



로그선형모형을 활용한 다차원 범주자료의 상호작용효과 분석: 2022년 태권도 국제대회 남자경기 중심으로

Analysis of the Interaction Effect of Multi-dimensional Categorical Data Using a Log-linear Model: 2022 Taekwondo International Competition Men's Focus

조은형 한국스포츠정책과학원 선임연구위원 · 장세용 가천대학교 교수 · 김성훈* 중앙대학교 박사
Cho, Eun Hyung Korea Institute of Sport Science. · Jang, Se Yong Gachon Univ. ·
Kim, Seong Hun Chung Ang Univ.

요약

본 연구는 로그선형 모형을 활용한 다차원 범주자료의 상호작용효과 분석을 위해 2022년 태권도 국제대회인 춘천 아시아 선수권대회와 로마 그랑프리에 참가한 우리나라 국가대표 남자선수들을 대상으로, 경기에서 나타나는 주요기술에 대한 빈도분석과 다차원 범주형 분석 자료를 활용하여 로그선형 기법의 분석과정 및 결과해석 방법을 연구하였다. 그에 따른 연구결과는 첫째, 공격과 방어를 주요기술 빈도 분석 결과 공격이 방어보다 총 주요기술 빈도가 높았으며, 주요기술로는 공격과 방어 모두 돌려차기, 밀어차기, 얼굴차기 순으로 높게 나타났다. 둘째, 모형 변인들의 부분관계 검정통계량은 1-way, 2-way 모든 변인과 3-way에서는 체급x공격방어x주요기술에서만 유의한 차이가 나타났으며, 4-Way는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 셋째, 공격방어x주요기술의 관련성에 대한 효과 분석 결과 체급에 따른 공격방어x주요기술에서 가장 높은 우도비를 보였다. 넷째, 경기 승패에 대한 주요기술 승산비 결과 경기에서 승리했을 때 돌려차기와 얼굴차기가 높았고, 공격과 방위에 대한 주요기술 승산비는 밀어차기와 얼굴차기 및 주먹 치르기가 높게 나타났다.

주요어: 로그선형모형, 다차원 범주, 태권도, 주요기술, 승산비

Abstract

In order to analyze the interaction effect of multi-dimensional categorical data using a log-linear model, this study aimed at Korean national male athletes who participated in the 2022 Taekwondo International Championships-Chuncheon Asian Championships and Rome Grand Prix-studied the analysis process and result interpretation method of the log-linear method using frequency analysis of major techniques in the game and multi-dimensional categorical analysis data. The results of the study are as follows: First, as a result of analyzing the frequency of major techniques in attack and defense, the frequency of attack was higher than that of defense and as for the major techniques, round kick, push kick, and face kick were the highest in order in both attack and defense. Second, the partial relationship test statistics of the model variables showed a significant difference in all variables in 1-way and 2-way, and only in weight class x attack defense x major techniques in 3-way, and no significant difference in 4-way. Third, as a result of analyzing the effect on the relevance of attack defense x major techniques, the highest likelihood ratio was shown in attack defense x major techniques according to weight class. Fourth, as a result of the odds ratio of major techniques for winning and losing the game, round kick and face kick were high when winning the game, and push kick, face kick and punching were high in the odds ratio of major techniques for attack and defense.

Key words: Log-linear model, Multi-dimensional categorical, Taekwondo, Key techniques, Odds ratio

* intersing@naver.com

서론

1. 연구의 필요성 및 목적

스포츠 경기는 시작과 끝이 있으며, 모든 경기에서 승패는 숫자로 대변된다(엄한주, 김정아, 최형준, 2020). 그 숫자가 때론 상대적 순위와 주어진 행위를 끝낸 시간이나 거리이며, 점수 체계에 의한 득점일 수도 있다(Cho, Eom & Jang, 2020). 이러한 스포츠 경기결과와 판정과정은 종목의 특성에 따라 다양하며, 육상, 수영, 사격, 네트 경기 등은 선수들의 행위 결과가 기록되어 심판의 판정이 경기결과에 큰 영향을 주지 않는다(조은형, 엄한주, 2007). 예를 들면, 100m, 200m 중·장거리 달리기, 높이뛰기, 멀리뛰기, 투포환 등의 육상종목은 동일한 경기조건에서 상대 선수 보다 빨리, 높이, 멀리 등 거리와 시간의 기록에 따라 상대적 순위가 결정된다(이영선, 2019). 사격과 양궁은 특정 거리에 표시된 표적판의 점수로 순위가 결정되고, 구기종목인 축구와 농구는 제한된 시간(회) 내에 어느 팀이 골대 또는 링을 통과한 횟수의 적고 많음에 따라 경기결과가 결정된다(박성아, 박승하, 2022; 엄한주, 김정아, 최형준, 2020). 네트 경기인 배구, 배드민턴, 탁구의 경우 선수 개인과 팀이 랠리에서 승리한 횟수가 반복되어 정해진 득점까지 먼저 도달하느냐에 따라 경기결과가 결정된다(최치선, 서성혁, 2021). 그러나 체조, 피겨스케이팅, 댄스스포츠, 무용, 다이빙 등은 선수들의 동작행위(움직임)를 심판들이 주관적 평가를 정량화해 점수를 부여하며, 투기종목은 태권도, 유도, 레슬링 같은 경기는 상대적으로 높은 주관적 전문성과 집중력이 요구되는 판정과정을 거쳐 점수가 부여된다(조은형, 엄한주, 2007).

태권도는 한국의 전통 무술로 전 세계 많은 사람들이 수련하고 있는 무도 스포츠이다. 이러한 태권도는 짧은 시간 상대방의 빠른 공격과 방어로부터 적절히 대응해야하는 무도 스포츠로(김충일, 김선진, 2012) 경기상황에서 성공적인 운동 수행을 위해서는 효율적인 기술수행이 필요하다(Cho, Eom & Jang, 2020). 효율적인 기술수행은 높은 수준의 선택과 반응이 필요하

고, 제한된 시간과 환경에서 자신과 상대선수가 구사한 기술, 공격방어 유형 등의 정보들을 기록하고 있다(김주학, 최형준, 2014). 태권도 경기 기록을 기반으로 경기력을 분석하는 시각은 승패에 대한 관심을 넘어 전술 이해하고, 주요(경쟁) 선수가 경기에서 어떠한 움직임을 수행했는지에 대한 관심을 포함하고 있다(김완수, 양대승, 2018; 김주학, 2009). 또한, 경기 기록은 지도자와 선수들을 위한 훈련 및 경기내용 평가를 위한 참고자료의 목적과 더불어 스포츠를 즐기는 대중들에게도 종목의 흥미를 높일 수 있다는 측면에서 유용성을 확인할 수 있다(Cho, Eom & Jang, 2020; Franks & Goodman, 1986). 이러한 태권도 경기수행분석과 관련된 연구들은 선수의 위치, 득·실점상황, 기술 유형, 선행 동작, 연결 동작 등을 시계열적 형태로 빈도분석과 교차분석 같은 통계적 검증을 통하여 이루어져 왔으며(엄한주, 2007), 실제 경기상황에서 공격 기술의 성공·실패, 혹은 시도회수 등 공격유형에 대한 기술 분석과 경기내용 변화를 설명하는 연구들이 지속적으로 수행되었다(이상용, 박재현, 2022; 권선옥, 이기광, 강진홍, 2004; 최완용, 홍성진, 최형준, 2009).

다양한 스포츠 종목에서 선수들의 기술 능력에 따른 경기수행을 분석하기 위해 많은 노력을 하고 있다(김완수, 양대승, 2018). 특히 스포츠 분석을 통해 선수들의 경기력 지수의 정성적(Qualitative analysis)인 부분을 정량적(Quantitative)지수의 작업을 통해 선수 개인이나 팀을 보다 구체적으로 평가(Evaluation)할 수 있게 되었다(조은형, 엄한주, 2007). 또한, 과학기술과 스포츠종목의 융합으로 인해 스포츠 경기력을 기록할 수 있는 컴퓨터 시스템(Computer system)과 스포츠 IT Device, 장비의 개발이 각기 고유한 특성을 가지고 있는 스포츠 경기 운영방식과 경기규칙의 변화, 그리고 선수들의 지도과정(Coaching process)에도 적지 않은 영향을 미치며, 점점 더 중요한 부분이 되어가고 있다(Hughes & Franks, 2004). 이러한 과학기술발전은 시대 흐름에 맞게 태권도 경기규칙을 개정하게 되었으며, 관련내용으로는 비디오 판독, 전자호구, 차등 점수제, 팔각경기장(경기장 규격), 라운드승패제 등의 현대적 방향을 제시하여 더욱더 인간적이고, 과학적이며, 시대에 맞는 스포츠로 성장시킬 가능

성을 모색하기 위해 지속적으로 경기규칙이 개정되고 있다(김순영, 이아름, 2020). 결과적으로 화려하고 박진감 넘치는 다양한 기술과 회전에 의한 난이도 점수 방식은 자신과 상대선수의 공격과 방어에서 기술수행 빈도가 증가하여 재미있는 경기로 인식되는 긍정적 변화를 가져오는 것을 목표로 삼고 있다(조은형, 엄한주, 2007).

최근 코로나 19로 인한 사회적 거리두기로 국내외 태권도 경기는 취소 및 연기되어 우리나라 선수와 주요 경쟁 국가 선수들의 경기력을 분석하기에는 어려움이 있다(이예슬, 박종화, 2020). 코로나 감염자 증가로 인해 항저우아시안게임은 2023년 9월로 연기 되었으며, 연기된 같은 해인 2022년 6월 태권도 경기규칙이 개정되었다. 이러한 상황에서 코로나확산으로 인해 중단됐던 국제대회인 춘천 아시아선수권대회와 로마 그랑프리가 개최되어 우리나라 선수와 주요 경쟁 선수들의 경기력을 확인할 수 있는 중요한 정보를 제공하게 되었다. 결국 경기규칙 개정 후의 국제대회 경기 자료를 분석하여 아시안게임 및 올림픽을 준비하다면 현재 선수들의 경기결과를 분석할 수 있으며, 지도자들에게 직·간접적으로 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 현재까지 태권도 선행연구들은 태권도 발차기 사용빈도, 득점, 성공률, 경기운형 형태, 선제 공격과 역습공격, 상대방과의 맵 위치에 따른 운영 등이 진행되어왔다(이상용, 박재현, 2022; 이장규, 2020; 최완용, 홍성진, 최형준, 2009). 그러나 태권도 겨루기 경기는 공격과 방어에서 주요기술과 다양한 상황에서 나타나는 정보들이 상호작용하는 종목으로 이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 2022년 6월 태권도 경기규칙 개정 후의 춘천 아시아선수권대회와 로마 그랑프리에 참가한 우리나라 남자 국가대표 선수들을 대상으로 공격과 방어에서 사용되는 기술수행의 결과를 제시하고, 로그선형분석의 확률적 모형을 적용하여 태권도 겨루기 경기 공격과 방어에서 사용되는 주요기술, 체급, 승·패 등의 관련성을 규명하는 것이다.

연구방법

1. 연구대상

분석을 위해 수집된 자료는 세계태권도연맹(WTF)과 대한태권도협회(KTA)가 인정하는 2022년 경기규칙 개정 후의 춘천 아시아선수권대회와 로마 그랑프리의 공식경기를 선정하였다. 수집된 자료는 춘천 아시아선수권대회에 참가한 국가대표 남자 6체급(-54kg, -58kg, -63kg, -68kg, -80kg, +87kg), 18 경기이며, 로마 그랑프리에 참가한 국가대표 남자 4체급(-58kg, -68kg, -80kg, +80kg), 14경기, 참가하지 않은 체급을 제외한 총 32 경기를 아시아선수권대회 6체급으로 범주화하였다.

표 1. 경기분석 자료

대회명	체급	경기수
2022년 춘천 아시아선수권대회	-54kg	4
	-58kg	4
	-63kg	4
	-68kg	1
	-74kg	·
	-80kg	3
	-87kg	·
	+87kg	2
2022년 로마 그랑프리	-58kg	5
	-68kg	4
	-80kg	4
	+80kg	1
총계		32

2. 전문가 심층면담 절차

본 연구는 문헌조사와 심층면담 및 설문을 통하여 자료를 수집하였다. 문헌은 태권도 경기분석에 관련된 연구보고서 및 전문 서적 등을 포함한 학술문헌을 중심으로 구분하였으며, 이러한 형태의 문헌은 인터뷰나 실제 관찰을 보충하는 기본적인 자료로 활용하였다.

(김미향, 2002). 심층면담은 질적 연구에서 가장 많이 사용되는 자료수집형태의 하나로 심층면담의 근원에는 다른 사람들의 생생한 경험과 그 경험으로부터 만들어진 의미를 이해하는 것에 관심이 있다(Maanen, 1988).

위 내용의 근거를 바탕으로 전문가 심층면담을 위해 S대학교, M대학교, Y대학교, G대학교, C대학교, K과학원, J선수촌 등을 여러 차례 방문하여 연구의 목적과 취지를 충분히 설명하고 연구에 대한 동의를 얻었다. 이후 전문가 집단에게 연구의 필요성과 목적에 대하여 충분한 설명을 실시한 후, 직접 전달하여 완료된 설문지를 현장에서 회수하였고, 일부는 이메일과 재차 방문하여 직접 회수하였다.

전문가 심층면담을 통하여 수집된 자료를 전사 작업과 주제별 범주화를 통하여 텍스트 분석을 실시하였다. 세부적인 분석방법으로는 첫째, 전사 작업을 통해 녹음된 음성파일을 연구자 컴퓨터에 문서로 변환하여 저장하였다. 둘째, 본 연구에서 질문한 내용을 주제별 범주화 하여 특정 텍스트 내용이 갖는 의미를 함축적으로 표현하여 용어를 부여하였다. 셋째, 본 연구의 주제에 부합되는 공격(방어)의 주요기술 의미를 적용하였다.

3. 전문가 심층면담

전문가 심층면담 델파이 분석은 태권도 경기상황과 기술 분류를 위하여 총 10개의 문항을 13인의 전문가를 대상으로 실시하였다. 1차 델파이 결과 내용 중

표 2. 델파이 분석 결과

평가항목	기초통계		타당도	결과
	M	SD	CVR	
공격(선제공격)	4.40	0.97	0.8	O
방어(반격)	3.90	0.74	0.8	O
회피 후 반격	2.90	1.20	-0.4	X
수비 후 반격	3.50	0.71	-0.2	X
연결발차기	4.00	0.67	0.6	X
근접(공방)	3.90	0.99	0.4	X
클린치(붙어서)	4.00	0.82	0.4	X

중복되는 내용의 빈도를 분석하여 중요도를 확인하였고, 5점 척도를 이용하여 2차 델파이 자료를 작성하였다. 이를 전문가들에게 전달하여 각 요인별 중요도를 분석하여 타당도(CVR)를 확인할 수 있었다. Lawshe (1975)가 제안한 CVR은 검사도구의 각 문항이 ‘얼마나 중요한가(how essential)’에 대한 전문가 패널의 합의 비율에 근거하여 객관적으로 CV를 검증하는 방법으로 전문가 패널에게 3점~5점 척도를 사용한 질문을 한 뒤 그 결과를 토대로 검증한다. 예를 들어 아래 공식에서 n_e 는 특정 항목에 대해 3점(essential; 중요하다)에 응답한 패널의 수, N은 응답한 패널의 전체 수를 의미한다. CVR 값은 +1에서부터 -1까지 나올 수 있으며, +값일 때는 응답한 패널의 최소 반 이상이 중요하다고 응답한 경우이다. CVR=1.0 인 경우에는 패널 전체가 ‘중요하다’ 고 평가한 상황에 해당한다(오수학, 김영옥, 최지아, 권영문, 2022).

$$CVR = \frac{n_e - (N/2)}{(N/2)}$$

Lawshe(1975)가 제안한 공식을 근거로 분석한 결과는 경기상황에서 가장 중요한 요인으로 공격과 방어

표 3. 전문가 집단 정보

대상	집단정보	선수(경기분석) 경력	지도 경력	국가대표 경력
A	선수	15년	-	유
B	선수	20년	-	유
C	코치	20년	15년	유
D	감독	20년	20년	유
E	강사	10년	-	무
F	교수	16년	-	유
G	박사	6년	-	무
H	연구원	(20년)	-	무
I	교수	(20년)	-	무
J	교수	15년	5년	무
K	교수	20년	4년	유
L	교수	20년	15년	유
M	교수	20년	7년	유

의 타당도가 0.8로 가장 높게 나타나 타당하였으며, 다른 요인들은 타당도 결과를 충족하지 못하여 본 연구에서 제외하였다. 2차 델파이 분석에서 결과는 <표 2>와 같다.

또한, 전문가 심층면담 결과를 토대로 태권도 주요 기술 분류를 실시하여 같은 구성요인들을 태권도 기술 분류에 제시하였다. 태권도 전문가 집단 정보는 <표 3>과 같으며 1차 전문가 심층면담은 13명이 참가하였고, 2차는 개인 사정으로 인해 3명이 불참의사를 전달하여 최종 10명이 실시하였다.

4 태권도 공격과 방어 정의 및 주요 기술 분류

태권도 공격과 방어에서 주요기술 대한 요인을 도출하기 위해 전문가 심층면담 및 선행연구를 조사하였다. 위 내용들을 조사하기 위해전문가 심층면담 델파이 분석과 국기원 및 세계태권도연맹에서 발간한 교본에 태권도가 주제어인 학위논문 그리고 학술연구논문에 제시된 선행연구를 바탕으로 요인을 탐색하였다.

본 연구에서 설정한 공격은 상대방보다 먼저 공격할 때, 방어는 상대방의 선제공격에 따른 공격할 때로 전문가 심층면담을 통해 설정하였으며, 자료의 분석목적에 따라 공격과 방어에서 수행된 5개 주요기술로 범주화하였다. 주요 태권도 기술 분류는 <표 4>와 같다.

표 4. 태권도 기술 분류

구분(범주화)	기술
돌려차기	돌려차기, 내려차기, 비틀어차기
얼굴차기	내려차기, 안차기, 바깥차기
뒷동작	후려차기, 뒤차기, 돌개차기
밀어차기(커트)	옆차기, 앞차기, 밀어차기, 커트
주먹 지르기	주먹 지르기

5. 경기분석 프로그램

본 연구에서 태권도 경기분석을 위해 사용한 프로그램은 K과학원에서 개발한 Korea Tek Matics 01 Version이다. 이 프로그램은 GUI(Graphical User Interface)로 구성되어 있으며, 세부내용으로 분석경기 폴더선택, 분석경기 정보입력(경기방식, 선수이름, 라운드 등), 분석경기 데이터 및 영상 불러오기, 분석경기 데이터 태깅, 데이터 저장하기 등의 순서로 사용하며 <그림 1>과 같다.

6. 자료수집 도구 및 분석자 신뢰도 검증

본 연구의 영상자료 수집은 국제대회 홈페이지에서 제공되는 경기영상을 수집하였고, 일부 홈페이지에서 제공되지 않거나 전광판이 보이지 않은 영상을 보완

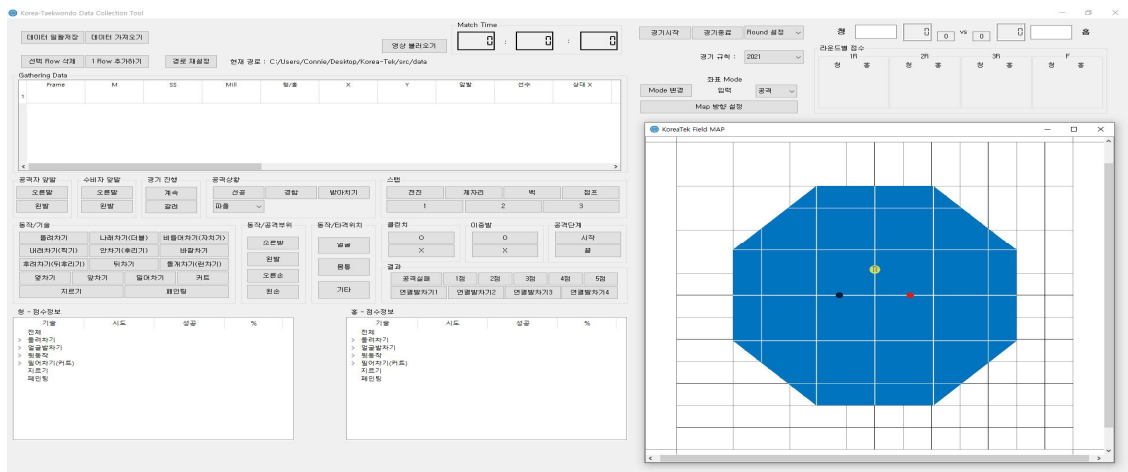


그림 1. 태권도 경기분석 프로그램

하기 위하여, 각 코트 당 한 대의 카메라를 삼각대로 설치하여 촬영하였다. 경기영상 촬영은 경기분석 및 촬영 경력이 5년 이상 연구자가 보조요원 1명을 직접 교육하여 촬영을 실시하였다. 촬영된 영상을 각 체급과 라운드결과에 따라 정리하였고, 태권도 경기분석시 주요 변인들의 측정에 관련된 신뢰도를 확보하기 위하여 분석자가 같은 영상을 본 후 경기 기록지에 경기결과를 작성하였다. 이때, 같은 1경기를 3명이 동시에 분석하여 측정자간 신뢰도를 확보하였고, 이를 3차례 이상 분석과 검토하여 95% 이상 신뢰성이 나타날 때까지 주요 변인들을 분석하다. 분석된 경기분석 정보는 공격의 시작과 끝, 방어의 시작과 끝, 5개의 주요기술이며(득점, 비득점), 각 토너먼트별 경기승패 결과는 태권도 공식홈페이지에서 제공하는 결과를 참고하였다.

그림 2. 분석자간 신뢰도 검증 자료표

7. 자료 분석

자료 분석은 Microsoft Excel 2016 Version Program과 SPSS 26 Version Program을 이용하였다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 수집된 자료는 2022년 춘천 아시아선수권대회와 2022년 로마 그랑프리에서 경기영상자료이다. 조사한 자료 중 네 개의 범주변인을 선정하였다. 경기결과는 ‘승자’와 ‘패자’의 두 범주를 가지고, 체급은 남자 6체급을 가진 변인이며, 경기상황은 ‘공격’과 ‘방어’의 두 범주를 가진 변인이다. 마지막으로 기술은 ‘돌려차기’, ‘얼굴차기’, ‘밀어차기’, ‘뒷동작’, ‘주먹 지르기’의 다섯 개 범주를 가지고 있

다. 선정된 네 개의 범주변인의 자료는 다차원 빈도자료(Multi-Frequency)의 형태로서 각각의 빈도의 차이가 있는지를 규명하기 위해 로그선형분석(Hierarchical log-linear Analysis - Model selection log-linear)을 실시하였다. 로그선형분석과 부분관련성(Partial Association) 통계값으로 최대우도비(Maximum likelihood ratio: G^2)를 제시하였다. 로그선형분석결과에 대한 사후분석으로 각 항목의 빈도를 이용하여 승산비(odds ratio)를 산출하였다.

결과 및 논의

1. 공격과 방어의 주요기술 빈도분석 결과

<표 5>는 2022년 춘천 아시아선수권대회 및 2022년 로마 그랑프리 경기에 참가한 국가대표 남자선수들의 경기 수행결과에 대한 빈도 분석 결과를 나타낸 것이다. 표에서 볼 수 있듯이 춘천 아시아선수권대회에서 국가대표선수는 공격에서 돌려차기 431회, 밀어차기 269회, 얼굴차기 109회, 뒷동작 18회, 주먹 29회를 수행하였고, 방어에서 돌려차기 394회, 밀어차기 89회, 얼굴차기 49회, 뒷동작 27회, 주먹 6회로 공격과 방어에서 주요기술수행은 총 1,421회를 수행하였다. 로마 그랑프리에서 국가대표선수는 공격에서 돌려차기 277회, 밀어차기 116회, 얼굴차기 69회, 뒷동작 10회, 주먹 27회를 수행하였고, 방어에서 돌려차기 190회, 밀어차기 44회, 얼굴차기 16회, 뒷동작 12회, 주먹 14회로 공격과 방어에서 주요기술수행은 총 775회를 수행하였다. 춘천 아시아선수권대회와 로마 그랑프리에서 국가대표선수들은 공격과 방어에서 주요기술 빈도는 공격에서 돌려차기 708회, 밀어차기 385회, 얼굴차기 178회, 뒷동작 28회, 주먹 56회를 수행하였고, 방어에서 돌려차기 584회, 밀어차기 133회, 얼굴차기 65회, 뒷동작 39회, 주먹 20회로 공격과 방어에서 주요기술수행은 총 2,196회를 수행하였다.

선행연구에서 공격의 발차기 빈도가 높게 나타난 결과로는 첫째, 공격 발차기를 통한 선취득점을 얻어

표 5. 공격과 방어에 주요기술 빈도분석 결과

	구분	돌려차기	밀어차기	얼굴차기	뒷동작	주먹지르기	총계
1 ¹⁾	공격	431	269	109	18	29	856
	방어	394	89	49	27	6	565
	소계	825	358	158	45	35	1,421
2 ²⁾	공격	277	116	69	10	27	499
	방어	190	44	16	12	14	276
	소계	467	160	85	22	41	775
	공격	708	385	178	28	56	1,355
	방어	584	133	65	39	20	841
	총계	1,292	518	243	67	76	2,196

1) 2022년 춘천 아시아선수권대회

2) 2022년 로마 그랑프리

심리적 우위와 경기의 흐름을 우세적으로 진행하기 위한 것이며(이장규, 2020), 전자호구의 도입에 따른 득점의 공정성이 강화되었기 때문이다(정현도, 2014). 또한, 공격적인 경기 운영방식의 도입으로, 소극적인 경기에 임할 경우 감점과 불이익이 경기결과에 미치는 영향이 큰 것으로 생각된다(이장규, 2020). 이와 같은 결과로 공격에서 주요기술(돌려차기, 밀어차기, 얼굴차기, 뒷동작, 주먹 지르기 등) 수행의 빈도수가 방어 주요기술보다 높게 나타난 것으로 생각된다.

2. 로그선형분석 결과

다수의 범주변인들에 의해 형성되는 교차분할표에 대하여 로그선형분석을 적용한 경우, 연구의 관심은 비율이 각각의 주효과에 대한 해석이 아닌 상호작용 효과에 있다. 특정한 변인의 주효과가 유의미하다는 것은 그 변인의 외곽빈도들이 그 변인의 각 범주에서 동일하지 않다는 것 이외에 특별히 의미하는 바가 없다. 로그선형분석은 유용성과 검정력(Power)은 범주변인이 세 개 이상인 상황에서 더욱 구체적인 의미를 해석할 수 있다는 특징을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 로그선형모형을 적용하여 체급(6)x승패(2)x공격방어(2)x기술(5)의 Independent와 Dependent Source에 대한 4-way 교차분할 빈도표(Contingency table of frequencies)를 구성하였다. 이에 따른 전체범주는

6x2x2x5=120 을 가진다. 아래 <표 6>은 위계적 로그선형 모형에 요약한 결과로 Test that K-way and Higher-Order Effects 라는 제목하의 수치들은 주효과가 포함된 모형과 기저효과만 포함된 모형의 합치도 차이(k=1), 2-way 상호작용효과가 포함된 모형과 그것이 포함되지 않은 모형의 합치도 차이(k=2), 3-way 상호작용효과가 포함된 모형과 그것이 포함되지 않은 모형의 합치도 차이(k=3), 4-way 상호작용효과가 포함된 모형과 그것이 포함되지 않은 모형의 합치도 차이(k=4)이다. 따라서 국가대표 남자선수 k=1은 자유도 5+1+1+4=11에 대한 유의도($\chi^2=8003.761$, $p<.001$)이고, k=2는 자유도 5+5+1+20+4+4=39에 대한 유의도($\chi^2=1432.360$, $p<.001$)이며, k=3는 자유도 5+20+20+5=49에 대한 유의도($\chi^2=102.303$, $p<.001$)이고, k=4는 자유도 5x1x1x4=20에 대한 4-way 상호작용효과 유의도로 유의하지 않은 것으로 나타났다($\chi^2=8.636$, $p>.987$). Likelihood Ratio Chi-square는 G^2 의 차이이고

표 6. 위계적 로그선형분석의 모형 요약

K-way	df	Likelihood Ratio Test		Pearson	
		χ^2	p	χ^2	p
1	11	4006.944	.001	8003.761	.001
2	39	1258.412	.001	1432.360	.001
3	49	110.076	.001	102.303	.001
4	20	9.824	.971	8.636	.987

Pearson Chi-square는 χ^2 의 차이이다. 따라서 본 연구에서는 Pearson χ^2 는 분할성이 없으므로 의미가 없어 G^2 로 해석하였다. 그 결과, 4-Way 상호작용효과에 대해서 Likelihood Ratio Chi-square의 합치도 차이가 유의하지 않으므로 자료를 설명하기 위하여 4-Way 상호작용효과가 필수적이지 않음을 알 수 있다.

<표 7>은 독립변인과 종속변인에 의해 생성된 전체 빈도자료의 부분관련성(Partial Association) 결과로 우도비(Likelihood Ratio : G^2)를 분해하여 제시한 결과이다. 각각의 주효과 우도비(G^2)의 크기는 관찰된 셀 빈도의 분포로 특정의 주효과 요인(항)의 상대적 중요성을 반영한다. 구체적으로 결과를 살펴보면, 국가대표 남자선수들은 첫째로 4개 주효과 요인(항)의 검사에서 체급($G^2=657.570$, $p<.001$), 승패($G^2=1075.124$, $p<.001$), 공격방어($G^2=121.431$, $p<.001$), 주요기술($G^2=2152.819$, $p<.001$) 요인에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 체급, 승패, 공격방어, 주요기술의 상호작용효과를 살펴본 결과 2-way에서 체급 x 승패($G^2=787.657$, $p<.001$), 체급x공격방어($G^2=66.530$,

$p<.001$), 승패x공격방어($G^2=8.849$, $p<.003$), 체급x주요기술($G^2=167.715$, $p<.001$), 승패x주요기술($G^2=30.237$, $p<.001$), 공격방어x주요기술($G^2=95.346$, $p<.001$)의 상호작용에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 3-way는 체급x승패x공격방어($G^2=5.093$, $p>.405$), 체급x승패x주요기술($G^2=16.484$, $p>.686$), 승패x공격방어x주요기술($G^2=4.487$, $p>.344$)에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 4-way 체급x승패x공격방어x주요기술($G^2=9.824$, $p>.971$)로 나타나 유의하지 않은 것으로 나타났다. 다차원 빈도분석의 목적은 반응변인(공격방어x주요기술)들의 관련성에 대한 설명변인(체급x승패)들의 효과를 분석하는 것이 목적이다. 따라서 <표 7>에 제시된 모든 모형들이 해석의 대상이 되는 것이 아니므로 관련된 요인들만 선택하여 ANOVA 형식의 분석결과로 재구성하여 <표 8>에 제시하였다.

<표 8>은 체급, 승패, 공격방어 그리고 주요기술의 주된 영향력과 그것들의 상호작용이 기술간 상호작용의 반응변수를 평가하는 다차원 변량분석 결과 형태로 제시하였다. 그 결과, 우도비 자체에서 볼 때, 반응 변수인 체급x주요기술의 $G^2=167.715$ 으로 가장 높았으며, 공격방어x주요기술의 $G^2=95.346$ 으로 높은 우도비가 나타났다. 결국 본 연구의 목적인 공격과 방어에서 사용되는 기술 간에는 매우 밀접한 관계가 있는 것을 의미하며, 체급에 따른 공격방어x주요기술이 $G^2=67.377$ 이 가장 높은 우도비가 나타났다. 결국 체급에 따라 공격방어x주요기술수행에 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 승패에 따른 공격방어x주요기술이 $G^2=4.478$ 로 낮은 우도비를 보여, 경기결과와는 큰 의미가 없는 것으로 볼 수 있다. 아직 이러한 변

표 7. 모형 변인들의 부분관계 검정통계량 분해

Effects	Test of Partial Association		
	df	G^2	p
체급	5	657.570	.001
승패	1	1075.124	.001
공격방어	1	121.431	.001
주요기술	4	2152.819	.001
체급x승패	5	787.657	.001
체급x공격방어	5	66.530	.001
승패x공격방어	1	8.849	.003
체급x주요기술	20	167.715	.001
승패x주요기술	4	30.237	.001
공격방어x주요기술	4	95.346	.001
체급x승패x공격방어	5	5.093	.405
체급x승패x주요기술	20	16.484	.686
체급x공격방어x주요기술	20	67.377	.001
승패x공격방어x주요기술	4	4.487	.344
체급x승패x공격방어x주요기술	20	9.824	.971

표 8. 공격방어-주요기술의 관련성에 대한 효과 분석결과

Variables		Test of Partial Association		
Independent	Dependent	df	G^2	p
공격방어	주요기술	4	95.346	.001
체급	공격방어x주요기술	20	67.377	.001
승패	공격방어x주요기술	4	4.487	.344
체급x승패	공격방어x주요기술	20	9.824	.971

수들 간 관계가 서로 종속적인지에 대한 본질은 정확하게 조사되지 않았지만, 본 연구결과에서 선수들의 경기력에 대한 수행 결과의 연구에서 사용된 공격방어에 사용되는 기술유형들의 질적 부분에 영향을 받을 수 있다는 것을 판단해 볼 수 있다. 따라서 공격방어와 기술 간의 높은 관련성을 고려해 볼 때, 이 관련성의 유형이 어떤 한 기준 상태에 영향을 받는지 아닌지를 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

일반적으로 Pearson의 χ^2 는 두 변수가 통계적으로 독립인가 분석하기 때문에 이 검정결과가 두 변수의 관련성의 강도를 나타내 주지는 않는다. 만일 두 변수가 서로 영향을 주는 경우, 즉 통계적으로 유의하게 독립이 아니라는 결과를 얻게 되면 그 다음 단계로 두 변수의 관련성을 측정하는 수치를 계산하게 된다. 관련성의 측정은 두 변수에 의해 분류된 분할표에서 관련 정도를 나타내는 수치를 구하는 것으로 두 변수가 얼마나 관련성이 있는가를 알 수 있다. 관련도를 나타내는 다양한 통계량 값 중 승산비를 산출하였다. 아래 <표 9>, <표 10>은 로그선형분석결과에 대한 사후분석으로 각 항목의 기술빈도(f)와 백분율(%)과 분류된 두 범주형 변수들의 빈도를 이용하여 승산비를 제시하였다. 그 결과 경기 승·패에서 나타난 기술수행 빈도는 각각 1,833, 363으로 승리했을 때 주요기술 빈도가 높았다. 각 기술유형의 수행비율과 승산비를 비교해보면 경기에서 승리했을 때 패배했을 때 보다 돌려차기(60.3% vs 51.5%)는 1.17배, 밀어차기(22.6% vs 28.4%)는 0.80배, 얼굴차기(11.3% vs 9.9%)는 1.14배, 뒷동작(3.0% vs 3.3%)는 0.91배, 주먹 지르기(2.8% vs 6.9%)는 0.41배 높은 것으로 나타났다.

선행연구에서 경기결과가 승리했을 때 돌려차기와

얼굴차기 빈도 및 승산비가 높게 나타난 결과는 태권도의 주요기술 중 돌려차기를 이용한 공격시도와 득점이 가장 높은 비중을 차지하며, 얼굴을 가격하였을 때 높음 점수를 획득하여 경기에서 승리하게 확률이 높기 때문이다(최완용, 홍성진, 최형준, 2009; 김기동, 류시현, 2021). 반대로 밀어차기는 상대의 공격을 방어하거나 거리를 좁히거나 주요기술인 돌려차기 보다 수행 빈도가 낮았다(김기동, 류시현, 2021). 뒷동작의 경우 회전 발차기를 이용하여 고득점이 가능하지만 상대방의 반격이나 근거리에서 발차기가 수행되어야 하기 때문에 발차기 시도가 낮았으며, 주먹 지르기의 경우 손 기술위주의 공격에서 발차기 형태의 기술수행이 높게 변화했다(김종민, 2015), 이러한 결과로 인해 경기 승패에 대한 주요기술 승산비는 돌려차기와 얼굴차기가 높았고, 밀어차기, 뒷동작, 주먹 지르기는 낮게 나타난 것으로 생각된다.

<표 10>은 공격과 방어에 대한 주요기술의 비율과 오즈비를 산출하고 그 의미를 해석하였다. <표 10>은 공격과 방어에서 나타난 주요기술의 빈도는 각각 1,355, 841으로 공격에서 주요기술빈도가 높았다. 수행비율과 승산비를 비교해보면, 돌려차기(52.3% vs 69.4%)는 0.8배, 밀어차기(28.4% vs 15.8%)는 1.8배, 얼굴차기(13.1% vs 7.7%)는 1.6배, 뒷동작(2.1% vs 4.6%)는 0.4배, 주먹(4.1% vs 2.4%)은 2.0배 높은 것으로 나타났다.

태권도 경기는 공격에서 행해지는 발차기 수행 빈도가 높으며, 상대선수를 전술적으로 속이고 교란하여 득점을 얻기 위한 시작점으로 볼 수 있다(이장규, 2020). 공격에서 몸통은 얼굴공격에 비해 약 5.8배 더 높은 시도를 보이며 승리했을 때가 더 높았다(김기동,

표 9. 경기 승패에 대한 주요기술 승산비 결과

구분	승(%)	패(%)	승산비
돌려차기	1105(60.3)	187(51.5)	1.17
밀어차기	415(22.6)	103(28.4)	0.80
얼굴차기	207(11.3)	36(9.9)	1.14
뒷동작	55(3.0)	12(3.3)	0.91
주먹 지르기	51(2.8)	25(6.9)	0.41
총합	1833(100)	363(100)	.

표 10. 공격과 방어에 대한 주요기술 승산비 결과

구분	공격(%)	방어(%)	승산비
돌려차기	708(52.3)	584(69.4)	0.8
밀어차기	385(28.4)	133(15.8)	1.8
얼굴차기	178(13.1)	65(7.7)	1.6
뒷동작	28(2.1)	39(4.6)	0.4
주먹 지르기	56(4.1)	20(2.4)	2.0
총합	1,355(100)	841(100)	.

류시현, 2021). 하지만 공격빈도가 높다고 해서 득점력이 높다고 단정할 수 없다고 하여 발차기 공격빈도와 득점수는 무관하다고 보고하였다(정현도, 2014; 이장규, 2020). 따라서 공격과 방어에서 몸통 득점을 위한 돌려차기와 밀어차기 승산비는 득점과 성공률을 추가하여 후속연구가 필요할 것으로 생각된다. 얼굴차기는 3~5점까지 득점이 가능하여 공격에서 높은 발차기 수행결과를 보이며, 승패에 영향을 미치는 것으로 나타났다(고재욱, 2011). 뒷동작은 공격보다 방어에서 높은 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 근거리에서 발차기가 수행되어야 하기 때문에 상대방 공격에서 거리가 작아지거나 경기에서 점수가 상대방보다 낮을 때, 점수를 좁히기 위해 수행되는 것으로 생각된다. 주먹 지르기는 득점과 더불어 상대방과의 거리를 좁혀 다음 공격을 진행하는 주요기술이다(안정덕, 2012). 따라서 공격에서 수행되는 기술들이 방어보다 높지 않을 수 있으며, 반대로 공격보다 방어에서 더 높게 수행되는 기술들이 있는 것을 확인 할 수 있었다.

본 연구의 자료 분석을 위해 적용된 통계분석방법인 로그선형모형은 일반적인 확률과정의 방법론으로 검정통계량은 우도비(Likelihood Ratio: G^2)가 사용되어 구성된다. 예를 들어, Eom과 Schutz(1992)은 팀 스포츠인 배구경기에서 순차적 기술과정에 대한 수행능력을 평가하기 위해 이 방법을 사용하였다. 그동안 많은 연구에서 범주변인들에 의해 형성되는 변수사이의 관계에 대해 평가를 2x2 교차분할표를 제한적으로 사용하였다. 이러한 이유는 세 범주변인 이상의 관계를 규명하기 위한 스포츠과학 분야의 연구에서 거의 나타나지 않았으며, 또한 현재는 다양한 컴퓨터 프로그램의 개발과 다차원 분할표를 분석할 수 있게 되었다. 따라서 다차원 범주형 자료분석에서 각 칸의 관측빈도에 로그를 취한 후 변량분석모형과 같은 방법으로 선형모형을 정의하는 방법을 로그선형분석이라고 한다. 로그선형분석의 일반적인 방법은 모형의 일치, 가설검증, 그리고 주요 요소로 범주형 변수를 갖고 있는 어떠한 모형이든 모수치의 추정을 가능하게 한다(Agresti, 2012; Raudenbush, Bryk, 2002). 이러한 특징의 모형으로부터 관찰된 자료의 일치하는 가설을 검증하기 위해 로그선형분석이 사용되며, 사용되는 통계치

는 Pearson의 Chi-square(χ^2)와 Maximum Likelihood Chi-square statistic(G^2)이 기반이 된다. 특히 우도비 총합과 해석이 가능한 부분을 분할될 수 있다는 것과 변량분석에서 전체변량을 분해한 부분의 결과와 해석에 있어서 유사한 특징을 가지고 있는 것이 장점이다. 또한 변량분석과 로그선형모형의 근본적인 차이는 변량분석은 변량의 분해를 통해 설명할 수 있는 반면, 로그선형모형은 빈도, 비율, 또는 분할표의 여러 셀과 관련된 확률에 기초한다(Burnett, 1983). 이렇듯 본 연구에서 로그선형 모형의 절차를 통해 결과를 검증하였다.

위에 제시된 결과들을 종합하여 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다. 로그선형모형분석에서는 일반적으로 주효과에 대하여 특별한 의미해석을 하지 않는다는 것이다. 예를 들어 본 연구에서 이용된 독립변인인 체급의 주효과가 유의미하다고 해도 그것이 의미하는 바는 단지 표본에서 경량급의 숫자가 헤비급의 숫자보다 많다는 것 이상이 아니기 때문이다. 로그선형분석에서 중요시하는 것은 상호작용효과이다. 그러나 앞의 분석에서 4-Way 상호작용효과는 유의미하지 않았으므로 그것을 해석할 필요가 없다. 반면 3-way 상호작용효과와 2-way 상호작용효과들이 유의미하였다. 이것은 세 변인이 서로 상관관계가 있음을 나타낸다. 즉 체급에 따라 공격방어와 주요기술이 다르다는 것을 확인할 수 있었다.

결론 및 제언

본 연구는 로그선형 모형을 활용한 다차원 범주자료의 상호작용효과를 분석하기 위해 2022년 춘천 아시안선수권대회와 로마 그랑프리에 참가한 우리나라 국가대표 남자선수들을 대상으로 태권도에서 나타나는 다차원 범주형 분석 자료를 활용하여 로그선형 기법의 분석과정 및 결과해석 방법을 소개하였다.

태권도에서 공격과 방어에서 나타나는 주요기술들과 체급, 승패의 관련성을 비교하기 위하여 4-way 다차원 빈도표를 분석자료로 활용하였으며, 승산비로 사

후분석 하였다. 또한, 우리나라 국가대표 선수들의 공격과 방어에서 주요기술을 빈도 분석하여 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 공격과 방어에 주요기술 빈도 분석 결과 공격이 방어보다 총 주요기술 빈도가 높았으며, 주요기술로는 공격과 방어 모두 돌려차기, 밀어차기, 얼굴차기 순으로 높았고, 그 다음 공격은 주먹 지르기, 뒷동작과 방어는 뒷동작, 주먹지르기 순으로 결과가 분석되었다. 둘째, 모형 변인들의 부분관계 검정 통계량은 1-way와 2way 모두 유의하였고, 3-way는 체급x공격방어x주요기술에서만 유의 유의한 차이가 나타났다. 4-Way 유의한 차이가 나타나지 않았다. 셋째, 공격방어-주요기술의 관련성에 대한 효과 분석결과 체급에 따른 공격방어x주요기술에서 가장 높은 우도비를 보였다. 넷째, 경기 승패에 대한 주요기술 승산비 결과 경기에서 승리 했을 때 돌려차기와 얼굴차기가 높았고, 공격과 방어에 대한 주요기술 승산비는 밀어차기와 얼굴차기 및 주먹 지르기가 높게 나타났다.

본 연구는 진행하며 다음과 같은 제언을 하고자한다. 태권도 국제대회 중 국가대표 남자경기만을 분석하였다. 따라서 우리나라 국가대표 여자선수들의 추가적인 연구와 2022년 6월 경기규칙 개정 전·후의 비교분석이 필요할 것이다. 또한, 경쟁국 선수들의 주요기술을 분석하여 우리나라 선수와 비교한다면 선수 및 지도자에게 훈련지도에 필요한 정보를 제공할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 고재욱(2011), 태권도 경기규칙 개정이 얼굴공격 빈도와 동반 가능한 잠재뇌진탕 발생 빈도에 미치는 영향. **체육과학연구**, 22(3), 2088-2095.
- 권선옥, 이기광, 강진홍(2004), 제 14 회 부산 아시안게임 여자 태권도 경기의 공격 기술 및 득점 유형 분석. **한국체육교육학회지**, 9(3), 197-206.
- 김기동, 류시현(2021), 2019 세계태권도선수권대회 경기운영능력 분석. **무예연구**, 15(1), 179-197.
- 김미향(2002), 여가, 레크리에이션: 근거 이론적 접근을 통한 스키 매니아의 경험 연구. **한국체육학회지**, 41(5), 323-335.
- 김순영, 이아름(2020), 태권도 겨루기 경기의 현황과 발전방향. **무예연구**, 14(2), 23-38.
- 김종민(2015), 태권도 경기규칙이 경기기술에 미치는 영향에 대한 연구. **무예연구**, 9(2), 105-128.
- 김완수, 양대승(2018), 태권도 경기규칙 개정에 따른 선취득점 시 경기결과 분석. **국기원태권도연구**, 9(2), 237-254.
- 김주학(2009), 스포츠 과학: 스포츠 경기분석의 이해. **스포츠과학**, 108(0), 36-42.
- 김주학, 최형준(2014), 스포츠경기분석 연구의 국내외 주요연구동향. **한국체육측정평가학회지**, 16(1), 109-120.
- 김충일, 김선진(2012), 태권도 숙련도에 따른 시각 탐색 전략과 예측능력. **한국스포츠심리학회지**, 23(3), 61-70.
- 박성아, 박승하(2022), 지각선호도, 심상능력, 실제 심상활용의 조사연구: 사격, 양궁, 다이빙, 체조 종목 중심으로. **한국체육과학회지**, 31(1), 215-228.
- 안정덕(2012), 태권도 정권지르기 방식에 따른 최대 충격력과 최고속도 비교. **한국콘텐츠학회논문지**, 12(9), 389-395.
- 엄한주(2007), 과학기술. **한국과학기술다네총연합회**, 460(9), 64-67.
- 엄한주, 김정아, 최형준(2020), 배구경기 분석프로그램의 입력정보 설정 및 기술수행의 효율성 분석: 프로배구 2018-2019 정규시즌 여자경기 중심으로. **한국체육측정평가학회지**, 22(4), 137-161.
- 오수학, 김영옥, 최지아, 권영문(2022), 체육학 검사 도구 문항의 삭제와 보완을 위한 내용타당도의 정량적 검증: CVR 과 CVI 를 활용한 통계적 내용타당도 평가. **Asian Journal of**

- Physical Education of Sport Science (AJPESS)**, 10(3), 25-34.
- 이상용, 박재현(2022), 히트맵을 적용한 태권도 겨루기 경기유형 분류. **한국체육측정평가학회지**, 24(1), 1-14.
- 이영선(2019), 키워드 네트워크 분석을 활용한 육상경기의 종목별 연구동향. **스포츠사이언스**, 37(1), 219-228.
- 이예슬, 박종화(2020), 코로나 19 확산에 따른 태권도 분야 이슈 분석. **국기원태권도연구**, 11(3), 79-94.
- 이장규(2020), 태권도 겨루기 우수선수들의 발차기 형태 분석. **한국체육측정평가학회지**, 22(4), 79-88.
- 정현도(2014), 전자호구를 사용한 세계태권도선수권대회 경기 내용 비교 분석. **한국체육교육학회지**, 19(1), 141-157.
- 조은형, 엄한주(2007), 태권도 전자호구에 의한 득점방식의 타당성 연구. **한국체육측정평가학회지**, 9(2), 93-104.
- 최완용, 홍성진, 최형준(2009), 태권도 경기 공격 패턴 분석. **체육과학연구**, 20(4), 767-777.
- 최치선, 서성혁(2021), 구기종목 경쟁상황의 외적 타이밍 구성요소 탐색. **한국웰니스학회지**, 16(1), 357-363.
- Agresti, A. (2012). Categorical data analysis (Vol. 792). *John Wiley & Sons*.
- Burnett, J. D. (1983). Loglinear Analysis: A new tool for educational researchers. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'education*, 139-154.
- Cho, E. H., Eom, H. J., & Jang, S. Y. (2020). Comparison of patterns of skill actions between analog and electronic protectors in Taekwondo: A log-linear analysis. *International journal of environmental research and public health*, 17(11), 3927.
- Eom, H. J., & Schutz, R. W. (1992). Statistical analyses of volleyball team performance. *Research quarterly for exercise and sport*, 63(1), 11-18.
- Franks, I. M., & Goodman, D. (1986). A systematic approach to analysing sports performance. *Journal of Sports Sciences*, 4(1), 49-59.
- Hughes, M., & Franks, I. M. (2004). Notational analysis—a review of the literature. *Notational analysis of sport*, 71-116.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.
- Maanen, J. V. (1988). Tales of the fieldon writing ethnography (No. 306 M33).
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods (Vol. 1). *sage*.