림 1은 반응시간의 패러다임을 보여주는 것으로 실험 참여자에게 무작위로 결정된 사전기간(foreperiod)인 경고 신호(warning signal)를 주고 자극을 제시하였다. 또한 자극에 대하여 반응을 보일 때 나타나는 근육의 활동을 근전도로 측정하여 반응시간을 근반응시간(premotor time)과 근운동시간(motor time)으로 나누었다(Schmidt & Lee, 2011).

운동시간 - 운동시간(movement time)은 일반적으로 반응의 시작(response begins)부터 움직임이 종료(response ends)되는 시간까지를 말한다(Schmidt & Lee, 2011).

응답시간 - 응답시간(response time)은 자극이 시작되는 시점부터 실제 움직임이 발생하기 전 시간인 반응시간(reaction time)과 실제 움직임의 시작부터 종료 시점까지 시간인 운동시간(movement time)의 합이라고 볼 수 있다(Keogh & Sungen, 1985).

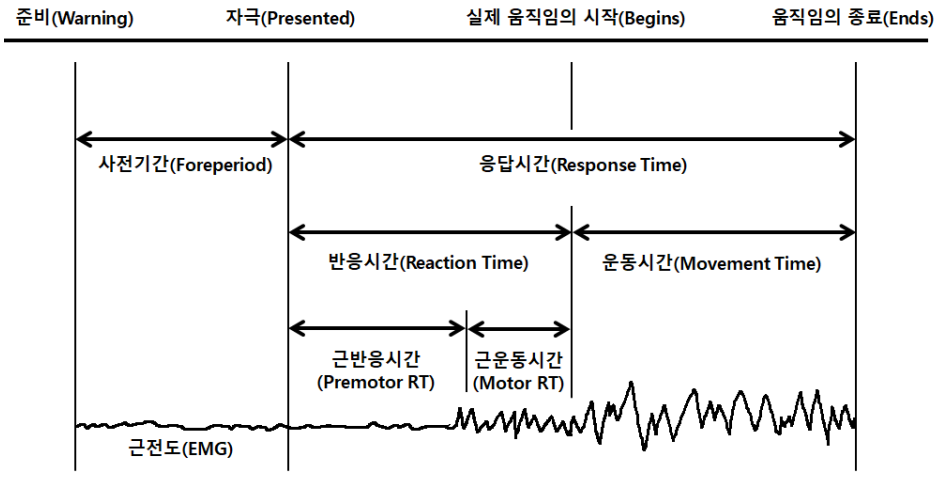

그림 1. 사전기간, 근반응시간, 근운동시간, 반응시간, 운동시간, 응답시간을 나타내는 근전도

2. 정확성과 일관성의 측정

운동수행력을 올바르게 평가하기 위해서는 운동의 속도뿐만 아니라 정확성(accuracy)과 일관성(consistency)의 측면이 반드시 고려되어야 한다(Hancock et al., 1995). 야구에서 타자가 배트를 휘두르는 속도는 빠른데 공을 맞추지 못하거나 공을 맞추더라도 그 비율이 낮다면 수행력이 좋다고 할 수 없기 때문이다. 운동제어 및 학습 연구에서는 정확성과 일관성을 양적으로 표현하기 위해 다양한 종류의 오차 점수(error score)를 사용한다. 이러한 오차 점수는 운동수행을 양적으로 평가하기 위하여 사용될 뿐만 아니라 잘못된 운동수행의 문제가 무엇인지에 대한 정보도 함께 제공할 수 있다(김선진, 2009).

일차원 과제에서의 오차 점수는 시간과 힘 그리고 길이와 같이 연속선상에서 목표 점수와 실제 점수의 차이를 이용하여 얻을 수 있다. 절대오차(absolute error)는 목표 점수와 실제 점수 간의 절대적인 차이를 말하며, 정확성을 평가하는데 주로 사용된다. 항상오차(constant error)는 목표 점수와 실제 점수 간의 차이를 방향성을 고려하여 나타내는 점수이며, 가변오차(variable error)는 매 시행에서 얻어지는 항상오차의 표준편차로 수행의 일관성을 나타내는데 사용한다.

$$constant\,error(CE) = \Sigma(x_i - T)/n$$

$$absolute\,error(AE) = \Sigma|x_i - T|/n$$

$$variable\,error(VE) = \sqrt{\Sigma(x_i - M)^2/n}$$

x_i : 시행 점수, T: 목표점수, M: 시행 점수의 평균, n : 총 시행 수

이차원 과제에서의 오차 점수는 공간적 정확성과 일관성을 요구하는 사격과 양궁 등이 있다. 이차원 과제에서 수행의 공간 정확성을 측정하기 위해 반경오차(radial error)와 평균반경오차(mean radial error)를 사용한다. 이차원 과제에서 일관성은 이원변량 가변오차(bivariate variable error)로 구한다. 이원변량 가변오차를 구하는 과정은 먼저 중앙 점수를 구하고 중앙점수를 이용하여 중앙반경오차(subject-centroid radial error : SRE)를 구한 다음 이원변량 가변오차(bivariate variable error : BVE)를 구한다. 그리고 집단의 일관성을 비교하기 위해서 집단중앙반경오차(group-centroid radial error : GRE)를 구한다.

$$radial\,error = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$mean\,radial\,error = (1/n)\Sigma RE_i$$

x_i, y_i : i 시행에서 얻은 점수의 좌표 값, n : 총 시행 수

$$(x_c, y_c) = [(1/n)\Sigma x_i, (1/n)\Sigma y_i]$$

$$SRE = \sqrt{x_c^2 + y_c^2}$$

$$BVE = \sqrt{(1/n)\Sigma[(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2]}$$

x_i, y_i : 시행에서 얻은 점수의 좌표값, n : 총 시행 수

$$(x_g, y_g) = [(1/p)\Sigma x_{ci}, (1/p)\Sigma y_{ci}]$$

$$GRE = \sqrt{x_g^2 + y_g^2}$$

x_{ci}, y_{ci} : 수행자 개개인 중앙 점수의 좌표값, p : 총 시행자 수

연속적인 수행에 대한 정확성 측정은 스포츠에서는 찾아볼 수 없지만 연속적으로 수행하는 과제를 평가하기 위해 측정을 하며, 연속적인 수행에 대한 오차점수는 평균제곱근오차(root mean squared error : RMSE)를 이용하여 계산한다. 운동학습과 제어 분야에서는 연속적인 수행의 정확성을 측정하기 위해 회전판추적기(Pursuit rotor), 메쉬번 과제(Mashburn task), 두손협응과제(Two-hand coordination task), 안정도 검사기(Stabilometer) 등을 이용하여 측정해왔다.

3. 운동수행량 측정

운동수행량의 측정은 많은 스포츠에서 승패를 가리기 위한 기준으로 사용되어지고 있다. 대표적인 스포츠 종목에는 무게를 들어 올리는 양을 측정하는 역도와 육상에서 창, 원반, 포환 등을 던져 거리를 측정하는 종목 등이 있다. 스포츠에서와 같이 운동수행량을 직접적으로 측정하기도 하지만 운동학습 분야에서는 운동학습 능력을 측정하기 위해 Bachman(1961)의 사다리 과제를 이용하기도 한다.

4. 태권도 수행의 결과 측정

태권도 경기는 2분 3회전 동안 상대방과 겨루어 점수를 많이 득점하거나 때려눕혔을 때(knockout: KO) 승리하게 된다. 승리하기 위해서는 상대방보다 빠르고 정확하고 힘이 좋아야 한다. 이는 수행의 결과 측정을 통해서 알아볼 수 있다. 지금까지 태권도가 발전하면서 태권도 수행의 결과를 측정한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

태권도 선수의 청각과 시각 트레이닝방법에 따른 체력요인과 돌려차기 반응시간에 관한 연구(권태원 등, 2017)에서는 12주간 시각 훈련 전·후 뒷발 몸통돌려차기에서 유의한 차이가 나타났으며, 체력 검정 결과 SEMO 검사와 Soda Pop 검사에서 유의한 차이가 나타났다. 청각 훈련보다는 시각 훈련에서 좋은 결과가 나타나 시각 훈련 프로그램의 개발과 지도는 훈련 효과를 향상시킬 것이라 했다.

플라이오메트릭 트레이닝이 고등학교 태권도선수의 반응시간과 민첩성 및 순발력에 미치는 영향에 관한 연구(한설, 최종환, 김현주, 김승환, 홍종현, 류철현, 백만기, 2002)에서는 플라이오메트릭 트레이닝을 한 집단이 반응시간이 유의하게 향상되었으며 민첩성 측정과 순발력 측정에서 더 우수한 것으로 나타나 플라이오메트릭 트레이닝이 운동 수행 능력과 경기력 향상에 도움이 될 것이라고 했다.

태권도 앞돌려차기 시 제자리딛기가 동시적 예측타이밍에 미치는 영향을 알아본 연구(김동환 등, 2014)에서는 절대오차와 가변오차에서는 제자리딛기의 유·무와 자극이동속도에 따른 상호작용이 나타났으며, 딛기 조건이 정확성이 높고 일관성이 높게 나타났다. 종합해보면 딛기가 발차기 정확성과 일관성 측면에서 좀더 긍정적인 효과가 있었으며, 그 효과는 자극 속도가 낮을 때 더 큰 것으로 나타났다.

태권도 스텝·비스텝 돌려차기 유형에 대한 시각적 자극 속도가 동시적 예측 타이밍 수행에 미치는 영향을 알아본 연구(박현철, 2013)에서는 항상오차, 가변오차, 절대오차에서 유의한 차이를 나타내었다. 이 결과 스텝과 자극 속도에 따라 반응 수행의 정확성과 일관성에 영향을 미친다는 결과를 얻었다.

태권도 앞차기 시 기합소리가 충격력에 미치는 영향을 알아본 연구(오정환 등, 2016)에서는 소요시간 변위와 관련하여 충격력에 미치는 영향력은 낮은 상관이 있는 것으로 나타났으며, 속도요인과 관련하여 충격력에 미치는 영향력은 발 분절에서 기합을 지른 직후 수행이 큰 역상관계를 보였다. 무게중심의 이동변위는 유형별 유의한 차이가 있었으나, 충격력과는 낮은 상관관계를 보였다. 지면반력과 관련하여 충격력에 미치

는 영향력은 차는 발과 지지발의 지면반력에서 유의한 차이를 보였으나, 충격력과는 낮은 상관이 있었으며, H-reflex 측정 시 나타나는 진폭의 변인과 관련하여 충격력에 미치는 영향력은 기합의 유형에 따라 상관없었다.

태권도 겨루기, 격파, 품새선수들의 돌려차기 및 돌개차기에 대한 충격력 분석에 대한 연구(이영림, 2010)에서는 동작수행 소요시간에서는 집단 간, 차기 유형에 따른 주효과와 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이를 나타났다. 충격력에서는 집단 간 주효과만 나타났으며, 사후검정 결과 품새집단과 격파집단에서 유의한 차이가 나타났다.

타겟의 높이에 따른 태권도와 용무도 돌려차기 충격력을 비교한 연구(O'Sullivan et al., 2009)에서는 타겟의 높이에 따라 차이는 있었지만 집단 간 차이는 없었지만 스윙 단계와 몸통 돌려차기의 회복 단계에서 태권도 집단이 상당히 짧았다. 태권도 집단은 무게 중심이 앞으로 나아가는데 차기를 하면서 목표 쪽으로 미끄러져가는 경향이 있다. 결론적으로 태권도 선수 집단이 비슷한 충격력과 전진 동작으로 더 빠른 돌려차기 수행을 하여 돌려차기 기술이 더 좋은 것으로 평가되었다.

제 3 장 연구 방법

본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위해 연구 참여자, 실험 과제, 실험 도구, 실험 절차, 실험 설계, 자료 분석, 자료 처리는 다음과 같이 구성하였다.

제 1 절 연구 참여자

본 연구를 위해 K대학교에서 태권도를 전공하고 있는 15명의 남자 대학생이 참여하였다. 태권도 4단이며, 10년 이상 수련하였다. 연구 참여자의 특성은 표 1과 같다.

본 연구는 서울대학교 생명윤리위원회로부터 (IRB No. 1809/001-012) 승인을 받았다. 연구 참여자 모집 과정에서 연구의 목적과 진행 과정을 자세하게 설명하였으며, 실험에 대해 충분히 이해하고, 참여에 동의하여 동의서에 서명한 지원자만 연구에 참여하였다.

표 1. 연구 참여자의 특성

인원(명)	연령(년)	신장(cm)	체중(kg)	무력(단)	경력(년)
15	19.20±0.94	173±5.32	66.60±7.49	4	12.73±2.25

제 2 절 실험 과제

본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향을 알아보기 위해 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력을 알아보았다. 이를 알아보기 위한 실험 과제는 다음과 같다.

1. 제자리딛기 템포

제자리딛기는 신체의 중심을 앞발과 뒷발의 중앙에 두고 두발을 동시에 뛰는 동작으로 템포는 100, 120, 140, 160, 180 bpm으로 하였다.

2. 돌려차기 유형

왼 겨루기준비(=왼 겨룸새, 왼발이 앞에 있는 준비 자세)에서 차는 발의 위치와 차는 높이에 따라서 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기로 구분하였다.

3. 응답시간

메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 자극에 최대한 빨리 적외선 센서가 감지하는 위치에 돌려차기를 하는 과제이다.

5개의 템포에서 4개의 돌려차기 유형에 따라 3번씩 60회를 실시하였다.

4. 동시적 예측타이밍

메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 예측반응시간측정기의 LED 불빛이 활주로의 경고 불빛에서 이동하기 시작하여 마지막 불빛에 도착한 시점과 돌려차기를 하여 적외선 센서가 감지하는 시점을 일치시키는 과제이다.

자극의 이동 속도는 10, 15, 20 mph로 하였다. 5개의 템포에서 4개의 돌려차기 유형과 3개의 자극 속도에 따라 3번씩 180회를 실시하였다.

5. 충격력

메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 신호에 최대한 강하게 펀칭백(충격력을 측정하기 위해 가속도계를 내장하여 제작된 장비)을 차는 과제이다.

5개의 템포에서 4개의 돌려차기 유형에 따라 3번씩 60회를 실시하였다.

제 3 절 실험 도구

본 연구에서는 일정한 속도의 템포를 제시하기 위해 메트로놈을 사용하였으며, 돌려차기의 수행(응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력)을 측정하기 위해 반응시간측정기, 예측반응시간측정기, 충격력 측정을 위한 장비로 구성하였다.

1. 메트로놈

제자리딛기 템포를 일정하게 제시해주기 위해서 메트로놈(삼익 SMT801)을 사용하였다. 템포의 범위는 30~252 bpm까지 나타낼 수 있으며, 박자의 정확도는 ±0.1%이다.

2. 반응시간측정기

제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 돌려차기의 응답시간을 측정하기 위해 반응시간측정기를 사용하였다. 반응시간측정기는 자극(불빛 색깔, 소리 주파수)을 제시해주는 디스플레이 박스, 자극 선택과 측정 시작 그리고 응답시간 등을 보여주는 컨트롤 박스 그리고 반응을 하기 위한 스위치로 구성되어 있다.

본 연구에서는 돌려차기에 대한 동작 반응을 감지하기 위해 버튼 또는 스위치 대신 예측반응시간측정기의 적외선 센서를 연결하여 사용하였다.

3. 예측반응시간측정기

제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 돌려차기의 동시적 예측타이밍을 측정하기 위해 예측반응시간측정기(Bassin Anticipation Timer, Lafayette Instruments Co.)를 사용하였다. 예측반응시간측정기는 LED 불빛이 지나는 활주로(runway), 경고 불빛의 시간과 자극 불빛의 속도 조절 및 오차시간을 보여주는 컨트롤 박스, 그리고 예측반응을 위한 버튼과 적외선 센서로 구성되어 있다.

본 실험에서는 돌려차기 동작으로 타이밍을 일치시키는 과제이기 때문에 적외선 센서를 사용하였다. 그리고 예측반응시간측정기의 활주로 길이는 86.32inches(약 219.25cm)로 지름이 5mm인 황색의 경고 불빛 1개와 적색의 자극 불빛 48개가 1.76inch(약 4.47cm) 간격으로 배열되어 있다. 경고 불빛은 0~3초까지 시간 조절이 가능하며, 자극 불빛의 속도는 1 mph(miles per hour)부터 999 mph까지 조절이 가능하다.

메트로놈

반응시간측정기

예측반응시간측정기

그림 2. 실험 도구

4. 충격력 측정을 위한 가속도 시스템

제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 충격력을 측정하기 위한 장비를 제작하였다. 충격력 측정을 위한 가속도 시스템은 O'Sullivan et al. (2009)과 Sidthilaw (1996)의 연구를 참고하였다.

충격력 측정을 위한 가속도 시스템 제작 과정은 다음과 같다. 그림 3의 a와 같이 원둘레 150π, 높이 70cm의 PVC 파이프의 밑에 파이프 마개를 덮고 30cm 높이까지 찰흙을 채웠다. 3차원 가속도계(PCB356A15)를 가운데에 고정시킨 다음 찰흙으로 채운 후 파이프 위도 파이프 마개를 덮었다. 그 다음 그림 3의 b와 같이 높이 75cm, 둘레 96cm의 펀칭백 안에 넣은 후 1cm 두께의 스펀지와 완충제를 내장하였다. 충격력 측정을 위한 가속도 시스템은 그림 3의 c와 같이 제작되었으며, 펀칭백의 총 무게는 약 31kg이다. 그림 3의 d와 같이 스탠드에 거치하여 측정하였다.

일반적으로 충격력은 움직이지 않는 표면에 지면반력기를 설치하여 측정한다. 하지만 지면반력기를 발로 차면 부상의 위험이 있으므로 연구 참여자는 최대의 힘을 발휘할 수 없게 된다. 그리고 지면반력기를 수직으로 세우게 되면 지면에 설치하여 측정했을 때와 값이 달라질 수 있다. 따라서 펀칭백에 가속도계를 설치하여 간접적으로 충격력을 측정하는 장비를 제작하였다.

충격력 측정을 위한 가속도 시스템을 사용하기 위해서는 가속도계를 내장한 펀칭백의 측정값과 지면반력기의 측정값의 상관계수가 높아야 한다. 상관계수는 두 변수 간의 연관성을 보여주는 지표로 -1에서 1 사이의 값을 갖는다. 값이 1이면 두 변수는 완전히 같다는 뜻이며, -1이면 완전히 역방향임을 의미한다.

가속도 시스템의 측정값과 지면반력기의 측정값의 상관관계를 알아보기 위해 가속도계를 내장한 펀칭백을 스트레인 게이지형 지면반력기(AMTI OR6-7, USA) 위에 다양한 높이에서 50회 떨어뜨렸다.

가속도 값과 지면반력기의 측정값의 표본 표출 비율(sampling rate)은 1000Hz(1000frame/sec)로 설정하였으며, Qualisys Track Manager(QTM, Sweden)를 사용하여 데이터를 수집하였다.

a. 가속도계를 파이프 안에 고정

b. 파이프를 펀칭백에 내장

c. 가속도계가 내장된 펀칭백

d. 스탠드에 거치된 펀칭백

그림 3. 충격력 측정을 위한 장비 제작 과정

가속도 값은 가속도계의 3축으로부터 받은 데이터 중 최대값을 변환한 값($R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$)을 사용하였으며, 충격력 값은 지면반력기의 3축으로부터 받은 데이터 중 최대값을 변환한 값($F = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$)을 사용하였다.

가속도 값와 충격력 값의 Pearson 상관관계분석을 실시한 결과 비슷한 방법을 사용한 O'Sullivan et al. (2009)의 연구(r=.914)와 Sidthilaw (1996)의 연구(r=.99)와 같이 r=.997로 상당히 높은 상관관계가 나타났다. 그리고 단순회귀분석을 통해 가속도값을 이용하여 충격력을 계산할 수 있는 수식을 도출하였다.

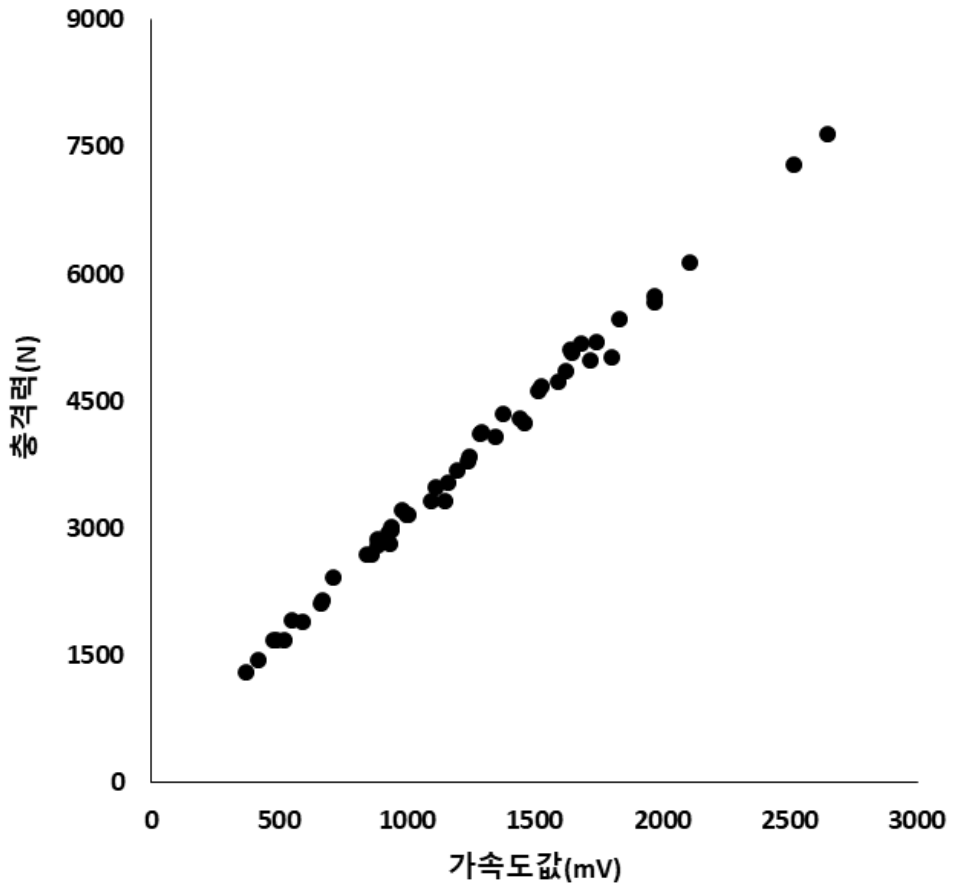

그림 4. 가속도값과 충격력의 산포도

표 2. 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	.997[a]	.994	.994	110.23444

a. 예측자: (상수), 가속도값

표 3. 계수[a]

모형		비표준화 계수		표준화 계수		
		B	표준오차	베타	t	유의확률
1	(상수)	374.195	39.719		9.421	.000
	가속도값	2.764	.030	.997	93.056	.000

a. 종속변수: 지면반력

추정 충격력(N) = 2.764 × 가속도값 + 374.195

제 4 절 실험 절차

실험에 들어가기 전 연구 참여자에게 연구의 목적과 실험 과제, 실험 과정, 실험에 대한 유의사항, 개인 정보와 관련된 사항 등을 구두와 서면으로 자세하게 설명하였다. 연구의 목적과 내용을 충분히 이해하고 실험에 참여할 것에 동의하여 동의서에 서명한 지원자만 연구에 참여하였다. 실험에 들어가기 전 사전 검사를 통해 연구 참여자들의 제자리딛기 템포를 측정하였으며, 1일차에 응답시간, 2, 3, 4, 5일차에 동시적 예측타이밍, 6일차에 충격력을 측정하였다. 실험 과정에서 측정 전 준비 운동과 실험 과제를 연습할 수 있도록 충분한 시간을 제공하였다. 각 연구 참여자마다 각 실험에 맞게 돌려차기를 수행할 거리와 높이를 조절하였으며, 각 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형 간 충분한 휴식 시간을 제공하였다. 그리고 템포의 점차적인 증가에 따른 학습 효과를 최소화하기 위해 참여자마다 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형의 순서를 다르게 구성하였다.

1. 사전 검사

실험을 수행하기 전 연구 참여자의 제자리딛기 템포를 측정하였다. 측정 방법은 연구 참여자가 선호하는 편한 속도의 제자리딛기를 하라고 한 후 20초 동안 영상으로 촬영하여 5초 이후 10초 동안의 영상을 분석하였다.

15명이 10초 동안 제자리딛기를 수행한 평균과 표준편차는 23.6±1.59였으며, bpm으로 환산하면 평균 141.6 bpm이다. 따라서 제자리딛기 템포의 중간 속도를 140 bpm으로 정하였으며, ±20, ±40 bpm을 하여 100(아주 느린 속도), 120(느린 속도), 140(중간 속도), 160(빠른 속도), 180(아주 빠른 속도) bpm으로 설정하였다.

2. 응답시간

연구 참여자는 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 자극이 제시되면 최대한 빠르게 적외선 센서가 동작을 감지하는 위치에 돌려차기 하는 과제를 수행하였다. 5개의 템포에서 4가지의 돌려차기를 3회씩 60회 측정하였다. 응답시간의 측정 장면은 그림 5와 같다.

그림 5. 응답시간 측정 장면

3. 동시적 예측타이밍

연구 참여자는 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 예측반응시간측정기의 LED 불빛이 활주로의 경고 불빛에서 이동하기 시작하여 마지막 불빛에 도착한 시점과 돌려차기를 하여 적외선 센서가 동작을 감지한 시점을 일치시키는 과제를 수행하였다.

자극의 이동 속도는 10, 15, 20 mph로 하였다. 5개의 템포에서 4개의 돌려차기 유형과 3개의 자극 속도에 따라 3번씩 180회를 실시하였다. 동시적 예측타이밍의 측정 장면은 그림 6과 같다.

그림 6. 동시적 예측타이밍의 측정 장면

4. 충격력

연구 참여자는 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 신호에 최대한 강하게 펀칭백(충격력을 측정하기 위해 가속도계를 내장하여 제작된 장비)을 차는 과제를 수행하였다.

연구 참여자의 안전을 위해서 태권도화를 착용하고 실시하였다. 5개의 템포에서 4개의 돌려차기 유형에 따라 3번씩 60회를 실시하였다. 충격력의 측정 장면은 그림 7과 같다.

그림 7. 충격력 측정 장면

제 5 절 실험 설계

응답시간과 충격력은 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형을 독립변인으로 설정하였으며, 동시적 예측타이밍은 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도를 독립변인으로 설정하였다.

표 4. 실험 설계

독립변인	종속변인
제자리딛기 템포, 돌려차기 유형	응답시간, 충격력
제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도	동시적 예측타이밍

제 6 절 자료 처리

1. 응답시간

응답시간은 제자리딛기를 하고 있는 연구 참여자에게 불빛 자극이 제시되는 시점부터 연구 참여자가 돌려차기를 하여 적외선 센서가 동작을 감지하는 위치에 도달하여 측정된 시간이다.

2, 동시적 예측타이밍

예측반응시간측정기는 일차원 과제인 시간의 오차를 측정할 수 있는 장비로 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극의 이동 속도에 따른 수행의 오차를 측정하여 돌려차기 타이밍의 방향성, 정확성 그리고 일관성을 비교하였다. 방향성을 알아보기 위해서 항상오차(constant error: CE), 정확성을 알아보기 위해서 절대오차(absolute error: AE) 그리고 일관성을 알아보기 위해서 가변오차(variable error: VE)로 계산하였다.

$$constant\,error(CE) = \sum(x_i - T)/n$$

$$absolute\,error(AE) = \sum|x_i - T|/n$$

$$variable\,error(VE) = \sqrt{\sum(x_i - M)^2/n}$$

x_i : 수행 점수, T: 목표점수, M: 수행 점수의 평균, n : 총 수행 수

3. 충격력

충격력(impact force)의 측정은 펀칭백에 가속도계를 내장하여 제작한 장비를 사용하였다. 가속도값은 가속도계의 3축으로부터 받은 데이터 중 최대값을 변환한 값($R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$)을 사용하였으며, 지면반력은 z축의 최대값을 사용하였다.

가속도값과 지면반력의 상관관계(r=.997, r^2=.994)를 검정하였으며, 단

순회귀분석을 통해 가속도값을 이용하여 충격력을 계산할 수 있는 수식을 도출하였다.

제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 돌려차기의 가속도값을 추정 충격력을 구하는 수식에 대입하여 계산하였다.

추정 충격력(N) = 2.764 × 가속도값 + 374.195

제 7 절 통계 처리

응답시간과 충격력은 제자리딛기 템포(5)와 돌려차기 유형(4)을 독립변인으로 반복측정 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였으며, 동시적 예측타이밍은 제자리딛기 템포(5), 돌려차기 유형(4), 자극 속도(3)를 독립변인으로 반복측정 삼원분산분석(three-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다.

반복측정에 대한 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과의 대응별 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계프로그램은 SPSS 23을 사용하였으며, 모든 통계적 유의수준은 $p<.05$로 설정하였다.

제 4 장 연구 결과

본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 돌려차기의 수행에 미치는 영향을 알아보기 위해 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력을 측정하였다.

제 1 절 응답시간

응답시간은 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형을 독립변인으로 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 그 결과 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계분석 결과, 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형의 상호작용효과[$F(11.314, 663.772)=2.636$, $p<.01$, $\eta_p^2=.043$]에서 유의한 차이가 나타났으며, 제자리딛기 템포[$F(3.771, 663.772)=31.722$, $p<.001$, $\eta_p^2=.153$]와 돌려차기 유형[$F(3, 176)=27.575$, $p<.001$, $\eta_p^2=.320$]의 주효과도 유의한 차이가 나타났다.

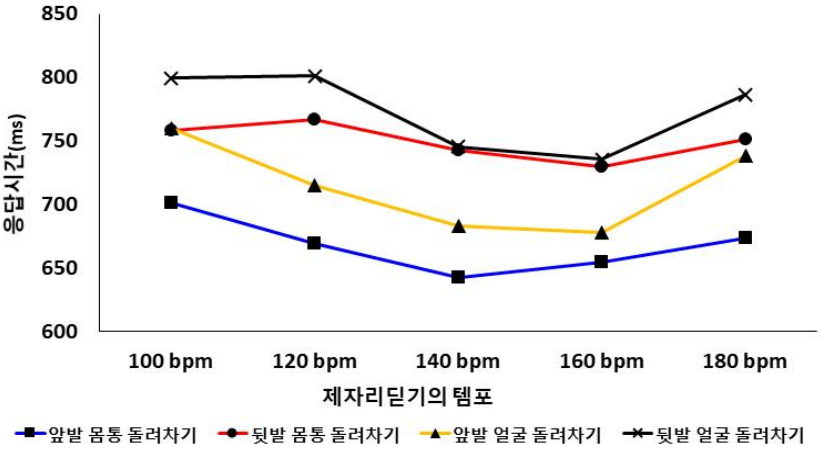

그림 8. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 응답시간

제자리딛기 템포의 대응별 비교 결과 100과 140, 100과 160, 120과 140, 120과 160, 140과 180, 160과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타났지만 100과 120, 100과 180, 120과 180, 140과 160 bpm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

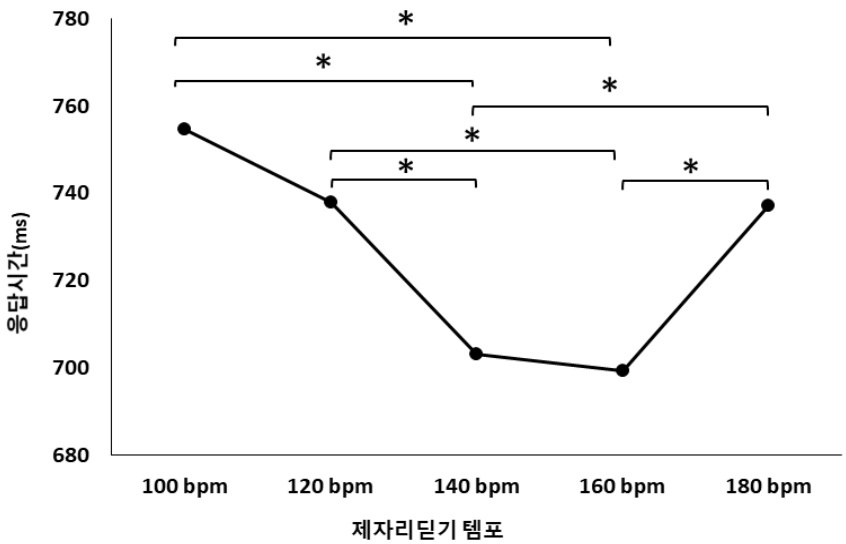

그림 9. 제자리딛기 템포에 따른 응답시간

돌려차기 유형의 대응별 비교 결과 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타났지만 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 응답시간의 평균과 표준편차는 표 5와 같다. 제자리딛기 템포에 따라 160, 140, 180, 120, 100 bpm의 순으로 응답시간이 빨랐으며, 돌려차기 유형에 따라 앞발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순으로 응답시간이 빨랐다.

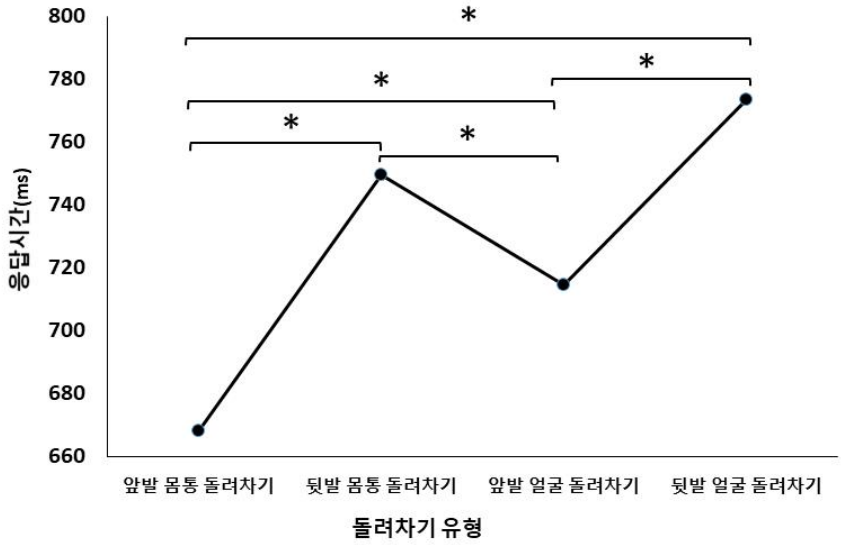

그림 10. 돌려차기 유형에 따른 응답시간

표 5. 응답시간의 평균과 표준편차

차기유형	템포	100 bpm	120 bpm	140 bpm	160 bpm	180 bpm	평균
앞발몸통 돌려차기	M	700.82	669.16	642.42	654.36	673.60	668.07
	SD	86.32	73.15	71.88	64.19	88.52	76.81
뒷발몸통 돌려차기	M	758.36	766.51	742.60	729.49	751.53	749.70
	SD	88.39	86.41	72.38	65.12	90.10	80.48
앞발얼굴 돌려차기	M	760.22	714.62	682.71	678.18	737.96	714.74
	SD	102.51	86.25	62.45	61.97	78.99	78.43
뒷발얼굴 돌려차기	M	799.44	801.27	745.29	735.49	786.24	773.55
	SD	74.89	83.88	64.95	59.47	78.01	72.24
평균	M	754.71	737.89	703.26	699.38	737.33	726.51
	SD	94.64	96.17	80.14	71.04	92.87	86.97

제 2 절 동시적 예측타이밍

1. 항상오차

동시적 예측타이밍의 항상오차는 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도를 독립변인으로 반복측정 삼원분산분석을 실시하였다. 그 결과 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계분석 결과, 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도의 상호작용효과[F(23.473, 2065.615)=1.724, p<.05, η_p^2=.019]에서 유의한 차이가 나타났으며, 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형[F(11.736, 2065.615)=5.133, p<.001, η_p^2=.028], 제자리딛기 템포와 자극 속도[F(7.824, 2065.615)=2.862, p<.01, η_p^2=.011]의 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 돌려차기 유형과 자극 속도[F(6, 528)=.413, p>.05, η_p^2=.005]의 상호작용효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 제자리딛기 템포[F(3.912, 2065.615)=28.171, p<.001, η_p^2=.051], 돌려차기 유형[F(3, 528)=41.229, p<.001, η_p^2=.190], 자극 속도[F(2, 528)=112.811, p<.001, η_p^2=.299]의 주효과도 유의한 차이가 나타났다.

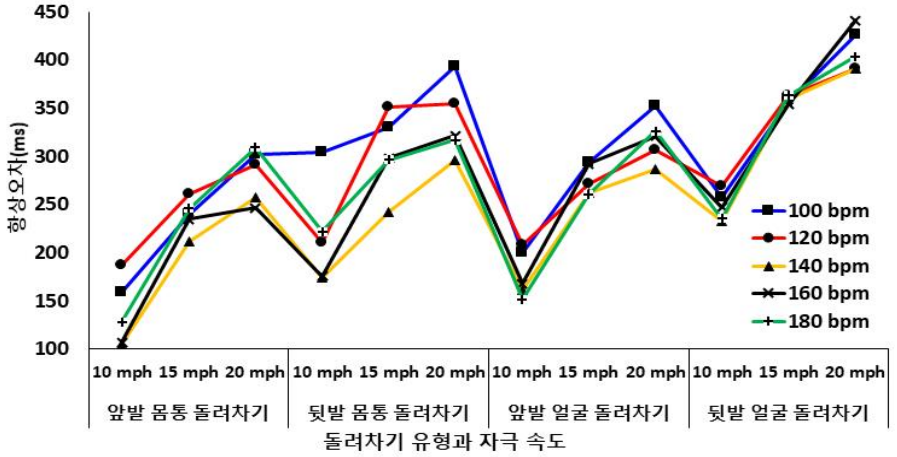

그림 11. 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 항상오차

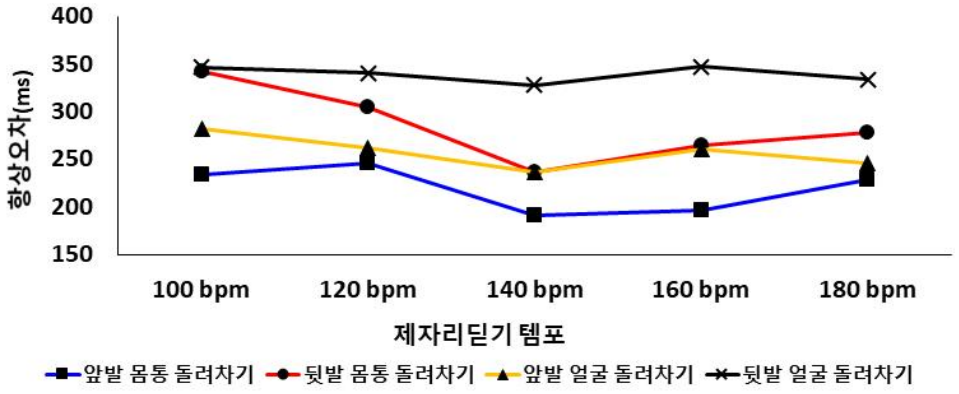

그림 12. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 항상오차

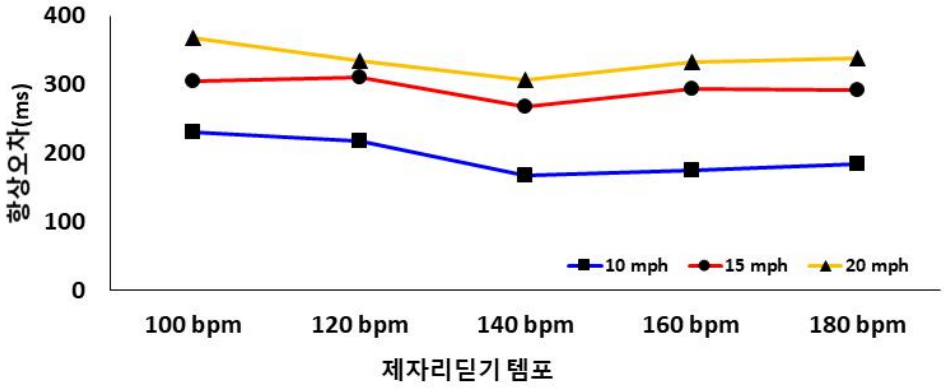

그림 13. 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 항상오차

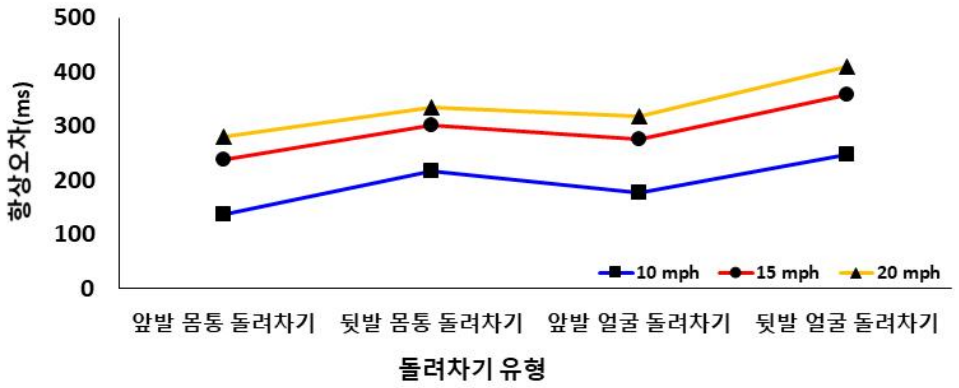

그림 14. 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 항상오차

제자리딛기 템포의 대응별 비교 결과 100과 140, 100과 160, 100과 180, 120과 140, 120과 160, 120과 180, 140과 160, 140과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타났지만 100과 120, 160과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

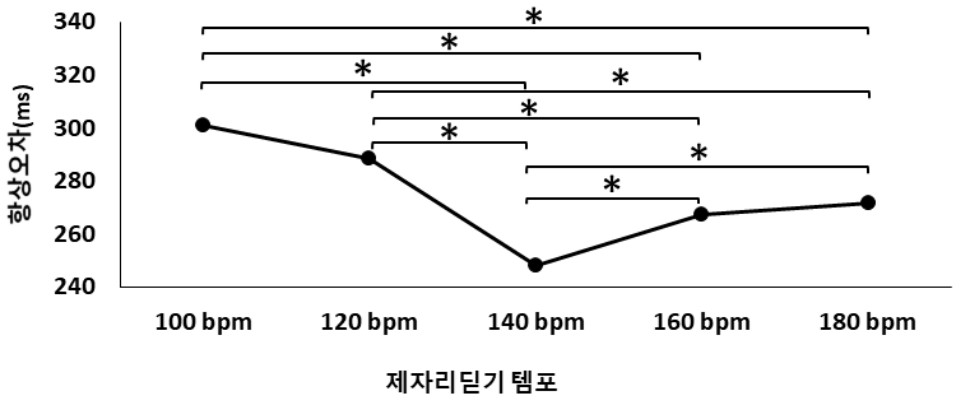

그림 15. 제자리딛기 템포에 따른 항상오차

돌려차기 유형의 대응별 비교 결과 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타났지만 뒷발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

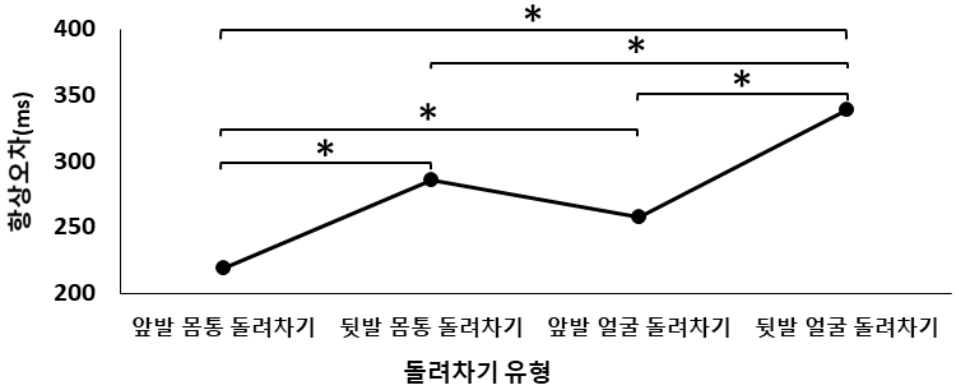

그림 16. 돌려차기 유형에 따른 항상오차

자극 속도의 대응별 비교 결과 10과 15, 10과 20, 15와 20 mph 모두에서 유의한 차이가 나타났다.

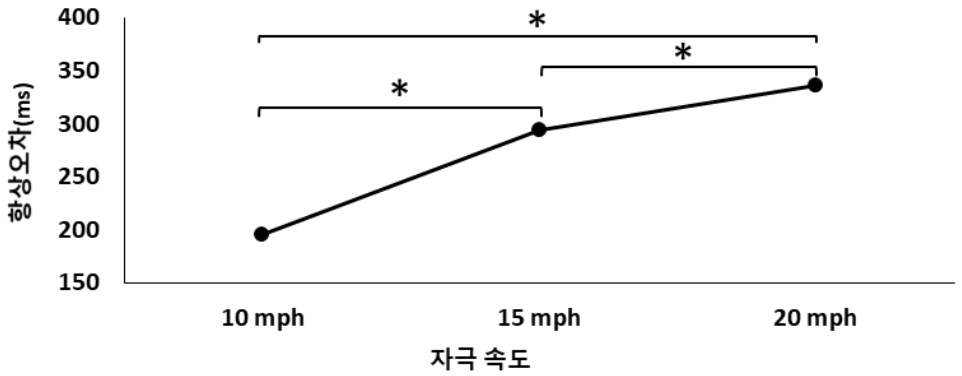

그림 17. 자극 속도에 따른 항상오차

제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 항상오차의 평균과 표준편차는 표 6과 같다. 제자리딛기 템포에 따라 140, 160, 180, 120, 100 bpm의 순으로 항상오차가 작았으며, 돌려차기 유형에 따라 앞발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순으로 항상오차가 작았다. 그리고 자극 속도에 따라 10, 15, 20 mph 순으로 항상오차가 작았다.

표 6. 항상오차의 평균과 표준편차

차기 유형	자극 속도	템포	100 bpm	120 bpm	140 bpm	160 bpm	180 bpm	평균
앞발 몸통 돌려 차기	10mph	M	158.64	186.82	105.20	107.27	128.29	137.24
		SD	109.81	91.88	104.39	106.32	109.44	104.37
	15mph	M	239.87	260.56	211.13	234.87	246.11	238.51
		SD	105.11	131.36	76.96	101.10	89.97	100.90
	20mph	M	301.82	291.51	256.89	246.20	309.16	281.12
		SD	97.75	102.96	104.22	103.20	129.23	107.47
	평균	M	233.44	246.30	191.07	196.11	227.85	218.95
		SD	119.11	117.74	114.70	120.68	133.18	121.08
뒷발 몸통 돌려 차기	10mph	M	304.00	210.16	174.02	175.40	221.67	217.05
		SD	84.12	115.55	78.29	116.56	94.74	97.85
	15mph	M	329.82	351.11	241.89	298.13	296.33	303.46
		SD	120.05	115.77	122.55	116.77	115.44	118.12
	20mph	M	393.53	354.51	295.44	321.53	317.04	336.41
		SD	134.36	145.19	131.36	150.13	142.28	140.66
	평균	M	342.45	305.26	237.12	265.02	278.35	285.64
		SD	120.04	142.36	122.87	143.10	125.14	130.70
앞발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	200.31	208.13	161.38	167.98	151.67	177.89
		SD	93.60	111.53	127.34	136.73	87.87	111.41
	15mph	M	294.00	271.78	261.53	292.02	260.62	275.99
		SD	77.85	110.55	107.70	128.38	125.88	110.07
	20mph	M	352.13	306.42	286.64	320.91	326.13	318.45
		SD	117.79	132.53	155.96	137.79	119.85	132.78
	평균	M	282.15	262.11	236.52	260.30	246.14	257.44
		SD	115.60	124.53	141.67	149.06	132.93	132.76
뒷발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	257.29	269.11	233.29	247.31	235.51	248.50
		SD	136.62	128.50	139.34	147.45	137.10	137.80
	15mph	M	355.82	362.89	359.71	353.89	362.87	359.04
		SD	129.40	134.36	116.81	140.86	127.78	129.84
	20mph	M	426.53	390.47	391.33	441.18	403.36	410.57
		SD	159.19	140.20	152.53	150.53	129.50	146.39
	평균	M	346.55	340.82	328.11	347.46	333.91	339.37
		SD	157.48	143.26	152.29	165.61	148.97	153.52
평균	10mph	M	230.06	218.56	168.47	174.49	184.28	195.17
		SD	120.46	115.82	122.58	136.15	117.20	122.44
	15mph	M	304.88	311.58	268.57	294.73	291.48	294.25
		SD	117.33	130.71	120.26	128.76	123.36	124.08
	20mph	M	368.51	335.73	307.58	332.46	338.92	336.64
		SD	136.44	135.89	145.48	152.65	134.77	141.05
	평균	M	301.15	288.62	248.20	267.22	271.56	275.35
		SD	137.04	137.18	142.34	154.74	140.85	142.43

2. 절대오차

동시적 예측타이밍의 절대오차는 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도를 독립변인으로 반복측정 삼원분산분석을 실시하였다. 그 결과 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계분석 결과, 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도의 상호작용효과[F(23.343, 2054.226)=1.578, p<.05, η_p^2=.018]에서 유의한 차이가 나타났으며, 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형[F(11.672, 2054.226)=5.771, p<.001, η_p^2=.032], 제자리딛기 템포와 자극 속도[F(7.781, 2054.226)=2.468, p<.05, η_p^2=.009]의 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 돌려차기 유형과 자극 속도[F(6, 528)=.386, p>.05, η_p^2=.004]의 상호작용효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 제자리딛기 템포[F(3.891, 2054.226)=28.550, p<.001, η_p^2=.051], 돌려차기 유형[F(3, 528)=43.776, p<.001, η_p^2=.199], 자극 속도[F(2, 528)=114.177, p<.001, η_p^2=.302]의 주효과도 유의한 차이가 나타났다.

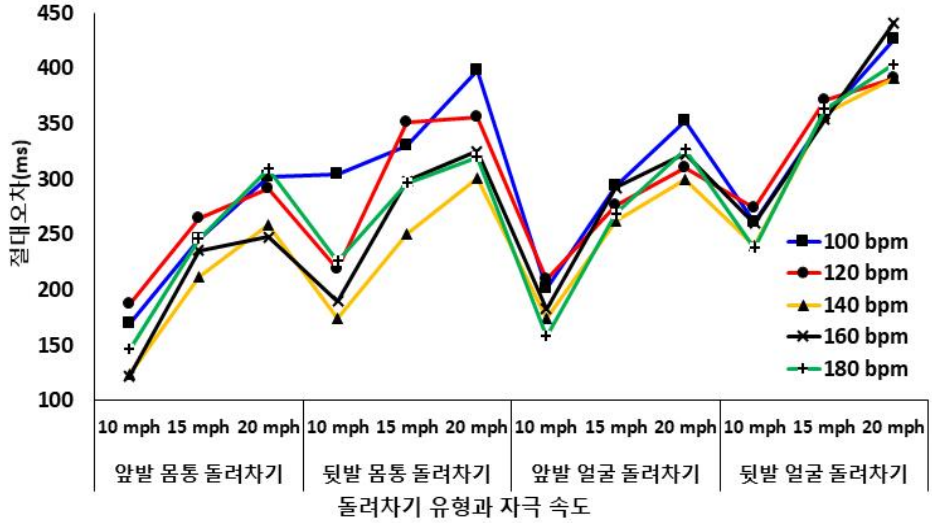

그림 18. 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 절대오차

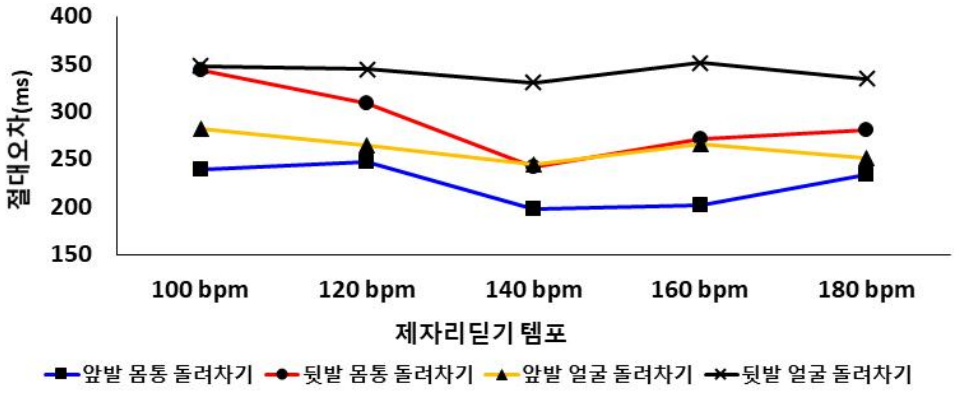

그림 19. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 절대오차

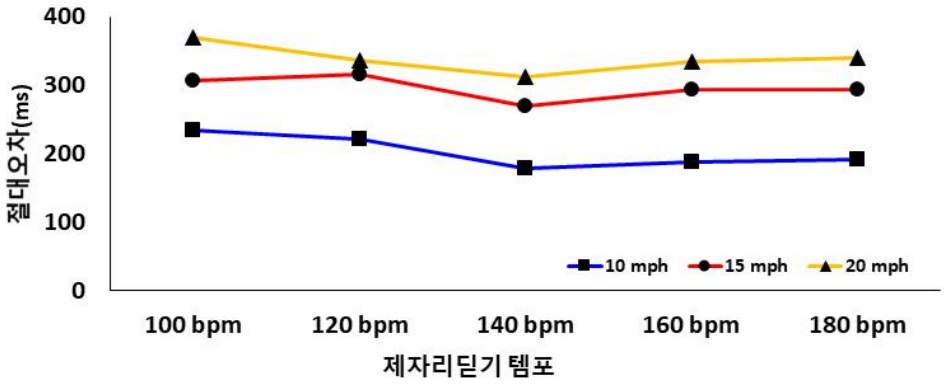

그림 20. 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 절대오차

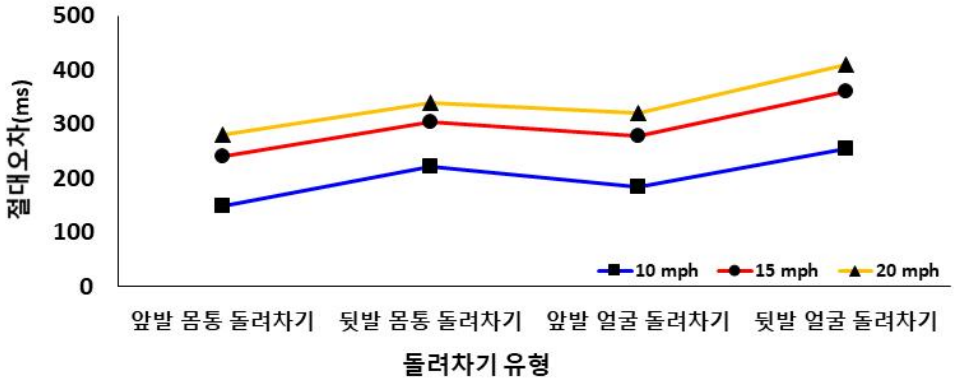

그림 21. 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 절대오차

제자리딛기 템포의 대응별 비교 결과 100과 140, 100과 160, 100과 180, 120과 140, 120과 160, 120과 180, 140과 160, 140과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타났지만 100과 120, 160과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

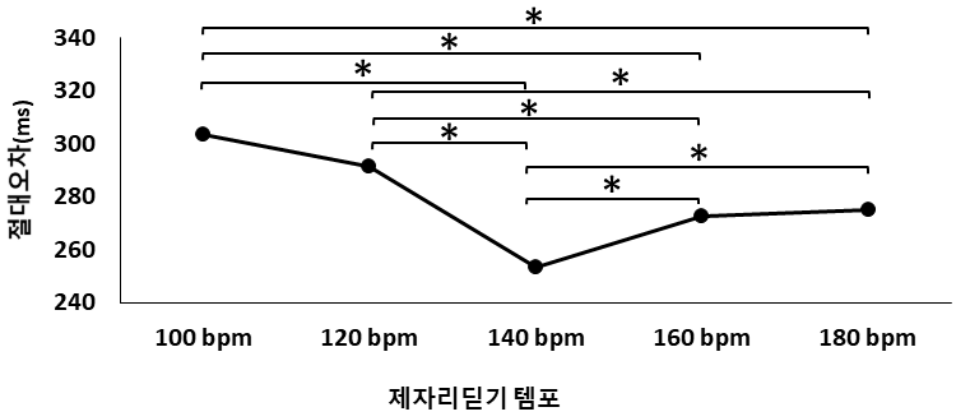

그림 22. 제자리딛기 템포에 따른 절대오차

돌려차기 유형의 대응별 비교 결과 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타났지만 뒷발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

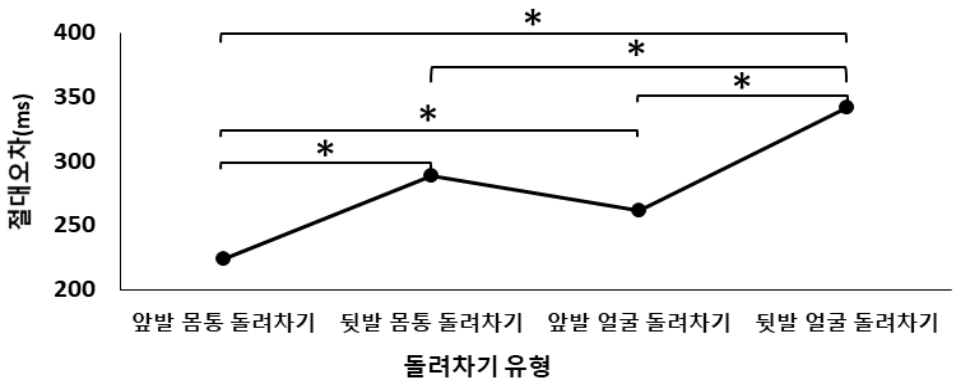

그림 23. 돌려차기 유형에 따른 절대오차

자극 속도의 대응별 비교 결과 10과 15, 10과 20, 15와 20 mph 모두에서 유의한 차이가 나타났다.

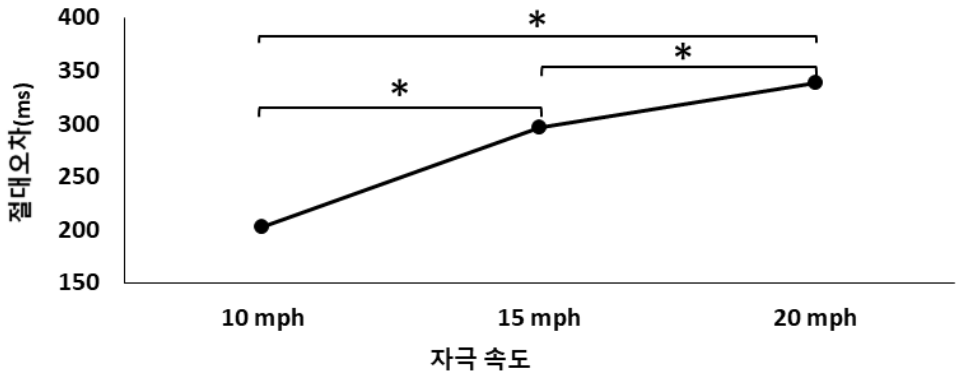

그림 24. 자극 속도에 따른 절대오차

제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 절대오차의 평균과 표준편차는 표 7과 같다. 제자리딛기 템포에 따라 140, 160, 180, 120, 100 bpm의 순으로 절대오차가 작았으며, 돌려차기 유형에 따라 앞발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순으로 절대오차가 작았다. 그리고 자극 속도에 따라 10, 15, 20 mph 순으로 절대오차가 작았다.

표 7. 절대오차의 평균과 표준편차

차기 유형	자극 속도	템포	100 bpm	120 bpm	140 bpm	160 bpm	180 bpm	평균
앞발 몸통 돌려 차기	10mph	M	169.36	186.82	123.91	122.56	146.24	149.78
		SD	92.01	91.88	80.70	87.80	83.28	87.13
	15mph	M	245.20	263.93	211.13	235.31	246.11	240.34
		SD	91.67	124.28	76.96	100.04	89.97	96.58
	20mph	M	301.82	291.51	258.00	247.76	309.16	281.65
		SD	97.75	102.96	101.38	99.32	129.23	106.13
	평균	M	238.79	247.42	197.68	201.87	233.84	223.92
		SD	107.90	115.33	102.80	110.69	122.28	111.80
뒷발 몸통 돌려 차기	10mph	M	304.00	219.22	174.02	189.62	225.71	222.51
		SD	84.12	96.80	78.29	90.98	84.41	86.92
	15mph	M	330.31	351.11	249.80	298.13	296.33	305.14
		SD	118.67	115.77	105.07	116.77	115.44	114.34
	20mph	M	398.16	355.80	301.22	324.73	319.80	339.94
		SD	119.63	141.93	117.18	142.91	135.83	131.50
	평균	M	344.16	308.71	241.68	270.83	280.61	289.20
		SD	115.03	134.65	113.56	131.69	119.93	122.97
앞발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	201.64	208.71	173.87	182.73	158.11	185.01
		SD	90.63	110.42	109.24	115.77	75.36	100.28
	15mph	M	294.00	276.22	261.53	292.02	268.98	278.55
		SD	77.85	98.65	107.70	128.38	106.39	103.79
	20mph	M	352.13	309.93	299.40	322.82	326.53	322.16
		SD	117.79	123.58	129.14	133.15	118.73	124.48
	평균	M	282.59	264.96	244.93	265.86	251.21	261.91
		SD	114.51	118.31	126.44	138.83	123.02	124.22
뒷발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	261.02	273.56	240.00	260.11	237.60	254.46
		SD	129.18	118.51	127.15	122.88	133.36	126.22
	15mph	M	355.82	370.80	359.71	353.89	362.87	360.62
		SD	129.40	110.08	116.81	140.86	127.78	124.99
	20mph	M	426.53	390.47	391.33	441.18	403.36	410.57
		SD	159.19	140.20	152.53	150.53	129.50	146.39
	평균	M	347.79	344.94	330.35	351.73	334.61	341.88
		SD	154.70	132.95	147.34	156.27	147.39	147.73
평균	10mph	M	234.01	222.08	177.95	188.76	191.92	202.94
		SD	112.56	108.87	108.28	115.44	104.15	109.86
	15mph	M	306.33	315.52	270.54	294.84	293.57	296.16
		SD	113.45	120.85	115.71	128.50	118.27	119.36
	20mph	M	369.66	336.93	312.49	334.12	339.71	338.58
		SD	133.26	132.87	134.55	148.94	132.76	136.48
	평균	M	303.33	291.50	253.66	272.57	275.07	279.23
		SD	132.12	130.92	132.35	145.10	133.86	134.87

3. 가변오차

동시적 예측타이밍의 가변오차는 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도를 독립변인으로 반복측정 삼원분산분석을 실시하였다. 그 결과 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계분석 결과, 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도의 상호작용효과[F(23.632, 2079.588)=1.760, p<.05, η_p^2=.020]에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형[F(11.816, 2079.588)=1.224, p>.05, η_p^2=.007], 제자리딛기 템포와 자극 속도[F(7.877, 2079.588)=1.497, p>.05, η_p^2=.006], 돌려차기 유형과 자극 속도[F(6, 528)=1.308, p>.05, η_p^2=.015]의 상호작용효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 제자리딛기 템포[F(3.939, 2079.588)=3.700, p<.01, η_p^2=.007], 돌려차기 유형[F(3, 528)=8.496, p<.001, η_p^2=.046], 자극 속도[F(2, 528)=4.554, p<.05, η_p^2=.017]의 주효과에서 유의한 차이가 나타났다.

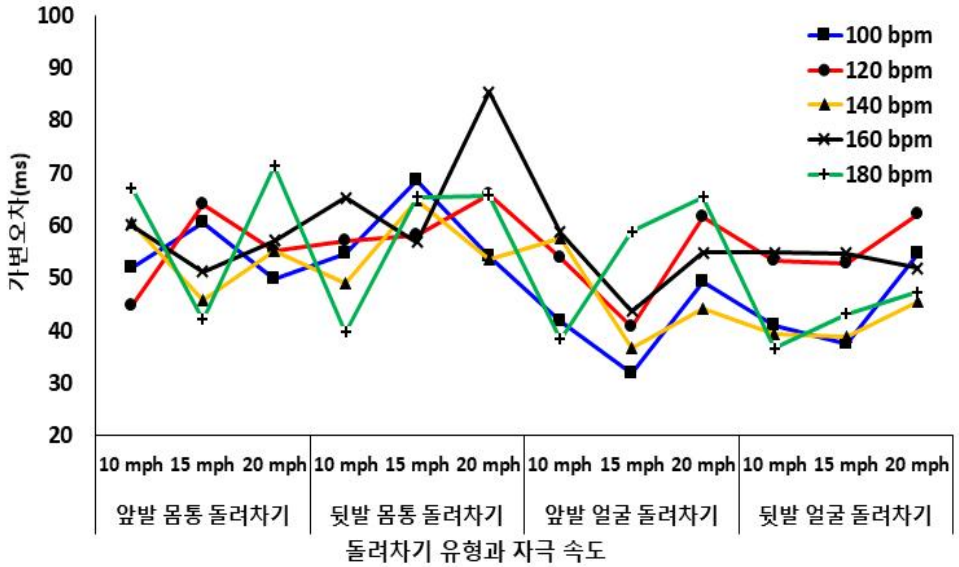

그림 25. 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 가변오차

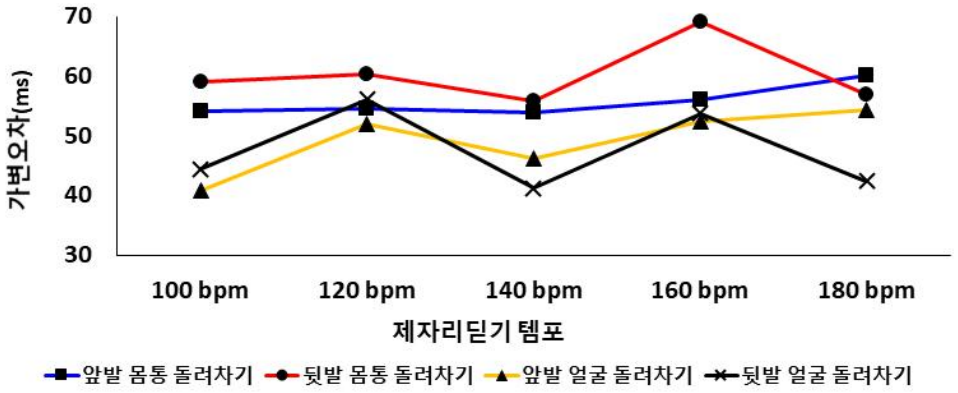

그림 26. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 가변오차

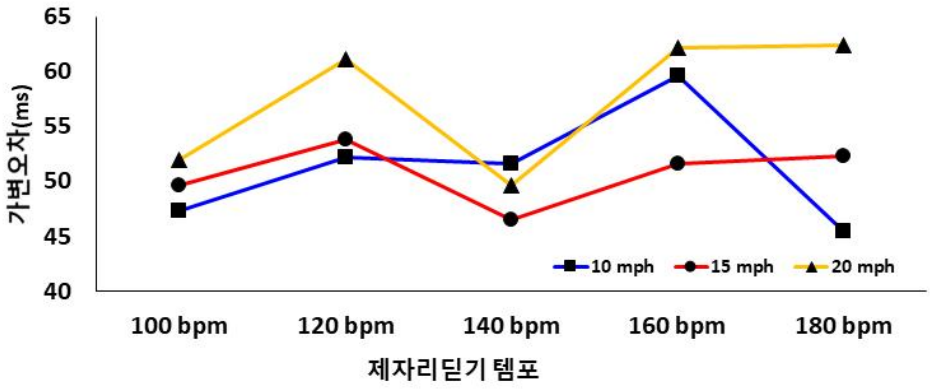

그림 27. 제자리딛기 템포와 자극 속도에 따른 가변오차

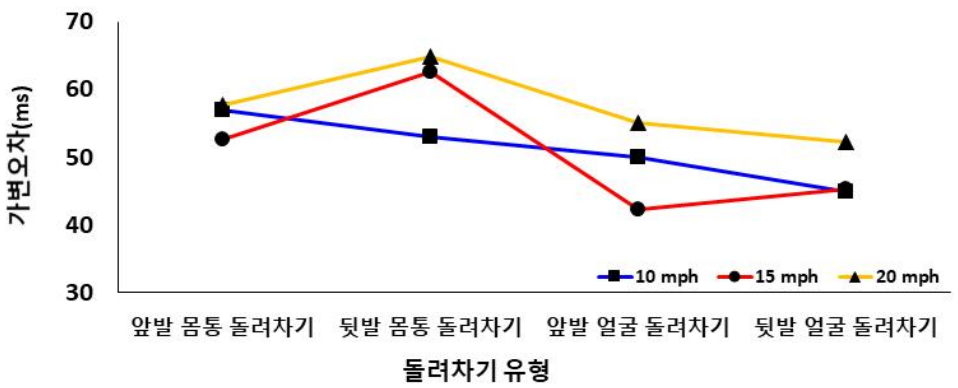

그림 28. 돌려차기 유형과 자극 속도에 따른 가변오차

제자리딛기 템포의 대응별 비교 결과 100과 160, 140과 160 bpm에서는 유의한 차이가 나타났지만 100과 120, 100과 140, 100과 180, 120과 140, 120과 160, 120과 180, 140과 180, 160과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

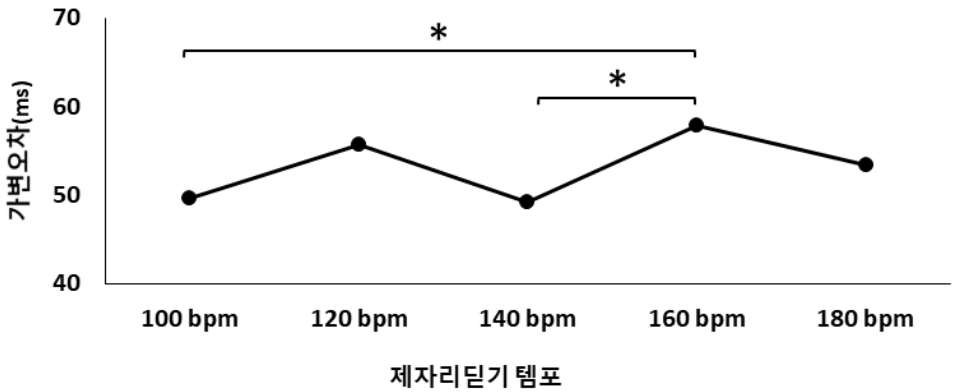

그림 29. 제자리딛기 템포에 따른 가변오차

돌려차기 유형의 대응별 비교 결과 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타났지만 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

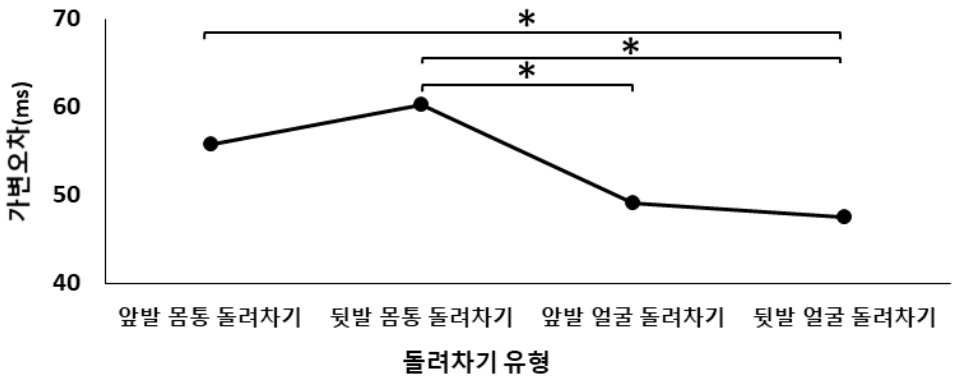

그림 30. 돌려차기 유형에 따른 가변오차

자극 속도의 대응별 비교 결과 10과 20, 15와 20 mph에서 유의한 차이가 나타났으며, 10과 15 mph에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

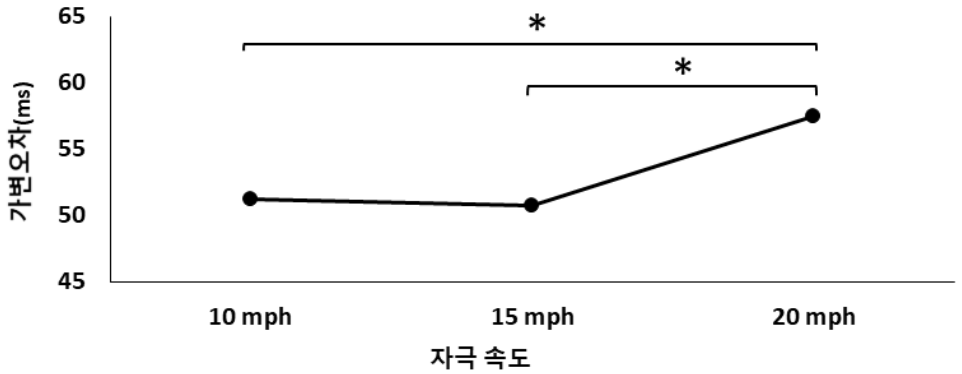

그림 31. 자극 속도에 따른 가변오차

제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 가변오차의 평균과 표준편차는 표 8과 같다. 제자리딛기 템포에 따라 140, 100, 180, 120, 160 bpm의 순으로 절대오차가 작았으며, 돌려차기 유형에 따라 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기 순으로 가변오차가 작았다. 그리고 자극 속도에 따라 15, 10, 20 mph 순으로 절대오차가 작았다.

표 8. 가변오차의 평균과 표준편차

차기 유형	자극 속도	템포	100 bpm	120 bpm	140 bpm	160 bpm	180 bpm	평균
앞발 몸통 돌려 차기	10mph	M	52.07	44.73	60.64	59.99	67.17	56.92
		SD	43.23	39.29	42.40	53.73	59.84	47.70
	15mph	M	60.52	64.00	45.90	51.17	42.10	52.74
		SD	42.42	51.87	34.91	39.10	38.46	41.35
	20mph	M	49.90	55.19	55.26	57.05	71.32	57.74
		SD	32.09	40.32	41.90	47.14	58.35	43.96
	평균	M	54.16	54.64	53.93	56.07	60.20	55.80
		SD	39.54	44.57	40.06	46.83	54.29	45.06
뒷발 몸통 돌려 차기	10mph	M	54.62	57.01	49.08	65.20	39.70	53.12
		SD	46.89	53.80	29.28	58.05	31.64	43.93
	15mph	M	68.59	58.07	64.79	56.81	65.38	62.73
		SD	64.73	51.16	54.89	49.23	48.86	53.77
	20mph	M	54.07	65.79	53.60	85.39	65.70	64.91
		SD	58.15	51.21	42.00	70.08	65.81	57.45
	평균	M	59.10	60.29	55.82	69.14	65.93	62.06
		SD	57.04	51.83	43.52	60.50	51.80	52.94
앞발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	41.70	53.76	57.47	58.70	38.41	50.01
		SD	35.07	44.33	51.69	47.06	38.02	43.23
	15mph	M	31.76	40.59	36.64	43.76	58.89	42.33
		SD	29.09	42.45	31.47	37.38	58.53	39.78
	20mph	M	49.24	61.64	44.27	54.79	65.42	55.07
		SD	55.42	58.77	52.00	51.17	59.90	55.45
	평균	M	40.90	52.00	46.12	52.41	54.24	49.13
		SD	41.73	49.47	46.53	45.67	53.95	47.47
뒷발 얼굴 돌려 차기	10mph	M	41.08	53.38	39.23	54.87	36.65	45.04
		SD	37.73	42.39	31.03	60.22	27.72	39.82
	15mph	M	37.61	52.68	38.74	54.62	43.11	45.35
		SD	32.55	50.20	33.37	44.17	31.32	38.32
	20mph	M	54.07	62.15	45.60	51.82	47.32	52.19
		SD	49.99	51.50	40.95	41.68	34.74	43.77
	평균	M	44.43	56.07	41.19	53.77	42.36	47.56
		SD	41.11	48.03	35.25	49.03	31.46	40.98
평균	10mph	M	47.37	52.22	51.60	59.69	45.49	51.27
		SD	41.09	45.13	40.19	54.66	42.77	44.77
	15mph	M	49.62	53.84	46.51	51.59	52.37	50.79
		SD	46.66	49.42	41.00	42.65	46.20	45.19
	20mph	M	51.96	61.19	49.68	62.26	62.44	57.51
		SD	49.59	50.59	44.33	54.84	56.23	51.12
	평균	M	49.65	55.75	49.27	57.85	53.43	53.19
		SD	45.87	48.50	41.86	51.14	49.14	47.30

제 3 절 충격력

충격력은 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형을 독립변인으로 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 그 결과 Mauchly의 구형성 검정이 성립되지 않은 경우 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도에 의한 결과로 검정하였으며, 주효과 비교는 Bonferroni를 실시하였다.

통계분석 결과, 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형의 상호작용효과[F(11.253, 660.176)=2.231, p<.05, η_p^2=.037]에서 유의한 차이가 나타났으며, 제자리딛기 템포[F(3.751, 660.176)=2.511, p<.001, η_p^2=.014]와 돌려차기 유형[F(3, 176)=9.151, p<.001, η_p^2=.135]의 주효과도 유의한 차이가 나타났다.

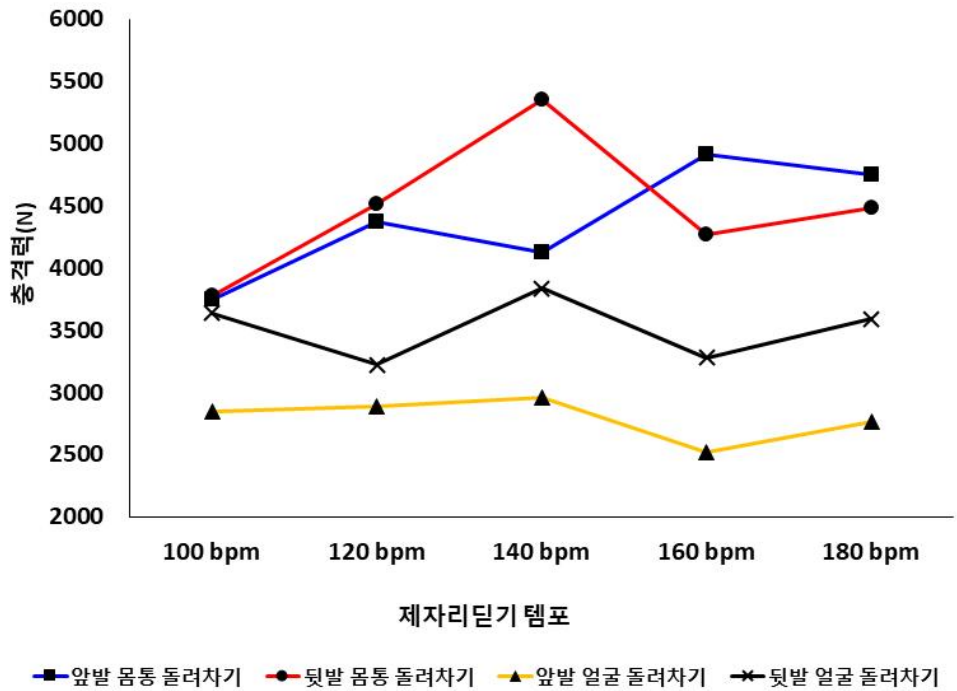

그림 32. 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 충격력

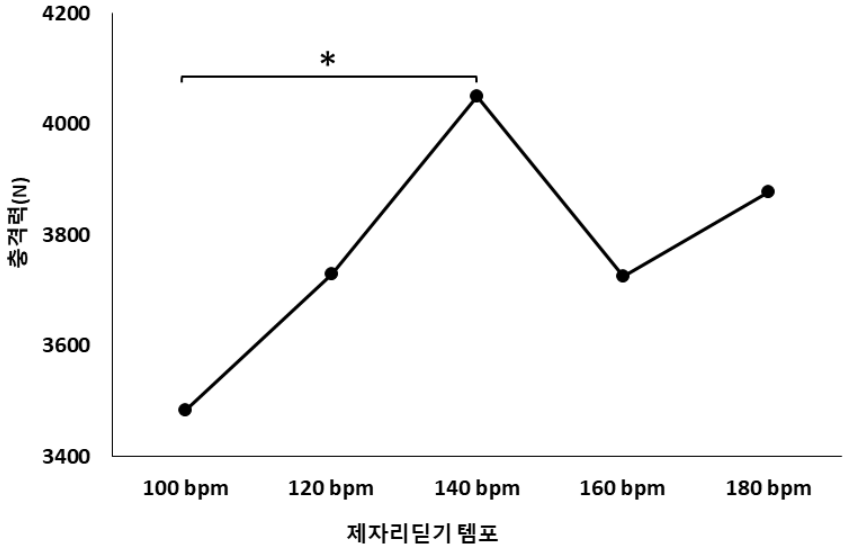

그림 33. 제자리딛기 템포에 따른 충격력

제자리딛기 템포의 대응별 비교 결과 100과 140 bpm에서만 유의한 차이가 나타났으며, 100과 120, 100과 160, 100과 180, 120과 140, 120과 160, 120과 180, 140과 160, 140과 180, 160과 180 bpm에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

돌려차기 유형의 대응별 비교 결과 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따른 충격력의 평균과 표준편차는 표 5와 같다. 제자리딛기 템포에 따라 140, 180, 120, 160, 100 bpm의 순으로 충격력이 높았으며, 돌려차기 유형에 따라 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기 순으로 충격력이 높았다.

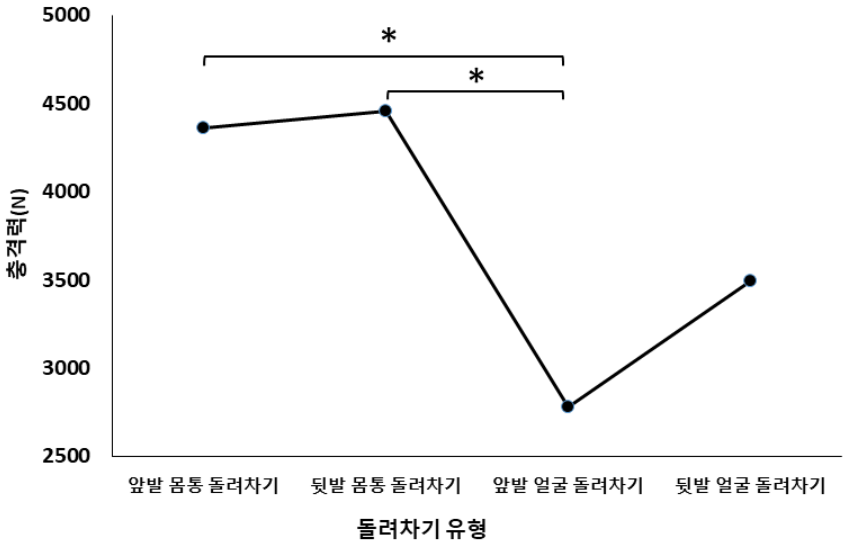

그림 34. 태권도 돌려차기 유형에 따른 충격력

표 9. 충격력의 평균과 표준편차

차기유형	템포	100 bpm	120 bpm	140 bpm	160 bpm	180 bpm	평균
앞발몸통 돌려차기	M	3744.34	4373.94	4125.17	4916.50	4747.68	4381.53
	SD	2872.11	2562.97	2288.05	2999.70	3040.12	2752.59
뒷발몸통 돌려차기	M	3776.28	4517.70	5355.02	4267.87	4482.57	4479.89
	SD	1536.36	3513.31	3745.24	2125.32	3115.71	2807.19
앞발얼굴 돌려차기	M	2851.49	2884.55	2962.63	2517.29	2768.97	2796.99
	SD	1829.09	1712.00	1942.80	1422.37	1735.80	1728.41
뒷발얼굴 돌려차기	M	3640.71	3223.25	3840.77	3279.98	3591.59	3515.26
	SD	1691.19	1615.26	2047.31	1529.76	2020.22	1780.75
평균	M	3503.20	3749.86	4070.90	3745.41	3897.70	3793.41
	SD	2068.37	2552.39	2725.85	2289.49	2648.28	2456.88

제 5 장 논의

태권도는 무도에서 경기로 전환되고 일정한 규칙 안에서 겨루면서 기술이 변화하고 발전하였다. 그 중에서도 딛기의 템포가 빨라졌으며, 돌려차기의 사용 빈도가 높아지고 다양해졌다. 제자리딛기는 달리기, 걷기, 뛰기(hopping)와 같이 신체 부위가 주기적으로 충격력 또는 신장력(stretch force)을 받아 나타나는 Stretch-Shortening Cycle(SSC)을 포함한 사전 동작으로 본 연구에서는 단순 반동의 유·무가 아니라 템포에 따른 수행의 차이를 알아보고자 하였다. 템포는 태권도 수행에 영향을 미치는 요소라고 할 수 있으며, 템포에 따른 수행의 차이가 나타날 수 있다. 그리고 태권도 경기에서는 다양한 차기 기술을 사용한다. 하지만 그 중에서도 돌려차기는 득점을 많이 하는 기술이기 때문에 다양하게 사용되어지고 있는 돌려차기의 비교는 태권도 경기의 전략적 측면에 도움이 될 것이다.

운동 수행의 결과에 대한 평가는 주로 시간과 속도, 정확성, 그리고 운동수행량 등과 같은 양적인 측면을 통해서 이루어진다(김선진, 2009). 본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포(100, 120, 140, 160, 180 bpm)와 돌려차기 유형(앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기)이 수행에 미치는 영향을 알아보기 위해 시간에 대한 평가로 응답시간을 측정하였으며, 정확성에 대한 평가로 동시적 예측타이밍을 측정하였다. 그리고 운동수행량에 대한 평가로 충격력을 측정하였다. 태권도와 같은 무도스포츠는 개방운동기술 종목이기 때문에 움직이는 상대를 공격하거나 방어를 하기 위해서는 빠르고 정확하고 강해야 한다. 따라서 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력 측정은 태권도의 수행 능력을 비교 분석 및 평가하는데 적절하다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향에 대한 결과가 지니는 의미와 선행연구와의 관계를 논하고자 한다.

제 1 절 응답시간

태권도에서 빠르다는 것은 상대방이 피하거나 막기 전에 공격할 수 있다는 것이고, 상대방의 공격을 피하거나 막을 수 있다는 것이다. 따라서 운동 수행의 시간과 속도는 태권도 경기의 승패를 가르는 중요한 요소라고 할 수 있다. 본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 응답시간에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형은 응답시간에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제자리딛기 템포에 따라 160, 140, 180, 120, 100 bpm 순으로 응답시간이 빨랐다. 연구 참여자의 제자리딛기 템포의 평균인 140 bpm에서보다 160 bpm에서 응답시간이 더 빠르게 나타났다. 제자리딛기를 하게 되면 두 발이 이지되거나 종아리와 발목의 근육이 수축되는 순간이 발생하게 되는데 느린 템포의 제자리딛기에서는 그 시간이 빠른 템포의 제자리딛기에서 보다 길기 때문에 느리게 반응했을 것이며, 아주 빠른 템포에서는 반응에 대한 돌려차기를 할 타이밍을 놓치더라도 다시 돌려차기를 할 수 있는 타이밍이 느린 템포보다 빨리 돌아오기 때문에 응답시간이 더 빠르게 나타난 것으로 사료된다.

하지만 160 bpm에서는 평균 699.38 ms, 140 bpm에서는 평균 703.26 ms으로 차이가 거의 나타나지 않았으며, 앞발 몸통 돌려차기만 봤을 때는 160 bpm에서는 평균 654.36 ms, 140 bpm에서는 평균 642.42 ms으로 140 bpm에서 응답시간이 빨랐다. 따라서 140에서 160 bpm 사이가 돌려차기를 빠르게 수행할 수 있는 제자리딛기 템포의 범위로 추측할 수 있을 것이다.

돌려차기 유형에 따른 응답시간을 살펴보면 앞발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순으로 빨랐다. 돌려차기의 유형은 차는 발의 위치와 차는 목표의 높이에 따라 구분하였다. 따라서 차는 발의 위치와 차는 목표에 따른 거리가 응답시간에 영향을 미쳤을 것이다. 박찬호와 정진성(2015)의 연구에서는 몸통 돌려차기 동작 시 차는 발의 위치에 따른 소요시간을 측정하였다. 그 결과 통계적

으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 앞발 몸통 돌려차기의 소요시간이 더 빨랐다. 김태완, 원형진, 이용식, 강성철, 이태현, 박종철, 백진호, 고석곤(2010)의 연구에서는 뒷발 돌려차기의 높이에 따른 소요시간을 측정하였는데 몸통과 얼굴에 따른 차이가 나타나지 않았지만 국면별로 분석했을 때 굴곡국면에서 뒷발 몸통 돌려차기가 뒷발 얼굴 돌려차기보다 빨랐다.

돌려차기 유형에 따른 동작을 살펴볼 때 목표의 위치와 가까우면서 몸통을 회전하지 않고 바로 공격할 수 있는 앞발 돌려차기가 빠른 것으로 나타났으며, 각 위치의 돌려차기에서 몸통 돌려차기가 얼굴 돌려차기보다 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 강성철과 강상학(1997)의 태권도 발차기 유형별 동작 수행 시간에 관한 연구의 결과가 위의 내용에 대해 부분적으로 증명하고 있다.

그리고 본 연구의 연구 참여자는 오른발잡이로 구성하였다. 따라서 오른발로 돌려차기를 수행한 뒷발 몸통 돌려차기와 뒷발 얼굴 돌려차기의 응답시간이 빨라야 한다. 하지만 왼발로 수행한 앞발 몸통 돌려차기와 앞발 얼굴 돌려차기의 응답시간이 더 빨랐다. 따라서 우세성과 상관이 없음을 알 수 있다. 우세성 보다는 돌려차기 유형에 따른 목표 위치와의 거리와 몸통의 회전에 따른 동작의 차기가 응답시간에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

이러한 결과는 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 응답시간에 영향을 미친다는 것을 보여주는 것이다.

제 2 절 동시적 예측타이밍

타이밍 과제의 수행 능력은 움직이는 자극에 대한 탐색, 자극 속도의 예상, 그리고 자극에 대한 정확한 동작을 수행하기 위한 지각시스템과 동작시스템의 통합에 의해 이루어지며(김선진, 2009; 홍승분, 2014; Fleury, Bard, Gagnon, & Teasdale, 1992), 타이밍 정확성은 자극의 이동거리나 속도 그리고 방향 등에 의해 영향을 받는다(홍승분, 2014;

Amazeen, Amazeen, Post, & Beek, 1999; Port, Pellizzer, & Georgopulos, 1996). 본 연구에서는 자극의 이동거리와 방향은 동일하게 하고 자극의 이동 속도에 따른 동시적 예측타이밍을 측정하였다.

태권도는 개방운동기술로 움직이는 상대방의 득점 부위를 정확한 타이밍에 공격하는 것이 중요하다. 정확한 공격은 득점으로 이어지며, 경기의 승리와 연결된다. 따라서 동시적 예측타이밍은 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 본 연구에서는 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도에 따른 동시적 예측타이밍을 측정하였다. 그리고 타이밍 오차를 이용하여 항상오차, 절대오차, 가변오차를 통해 방향성, 정확성, 일관성을 비교분석하였다.

1. 항상오차와 절대오차

동시적 예측타이밍의 방향성과 정확성을 알아보기 위해 항상오차와 절대오차를 분석하였다. 본 연구에서 항상오차는 절대오차의 결과와 비슷하게 나타났다. 거의 모든 원자료(raw data)가 양수이며, 목표 점수가 0이기 때문에 항상오차와 절대오차의 차이는 거의 없었으며, 비슷한 결과를 나타내주었다. 그 결과 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도는 동시적 예측타이밍의 방향성과 정확성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제자리딛기 템포에 따라 140, 160, 180, 120, 100 bpm 순으로 항상오차와 절대오차가 작았다. 연구 참여자의 제자리딛기 템포의 평균인 140 bpm에서 가장 작았으며, 140 bpm을 기준으로 빠른 템포와 느린 템포를 비교해 보면 빠른 템포에서 항상오차가 더 작았다. 따라서 140 bpm에서 운동 수행이 더 정확하다는 것을 알 수 있었고, 느린 템포보다는 빠른 템포에서 운동 수행이 더 정확하다고 볼 수 있다.

돌려차기 유형에 따른 항상오차와 절대오차를 살펴보면 앞발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순으로 정확했다. 이는 돌려차기 유형에 따른 응답시간의 순서와 같은 결과로 응답시간이 가장 빠른 앞발 몸통 돌려차기의 항상오차와 절대오

차가 가장 작았으며, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기 순이었다. 이 결과는 타이밍 과제에서 운동 속도가 빠를수록 시간 오차가 작고 운동 속도가 느릴수록 시간 오차가 크다고 밝힌 Newell, Hoshizaki, Carlton, 그리고 Halbert(1979)의 연구를 지지한다. 따라서 차기 동작의 속도를 향상시키는 것은 시간 오차를 줄임으로 경기력 향상에 도움이 될 것이다.

자극 속도에 따른 항상오차와 절대오차를 살펴보면 10, 15, 20 mph 순으로 작았다. 이 결과는 자극 속도가 예측타이밍 반응에 이용할 수 있는 시각 정보의 양에 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사한다(Molstad, Kluka, Love, Baylor, Covington, & Cook, 1994). 본 연구와 비슷한 자극 속도를 제시한 선행연구를 살펴보면 6, 9, 12, 15 m/s의 자극 속도에서 예측타이밍의 정확성 연구(박상범, 2003)와 10, 15, 20 mph의 자극 속도에서 동시적 예측타이밍을 측정한 연구(이종화, 김석진, 김선진, 2018)에서 자극 속도의 증가에 따라 항상오차와 절대오차가 커지는 것으로 나타났다.

그리고 5와 8 mph의 자극 속도와 5와 7 mph의 자극 속도에서 태권도 돌려차기의 동시적 예측타이밍을 측정한 연구(김동환 등, 2014; 박현철, 2013)에서도 자극 속도가 증가함에 따라 항상오차와 절대오차가 커지는 것으로 나타났다. 본 연구와 선행연구를 살펴본 결과 자극 속도는 동시적 예측타이밍에 영향을 미치는 변인이라고 할 수 있다. 그리고 자극 속도가 빨라질수록 항상오차와 절대오차가 커지는 것을 미루어 볼 때, 자극 속도가 빨라질수록 자극의 초기 경로에 대한 정보만을 이용해서 반응 시점을 예측해야 하기 때문에 정확성이 감소될 수 있다는 것이다(박상범, 2005).

다양한 속도 조건에서 예측타이밍 반응 시에 나타나는 안구운동패턴은 추적안구운동과 단속성 안구운동의 조합으로 이루어진다(Shaunak, O'Sullivan, & Kennard, 1995). 느린 자극 속도는 추적안구운동을 통해서 이루어지지만, 추적이 불가능한 빠른 자극 속도는 단속성 안구운동을 통해서 이루어진다. 하지만 자극 속도가 매우 빨라 시각 탐색이 불가능할

경우 자극 속도와는 상관없이 주시점을 자극이 도착할 목표 지점에 미리 이동시키는 예측 전략이 반응의 정확성을 향상시키기 위해 효율적이라고 할 수 있다(Land, & McLeod, 2000; Smeets, & Bekkering, 2000).

2. 가변오차

동시적 예측타이밍의 일관성을 알아보기 위해 가변오차를 분석하였다. 가변오차는 연구 참여자의 매 수행의 항상오차의 표준편차로 수행의 일관성을 나타내는데 사용한다. 그 결과 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도는 동시적 예측타이밍의 일관성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제자리딛기 템포에 따라 140, 100, 180, 120, 160 bpm 순으로 가변오차가 작았다. 연구 참여자의 제자리딛기 템포의 평균인 140 bpm에서 가장 작았다. 따라서 연구 참여자가 선호하는 제자리딛기 템포인 140 bpm에서 일관적인 수행을 하였다고 볼 수 있다. 그리고 항상오차와 절대오차의 결과와 마찬가지로 가변오차에서도 140 bpm에서 뛰어난 수행을 보여주었다. 이 결과는 140 bpm의 제자리딛기 템포가 돌려차기를 수행하는데 있어서 효율적이라는 것을 나타낸다. 하지만 템포의 빠르기에 따른 가변오차의 점증적인 차이는 나타나지 않았다.

돌려차기 유형에 따른 가변오차를 살펴보면 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기 순으로 일관된 수행을 보여주었다. 이는 항상오차와 절대오차와는 다른 결과를 보여주고 있다. 항상오차와 절대오차에서는 앞발 돌려차기가 뒷발 돌려차기보다 정확한 수행을 보여주었다. 하지만 가변오차에서는 얼굴 돌려차기가 몸통 돌려차기보다 일관적인 수행을 보여주었다. 따라서 일관적인 수행을 위해서는 얼굴 돌려차기가 더 효과적이라고 볼 수 있다. 하지만 태권도 경기에서는 일관적인 공격도 중요하지만 빠른 공격도 중요하다. 따라서 응답시간을 고려한다면 태권도 경기에서 득점을 하기 위한 효과적인 전략이 될 것이다.

자극 속도에 따른 가변오차를 살펴보면 15, 10, 20 mph 순으로 작았

다. 10과 15 mph은 평균 51.27과 50.79 ms로 거의 차이가 나타나지 않았다. 하지만 20 mph에서는 평균 57.51 ms로 10과 15 mph의 가변오차와 차이가 나타났다. 20 mph의 빠른 자극 속도보다 10과 15 mph의 느린 자극 속도에서 더 일관적으로 수행했다고 볼 수 있다. 선행연구를 살펴보면 5와 8 mph의 자극 속도에서 태권도 돌려차기의 동시적 예측타이밍을 측정한 연구(김동환 등, 2014)에서도 자극 속도가 빨랐을 때 가변오차가 크게 나타났다. 따라서 자극 속도는 동시적 예측타이밍의 가변오차에 영향을 미치는 변인이라고 할 수 있다. 하지만 5와 7 mph의 자극 속도에서 태권도 돌려차기의 동시적 예측타이밍을 측정한 연구(박현철, 2013)에서는 제자리딛기를 하지 않았을 때는 차이가 나타나지 않았으며, 제자리딛기를 했을 경우 빠른 자극 속도에서 가변오차가 더 작았다. 따라서 자극 속도와 관련하여 다른 변인을 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 10년 이상 태권도를 수련하고 태권도를 전공하고 있는 평균 19세의 대학생이 참여하였으며, 김동환 등(2014)의 연구에서는 2에서 6년 태권도를 수련한 평균 15세의 학생이 참여하였다. 그리고 박현철(2013)의 연구에서는 평균 18세의 고등학생 태권도 선수가 참여하였다. 자극 속도와 연구 참여자의 태권도 경력과 나이를 고려하였을 때 위와 같은 연구 결과가 나타났을 것으로 사료된다. 숙련성과 자극 속도에 따른 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 연구(이종화 등, 2018)를 살펴보면 10, 15, 20 mph의 속도에 따라 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단에서는 차이가 나타나지 않았다. 하지만 대학야구선수 집단은 자극 속도가 빨라짐에 따라 가변오차가 커지는 것으로 나타났다. 따라서 숙련성이 높을수록 더 빠른 자극 속도에서도 정확하고 일관성 있게 수행할 것으로 사료된다.

제 3 절 충격력

태권도에서 승리하기 위해서는 상대방과 겨루어 더 많은 득점을 하거나 녹아웃 시켜야 한다. 녹아웃 시키기 위해서는 상대방에게 큰 충격을 가해야 하며 겨루는 과정에서 상대방에게 큰 충격을 입힐수록 경기를 유

리하게 이끌어 갈 수 있다. 한 번의 강한 공격으로 상대방을 녹아웃을 시킬 수도 있으며, 여러 번의 공격을 통해 치명적인 데미지를 입힘으로서 공격에 유리한 입장이 될 수도 있다. 태권도 경기에서는 공정성을 높이기 위해 전자호구를 사용하고 있다. 전자호구는 일정 충격력 이상 전달되어야 득점 신호가 들어온다. 따라서 태권도에서 충격력은 승패에 매우 중요한 요인 중의 하나이다. 본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형이 충격력에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형은 충격력에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제자리딛기 템포에 따라 140, 180, 120, 160, 100 bpm 순으로 충격력이 높았다. 따라서 연구 참여자가 선호하는 제자리딛기 템포인 140 bpm에서 충격력이 컸다고 볼 수 있다. 그리고 동시적 예측타이밍의 결과와 마찬가지로 140 bpm에서 뛰어난 수행을 보여주었다. 이 결과는 140 bpm의 제자리딛기 템포가 돌려차기를 수행하는데 있어서 효과적이라는 것을 나타낸다.

돌려차기 유형에 따른 충격력을 살펴보면 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기 순으로 컸다. 몸통 돌려차기가 얼굴 돌려차기보다 충격력이 컸으며, 몸을 회전해서 차는 뒷발 돌려차기가 몸을 회전하지 않는 앞발 돌려차기보다 충격력이 컸다. O'Sullivan 등(2009)의 연구에서도 뒷발 몸통 돌려차기가 뒷발 얼굴 돌려차기보다 충격력이 큰 것으로 나타났다.

제 4 절 종합 논의

본 연구에서는 태권도에서 제자리딛기의 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향을 알아보았다. 태권도 경기에서 승리하기 위해 상대방을 녹아웃 시키거나 득점을 얻기 위해서는 빠르고 정확하며 강해야 한다. 따라서 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력을 측정하는 것은 태권도의 수행 능력을 비교 분석하는데 적절하다고 할 수 있다.

제자리딛기 템포에 따른 분석 결과, 응답시간은 140과 160 bpm에서 빠른 것으로 나타났으며, 동시적 예측타이밍은 140 bpm에서 정확하고 일관된 수행을 나타냈다. 그리고 충격력도 140 bpm에서 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 140 bpm의 제자리딛기 템포가 태권도 수행에 효율적이라고 할 수 있다. Toyama와 Hujiwara(1990)의 보행 연구에서는 120 bpm의 템포가 보행 중 가장 효율이라고 보고하였다. 템포는 운동 수행에 영향을 미치는 요인이라고 할 수 있으며, 운동의 특성에 따라 최적의 템포 범위가 존재할 것이다. 최적의 템포는 최상의 수행을 하는데 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 연구 참여자가 선호하는 제자리딛기 템포의 평균을 기준으로 느린 템포와 빠른 템포를 설정하여 측정하였다. 연구 참여자는 태권도를 10년 이상 수련하였으며, 4단 이상이다. 그리고 현재에도 태권도를 대학에서 전공하고 있는 대학생으로 숙련자라고 할 수 있다. 140 bpm이라는 제자리딛기 템포는 숙련자가 태권도를 수련하면서 자연스럽게 최적화된 것이라고 할 수 있다. 따라서 템포에 따른 운동기술학습은 초보자에게 도움이 될 것이다. 분명 개인차는 존재할 것이다. 하지만 그 범위가 크지 않을 것으로 생각된다.

태권도 경기에서는 다양한 차기 기술을 사용하지만 빠르고 정확하고 강한 돌려차기의 비중이 높고, 다양한 방법으로 사용되어지고 있다. 다양하게 사용되어지고 있는 돌려차기의 비교 분석은 태권도 경기의 전략적인 측면에 도움이 될 것이다. 돌려차기 유형에 따른 분석 결과, 응답시간은 앞발 몸통 돌려차기가 가장 빨랐으며, 동시적 예측타이밍의 정확성은 앞발 몸통 돌려차기, 일관성은 뒷발 얼굴 돌려차기가 높았다. 그리고 충격력은 뒷발 몸통 돌려차기가 큰 것으로 나타났다.

태권도 경기는 개방운동기술 종목으로 예측할 수 없는 상대방의 움직임에 공격과 수비를 해야 한다. 예측이 어려운 경우에는 빠른 공격이 효과적이다. 본 연구에서는 앞발 몸통 돌려차기가 제일 빠르고 정확한 수행을 보여주었다. 따라서 앞발 몸통 돌려차기는 움직이는 상대방을 공격하기 위한 효과적인 기술일 것이다. 그리고 상대방에게 큰 충격력을 줄

수 있는 공격은 뒷발 몸통 돌려차기이다. 무도 스포츠에서 상대방에게 데미지를 입히는 것은 상대방의 공격과 방어의 속도를 느리게 해주며, 상대방 공격의 파워를 낮추어 상대방의 전체적인 수행 능력을 저하시킨다. 따라서 경기를 유리하게 이끌어 갈 수 있다.

태권도 경기는 단번에 승패가 결정되는 것이 아니다. 2분 3회전으로 총 6분 동안 이루어지기 때문에 본 연구의 결과를 다양한 측면에서 고려하여야 한다. 특히 체력과 득점 체계를 고려하여야 한다. 태권도 경기에서 선수는 6분 동안 똑같은 체력 수준을 유지할 수 없을 것이며, 딛기와 공격은 다양하게 이루어질 것이다. 그리고 득점 체계를 고려하면 몸통 돌려차기는 2점, 얼굴 돌려차기는 3점으로 얼굴 돌려차기가 점수가 더 높다. 따라서 본 연구의 결과와 체력과 득점 체계를 고려한 경기 전략을 고려한다면 경기를 수행하는데 도움이 될 것이다.

제 6 장 결론 및 제언

본 연구는 태권도에서 제자리딛기 템포(100, 120, 140, 160, 180 bpm)와 돌려차기 유형(앞발 몸통 돌려차기, 뒷발 몸통 돌려차기, 앞발 얼굴 돌려차기, 뒷발 얼굴 돌려차기)이 수행에 미치는 영향을 알아보고자 하는데 목적이 있다. 태권도 4단으로 10년 이상 수련하였으며, 태권도를 전공하고 있는 15명의 대학생이 실험에 참여하였다.

응답시간은 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 자극에 최대한 빨리 적외선 센서가 감지하는 위치에 돌려차기를 하는 과제로 템포(5)와 돌려차기 유형(4)에 따라 3번씩 총 60회를 실시하였으며, 동시적 예측타이밍은 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 예측반응시간측정기의 LED 불빛이 활주로의 경고 불빛에서 이동하기 시작하여 마지막 불빛에 도착한 시점과 돌려차기를 하여 적외선 센서가 감지하는 시점을 일치시키는 과제로 템포(5), 돌려차기 유형(4) 그리고 자극 속도(3)에 따라 3번씩 180회를 실시하였다. 그리고 충격력은 메트로놈의 템포에 따라 제자리딛기를 하다가 불빛 신호에 최대한 강하게 펀칭백(충격력을 측정하기 위해 가속도계를 내장하여 제작된 장비)을 차는 과제로 템포(5)와 돌려차기 유형(4)에 따라 3번씩 60회를 실시하였다.

응답시간과 충격력은 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형을 독립변인으로 반복측정 이원분산분석을 실시하였으며, 동시적 예측타이밍은 제자리딛기 템포, 돌려차기 유형, 자극 속도를 독립변인으로 반복측정 삼원분산분석을 실시하였다.

제 1 절 결론

본 연구를 통해서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 제자리딛기 템포에 따른 응답시간은 160 bpm에서 가장 빠른 것으로 나타났다. 하지만 140과 160 bpm과 차이가 거의 없는 것으로 나타

났다. 따라서 응답시간은 140과 160 bpm의 범위에서 효과적이라고 할 수 있다. 그리고 돌려차기 유형에 따라 앞발 몸통 돌려차기가 가장 빠른 것으로 나타났다. 앞발 몸통 돌려차기는 차는 발이 목표 위치와 제일 가깝기 때문에 응답시간에 영향을 미친 것으로 보인다.

둘째, 제자리딛기 템포에 따른 동시적 예측타이밍은 140 bpm에서 항상오차, 절대오차, 가변오차가 가장 작게 나타났다. 따라서 140 bpm의 제자리딛기 템포에서 정확하고 일관된 수행을 보여주었다고 할 수 있다. 돌려차기 유형에 따른 동시적 예측타이밍은 앞발 몸통 돌려차기의 항상오차와 절대오차가 가장 작았다. 앞발 몸통 돌려차기가 정확한 수행을 보여주었다고 할 수 있다. 그리고 뒷발 얼굴 돌려차기의 가변오차가 가장 작았다. 뒷발 얼굴 돌려차기가 일관된 수행을 보여주었다고 할 수 있다. 자극 속도에 따른 동시적 예측타이밍은 자극 속도에 따라 항상오차와 절대오차가 커지는 것으로 나타났다. 자극 속도가 빨라짐에 따라 수행의 정확성도 낮아진다고 할 수 있다. 그리고 10과 15 mph의 자극 속도에서는 가변오차의 차이가 나타나지 않았지만 20 mph의 자극 속도와는 가변오차의 차이가 나타났으며, 10과 15 mph의 자극 속도에서보다 20 mph의 자극 속도에서 가변오차가 컸다. 20 mph의 빠른 자극 속도에서 일관성이 낮아진다고 할 수 있다.

셋째, 제자리딛기 템포에 따른 충격력은 140 bpm에서 가장 강한 것으로 나타났다. 그리고 돌려차기 유형에 따라 뒷발 몸통 돌려차기가 가장 강했다. 얼굴 돌려차기보다는 몸통 돌려차기가 강했으며, 몸의 회전을 이용하지 않는 앞발 돌려차기보다 몸의 회전을 이용한 뒷발 돌려차기가 강하다고 나타났다.

이상의 결론을 종합해보면 140 bpm의 제자리딛기의 템포에서 응답속도, 동시적 예측타이밍, 충격력이 돌려차기 수행에 효과적이라는 것을 나타냈다. 그리고 빠르고 정확한 공격은 앞발 몸통 돌려차기, 강한 공격은

뒷발 몸통 돌려차기로 나타났다. 이 결론을 바탕으로 운동기술의 학습에 유용한 정보로 제공될 수 있을 것이며, 태권도 경기 운영의 전략에 도움이 될 것이다.

제 2 절 제언

본 연구는 태권도에서 제자리딛기의 템포와 돌려차기 유형이 수행에 미치는 영향은 분석한 것이다. 연구의 결과와 논의를 바탕으로 앞으로 진행될 후속 연구에서 반드시 고려해야 할 문제점과 과제를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 태권도에서 사용하는 제자리딛기 템포에 따른 수행을 측정하였다. 그 결과 제자리딛기의 템포가 수행에 영향을 미친 것으로 나타났다. 하지만 템포가 제자리딛기에 어떤 영향을 미치는지에 대한 선행연구는 아직 없다. 따라서 템포와 관련하여 제자리딛기의 운동학과 운동역학적으로 다양한 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 운동 수행의 결과로 응답시간, 동시적 예측타이밍, 충격력을 측정하였다. 따라서 제자리딛기 템포와 돌려차기 유형에 따라 운동학, 운동역학, 근육의 활동 그리고 운동 협응 등이 어떻게 이루어지는지 운동 과정의 측정을 통해서 연구되어질 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 태권도에서 가장 효율적이며, 많이 사용하는 돌려차기를 유형별로 측정하였다는데 의미가 있다. 하지만 태권도에는 돌려차기 외에도 많은 차기 기술이 있다. 따라서 다양한 차기 기술의 비교연구가 이루어져야 한다. 다양한 차기 기술의 비교는 태권도 경기의 다양한 상황에 따른 경기 운영 전략에 도움이 될 것이다.

넷째, 태권도는 개방운동기술 종목이다. 따라서 상대방의 움직임에 따

라 반응을 한다. 하지만 본 연구에서는 자극을 불빛으로 제시하여 돌려 차기를 하였다. 실제 태권도 경기에서는 상대방의 움직임(딛기, 차기 등)에 따라 반응할 것이다. 따라서 추후 연구에서 실제 상황의 영상을 이용하거나 가상현실 시스템을 적용한다면 더 정확한 스포츠 현장 적용 연구가 될 것이다.

참 고 문 헌

강길현(2014). 공격 시 돌려차기와 받아차기 시 돌려차기 동작에 관한 주동근 비교 분석. *한국체육과학회지, 23*(3), 1521-1528.

강성철(2017). 태권도 몸통 돌려차기 시 제자리 스텝 유 · 무에 따른 지면반발력과 운동학적 요인들의 상관관계 연구. *한국체육학회지, 56*(5), 725-735.

강성철, 강상학(1997). 태권도 발차기의 유형별 동작 수행 시간에 관한 연구. *무도연구소지, 8*(1), 157-165.

강신관(2010). 태권도 발놀림 유형에 따른 발차기 동작의 운동학적 분석. *미간행 석사학위논문, 용인대학교 대학원.*

고석곤(2010). 태권도 돌려차기 시 타켓 높이에 따른 근육 활성도 분석. *대한무도학회지, 12*(3), 277-286.

국기원(2010). *태권도 기술 용어집*. 서울: 대한미디어.

권태원, 조혜수, 최영철(2017). 태권도 선수의 청각과 시각 트레이닝방법에 따른 체력요인과 돌려차기 반응시간에 관한 연구. *한국체육과학회지, 26*(4), 1289-1299.

김경지, 최영렬, 방영진, 김형돈, 전정우(1998). *태권도 겨루기 지도 및 방법론*. 서울: 대한미디어.

김동환, 정일규, 오명진(2014). 태권도 앞돌려차기시 제자리 딛기가 동시적 예측타이밍에 미치는 영향. *한국사회체육학회지, 55*(2), 655-663.

김민정, 나정선, 이청무(2001). 태권도 선수의 광자극에 의한 근전도 반응시간 및 전기 역학적 지연에 관한 연구. *한국여성체육학회지, 15*(2), 41-50.

김병기(1995). 跆拳道 競技의 體級別 攻擊使用技術과 得點力에 관한 分析硏究 : 男子高等學校 選手를 中心으로. *미간행 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.*

김상용, 유기웅, 김형수, 신호철, 김기형(2015). 아마추어 복싱선수의 전진

스텝 유무에 따른 원·투 스트레이트 동작의 운동역학적 비교분석. *한국체육학회지, 54*(6), 587-599.

김상복, 김주선(1997). 태권도 돌려차기시 관절운동의 분석. *한국체육학회지, 36*(4), 348-360.

김선진(2009). *운동학습과 제어*. 서울: 대한미디어.

김세영(2017). 반동을 이용한 수직 점프 시 높이 변화에 따른 운동역학 및 상변화 시점에서의 지면반력 벡터 변화. 大韓機械學會論文集, 41(4), 277-283.

김용건(1995). 태권도 경기의 체급별 득점 내용 분석. *미간행 석사학위 논문. 단국대학교 교육대학원*.

김재웅, 한기훈, 김제민, 이상우, 권문석, 터틀노엘(2018). 태권도 돌려차기 시 기술 수준에 따른 몸통, 골반, 지지 다리의 운동학적 변인 비교. *국기원태권도연구, 9*(1), 219-234.

김종권(2016). 태권도 제자리 딛기에 따른 물러딛고 돌려차기 동작의 운동역학적 비교분석, *미간행 석사학위 논문용인대학교 대학원.*

김종권, 구희곤(2016). 태권도 제자리딛기에 따른 물러딛고 돌려차기 동작의 운동역학적 비교분석. *체육연구, 12*(1), 1-17.

김종덕(2011). 여자 태권도 선수의 돌려차기 동작에 관한 운동학적 분석. *한국체육과학회지, 20*(4), 1197-1204.

김창국(1992). 태권도 돌려차기 동작의 운동역학적 분석. *한국운동역학회지, 2*(1), 24-36.

김태완, 원형진, 이용식, 강성철, 이태현, 박종철, 백진호, 고석곤(2010). 태권도 돌려차기 높이 변화에 따른 하지관절 회전력 분석. *체육과학연구, 24*(4), 1493-1500.

김태홍(2012). 중첩-가산 FFT와 Cross-Correlation을 이용한 음악 템포 추출에 관한 연구. *미간행 석사학위논문, 단국대학교 대학원.*

김형돈, 이시언(2010). 태권도 돌려차기 기술 발휘 시 요부 신전근 수축력이 하지관절의 운동학적 변인에 미치는 영향. *한국사회체육학회지, 41*(2), 763-776.

대한태권도협회(2015). *대한태권도협회 50년사*. 서울: 애니빅.

류병관, 박영식. (2000). 태권도 받아차기의 반응시간에 관한 연구. *무도연구소지, 11*(1), 267-275.

박상범(2005). 예측타이밍 반응의 효율성 증진을 위한 최적 안구운동전략. *한국스포츠심리학회, 16*(4), 161-177.

박진서, 오정환, 홍수영, 신의수, 송동호(2016).태권도 숙련자와 비숙련자의 앞발 돌려차기 동작에 대한 운동학적 요인과 지면반력 비교분석. 한국사회체육학회, 63, 723-733.

박찬호(2014). 태권도 돌려차기 시 스텝 유 · 무에 따른 운동역학적 비교분석. *한국체육과학회지, 23*(5), 1575-1586.

박찬호, 정진성(2015). 태권도 돌려차기 동작 시 차는 발의 위치에 따른 운동학적 비교분석. *한국체육과학회지. 24*(1), 1511-1523.

박현철(2013). 태권도 스텝·비스텝 돌려차기 유형에 대한 시각적 자극 속도가 동시적 예측타이밍 수행에 미치는 영향. *한국체육학회지, 52*(6), 537-544.

서대경, 이영덕(2010). 태권도 스탠스 형태에 따른 돌려차기시 하지분절의 역학적 분석. *무예연구, 4*(1), 141-164.

서희(2017). 여자 펜싱 사브르의 마르쉬 팡트 기술의 운동학적 분석. *미간행 석사학위논문, 호남대학교 대학원.*

성낙준, 이승국, 박현종, 주신규, 진중의(1986). 태권도 기본 발차기의 역학적 분석, 스포츠과학연구과제 종합보고서, *대한체육회*, 539-591.

송성섭, 이여종, 진승태(2000). 태권도 스탠스 유형에 따른 돌려차기 동작의 운동학적 분석. *세명논총, 8*, 183-198.

신제민, 김로빈(1999). 기술수준에 따른 태권도 돌려차기 기술의 협응과 제어형태 비교. *한국운동역학회지, 9*(1), 75-86.

심성구(2009). 태권도 돌려차기 동작 시 숙련자와 비숙련자의 근전도 분석. *무예연구, 3*(1), 105-126.

안현상, 소재무(2006). 태권도 돌려차기 시 표적높이 변화에 따른 운동학

적 분석. *한국운동역학회 춘계학술발표논문집*, 171-172.
양진방(1986). 해방 이후 한국 태권도의 발전과정과 그 역사적 의의: 경기태권을 중심으로. *미간행 석사학위논문, 서울대학교 대학원.*
양창수(2001). 태권도와 합기도의 돌려차기 동작에 관한 운동학적 비교. *한국운동역학회지, 10*(2), 157-164.
오정환, 정익수, 이건희, 박찬호, 이진(2016), 태권도 앞차기 시 기합소리가 충격력에 미치는 영향. *한국사회체육학회지, 64*, 897-907.
오정환, 최수남(2004), 남자 태권도 선수의 돌려차기 동작의 운동학적 분석. *한국사회체육학회지, 22*, 497-509.
윤주식, 최명수, 하철수(2011). 태권도 공격 시 돌려차기와 받아차기 시 돌려차기 동작의 지면반력 비교분석. *한국체육과학회지, 20*(2), 1153-1160.
윤창진, 채원식(2008). 태권도 돌려차기 동작의 운동학적 협응 및 제어과정. *한국운동역학회지, 18*(2), 95-104.
윤창진, 채원식(2011). 태권도 돌려차기 동작의 동역학적 협응과 제어과정. *한국체육학회지, 50*(3), 593-601.
이강문, 정태운, 강성철(2011). 태권도 돌려차기 시 중앙,전방형 겨룸새 형태에 따른 운동학적 변인 비교분석. *대한무도학회지, 13*(1), 147-157.
이계승(1991). 跆拳道 功擊技術의 使用頻度와 得點에 關한 調査硏究: 高等部 選手들을 中心으로. *스포츠科學硏究所論文集, 4*(5), 1-30.
이기봉, 정현도(2013). 세계 여자 태권도 경기 득점 기술 분석. *세계태권도문화학회지, 7*, 1-11.
이선기(2006). WTF와 ITF 돌려차기 동작의 운동학적 비교분석. *한국사회체육학회지. 28*, 363-373.
이연종, 진승태(2011). 태권도 발 자세에 따른 빠른발 돌려차기 동작의 운동학적 분석. *한국여성체육학회지, 25*(2), 57-65.
이연종, 황원섭(2017). 빠른 발 돌려차기 시 숙련도에 따른 근전도 분석. *한국스포츠학회지, 15*(4), 205-412.

이영림, 함우택, 하철수(2010). 태권도 겨루기, 격파, 품새선수들의 돌려차기 및 돌개차기에 대한 충격력 분석. *한국체육과학회지, 19*(3), 1423-1429.

이재봉(1993). 跆拳道 競技中 先制攻擊과 逆襲攻擊의 得點力에 관한 分析的 연구. *미간행 석사학위논문, 동국대학교 대학원.*

이재봉(2001). 태권도 돌려차기동작의 운동학적 분석. *한국학교 체육학회지, 11*(1), 71-71.

이종갑(2004). 태권도 우수선수의 안면 돌려차기 동작의 운동학적 분석. *한국체육교육학회지, 9*(2), 285-298.

이종화, 김석진, 김선진(2018). 숙련성과 자극 속도 조건이 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 정확성에 미치는 영향. *체육과학연구, 29*(1), 76-86.

장권(2010). 한국 태권도 경기사 연구. *미간행 박사학위논문, 우석대학교 대학원.*

정철수, 최치선, 김용운, 이세용(2006). 반동점프 동작 시 수동적 스트레칭으로 인한 수행 능력 감소 이후 회복시간에 따른 하지의 운동역학적 변화. *체육과학연구, 17*(3), 45-57.

조점주(1994). 태권도 경기중 체급별 발차기 기술의 사용빈도와 득점에 관한 조사연구 : 제11회 세계태권도선수권대회를 중심으로. *미간행 석사학위논문, 경남대학교 대학원.*

조철훈, 김형수, 김창국(2009). 태권도 스텝 돌려차기의 운동학적 분석. *한국사회체육학회지, 35*(2), 1083-1095.

조철훈, 최철영, 이충영, 박명수(2011). 훈련프로그램에 따른 태권도 스텝 후 돌려차기 동작의 운동역학적 분석. *세계태권도문화학회, 2*, 1-16.

지용석, 박인태, 강영석(2008). 태권도 몸통 돌려차기 동작에 대한 운동역학적 분석. *한국사회체육학회지, 34*(2), 995-1004.

최완용, 홍성진, 최형준(2009). 태권도 경기 공격 패턴 분석. *체육과학연구, 20*(4), 767-777.

최치선, 정철수, 신인식(2014). 태권도 주춤서 지르기에서 Stretch-Shortening Cycle 이 관절파워에 미치는 효과. *한국운동역학회지, 24*(1), 1-9.

하철수, 윤주식, 김정주(2011). 태권도 받아차기 시 돌려차기 동작의 운동역학적 분석. *한국체육과학회, 20*(4), 1187-1195.

하철수, 최만호, 김봉경(2008). 태권도 겨루기 선수들의 반달차기 동작의 운동학적 분석. *체육과학연구, 19*(3), 22-30.

한설, 최종환, 김현주, 김승환, 홍종현, 류철현, 백만기(2002). Plyometric training이 고등학교 태권도선수의 반응시간과 민첩성 및 순발력에 미치는 영향. *한국발육발달학회지, 10*(2), 165-171.

함우택, 강길현, 백문종(2011). 효율적인 돌려차기 동작을 위한 공격 시와 받아차기 시 운동학적 분석. *한국체육과학회지, 20*(3), 1697-1704.

허건식(2002). 동양무도의 문화적 해석에 관한 연구. *미간행 박사학위논문, 용인대학교 대학원.*

홍승분(2014). 리시버의 이동속도와 거리에 따른 패서의 동작 타이밍 정확성. *한국체육과학회지, 23*(2), 535-545.

Anderson, F. C., & Pandy, M. G. (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Journal of Biomechanics, 26*(12), 1413-1427.

Amazeen, E. L., Amazeen, P. G., Post, A. A., & Beek, P. J. (1999). Timing the selection of information during rhythmic catching. *Journal of Motor Behavior, 31*, 279-289.

Bachman, J. C. (1961). Specificity vs. Generality in Learning and Performing Two Large Muscle Motor Tasks. *Research Quarterly, 32*(1), 3-11.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is Countermovement Jump Height Greater Than Squat Jump Height?, *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28*(11) 1402-1412.

Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1987a). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 19*(4), 332-338.

Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1987b). Drop jumping. II. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 19*(4), 339-346.

Bobbert, M. F., Karin, G. M., Gerritsen, M., Litjens, C. A., & van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise, 28*(11), 1402-1412.

Bober, T., & Erdmann, W. (1976). Relation between breaking and accelerating in movement with different load. Komi, P. V. (Ed.), Biomechanics V-B, *University Park Press, Baltimore*, 52-57.

Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiol Scand, 111*(2), 135-140.

Bosco, C., Viitasalo J. T., Komi P. V., & Luhtanen P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand, 114*(4), 557-565.

Carson, R. G. (1996). Neuromuscular-skeletal constraints upon the dynamics of perception-action coupling. *Experimental Brain Research, 110*(1), 99-110.

Denoth, J. (1985). Load on the musculo-skeletal system and modeling; in Nigg (Ed.) Biomechanics of Running Shoes, *Human Kinetics Pulishers, Illinois*, 103-172.

Diedrich, F. J., & Warren, W. H. Jr. (1995). Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 21*(1), 183-202.

Diedrich, F. J., & Warren, W. H. Jr. (1998). The dynamics of gait transitions: effects of grade and load. *Journal of motor behavior, 30*(1), 60-78.

Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanical basic of human movement*(3rd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.

Estevan I, Falco C, Alvarez O, Molina-Garcia J. (2012). Effect of Olympic weight category on performance in the roundhouse kick to the head in taekwondo. Journal of Human Kinetics, 31, 37-43.

Falco C., Alvarez O., Castillo I., Estevan I., Martos J., Mugarra F., Iradi A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics, 42*, 242-248.

Farinatti, P. T. V. & Monteiro, W. D. (2010). Walk?run transition in young and older adults: with special reference to the cardio-respiratory responses. *European Journal of Applied Physiology, 109*(3), 379-388.

Fleury, M., Bard, C., Gagnon, M., & Teasdale, N. (1992). Coincidence-anticipation timing: The perceptual motor interface. In L. Proteau & D. Elliott (Eds.), *Vision and Motor Control* (pp. 315-334). North-Holland: Elsevier.

Fukashiro, S., & Komi, P. V. (1987). Joint moment and mechanical power flow of the lower limb during vertical jump. International Journal of Sports Medicine, 8 Suppl, 15-21.

Gouyon, F., & Dixon, S. (2005). A review of automatic rhythm

description systems. Computer Music Journal, 29(1), 34-54.

Ingen Schenau, G. J., Bobbert, M. F., & Haan, A. D. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretchshortening cycle? *Journal of Applied Biomechanics, 13*(4), 389-415.

Kelso, J. A. S.(1984). Phase-transitions and critical-behavior in human bimanual coordination. *American Journal of Physiology. Regulatory, Intergrative, & Comparative Psycholigy, 15* R 1000-4.

Kelso, J. A. S., DelColle, J. D. & Schöner, G. (1990). Action-Perception as a Pattern-Formation Process. In M. Jeannerod (Ed.), Attention and performance 13: Motor representation and control (pp. 139-169). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Kelso, J. A. S., & Scholz, J. P. (1985). *Cooperative phenomena in biological motion.* In H. Haken (Ed.), Complex systems: Operational approaches in neurobiology, physical systems and computers. Berlin: Springer-Verlag.

Keogh, J. F., & Sugden, D. A. (1985). *Movement skill development*, New York, .Macmillan.

Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 12*(1), 81-121.

Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics, 33*(10), 1197-1206.

Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Muscles by men and women. *Medicine and science in sports, 10*(4), 261-265.

Komi, P. V., & Gollhofer, A. (1997). Stretch Reflexes Can Have an Important Role in Force Enhancement during SSC Exercise. *Journal of applied biomechanics, 13*(4), 451-460.

Land, M. F., & McLeod, P. (2000). The eye movement strategies of batsmen in cricket. *Investigative Ophthalmology and Visual Science(Supplement), 41*(4), S815.

McMahon, T. A., & Cheng, G. C. (1990). The mechanics of running: How does stiffness couple with speed? Journal of Biomechanics, 23(Suppl 1), 65-78.

Miura, A., Fujii, S., Yamamoto, Y., & Kudo, K. (2015). Motor control of rhythmic dance from a dynamical systems perspective: a review. Journal of Dance Medicine & Science, 19(1), 11-21.

Miura, A., Kudo, K., Ohtsuki, T., Kanehisa, H., & Nakazawa, K. (2013). Action-perception coordination dynamics of whole-body rhythmic movement in stance: a comparison study of street dancers and non-dancers. Neuroscience Letters, 544, 157-162.

Miura, A., Kudo, K., Ohtsuki, T., & Kanehisa, H. (2011). Coordination modesin sensorimotor synchronization of whole-body movement: a study of street dancers and non-dancers. *Human Movement Science. 30*(6), 1260-1271.

Miura, A., Kudo, K., Ohtsuki, T., Kanehisa, H., & Nakazawa, K. (2013a). Relationship between muscle cocontraction and proficiency in whole-body sensorimotor synchronization: a comparison study of street dancers and nondancers. *Motor Control. 17*(1), 18-33.

Moelants, D. (2002). Preferred tempo reconsidered. *Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition* / C. Stevens, D. Burnham, G. McPherson, E. Schubert, J. Renwick (eds.). - Sydney, Adelaide, Causal

Productions, 580-583.

Molstad, S. M., Kluka, D. A., Love, P. A., Baylor, K. A., Covington, N. K., & Cook, T. L. (1994). Timing of coincidence anticipation by NCAA Division I softball athletes. *Perceptual and Motor Skill, 79*, 1491-1497.

Newton, R. U. (1998). The great stretch shorten cycle debate. *Sport Health, 16*(3), 26-28.

Nieminen, M. J., Piirainen, J. M., Salmi, J. A., & Linnamo, V. (2014). Effects of neuromuscular function and split step on reaction speed in simulated tennis response. *European Journal of Sport Science, 14*(4), 318-326.

O'Sullivan, D., Chung, C., Lee, K., Kim, E., Kang, S., Kim, T., & Shin, I.(2009). Measurement and comparison of Taekwondo and Yongmudo turning kick impact force for two target heights. *Journal of Sports Science and Medicine, 8*(CSSI3), 13-16.

Port, N. L., Pellizzer, G., & Georgopoulos, A. P. (1996). Intercepting real and path-guided apparent motion targets. *Experimental Brain Research, 110*(2), 298-307.

Repp, B. H. (1994). Relational invariance of expressive microstructure across global tempo changes in music performance: An Exploratory Study. *Psychological Research/Psychologische Forschung, 56*(4), 269-284.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). Motor Control and Learning: A behavioral emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics.

Seifert, L., Chollet, D., & Brady, B. G. (2004). Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. *Journal of Sports Sciences 22*(7), 651-660.

Shaunak, S., O'Sullivan, E., & Kennard, C. (1995). Eye Movements,

Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 59, 115-125.

Shin, S., & Demura, S. (2007). Effective tempo of the step test for dynamic balance ability in the elderly. *Journal of Physiological Anthropology, 26*(6), 563-567.

Shin, S., & Demura, S. (2009a). Relationship between the step test with stipulated tempos and gait ability in the elderly. *Journal of Physiological Anthropology, 28*(2), 49-54.

Shin, S., & Demura, S. (2009b). The relationship of age and leg strength in the step test with stipulated tempo in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 49*(2), 311-316.

Shin, S., & Demura, S. (2010). The relationship between the stipulated tempo step test, daily activity ability and gait time in elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 51*(3), 333-337

Shin, S., & Demura, S. (2012). Examination of balance ability evaluated by a stipulated tempo step test. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 55*(1), 45-48.

Sidthilaw, S. (1996). Kinetic and kinematic analysis of Thai boxing roundhouse kicks. *Doctoral Thesis, Oregon State University.*

Smeets, J. B. J., & Bekkering, H. (2000). Prediction of saccadic amplitude during smooth pursuit eye movement. *Human Movement Science, 19*, 275-295.

Thibordee, S., & Prasartwuth, O.(2014). Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 24*(3), 353-358.

Van Leemputte, M., Spaepen, A. J., Willems, E. J., Stijnen, V. V. (1983). Influence of pre-stretch on armflexion. *International Series on Biomechanics, 4 A*, 264-270, Matsui H., Kobayashi

K. (Eds.), *Biomechanics VIII-A, Human Kinetics Publishers, Champaign, IL.*

Voigt, M., Simonsen, E. B., Dyhre-Poulsen, D., & Klausen, K. (1995). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *Journal of Biomechanics, 28*(3), 293-307.

Wagenaar, R. C., & Van Emmerik, R. E. A. (1994). Dynamics of pathological gait. *Human Movement Science 13*(3-4), 441-471.

Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (2000). *Visual perception and action in sport*. New York: Routledge.

Wilson, G. J., Elliott, C., & Wood, G. A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sport and Exercise, 24*(1), 116-123.

Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Pryor, J. F. (1994). Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology, 70*(6), 2714-2719.

Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Walshe, A. D., & Ness, K. (1996). Stretch shorten cycle performance: Detrimental effects of not equating the natual and movement frequencies. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 67*(4), 373-379.

Wilson, G. J., Wood, G. A., & Elliott, B. C. (1991). Optimal stiffness of series elastic component in a stretch-shorten cycle activity. *Journal of Applied Physiology, 70*(2), 825-833.

World Taekwondo [WT]. (2018). Taekwondo: Official Publication of World Taekwondo 2018, Issue NO. 105. Retrived from http://www.worldtaekwondo.org/magazine/

Abstract

The effects of jejariditgi tempo and dollyeochagi type on performance in taekwondo

Lee, Jonghwa

Dept. Physical Education

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study is to compare the effect of jejariditgi (step in place) tempo and dollyeochagi type on performance. Fifteen students majoring in taekwondo participated in this study. All have over 10 years of experience and hold a forth dan (degree) in taekwondo. In order to investigate the effect of jejariditgi tempo (100, 120, 140, 160, 180 bpm) and dollyeochagi (front leg body dollyeochagi, rear leg body dollyeochagi, front leg head dollyeochagi, rear leg head dollyeochagi) type on performance, the response time, coincidence-anticipation timing, and impact force were measured. Repeated measures ANOVA was used and pair-wise comparisons were performed using Bonferroni statistics.

The results were as follows: First, response time was the shortest

at 160 bpm, but there was no significant difference between 140 and 160 bpm. Also, front leg body dollyeochagi was the fastest. Second, coincidence-anticipation timing was the most accurate at 140 bpm with front leg body dollyeochagi being the most accurate, while rear leg head dollyeochagi was the most consistent. Coincidence-anticipation timing showed that the accuracy decreased inversely with stimulus speed. Therefore, accuracy at a stimulus speed of 20 mph was lower than that of 10 and 15 mph. Third, impact force was the greatest at 140 bpm, and rear leg body dollyeochagi was the strongest.

In summary, a jejariditgi tempo of 140 bpm is the most effective in optimizing performance for response time, coincidence-anticipation timing, and impact force. Additionally, a fast and accurate attack was observed when using front leg body dollyeochagi whereas a strong attack was observed when using rear leg body dollyeochagi.

These results will be useful information for learning motor skills and will help with strategy for teakwondo competition.

keywords : response time, coincidence-anticipation timing, impact force, jejariditgi, tempo, dollyeochagi
Student Number : 2012-30424