



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](#)

教育學碩士 學位論文

플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절
등속성 근기능 향상에 미치는 효과에
관한 메타분석 연구

2022年

蔚山大學校 教育大學院

體育教育專攻

李建熙

플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절
등속성 근기능 향상에 미치는 효과에
관한 메타분석 연구

指導教授 李 翰 俊

이 論文을 教育學碩士 (體育教育) 學位論文으로 提出함

2022年 6月

蔚山大學校 教育大學院

體育教育專攻

李 建 熙

李建熙의 教育學碩士(體育教育) 學位論文을 認准함

審査委員 김 기 정 (印)

審査委員 신 소 희 (印)

審査委員 이 한 준 (印)

蔚山大學校 教育大學院

2022年 6月

국 문 초 록

플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절 등속성 근기능 향상에 미치는 효과에 관한 메타분석 연구

이 건 희
울산대학교 교육대학원
체 육 교 육 전 공

본 연구는 플라이오메트릭 트레이닝이 등속성 하지 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)에 미치는 효과를 검증하는데 목적이 있다. 하지 중심의 플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 검증하기 위해 한국교육학술정보서비스(RISS), 국회도서관(NANET)을 이용하여 1996년 1월 1일부터 2021년 12월 31일의 기간 동안 출판된 연구 중 연구 주제와 적합한 37편의 문헌을 최종 수집하였다. 수집된 자료는 CMA(Comprehensive Meta-analysis Program V3)를 이용하여 처리하였으며 종속변인 별로 최대근력 41개, 근파워 12개, 근지구력 9개의 효과크기가 연구에 최종적으로 사용되었다.

분석 결과는 첫째, 플라이오메트릭 트레이닝은 슬관절의 최대근력 향상에 양측 굴근과 신근 모두 중간 효과크기를 나타내었으며, 양측 굴근이 신근에 비해 다소 높은 결과를 보였다. 중재변인 별 차이는 참가인원(주측 굴근과 신근), 전문성(왼쪽 굴근)에서 나타났다. 즉, 플라이오메트릭 트레이닝을 통해 최대근력을 향상시키기 위해서는 참여자와 지도자 간에 사회적 지지를 높여 운동 수행력을 높일 수 있도록 10명 미만이 참여하는 것이 효과적이며, 운동선수보다 비운동선수에게 더 큰 효과를 가져온다.

둘째, 플라이오메트릭 트레이닝은 슬관절의 근파워 향상에 양측 굴근과 신근 모두 중간 효과크기를 나타내었으며, 양측 신근이 굴근에 비해 다소 높은 결과를 보였다. 중재변인 별 차이는 운동시간(주측 굴근, 비주측 굴근과 신근), 운동빈도(주측 신근), 전문성(주측 신근과 비주측 굴근)에서 나타났다. 플라이오메트릭 트레이닝을 통해 근파워를 향상시키기 위해서는 휴식 시간을 고려한 주3회 이하 빈도가 적절하며 주측 관절은 70분 이상, 비주측 관절은 55분과 60분의 운동시간이 높은 효과를 나타냈다. 또한 비운동선수보다 전문 운동선수에게서 트레이닝의 효과가 크게 나타났다.

셋째, 플라이오메트릭 트레이닝은 슬관절의 근지구력 향상은 주측 굴근에서 높은 효과크기, 나머지 근육(주측 신근, 비주측의 굴근과 신근)에서는 중간 효과크기를 나타내었다. 또한 주측 근육이 비주측의 근육보다 높은 효과크기를 나타내었다. 중

재변인 별 차이는 운동시간(주축 신근), 운동빈도(주축 굴근)에서 나타났다. 즉, 근지구력 향상을 위해서는 최소 55분 이상의 중·장시간 트레이닝이 요구되며 근육과 관절, 인대의 피로를 고려하여 주3회 이하의 트레이닝이 근지구력을 향상하는데 이상적인 운동빈도로 생각된다.

이상 결과를 종합해 볼 때, 플라이오메트릭 트레이닝만으로도 등속성 하지 근기능(최대근력, 근과워, 근지구력)을 향상시키는데 효과적이며, 본 연구 결과를 토대로 향후 출판된 문헌을 포함한 추가적이고 복합적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구문제	4
4. 연구의 제한점	4
5. 용어의 정의	5
II. 이론적 배경	6
1. 플라이오메트릭 트레이닝	6
2. 슬관절 등속성 근기능 검사	18
3. 메타분석	22
III. 연구방법	26
1. 연구의 설계	26
2. 자료 수집 및 절차	28
3. 연구의 질 검증	31
4. 자료의 코딩 방법	34
5. 중재변인의 선정	35
6. 자료처리 및 분석 방법	36
IV. 연구결과	42
1. 선정된 연구의 특성	42
2. 중재변인의 특성	53
3. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 최대근력의 효과크기	54
가. 주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	54
나. 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	56
다. 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	58
라. 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	62
4. 중재변인별 최대근력의 효과크기 차이 검증	64
가. 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	64
나. 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	66
다. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	67
라. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	69
5. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근과위의 효과크기	70

가. 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	70
나. 주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	72
다. 비주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	74
라. 비주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	76
6. 중재변인별 근파위의 효과크기 차이 검증	78
가. 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	78
나. 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	79
다. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	81
라. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	82
7. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근지구력의 효과크기	84
가. 주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	84
나. 주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	86
다. 비주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	88
라. 비주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	90
8. 중재변인별 근지구력의 효과크기 차이 검증	93
가. 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	93
나. 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	94
다. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	95
라. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	97

V. 논의 99

1. 플라이오메트릭 트레이닝이 최대근력 향상에 미치는 효과	99
2. 플라이오메트릭 트레이닝이 근파위 향상에 미치는 효과	100
3. 플라이오메트릭 트레이닝이 근지구력 향상에 미치는 효과	102

VI. 결론 104

참 고 문 헌 105

표 목 차

<표 1> 신전단축주기(stretch-shortening cycle)	8
<표 2> 등속성 근기능 측정 장비	22
<표 3> PICOTS-SD에 따른 연구 전략	28
<표 4> 분석대상 논문의 포함 및 배제 기준	29
<표 5> 선정된 연구의 Cochrance 비뿔림 위험 평가	33
<표 6> 분석대상 논문 코딩 변수 및 내용	34
<표 7> Cohen의 효과크기 해석 기준	39
<표 8> 선정된 연구의 일반적 특성	43
<표 9> 중재변인의 특징	53
<표 10> 주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	54
<표 11> 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	56
<표 12> 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	58
<표 13> 추정치 가감법 적용 결과	61
<표 14> 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	62
<표 15> 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	64
<표 16> 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	66
<표 17> 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기	67
<표 18> 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기	69
<표 19> 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	70
<표 20> 주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	72
<표 21> 비주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	74
<표 22> 비주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	76
<표 23> 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	78
<표 24> 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	79
<표 25> 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기	81
<표 26> 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 근파위의 효과크기	82
<표 27> 주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	84
<표 28> 주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	86
<표 29> 추정치 가감법 적용 결과	88
<표 30> 비주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	88
<표 31> 비주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	90
<표 32> 추정치 가감법 적용 결과	92
<표 33> 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기	93
<표 34> 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 근지구력의 효과크기	94

<표 35> 중재변인에 따른 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기 96
<표 36> 중재변인에 따른 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기 97

그림 목 차

[그림 1] 근육의 3요소 모델	7
[그림 2] 근방추	10
[그림 3] 골지건지관	11
[그림 4] 신전단축 주기가 일어나는 동안에 기계적 모형과 신경생리학적 모형 ...	12
[그림 5] 점프 후 두 손으로 무릎 잡기 (double-leg tuck jump)	14
[그림 6] 스플릿 스쿼트 점프 (split squat jump)	14
[그림 7] 스탠딩 롱 점프 (standing long jump)	15
[그림 8] 양발 수직 점프 (double-leg vertical jump)	15
[그림 9] 전방 장애물 넘기 (front barrier hop)	16
[그림 10] 스킵 (skip)	16
[그림 11] 점프하여 상자 오르기 (jump to box)	17
[그림 12] 상자에서 뛰어 내리기 (jump from box)	17
[그림 13] 텡스 점프 (depth jump)	18
[그림 14] 슬관절 등속성 근기능 검사	20
[그림 15] Forest plot의 예시	25
[그림 16] 연구의 흐름도	27
[그림 17] 메타분석을 위한 논문 선정과정 및 결과	30
[그림 18] 선정한 문헌의 질 평가	32
[그림 19] 메타분석을 통한 플라이오메트릭 운동의 효과 검증 연구 모형	36
[그림 20] 주축 슬관절 굴근 최대근력의 전체 효과크기	55
[그림 21] 주축 슬관절의 굴근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과	56
[그림 22] 주축 슬관절 신근 최대근력의 전체 효과크기	57
[그림 23] 주축 슬관절 신근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과	58
[그림 24] 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 전체 효과크기	60
[그림 25] 비주축 슬관절 굴근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 전)	61
[그림 26] 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 대한 출판편향 분석 결과(보정 후)	61
[그림 27] 비주축 슬관절 신근 최대근력의 전체 효과크기	63
[그림 28] 비주축 슬관절 신근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과	64
[그림 29] 주축 슬관절 굴근 근파위의 전체 효과크기	71
[그림 30] 주축 슬관절 굴근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과	72
[그림 31] 주축 슬관절 신근 근파위의 전체 효과크기	73
[그림 32] 주축 슬관절 신근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과	73
[그림 33] 비주축 슬관절 굴근 근파위의 전체 효과크기	75
[그림 34] 비주축 슬관절 굴근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과	75
[그림 35] 비주축 슬관절 신근 근파위의 전체 효과크기	77

[그림 36] 비주축 슬관절 신근 근과위에 대한 출판편향 분석 결과	77
[그림 37] 주축 슬관절 굴근 근지구력의 전체 효과크기	85
[그림 38] 주축 슬관절의 굴근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과	85
[그림 39] 주축 슬관절 신근 근지구력의 전체 효과크기	87
[그림 40] 주축 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 전)	87
[그림 41] 주축 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 후)	88
[그림 42] 비주축 슬관절 굴근 근지구력의 전체 효과크기	89
[그림 43] 비주축 슬관절의 굴근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과	90
[그림 44] 비주축 슬관절 신근 근지구력의 전체 효과크기	91
[그림 45] 비주축 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 전) ..	92
[그림 46] 비주축 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 후) ..	92

I. 서론

1. 연구의 필요성

인간의 움직임은 손가락을 구부리는 간단한 동작에서 다이빙 선수들이 공중에서 보이는 복잡한 회전운동까지 그 형태와 종류가 매우 다양하다. 우리가 구부리고 펴는 형태의 다양한 움직임을 발생시킬 수 있는 것은 뼈와 뼈 사이의 중심점인 관절이 있기 때문이며, 관절은 중력과 근력에 의해 힘을 발생시키고 생산된 힘을 전달하는 역할을 한다(정진우, 2018). 관절은 뼈의 구조에 따라 다양한 움직임 범위를 가지고 있는데, 그 중 슬관절은 체중을 지지하고 걷는 기본적인 역할과 함께 급변하는 스포츠 상황에서 빠른 방향 전환을 위해 빈번히 사용된다(김유섭, 2011). 슬관절은 뼈와 연골, 전·후방 십자인대, 내·외측의 측부 인대, 근육 등으로 이루어져 있으며, 각 구조의 유기적인 상호작용을 통해 관절의 비틀림과 긴장으로부터 안정성을 높이고 활동을 유지하는 역할을 한다(유재호, 2008). 슬관절은 많은 운동 부하와 운동 범위(ROM)를 버텨내기 때문에 스트레스 상황에 노출되어 있으며 부상의 빈도가 매우 높다(이혜진, 2011). 이는 관절부위의 주변 근육의 이상적인 반응에 의한 것으로 대퇴부의 피로감과 근기능의 저하, 관절간 근육의 불균형이 그 대표적인 이유이다(이종경, 김광진, 2010). 따라서 체육학 선행 연구에서는 슬관절의 근기능 강화와 안정화를 위해 다양한 트레이닝 방법이 연구되고 있으며, 그 중 플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training) 방법이 슬관절의 근기능(근력, 근과워, 근지구력)을 강화시키는데 효과적이라고 알려져 있다(문영래, 이경일, 박성용, 2003).

플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training)이란 1970년도 중반 동구권 유럽 국가의 선수들이 순간적인 파워와 스피드가 주가 된 육상경기, 체조, 역도와 같은 스포츠에서 두각을 나타내게 되면서 그 트레이닝 방법이 알려지게 되었다. Wilt와 Yessis는 1984년 동구권 유럽 선수들에 의해 실시되고 있던 플라이오메트릭 트레이닝 방법을 체계화하였으며, 플라이오메트릭 트레이닝 방법은 많은 운동선수들과 대중들에게 인기를 얻게 되었다. 플라이오메트릭 트레이닝의 기본은 단축성 수축이 일어나기 전에 능동적으로 근육을 신장시켰을 때 신장시키는 속도가 빨라짐에 따라 더 많은 장력을 얻을 수 있다는 것인데(안정훈, 홍원택, 2001), 그 원리는 먼저 주동근이 의도적으로 신장되어 탄성에너지가 저장하게 되고 고무줄처럼 늘어난 탄성에너지가 주동근이 단축할 때 발생한 힘과 함께 합쳐져 전체 근력이 증가하는 것이다(윤재량, 2007; 임완기 등, 2013; Wilk, Voight, Keirns, Gambetta, Andrews & Dillman 1993). 플라이오메트릭 운동은 짧은 시간에 최대한의 근력을 발휘하는데 초점을 두고 있기 때문에 신장 수축된 근육이 빨리 단축성 수축을 이룰 수 있도록 훈련을 계획하는데(윤재량, 2007) 하지 근기능을 강화할 수 있는 트레이닝 방

법의 예시로는 두 발을 동시에 지면에 닿지 않게 뛰는 점프(jump), 양발을 교대로 가볍게 뛰는 스킵(skip), 한 발만 가볍게 뛰는 홉(hop), 한 번에 멀리 뛰어 전진하는 립(leap) 등이 있다. 이 때 속도, 참가자의 체중, 박스 및 허들의 높이를 활용하여 운동강도를 강화 할 수 있으며 빠른 신전반사를 일으키기 위해 운동을 단시간에 신속히 실시할 수 있도록 트레이닝 해야한다(윤재량, 2007; 임완기 등, 2013).

외국에서는 오래전부터 플라이오메트릭 트레이닝이 하지 근기능의 향상에 효과를 높인다는 연구에 대해 발표하고 있는데, O'Bryant(1984)는 플라이오메트릭 운동이 슬관절의 굴근과 신근인 대퇴사두근과 슬괏근의 근력을 향상시켜 도약력을 개선하는데 큰 도움이 된다고 보고하였고, Blakey(1987)는 플라이오메트릭 운동이 근수축의 형태를 적응시켜 하지 근력을 향상시킨다고 보고했다. 이 밖에도 다양한 연구를 통해 플라이오메트릭 트레이닝이 하지 근력의 증가 및 파워의 향상에 효과적이라는 연구 결과가 발표되었다(Chu, 1988; Hakkinen, Komi & Alen, 1985; Sáez-Sáez de Villarreal, Requena & Newton, 2010; Steben & AH, 1981; Trzaskoma, Tihanyi, & Trzaskoma, 2010). 비슷한 시기 국내에서도 육상 경기를 위주로 플라이오메트릭 트레이닝이 하지의 근력과 스피드, 순발력 향상에 효과를 미쳐 기록을 단축하는데 효과적이라는 연구가 발표되었다(강석규, 1987; 강인섭, 1987; 박종열, 이철원, 1991). 2000년대부터 현재까지는 배구, 축구, 롤러스케이트, 태권도, 세팍타크로, 골프, 무용(고성경, 김호목, 2001; 국두홍 등, 2012; 김범식, 2013; 김연수, 2006; 유창휘, 2017; 이영덕, 2007; 이소정, 이원재; 2010) 등의 다양한 스포츠 종목으로 연구 대상의 범위가 확대되면서 플라이오메트릭 운동이 운동 종목의 특성, 성별, 연령의 제한 없이 하지 근력, 근파워, 근지구력의 향상에 미치는 효과가 증명되었다. 또한 재활 치료에서도 복귀를 위한 운동 처방으로 플라이오메트릭 트레이닝이 실시되고 있으며 근육, 건, 인대를 강화 시킬 수 있는 트레이닝 방법으로 각광 받고 있다(박해찬, 김만겸, 윤성진, 2005). 이처럼 많은 연구자들이 플라이오메트릭 트레이닝이 하지 근력, 근파워, 근지구력을 향상 시킨다고 보고 하는 근거는 하지 근력의 축이 되는 발목, 무릎, 엉덩이 관절을 동시에 작용시켜 근육과 건의 협응력을 높이고 몸의 균형을 유지하는 대둔근(gluteus maximus), 슬괏근(hamstring), 대퇴사두근(quadriceps femoris)의 근육량을 증가시키기 때문이다. 또한 관절의 위치 감각과 안정성이 높아져 근기능이 향상된다(박성배, 채보경, 양점홍, 2012; 이석준, 최광웅, 박우영, 2021).

하지만 이와 반대로 플라이오메트릭 트레이닝 효과가 미미하다는 연구 결과도 많이 보고되고 있다. 문영래, 등(2003)은 플라이오메트릭 훈련이 선행연구의 결과 처럼 우수한 효과를 나타내지 못하였으며 높은 각속도에서만 통계학적으로 의의가 있을 정도로 효과가 적다고 보고하였고, 김동제, 안병근, 윤현, 김성희, (2011)가 “유도선수를 대상으로 실시한 플라이오메트릭 운동의 효과”에 관한 연구에서 슬관절의 양측 신근에서는 유의한 효과를 보였지만 굴근에서는 통계적으로 유의한 효과를 나타내지는 못한다고 보고하였다. Adel(1989)은 “여성 선수들에게 12주간 플라이오메트릭의 탭스 점프 훈련 효과” 연구에서 수직 점프를 위한 순발력에서는

유의한 효과를 보인 반면, 하지 근기능에서는 유의한 효과는 보이지 않았다고 보고하였다. 또한 플라이오메트릭을 단독으로 실시하는 것보다 웨이트트레이닝 및 코어 트레이닝 등의 다양한 트레이닝 방법의 보조 수단으로 사용될 때 하지 근기능 향상에 효과가 크다는 연구도 보고되고 있다(한중우, 1997; ADams, O'Shea & Climstein, 1992; Polhemus, Burkhardt, Osina & Patterson, 1981).

플라이오메트릭 트레이닝에 대한 연구는 꾸준히 진행되어왔고 그 결과로 인하여 하지 근기능의 향상과 기타 체력에 대한 효과는 계속해서 인정받고 있다. 하지만 반대로 연구의 효과에 다른 견해를 가지고 있는 연구결과가 계속해서 발표되고 있고, 연구결과가 가지는 효과는 분명하나 면면이 살펴보면 연구자별로 상이한 분석 결과를 가져 이를 일반화하고 통합적으로는 이해하기에는 다소 어려움이 따른다. 그 이유는 개별 연구에 대상, 성별, 운동 전문성 여부, 운동기간, 프로그램 구성 등이 제각각 매우 상이하고 대부분의 유형이 연구결과를 통계적 유의성에 의존하고 있어 효과의 유·무에만 주의를 기울이고, 개별 연구가 가지는 효과의 크기를 판단하는데 한계를 나타내기 때문이다(Cohen, 1994; 서명일, 2021). 현재까지 축적된 선행 연구 중 많은 연구결과가 보고된 플라이오메트릭 트레이닝의 슬관절 근기능 향상에 대한 효과를 체계적이고 통합적으로 규명하기 위해서는 연구의 효과성을 측정하여 효과크기를 해석하는 과정이 필요할 것이다. 따라서 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절의 근기능 향상에 미치는 효과에 대해 보고한 선행 연구들을 객관적이고 통합적으로 분석하기 위해 메타분석(meta analysis)을 사용할 것이다.

메타분석(meta analysis)은 동일한 주제로 실시된 독립적인 연구들로부터 도출된 결과들을 계량화하고 통합적으로 분석하여 그 결과를 해석하는 연구방법으로 체계적인 절차에 따라 진행되어 그 결과에 신뢰성과 타당성이 높은 연구이다(오성삼, 2002; Glass, 1976). 특히, 중재별 효과 크기의 비교가 가능하여 향후 연구 프로그램 개발에 근거가 되는 장점이 있다(이옥인, 박은영, 신인수, 2011). 체육학에 관련하여 실시된 메타분석 선행연구를 살펴보면, 김영옥, 오수학(2017)은 “노인의 운동 참여가 신체조성과 체력에 미치는 효과” 연구에서 노인의 운동 참여를 운동종류, 운동기간, 운동시간으로 범주화하고, 그 효과를 체력, 신체조성으로 분류하여 메타 분석하였다. 또한 김기현, 차광석(2019)은 코어 트레이닝 참여를 통해 골프 선수의 비거리, 클럽헤드스피드, 볼속도의 향상을 메타분석으로 확인하였다. 따라서 본 연구에서도 메타분석을 활용하여 변수 간 관계의 크기를 표현한 개별 연구의 효과크기와 각 개별 연구를 통합하기 위해 전체 효과크기를 산출할 것이다. 또한 평균 효과에 영향을 미치는 중재변인(성별, 운동기간, 운동시간, 운동빈도, 전문성, 연령, 운동방법, 출판유형)별 효과를 분석하여 중재변인의 영향을 검증해 보고자 한다. 마지막으로 각 효과크기 해석을 통해 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절 근기능 향상에 미치는 효과를 제시함으로써 현장의 지도자들과 연구자들이 슬관절 근기능 향상의 프로그램을 구성하고 실시 하는데 도움이 될 수 있도록 운동 수행의 근거를 제공할 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절의 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력) 향상에 미치는 효과를 검증하기 위해 국내에서 실시된 선행연구들의 연구 결과 중 양쪽 슬관절의 등속성 근기능을 비교가 가능한 효과크기(Effect Size, ES)로 환산할 것이다. 그리고 메타분석을 적용하여 종합적으로 분석한 후 플라이오메트릭 트레이닝의 효과크기를 규명하는데 목적이 있다.

3. 연구 문제

본 연구에서는 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절의 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력) 향상을 규명하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- 가. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 피험자의 양측 슬관절 굴근과 신근의 최대 근력 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?
- 나. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 중재변인별(연령, 운동시간, 운동빈도, 운동기간, 참가인원, 전문성, 출판유형) 양측 슬관절 굴근과 신근의 최대근력 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?
- 다. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 피험자의 양측 슬관절 굴근과 신근의 근파워 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?
- 라. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 중재변인별(연령, 운동시간, 운동빈도, 운동기간, 참가인원, 전문성, 출판유형) 양측 슬관절 굴근과 신근의 근파워 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?
- 마. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 피험자의 양측 슬관절 굴근과 신근의 근지구력 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?
- 바. 플라이오메트릭 트레이닝 훈련이 중재변인별(연령, 운동시간, 운동빈도, 운동기간, 참가인원, 출판유형) 양측 슬관절 굴근과 신근의 근지구력 향상에 미치는 효과크기는 어떠한가?

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째, 참여 대상자들의 플라이오메트릭 트레이닝 프로그램을 동일하게 통제하지 못했다.
둘째, 참고문헌은 국내 논문을 대상으로 제한되어 실시되었으며, 대표적인 온라인 데이터베이스에서 주제어를 선택하여 논문을 검색하였으나 해당 데이터베이스를 통해 검색되지 않은 논문이 존재하지 않을 가능성을 배제할 수 없다.

5. 용어의 정의

가. 플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training)

플라이오메트릭 트레이닝이란 주로 파워와 순발력을 향상시키기 위해 실시하는 운동으로서 편심성 근수축(eccentric exercise) 이후에 유발되는 강력한 원심성 수축(concentric exercise)을 만들어내는 운동을 말한다. 이러한 움직임은 주로 도약 동작과 착지 동작이 구별되는 농구, 배구, 체조 등과 같은 스포츠에서 필수적으로 나타난다.

나. 슬관절 등속성 근기능 검사(isokinetic knee testing)

슬관절의 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력) 검사는 슬관절의 등속성 운동의(isokinetic exercise) 기능 검사를 뜻한다. 등속성 운동은 Hislop, Perrine & Thistle에 의해 1967년 처음 소개된 운동방법으로 미리 정해진 속도(pre-selected fixed speed: PSFS)를 이용하여 축을 중심으로 관절의 가동범위 내에서 근력을 발생시키는 운동이다(정현, 2009). 등속성 운동은 속도를 중심으로 근수축을 실시하기 때문에 상해 가능성이 낮으며 관절 운동범위에서 최대 힘을 낼 수 있는 장점이 있어 다양한 트레이닝 방법의 효과를 규명하고 인체 관절의 기능을 평가하는데 있어 가장 효과적인 방법이다(Fogelholm, 1994; Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard & Maffulli, 2001; Kellis, Gerodimos, Kellis & Manon, 2001).

본 연구에서는 Humac(Cybex사: USA), Biodex system(Biodex사: USA)을 이용하여 측정된 슬관절의 등속성 각근력 중 60°/sec의 각속도에서 측정된 최대근력(peak torque), 120°/sec~180°/sec의 각속도에서 측정된 근파워(power), 180°/sec~300°/sec의 각속도에서 측정된 근지구력(work)을 사용할 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training)

가. 플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training) 개념과 특징

플라이오메트릭 트레이닝(plyometric training)이란 1970년도 중반 동구권 유럽 국가에서 시작되었다. 플라이오메트릭 트레이닝은 라틴어로 plyo(more), metric(measure)의 합성어로 더 많은 증가라는 의미를 지니고 있다(Wilt, 1984). 플라이오메트릭 트레이닝은 전설적인 소련의 도약 선수인 Verhoshanski(1967)에 의해 최초로 도약과 점프를 반복하는 방법으로 개발되었으며, 그의 제자인 Valeriy Borzov가 1972년 뮌헨 올림픽에서 100m, 200m 경기에서 금메달을 획득하면서 널리 알려지게 되었다(장정훈 등, 2012).

1972년 올림픽 이후 플라이오메트릭 트레이닝의 효과가 대대적으로 보도됨에 따라 미국의 코치인 Wilt와 Yessis(1984)가 이 시스템에 관심을 가지고 훈련 방법을 체계화 하였다.

플라이오메트릭 트레이닝은 목적은 근육 신경계의 반응력을 향상시켜 신경계의 흥분성을 높이는 것이다(Voight & Draovitch, 1991). 따라서 보다 강한 근수축을 발생시키기 위해 근육의 신장반사를 활성화 하는 운동이 모두 플라이오메트릭 운동이라고 말할 수 있다. 높이 뛰기를 예로 들면 선수가 도약하기 전 마지막 스텝을 내딛을 때 저항을 받는 다리는 멈추게 되고 상방으로 운동량을 전달해야 하는데 이 때 주동근은 멈추는 동작을 통해 예비 신장하게 되고 예비 신장된 근육이 단축하면서 추가적인 운동에너지가 상방으로 발생하는 것이다. 이처럼 경기력이 우수한 선수들은 신속한 방향 전환 시 저장되는 탄성 에너지를 이용하여 강한 단축성 수축을 만들어낸다. 결론적으로 운동 종목의 동작 특성을 정확하게 파악하고 실시한다면 플라이오메트릭 트레이닝은 근육, 건, 인대를 모두 강화할 수 있는 방법이 될 수 있다.

나. 플라이오메트릭(plyometric training)의 모형과 원리

플라이오메트릭의 자세는 정적인 보통 활동 중에 일어나는 경우는 드물며 예비 신전이 일어난 동적인 상태에서 일어나는 단축 수축을 의미한다(Chmielewski, Myer & Kauffman 2006). 신장성-단축성 수축의 연결의 반복으로 고유수용성 반사와 근섬유의 탄력성에 의해 동시에 발생하지만 기계적 역학 및 생리학적 두 가지 모델로 구분하여 <그림 3>으로 설명해보고자 한다(Wilk et al., 1993).

1) 플라이오메트릭 트레이닝의 역학적 모형

가) 기계적 특성

운동의 기계적 특성(mechanical characteristics)은 수축성 요소(contractile component, cc), 연속탄력성 요소(series elastic component, sec), 평행탄력요소(parallel elastic component, pec) 3요소가 힘을 만들어내기 위해 상호작용하는 모델로 [그림1]과 같이 표현되며 cc가 운동통제의 중심이 되고 sec와 pec가 안정성과 통합성을 제공하기 위해 협력하며 근육이 신전할 할 때의 에너지를 근육내에 저장한다(장정훈 등, 2011). 운동 동작을 실행할 때 신장성 수축이 먼저 일어나면 sec는 스프링 처럼 늘어나게 되는데 이후 바로 단축성 수축이 일어나면 sec에 저장된 탄성적 에너지가 cc에 의해 발생한 힘과 합쳐져 전체 근력이 증가하게 되는것이다(윤재량, 2007). 이렇게 저장된 탄성에너지의 이용 능력은 세 가지 변수인 시간, 신장폭, 신장 속도에 큰 영향을 받는다. 즉, 단축성 수축은 단시간에 짧은 범위에서 지체없이 즉시 실시되었을 때 그 효과가 증대되는 것이다(Escamilla, 2001). 하지만 신장성 단계 이후 즉시 단축성 수축이 일어나지 않는다면 저장된 에너지는 낭비되거나 열로 손실된다(Cavagna, 1977).

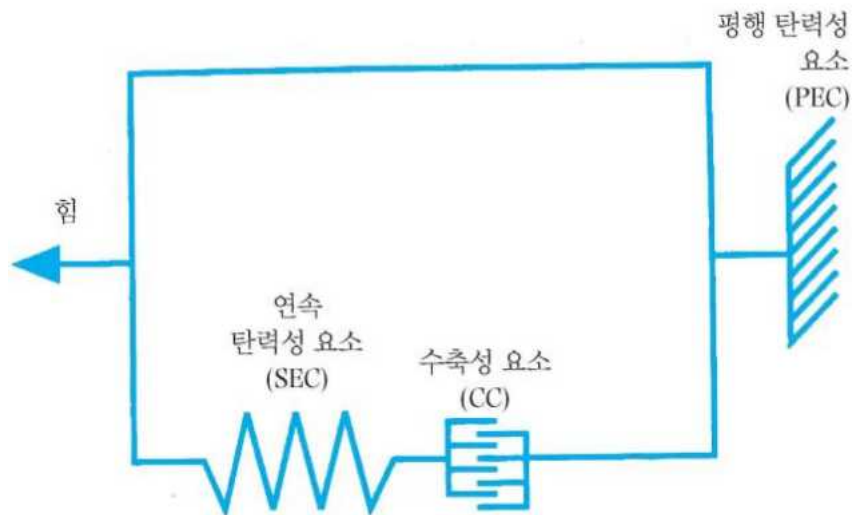


그림 1. 근육의 3요소 모델(스포츠재활 총론 5판, 2012)

나) 신전단축주기 모델(stretch-shortening cycle)

신전단축주기(ssc)는 직렬탄성요소(sec)가 많은 양의 에너지를 저장하고 짧은 시간 내에 근육을 최대한 동원하여 구심적으로 단축되는 근수축 모델을 뜻한다(임완기, 등, 2013). 제1단계는 신장성 단계로 주동근이 예비 부하하는 과정을 뜻한다. 이때는 sec가 탄성에너지를 저장하고 근방추가 자극받는다. 농구의 점프슛을 하는 사람

이 신속하게 반쯤 웅크린 자세(half squat)의 시작에서 움직이기 직전까지의 단계가 신장성 단계이다. 제2단계는 신장성 단계에서 단축성 단계로 넘어가기 전 중간 단계로 아모티제이션(amortization)이라고 한다. 이 단계에서는 지속성 시간이 짧아져야 하며 이 단계가 길어지면 신장성 단계에 저장된 에너지가 낭비되거나 열로 손실된다. 농구의 점프슛으로 생각해보았을 때 아래쪽으로 반쯤 웅크린 자세(half squat)에서 정지하였을 때가 아모티제이션 단계라고 말할 수 있다. 3단계는 단축성 단계로 신장성 단계와 아모티제이션 단계 동안 일어나는 결과에 대한 인체의 반응이다. 이러한 최종 단계에서는 신장성 단계 동안 저장된 sec에 탄성에너지는 다음 움직임의 단축성 수축에 힘을 발휘하거나 열로 손실된다. 농구의 점프슛 동작으로 봤을 때 반쯤 웅크린 자세에서 멈췄다가 다시 위쪽으로 움직임을 시작하는 단계라고 말할 수 있다(임완기 등, 2013). 플라이오메트릭 트레이닝은 다음 <표 1>과 [그림 4]같이 설명할 수 있다.

표 1. 신전단축주기(Wilk et al., 1993)

단계	동작	신경, 생리학적 결과
1단계- 신장기	주동근의 신전	- 탄성에너지가 저장 - 근방추 자극 - 척수 신호전달
2단계- 아모티제이션	1단계와 3단계 사이의 지연시간	- 구심성 신경 운동신경 연결 - 운동 신경 신전근 신호 전달
3단계- 단축기	주동근의 단축 동작	- 탄성에너지 탄성요소로 방출 - 신경이 주동근 자극

2) 플라이오메트릭 트레이닝의 생리학적 모형

플라이오메트릭의 생리학적 모형은 신전반사에 의해 단축성 수축이 활성화되는 것을 의미하며 이러한 반응을 일으키는 수용기는 근방추(muscle spindle)와 골지건기관(Golgi tendon organ)이다(Lundon, 1985). 근방추는 근육 내 위치하며 신전의 속도와 크기에 민감하게 반응하며 갑작스럽게 신전이 발생하면 그에 따른 반사적인 근활동을 증가시킨다(임완기 등, 2013). 골지건기관은 근방추와 반대로 긴장제한반사에 작용함으로써 근육을 억제하는 역할을 하는데 이를 통해 근육 내부의 힘이 완화되어 근손상을 피하게 된다(장정훈 등, 2012). 결론적으로 플라이오메트릭 트레이닝의 원리는 근방추가 신장반사를 통해 탄성 에너지를 활성화하고 골지건기관이 억제적 반응을 활성화함으로써 근육의 최대 파워를 발생시키는 동작을 가능하게 하는 것이다(Bosco & Komi, 1979) 근방추와 골지건기관의 자세한 설명은 다음 <그림 1>, <그림 2>와 같다.

가) 근방추(muscle spindle)

근방추는 근육 내에 존재하는 일반적인 근섬유에 비해 얇고 짧은 근섬유가 모여 이루어져 있다. 대부분의 근육을 형성하는 보통의 섬유를 추외근섬유(extrafusal muscle fibers)라 하고, 근방추 내에 있는 섬유를 추내근섬유(intrafusal muscle fibers)라 한다. 근방추는 근육의 길이를 감지하는 역할을 한다(안희균, 1988).

근방추의 분포는 근의 크기에 따라 다른데, 손가락 움직임 같은 미세한 조절이 필요한 근육들은 높은 밀도의 근방추를 가지고 있으며, 대퇴근과 같은 큰 근육들은 손가락과 같은 작은 근육에 비해 상대적으로 작은 수의 근방추를 가지고 있다.

근방추는 두 가지의 감각신경 형태를 가지고 있는데 첫 번째, 구심성 고리 모양의 종말은 근방추의 중간에 위치하고 있으며, 두 번째 형태는 구심성 꽃가지 모양 분기라 불리며 근방추의 끝에 위치한다. 적도부(equatorial regions)는 추내근 섬유의 중심 부위를 말하는데, 적도부의 핵이 사슬과 같이 배열되어 있으면 이를 핵사슬 섬유(nuclear chain)라 부르고 주머니 속과 같이 뭉쳐있는 것을 핵주머니 섬유(nuclear bag fiber)라 부른다(한국운동생리학회, 2013). 추내근섬유의 적도 부위는 액틴(actin) 마이오신(myosin)이 없어 수축을 할 수 없고, 양쪽 끝은 액틴(actin)과 마이오신(myosin)이 있어 수축이 가능하다(안희균, 1988).

근방추에 감각 종말은 Ia 구심성 신경과 II 구심성 신경으로 구성되어있다. 각 근방추에는 Ia와 II 구심성 신경이 각각 하나씩 있고, Ia는 모든 근방추의 방추내섬유 중앙 부위를 감싸고 있고, II 구심성 신경은 핵사슬섬유의 중앙 근접부위를 감싸고 있다(임재형, 지용석, 2005).

근방추는 감마 운동뉴런을 통하여 신경 지배를 받는데 감마 운동뉴런의 자극이 중심부위 추내근섬유를 짧게 만들어 근방추를 팽팽하게 한다. 따라서 골격근이 운동신경자극으로 짧아질 때 근방추도 함께 짧아져 근 길이를 탐지하는 기능을 한다(Scott K, Powers, Edward T & Howley, 2018).

근방추의 근육이 급격히 늘어날 때 반사적으로 수축하는 것을 신전반사 작용(stretch reflex)라고 하며, 외과에서 고무망치로 무릎을 가격하면 그로 인해 근육을 쭉 빼게 되는 무릎반사(knee-jerk reflex) 검사가 대표적인 예가 될 수 있다. 근방추의 이러한 기능이 중추신경계가 골격근 섬유들의 길이 변화에 대응할 수 있도록 함으로써 인간의 움직임과 자세 유지를 돕는 것이다(한국운동생리학회, 2013)

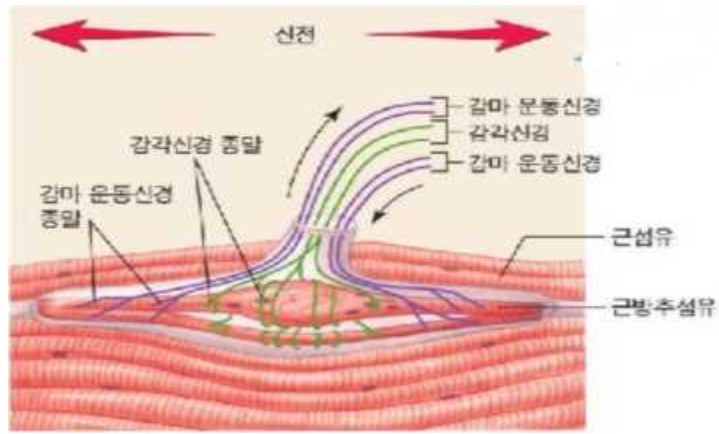


그림 2. 근방추(파워운동생리학 10판, 2018)

나) 골지건기관(golgi tendon organ)

골지건기관은 건 내에 위치하며 주로 느리게 수축하는 근육들에 많이 위치한다. 또한 근방추 섬유와 함께 직렬로 나란히 연결되어 있기 때문에 근육의 신장 때 보다는 근육의 수축 때 더 큰 자극을 받는다(김종만, 2004).

골지건기관은 건 내에 위치하고 근수축에 의해 발생하는 근육의 장력을 관찰하는 역할을 한다. 그 순서로는 운동신경원에 의해 자극된 근육에 장력이 증가하면 골지건기관은 장력을 감지한다. 이 때 부상을 유발하는 큰 장력이 감지된다면, Ib 군의 구심섬유가 중추신경계로 정보를 전달하고 자극을 받은 근육으로 알파운동신경이 억제되고 그 길항근에 알파 운동신경이 활성화된다. 즉, 장력이 감지된 근육의 길항근에 자극이 시작되면서 과도한 장력이 완화되고 근육이나 건의 부상을 예방할 수 있는 것이다. 하지만 반대로 운동선수들의 스포츠 상황에 적용했을때는 오히려 골지건기관의 작용을 억제해야 더 큰 힘을 발생시켜 경기력의 향상을 기대할 수 있을 것이다(장경태, 2001).

골지건기관은 역신전반사를 일으키기도 하는데 이름이 말해주듯 신전반사를 반대로 일으키는 것을 뜻하고 운동신경에 근육 공급 자극의 억제를 통해 근긴장을 감소시키는 것이 그 방법이다. 그 예로는 수동적으로 스트레칭하여 골지건 기관을 의도적으로 활성화시켜 근육을 이완시키는 것이다(Scott K et al., 2018).

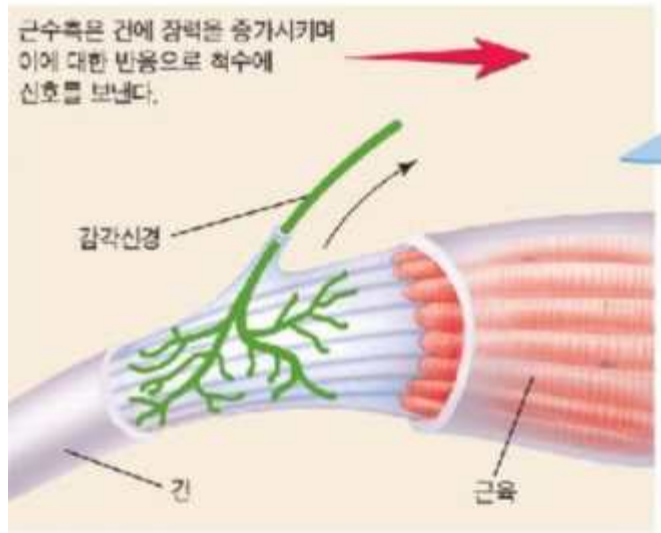


그림 3. 골지건기관(파워운동생리학 10판, 2018)

다. 플라이오메트릭 트레이닝의 효과

플라이오메트릭 운동은 근육이 단축성 수축을 하기 전 예비적인 신장성 수축을 통해 강한 수축력을 발휘 할 수 있도록 하는 파워 트레이닝 방법이다(김상규, 1995). 따라서 근력의 증가 및 파워의 증가에 초점을 맞추어 그 효과에 대한 연구가 많이 보고되었다. ACSM's Guideline(2020)은 플라이오메트릭의 효과로 낙하에너지를 저장하여 수직 에너지로 전이하여 근력의 잠재력을 향상시킬 수 있다고 하였고 양점홍(2009)은 이러한 잠재력의 향상이 최대근력과 파워 향상에 효과가 있다고 보고하였다. 이 밖에도 민첩성, 스피드, 협응력, 균형능력 등의 운동체력의 향상에 많은 기여하여 수영, 태권도, 축구, 농구(강성윤, 윤진호, 오재근, 장세인, 박수연, 2012; 구광수 2008; 오병민, 장형준, 허유섭, 2019) 등의 다양한 스포츠에서 슬관절의 하지근력을 강화시켜 경기력 향상에 큰 도움이 된다. 또한 비만 남자 중학생의 신체 조성 개선과 골밀도의 향상에도 효과를 보이고(이명진, 박환, 2018) 근신경의 기능을 촉진하여 관절의 위치 감각과 안정성을 높여 스포츠 상황에서의 부상 방지에도 큰 도움이 된다고 보고되었다(박성배, 채보경, 양점홍, 2012; 이석준, 최광웅, 박우영, 2021). 즉 플라이오메트릭 트레이닝은 하지 근기능의 향상에 그 효과를 검증한 트레이닝 방법이라고 할 수 있다.




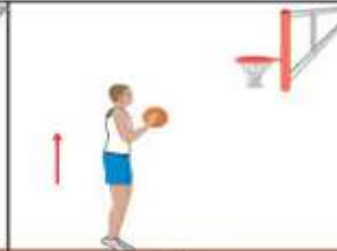

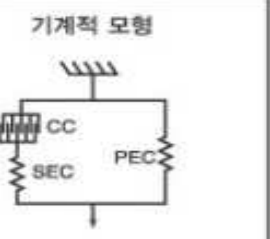
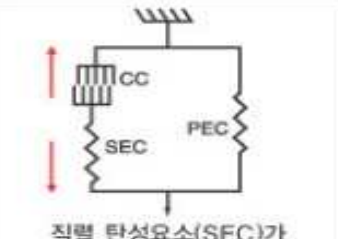
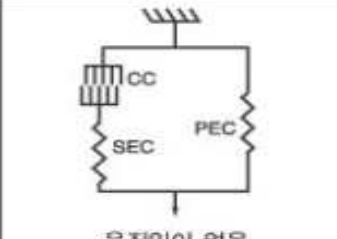
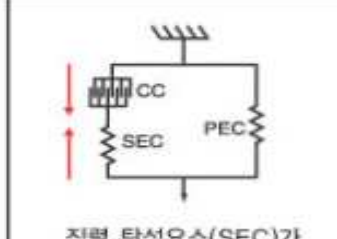
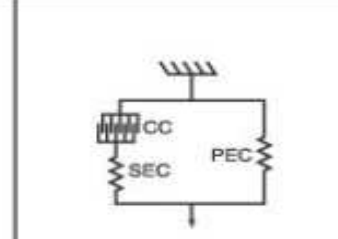

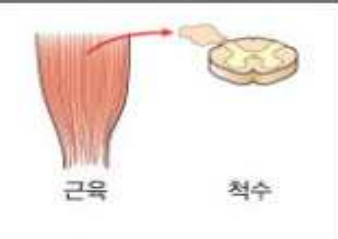

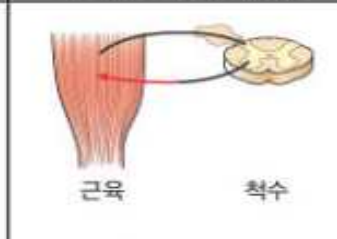
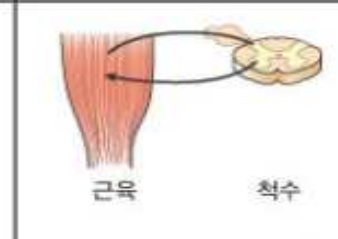
				
준비자세	예비동작	정지	점프	
기계적 모형 	 직렬 탄성요소(SEC)가 빠른 신전을 겪게 될	 움직임이 없음	 직렬 탄성요소(SEC)가 휴식시 길이보다 짧아짐	
신경생리학적 모형 	 근육 척수 근 방추가 신속하게 신전을 감지하고, 척수에 신호를 보낸다	 근육 척수 신호가 척추와 시냅스에 도달한 다음 근육에 돌려 보내진다	 근육 척수 신호가 근육에 도달하여 반사적인 근 활동을 야기한다	 근육 척수 반사궁의 활동이 지속될지라도 힘 생성에는 거의 공헌하지 못한다
신전단축 주기	신장성 단계	아모티제이션 단계	단축성 단계	

그림 4. 신전단축 주기(ssc)가 일어나는 동안에 기계적 모형(둘째 줄)과 신경생리학적 모형(셋째 줄) (임완기 등, 2013).

라. 플라이오메트릭 트레이닝의 지침

Voight, M과 P. Draovitch(1991)가 발표한 “특별한 플라이오메트릭 트레이닝” 연구에서 플라이오메트릭에 관련한 지침을 다음과 같이 정리한다.

첫째, 플라이오메트릭은 참가자의 개별성이 고려되어야 하고, 개인이 향상시키고자 하는 운동 종목의 특성에 맞춰 트레이닝 방법을 세분화하여 운동 프로그램을 구성해야 한다. 둘째, 훈련의 양보다 질이 중요하며 연습 기간에는 고강도의 연습, 훈련 말기에는 부상 예방을 위해 중·저 강도의 운동을 실시한다. 셋째, 점진적 부하의 원리에 맞춰 세트 수, 휴식 시간, 반복 수를 조절한다. 넷째 바른 기법을 사용할 수 있도록 주의를 기울인다. 플라이오메트릭 트레이닝의 핵심은 신장성 수축과 착지 시간이기 때문에 충격이 발목, 무릎, 고관절이 함께 충격을 흡수하여 힘을 전달할 수 있도록 집중하여 운동을 실시해야 한다.

마. 플라이오메트릭 트레이닝의 형태

슬관절의 하지 근기능을 강화시킬 수 있는 플라이오메트릭 트레이닝의 운동형태는 강화하고자 하는 부위의 특수성을 반영하여 실시하게 되는데 축구, 배구, 농구와 같은 빠른 방향 전환과 점프를 위한 도약력이 필요한 스포츠에서는 점프(jump), 홉(hop), 스킵(skip)을 이용하여 운동을 실시하고, 박스(box)와 허들(hudle)을 이용하여 운동의 강도를 강화할 수 있다. 다음 그림은 도서 “퍼스널 트레이닝의 정수”(2013)에서 제시하는 플라이오메트릭 트레이닝 동작이다. [그림 5~13]을 통해 플라이오메트릭 트레이닝의 기본 점프(jump), 홉(hop), 스킵(skip) 동작에 대해 설명할 것이다.

1) 점프 후 두 손으로 무릎 잡기 (double-leg tuck jump)

양팔을 어깨 넓이로 벌리고 편안하게 서서 무릎을 구부려 예비 동작을 실시한 후 최대한 높이 뛰어 무릎은 가슴 방향으로 잡아당기고, 두 손은 무릎에 붙인다.



그림 5. 점프 후 두 손으로 무릎 잡기 (double-leg tuck jump)

2) 스플릿 스쿼트 점프 (split squat jump)

한 쪽 다리를 런지 자세를 취하듯 앞으로 내밀어 점프를 반복하여 실시한다. 이때 엉덩이와 무릎은 90도 각도를 유지하고, 팔의 반동을 통해 최대한 높이 점프한다. 세트가 끝나면 다리를 바꾸어 반복한다.



그림 6. 스플릿 스쿼트 점프 (split squat jump)

3) 스탠딩 롱 점프 (standing long jump)

양발을 어깨 넓이로 벌리고 반쯤 웅크린 자세로 대기한 후 팔을 아래로 내리고 무릎을 구부려 예비동작을 실시한다. 제자리멀리뛰기와 같이 양발을 이용하여 최대한 앞으로 점프한다.



그림 7. 스탠딩 롱 점프 (standing long jump)

4) 양발 수직 점프 (double-leg vertical jump)

양발을 어깨 넓이로 벌리고 반쯤 웅크린 자세로 대기한 후 팔을 아래로 내리고 무릎을 구부려 예비동작을 실시한다. 제자리멀리뛰기와 같이 양발을 이용하여 최대한 앞으로 점프한다.

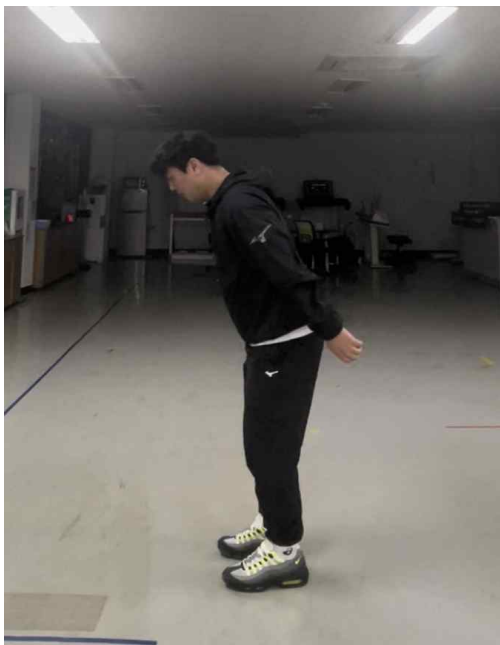


그림 8. 양발 수직 점프 (double-leg vertical jump)

5) 전방 장애물 넘기 (front barrier hop)

두 다리를 어깨 넓이로 벌리고 반쯤 웅크린 자세로 대기한 후 팔을 아래로 내리고 무릎을 구부려 예비동작을 실시한다. 먼저 엉덩이와 무릎을 굽히면서 두 다리로 장애물을 뛰어넘는다. 착지와 동시에 다시 점프하여 반복한다.

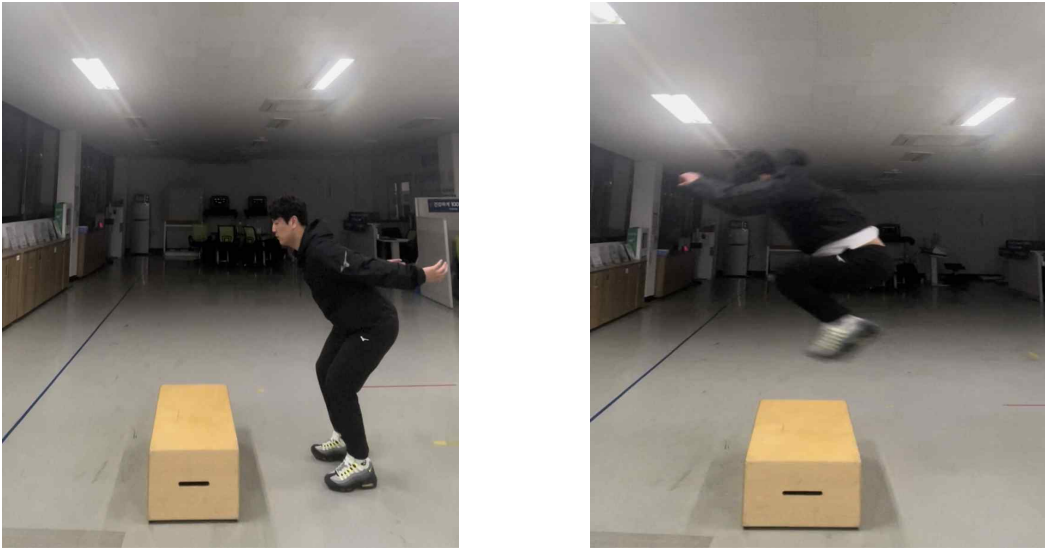


그림 9. 전방 장애물 넘기 (front barrier hop)

6) 스킵 (skip)

엉덩이와 무릎을 구부려 한 쪽 다리를 90도까지 들어 올린다. 팔은 아래로 내리며 다리와 역동적으로 실시하며, 반복적으로 진행한다.



그림 10. 스킵 (skip)

7) 점프하여 상자 오르기 (jump to box)

두 다리를 어깨만큼 벌리고 상자를 마주보고 서서 팔을 아래로 내리고 무릎을 구부린 상태에서 예비동작 후 상자 위로 뛰어오른다.



그림 11. 점프하여 상자 오르기 (jump to Box)

8) 상자에서 뛰어내리기 (jump from box)

상자 위에서 두 다리를 어깨 넓이로 벌리고 편안한 자세를 취한다. 충격을 흡수하며 두 발로 신속하게 착지한다. 오르고 내리는 동작을 반복한다.

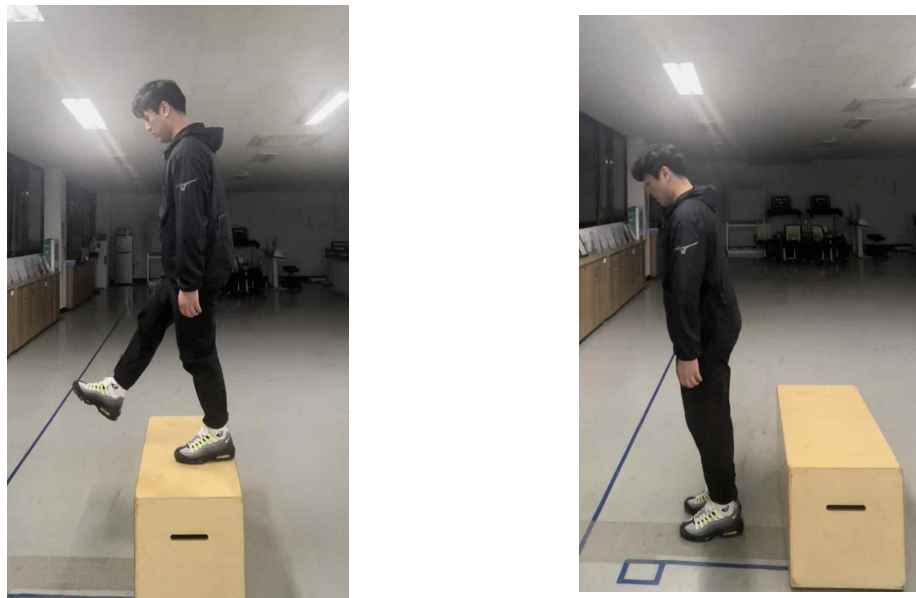


그림 12. 상자에서 뛰어 내리기 (jump from box)

9) 텡스 접프 (depth jump)

상자 위 가장자리에서 양발을 어깨 넓이로 벌리고 서 있다가 걸어 내려온다. 걸어 내려오는 즉시 수직으로 높게 접프한다. 바닥에 머무는 시간을 최소화 할 수 있도록 반복 연습한다.



그림 13. 텡스 접프 (Depth Jump)

2. 슬관절 등속성 근기능 검사(isokinetic knee testing)

가. 슬관절 근구조

슬관절은 인체의 관절 중 큰 크기와 복잡한 구조를 가지고 있으며, 단일관절낭 내에서 두 개의 경골대퇴관절, 슬개대퇴관절로 이루어져 있다. 경골대퇴관절은 원위대퇴와 근위경골 사이에 위치하고, 슬개대퇴관절은 슬개골과 대퇴 사이에 위치한다(Williams PL & Warwick R, 1985).

슬관절의 신전(extension)이 일어날 때 대퇴사두근(quadriceps muscle group)의 근수축 운동이 이루어진다. 대퇴사두근은 대퇴직근과 3개의 대퇴광근(내측, 외측, 중간광근; vastus medialis, lateralis, intermedius)으로 이루어져 있다. 대퇴사두근은 대퇴신경의 지배를 통해 정적인 상태에서 무릎이 구부러지지 않게 막으며, 활

동 시 슬관절을 구부려 신전시키는 작용을 한다. 스포츠 상황에서 예를 들면 주로 수직으로 상승하는 도약훈련과 순간적으로 폭발적인 힘을 발휘해야 하는 단거리 육상 종목이 대표적인 예로 볼 수 있다. 대퇴후면에 위치한 근육은 대표적으로 슬픽근(hamstring muscle)과 대퇴이두근(biceps femoris)이 있고, 주로 슬관절의 굴곡 운동에 관여한다. 이 근육들은 하퇴부를 구부리는 동작 이외에도 바깥쪽으로 비틀 수 있으며 공중 동작 후 착지 시 체중을 지탱하는 역할을 한다(정진우, 2018).

나. 등속성 검사(isokinetic test)

등속성(isokinetic)은 저항성 운동의(resistance exercise) 한 분야로서 운동 시 운동속도를 미리 정해놓고 운동속도의 변화에 따라 근육이 받는 저항이 달라지도록 고안된 특수한 기기를 통해 관절의 영향을 받지 않고 자유로운 관절 가동범위에서 최대한의 힘을 낼 수 있는 운동방법이다(박상규, 1999; 김도윤, 윤성원, 2005). 등속성 운동(isokinetic exercise)은 Hislop & Perrine(1967)에 의해 그 개념이 처음 소개되었으며, 등속성 운동이 등장성(isotonic), 등척성(isometric) 보다 근력의 증가에 있어 유의한 효과를 나타낸다고 보고되어 관심이 깊어지게 되었다(Kang, S. W., Moon, J. H., Cho, K. J. & Shin, J. S., 1991; 김진호, 한태륜, 김상범, 1987; 하권호, 한성호, 정민영, 유신철, 1984).

등속성 근력 측정을 통한 평가는 최대근력(peak torque), 근파워(power), 근지구력(muscle work), 양측근력비율(involved/uninvolved ratio), 동측근력비율(agonist/antagonist ratio) 등이 있다.

Murray, Gardner, Mollinger & Sepic(1980)은 슬관절의 등속성 검사 시 일반인의 경우 무릎을 완전히 편 자세에서 신전은 45°, 굴곡은 30-45°에서 최대근력이 발현된다고 보고하였으며, 권태원(2003)은 엘리트 운동선수 검사에서 신전에서는 57° 굴곡 시 33°에서 최대근력이 나타난다고 보고했다. 김재호, 윤전추, 전용균, 이동복, 박상규(2009)는 엘리트 선수는 신전 시 57-61° 굴곡 시 21-34°로 보고하여 슬관절의 등속성 최대근력의 검사는 대개 신전 시 45-61° 굴곡 시 30-45°의 각도에서 측정하는 것이 최대근력을 측정하는데 가장 이상적인 각도가 될 수 있다고 보고했다.

다. 등속성 근기능 검사의 목적

등속성 운동을 기반으로 한 근기능의 검사는 다음과 같은 목적으로 실시된다. 첫째, 근력의 기능 측정 및 재활의 기능 평가가 가능하다. 관절을 중심으로 다양한 범위에서 근력을 측정하기 때문에 가동범위 별로 근력, 근지구력, 파워를 측정하고 이를 토대로 운동 능력을 객관적으로 판단할 수 있다(Bell & Wenger, 1992). 둘째, 관절을 중심으로 한 양측 근력의 측정을 통해 양측 근력의 불균형(좌·우 불균형, 전·후)을 파악하고 불균형에서 오는 부상을 방지하기 위한 기초 자료가 된다(박상

규, 1999). 셋째, 종목별 이상적인 발현 각도를 측정하여 경기 수행 시 부상을 예방하고 경기력을 향상 시킬 수 있는 기초 자료로 활용된다(김도윤, 윤성원, 2005).

라. 등속성 근기능의 검사 방법 및 종류

슬관절의 등속성 근기능 검사 방법은 측정 기기 별로 매뉴얼이 상이하지만 일반적으로 다음 [그림 14]과 같은 순서로 실시된다(신승남, 2008; 안용덕, 박성화, 박상용, 2015; 제연위, 권양기, 2021). 첫째, 피험자를 의자에 앉히고 무릎관절의 중심이 다이내모미터(dynamometer)의 회전축과 일치한 다음 벨트를 이용하여 다른 신체 부위의 개입으로 인한 외력이 발생하지 않도록 몸통과 다리를 고정시킨다. 둘째, 하퇴 길이와 조정 축의 길이를 조정하고 슬관절의 운동 범위를 0° 설정하고 90°에서 피험자가 최대한 운동 범위를 나타낼 수 있도록 설정한다. 셋째, 90° 굴곡 상태를 시작으로 하여 최대한 신전한 후 다시 제자리로 돌아오는 것을 기준으로 연습을 1~4회의 연습을 실시하고 휴식을 취한 뒤 근력, 근지구력, 근파워를 측정한다. 각 연구마다 측정 속도를 기준마다 조금 다르게 적용하지만 보통 30°/sec, 60°/sec 저속 조건에서 4~5회 측정하여 최대근력(peak torque), 체중 당 최대근력 비율을 측정하고 120°/sec~180°/sec 조건에서는 4~5회 측정하여 근파워를 측정할 수 있고, 180°/sec, 240°/sec, 300°/sec 조건에서 근지구력을 측정한다. 넷째, 측정 시작 후 최대근력을 발휘하기 위해 음성 자극(oral encouragement)을 통해 격려하고 부상 위험이 없는 범위에서 최대한의 힘을 측정할 수 있도록 한다.



1. 다이내모미터와 회전축 일치



2. 몸통 고정



3. 연습 후 휴식



4. 측정

그림 14. 슬관절 등속성 근기능 검사

마. 등속성 근기능 검사 결과 용어(최영준, 2008; 최범진, 2009)

1) 최대근력(peak torque)

관절의 가동범위에서 발생하는 근력(torque)의 최대치를 뜻하는 것으로 한 지점에서 작용점까지 수직으로 작용하는 힘의 최대치를 의미하며, 단위는 Nm(newton meter)이다. 최대근력 측정은 측정 변인 중 정확하고 높은 재현성을 가지고 있어 결과 값이 표준화되어 다른 연구에 참고할 만한 자료가 될 수 있다(Kannus, 1994).

2) 체중 당 최대근력(peak torque inflexion as a percentage of bodyweight)

각 근력을 피검자의 체중으로 나눈 뒤 $\times 100$ 하여 백분율로 나타내며, 단위는 percent(%)이다.

3) 총 일량(total work)

등속성 반복 운동 중 일정한 시간 동안 발휘할 수 있는 총량을 말하며(torque \times distance), 단위는 J(joule)이다.

4) 평균 파워(average power)

파워는 주어진 일의 양을 제한된 시간에 빠르게 수행할 수 있는 능력을 뜻하며 단위는(Watt)이다. 파워는 근력의 개념에 스피드를 결합시켜 생각하여야 한다. 경기 상황에서 같은 근력을 가지고 있다면 빠르게 근력을 발휘한 선수가 경기 승패를 결정짓는 근파워가 높다고 판단할 수 있다.

5) 동측 근력비율(agonist/antagonist ratio)



주동근과 길항근의 비율을 나타내는 항목으로 특정 근육군의 약함을 규명하며, 50~70%를 정상범위로 인정한다.

6) 양측 근력비율(involved/uninvolved ratio)

건측과 환측의 비율을 나타내는 항목으로 10~15% 이상 차이가 나타나면 비정상적으로 규명한다.

바. 등속성 근기능 검사 기계

표 2. 등속성 근기능 측정 장비

제품명	제조사	제조 국가	장비
Humac Norm	Cybex	USA	
Biodex system	Biodex	USA	

3. 메타분석(Meta-Analysis)

가. 메타분석의 개념 및 특징

메타분석이란 동일한 주제로 독립적으로 실시된 연구들로부터 도출된 결과들을 계량화하고 통합적으로 분석하여 그 결과를 분석하는 연구 방법이다(Glass, 1976).

메타분석은 17세기 수학자 파스칼(Blaise Pascal)이 도박을 통해 확률의 개념에 대해 수학적 방법을 발견하고, 다양한 결과들을 정량화한 것으로 시작되었으며, 18-19세기 Gauss, Laplace, George, Biddell, Airy와 같은 천문학자와 수학자들은 많은 연구에 대한 요약과 정리에 대한 문제점을 다루면서 발전하였다. 영국의 통계학자 칼 피어슨(Karl Pearson)은 1904년에 “장티푸스 접종 자원 유무에 따른 감염율과 사망률” 연구를 통해 개념적으로 여러 연구를 최초로 통합하였으며 일관되지 않은 연구결과에 문제를 제시함으로써 오늘날의 메타분석과 비슷한 연구를 최초로 실시하였다. 20세기 들어서는 학계에 엄청난 연구가 누적되면서 과학자들과 통계학자들에게 이것을 정량적으로 통합해야 하는 고민이 생겼고 Glass에 의해 1976년 오늘날의 meta analysis 용어가 사용되어 오늘날까지 이 용어를 사용한 연구가 활발하게 이루어지고 있다(O'Rourke, K., 2007; 김지형, 2020).

메타분석은 다음과 같은 특징을 가지고 있다(오성삼, 2002; 노정순, 2008). 첫째, 계량적·통계적 방법을 사용한다. 즉, 단순히 자료를 모아 나열하는 것이 아니라 체계적으로 연구 결과들을 분류하고 통합하여 객관적이고 의미있는 결과를 도출해내는 것이다. 둘째, 효과크기를 사용함으로써 서로 다른 이론적 연구 간의 차이가 발생하더라도 모두 분석 대상에 포함시킨다. 다시 말해, 서로 다른 연구결과라 할지

라도 효과 크기를 산출하여 개개인의 연구에 대한 종합적인 결과를 이끌어내는 것이다. 이때 포함되는 연구는 수집 가능한 모든 자료는 물론 미출판된 자료도 분석 대상에 포함한다. 셋째, 개개인의 독립적인 연구에서 발생하는 미세한 차이는 무시할 수 있다. 개별적인 연구를 통합하는 과정에서 개별 연구에 나타나는 연구대상, 측정방법, 표본, 설계방법 등과 같은 작은 차이는 무시한다고 가정하여야 일반화된 결론을 도출할 수 있다. 넷째, 메타분석은 객관성과 체계성이 있어 다른 연구자들의 재검토가 가능하다. 그 이유는 기존의 연구에서 도출된 결과인 t 값, F 값, 상관 계수 r , P 값, M (평균)값, SD (표준편차)값이 공식에 의한 통계값으로 효과크기를 산출하기 때문이다.

메타분석의 장점은 개별적인 연구가 가지고 있는 제약을 극복하고 동일한 주제로 묶어 통합함으로써 통계적 검증력이 높은 객관적인 결론을 통해 한쪽으로 편향되지 않은 올바른 추론을 가능하게 한다는 것이고(백진국, 2015) 단점으로는 비교가 어려운 연구 결과들을 종합할 때 생기는 어려움과 연구논문의 수준을 고려하지 않고 종합화 하는데서 발생하는 문제이다(노정순, 2008).

나. 메타분석의 절차

메타분석의 절차는 5단계로 분류할 수 있다(Polanin & Tanner-Smith, 2014). 첫째, 연구주제 선정 및 연구 질문 제기이다. 메타분석에 있어서 연구 질문을 우선 정하여야 하는데 연구주제에 따라 포함될 연구(studies to be included), 효과크기의 유형(type of effect size analyzed), 코딩 할 연구의 특성(study characteristics coded), 분석방법(methods of analysis) 등의 사항들이 결정되어야 한다. 연구 질문이 결정되면 연구의 선정기준을 명확히 하여야 하는데 연구 참가자(population or participants), 개입방법(intervention), 비교집단(comparison), 연구결과(overcome), 연구 설계(study design)와 같이 정리할 수 있다. 연구주제에 맞는 논문이라면 2편으로도 충분히 분석이 가능하지만 최대한 많으면 많을수록 결과의 정밀성과 타당성을 높인다(조재훈, 2020). 두 번째, 문헌검색이다. 문헌검색은 메타분석에서 가장 중요한 단계로 앞서 정한 선정기준에 적절한 연구들을 누락시키지 않고 포함하여야 한다. 연구데이터 검색지는 학술데이터베이스인 Nanet, Riss, Google scholar 등을 이용하고 직접 수작업으로 검색하거나, 회색문헌을 가능하면 수집하도록 한다. 그리고 검색 단계에서 최종 선정 단계까지 기술하는 PRISMA(preferred reporting items for systematic reviews and meta analysis)를 필수적으로 작성하여 결과를 제출해야 한다(Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009). PRISMA의 기술 방법은 본 연구의 문헌 선정과정의 절차 페이지는 다음 [그림 17]과 같다. 세 번째, 데이터 추출 및 코딩이다. 데이터 추출 및 코딩 작업은 우선 데이터 베이스를 통해 선정한 연구 결과 중 중복된 문헌을 제외한다. 그 후 최종 검색 결과 중 그 제목과 초록을 통해 제외하고 남은 문헌의 전문을 검토하여 최종 논문을 선정한다. 이어서 최종 선정된 논문의 질 검증을 통해 개별 연구의 질을

분석한다. 분석 도구로는 revman, robvis, robans 등이 있다. 분석 도구인 질 검증이 끝난 최종 논문은 필요한 데이터를 추출하여 코딩하게 되는데 이때 코딩에는 연구자, 출간연도, 출판유형, 개입의 특성, 연구유형, 배정방법, 효과크기 등과 같은 내용을 코딩하게 된다(황성동, 2020). 네 번째, 데이터 분석이다. 코딩이 끝나면 데이터를 분석해야한다. 메타분석의 결과는 forest plot으로 표현되기 때문에 이를 이해하는 것이 필수적이다. 이는 각 개별연구의 효과크기, 통계적 유의성, 가중치를 통해 전체 효과크기와 통계적 유의성을 알 수 있다. [그림 15]와 같이 forest plot의 사각형의 위치는 개별효과의 크기, 사각형의 크기는 가중치를 나타낸다. 다이아몬드형의 크기는 전체 효과크기를 나타낸다. 개별연구의 사각형 옆에 존재하는 가로 선은 95% 신뢰구간을 의미하며, 길이가 길수록 연구의 가중치가 작아진다. 다섯번째, 결과 보고서 작성이다. 결과 보고의 작성은 기존의 연구 보고와 비슷한 형태를 취한다 (Wood & Mayo-Wilson, 2012).

- 1) 서론
- 2) 연구 방법
 - 연구 선정 기준
 - 문헌 검색(PRISMA)
 - 연구 질검증
 - 코딩
- 3) 데이터 분석
 - 개별 연구의 질 검증
 - 효과크기 및 forest plot
 - 평균효과 크기 산출
 - 조절효과 분석 및 출간 오류 분석
- 4) 논의 및 결과 보고
 - 결론
 - 참고문헌

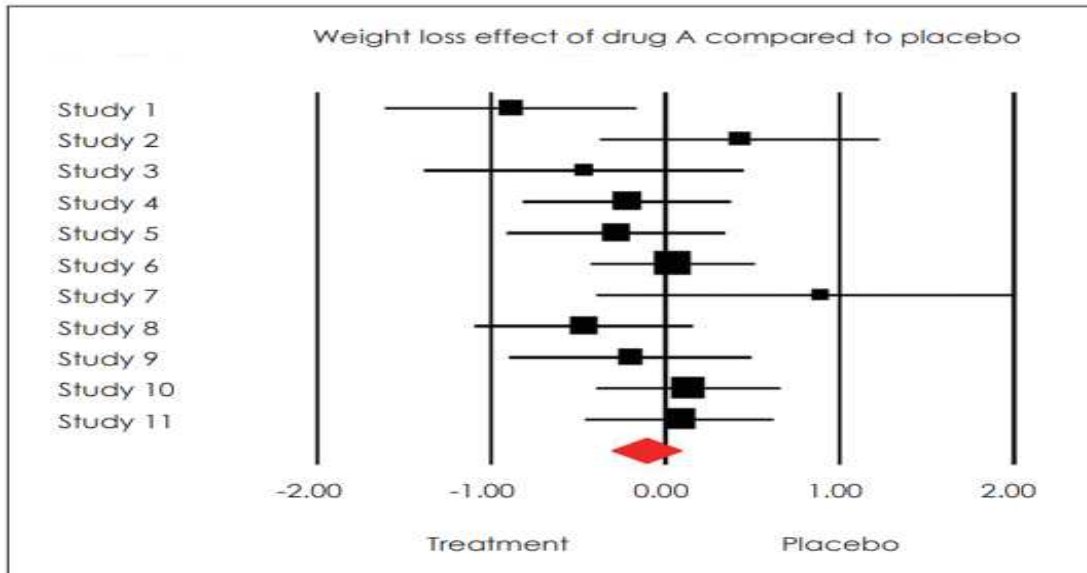


그림 15. forest plot의 예시 (조재훈, 2020).

Ⅲ. 연구방법

본 연구는 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절의 등속성 근기능(근력, 근파워, 근지구력) 향상의 효과를 검증하기 위해 메타분석을 실시하는 것이 목적이다. 따라서, 선행 연구를 수집 후 선정 방법 및 절차를 기술한다. 또한 메타분석 과정에서 적용하고 있는 통계적 방법을 기술하고 이들 통계치를 계산하고 검증하는 프로그램을 제시하였다.

1. 연구의 설계

연구의 설계식은 한국보건의료연구원(2011)의 체계적 문헌고찰 연구과정에 따라 본 연구에 맞게 설정하였다[그림 16]. 연구 설계과정은 본 연구의 목적에 부합하는 실험결과를 포함하되, 출판일은 제한을 두지 않았다.

첫째, 핵심질문은 PICOTS-SD(Participants, Interventions, Comparisons, Outcomes, Time, Setting, Study design)

둘째, 분석 대상 연구의 범위를 선정하고 수집하였다.

셋째, 개발한 코딩표 및 매뉴얼에 따라 선정된 연구자료들을 코딩하였다.

넷째, 질 평가를 실시하고 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 실시하였다.

다섯째, 분석 결과를 제시하고 PRISMA에 따라 결론을 도출하여 기술하였다.

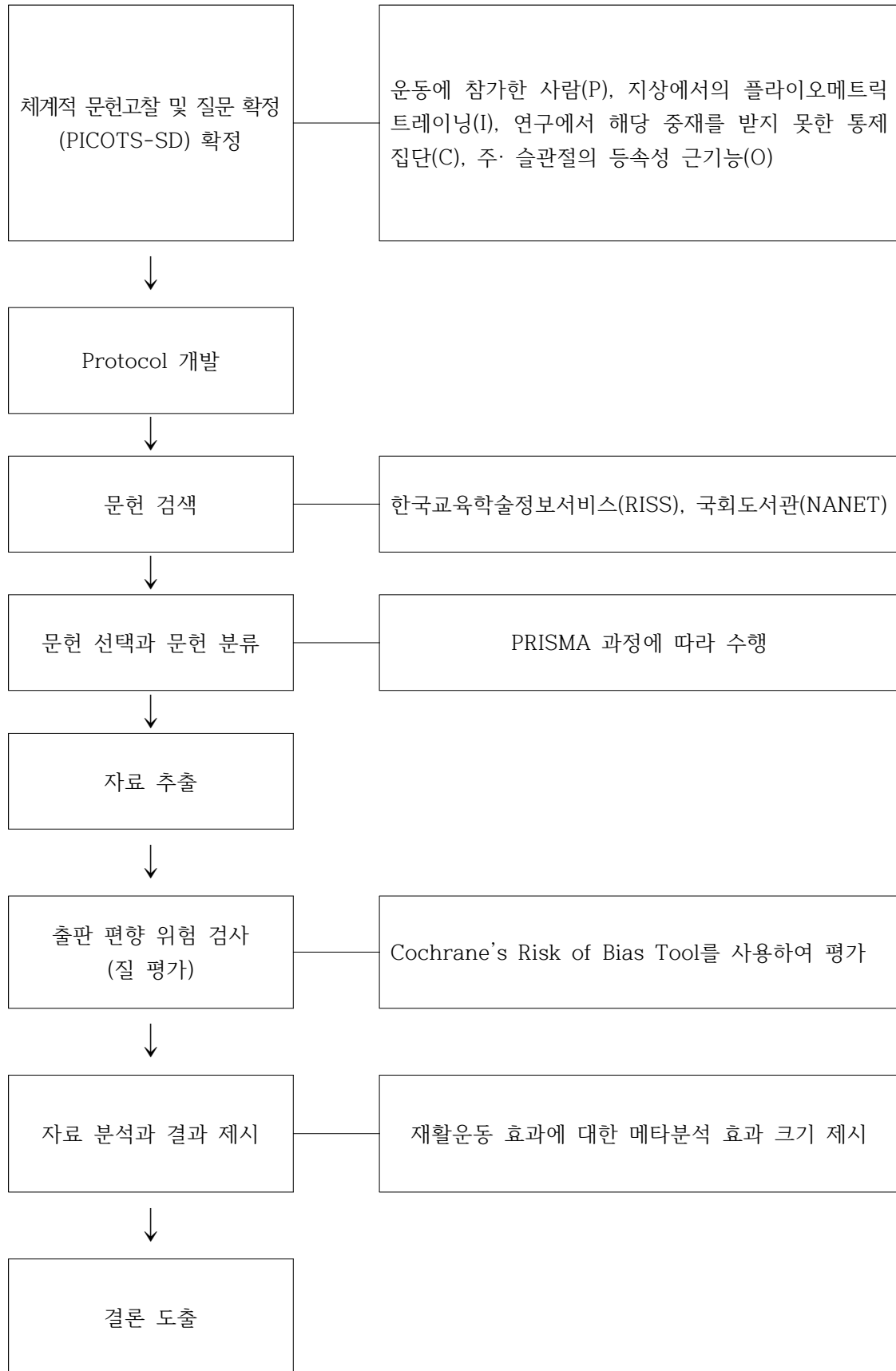


그림 16. 연구의 흐름도

2. 자료 수집 및 절차

본 연구는 플라이오메트릭 트레이닝에 참가 후 주·비주측 슬관절의 근기능 증가 효과에 대해 검증하기 위해 대상 논문의 검색에 앞서 분석 대상 선정기준 영역의 범위를 잡기 위해 PICOTS-SD 방법을 사용하였으며, 자세한 내용은 <표 3>과 같다.

표 3. PICOTS-SD에 따른 연구 방법

PICOTS-SD	내용
중재대상(Participants)	운동에 참가한 사람
중재내용(Intervention)	지상 플라이오메트릭 트레이닝
비교군(Comparison)	연구에서 해당 중재를 받지 못한 통제집단
종속변수(Outcomes)	주·비주측 슬관절 근기능(최대근력, 파워, 근지구력)
중재기간(Time)	제한없음
중재세팅(Setting)	제한없음
연구 설계(Study design)	제한없음

가. 문헌 검색 방법

플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절의 등속성 근기능 향상에 대한 효과를 검증한 국내 문헌 자료의 검색은 한국교육학술정보서비스(RISS), 국회도서관(NANET)의 검색엔진을 사용하였다. 관련 문헌 검색을 위한 검색어는 ‘플라이오메트릭’, ‘Plyometric’, ‘슬관절 근기능’, ‘하지 등속성 근기능’, ‘등속성 슬관절 근력’, ‘등속성 슬관절 근파워’, ‘등속성 슬관절 근지구력’을 사용하였다. 검색 대상 문헌은 학위논문과 학술지에 게재된 논문 모두를 대상으로 하였다.

나. 문헌 선정 방법

검색된 문헌으로부터 메타분석에 포함될 논문 자료를 선정하는 과정에 다음과 같은 사항이 고려되었으며, 기준은 <표 4>와 같다.

첫째, 먼저 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절의 등속성 근기능 향상에 효과를 규명한 연구는 실험연구와 질적연구, 문헌고찰, 사례연구 등으로 구분할 수 있을 것이다. 이중 질적 연구, 문헌고찰, 사례연구 등은 효과크기 변환이 가능한 통계치가 없으므로 연구 주제가 동일하여도 분석 연구대상에서는 제외하였다.

둘째, 실험설계는 무작위대조(RCT)와 사전/사후검사설계로 이루어진 연구만 선정하여 분석하였다.

셋째, 효과크기를 산출하기 위해서는 각 집단별로 사례 수(n)와 평균, 표준편차가 필요하다. 또한 메타분석 과정에서 요구되는 효과크기의 불편과추정치(unbiased estimate)를 산출하기 위해서도 사례 수가 필요하다. 따라서 평균과 표준편차를 제시한 연구들을 사용하여 분석하였다. 하지만 본 연구에서는 사례 수와 t 값만을 제시한 연구라 할지라도 효과크기의 산출이 가능하기 때문에 메타분석 자료로 포함하였다.

넷째, 학위논문과 학술지 게재 논문이 중복되는 경우 학위논문을 제외하고 학술지 게재 논문을 분석 대상 연구로 선정하였다. 이는 학술지 게재 논문이 학위논문에 비해 높은 신뢰도로 검토와 검증이 이루어지기 때문이다. 단, 학술지 게재 논문의 데이터가 부족한 경우 학위 논문을 선정하여 분석하였다.

다섯째, 본 연구에 수집된 자료는 온라인과 우편 복사를 통해 열람할 수 있는 원문만 포함하였으며 온라인과 우편으로 열람할 수 없는 자료는 제외하였다.

표 4. 분석대상 논문의 포함 및 배제 기준

구분	포함기준	배제기준
중재 내용	플라이오메트릭 트레이닝	복합적인 트레이닝이 실시된 경우, 지상외에 실시된 트레이닝의 경우
종속 변인	주·비주측의 슬관절 최대근력, 근파워, 근지구력	주·비주측 슬관절의 근기능 측정의 제외된 값
연구설계	무작위대조실험 사전/사후검사설계	다른 실험설계 유형
연구 대상	플라이오메트릭 트레이닝 참여자	플라이오메트릭 트레이닝을 단독으로 실시한 대상 신체, 심리, 인지 건강에 문제가 있는 대상
효과크기	평균, 표준편차, 사례수, t 값이 제시된 연구	데이터가 없는 연구
출판 언어	한국어	한국어를 제외한 언어
출판 연도	제한하지 않음	
출판 유형	학술지, 학위논문	학위 논문에서 2인 이상의 심사를 받지 않은 연구
기타		온라인 열람 및 우편 복사가 불가능하여 원문을 열람할 수 없는 논문

다. 문헌 선정 과정 및 절차

플라이오메트릭 트레이닝 후 주·비주측 슬관절의 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력) 향상 효과를 검증하고자 실시한 본 연구는 1996년 1월 1일부터 2021년 12월 31일까지 게재된 학위논문 총 37편을 대상으로 검색하였다.

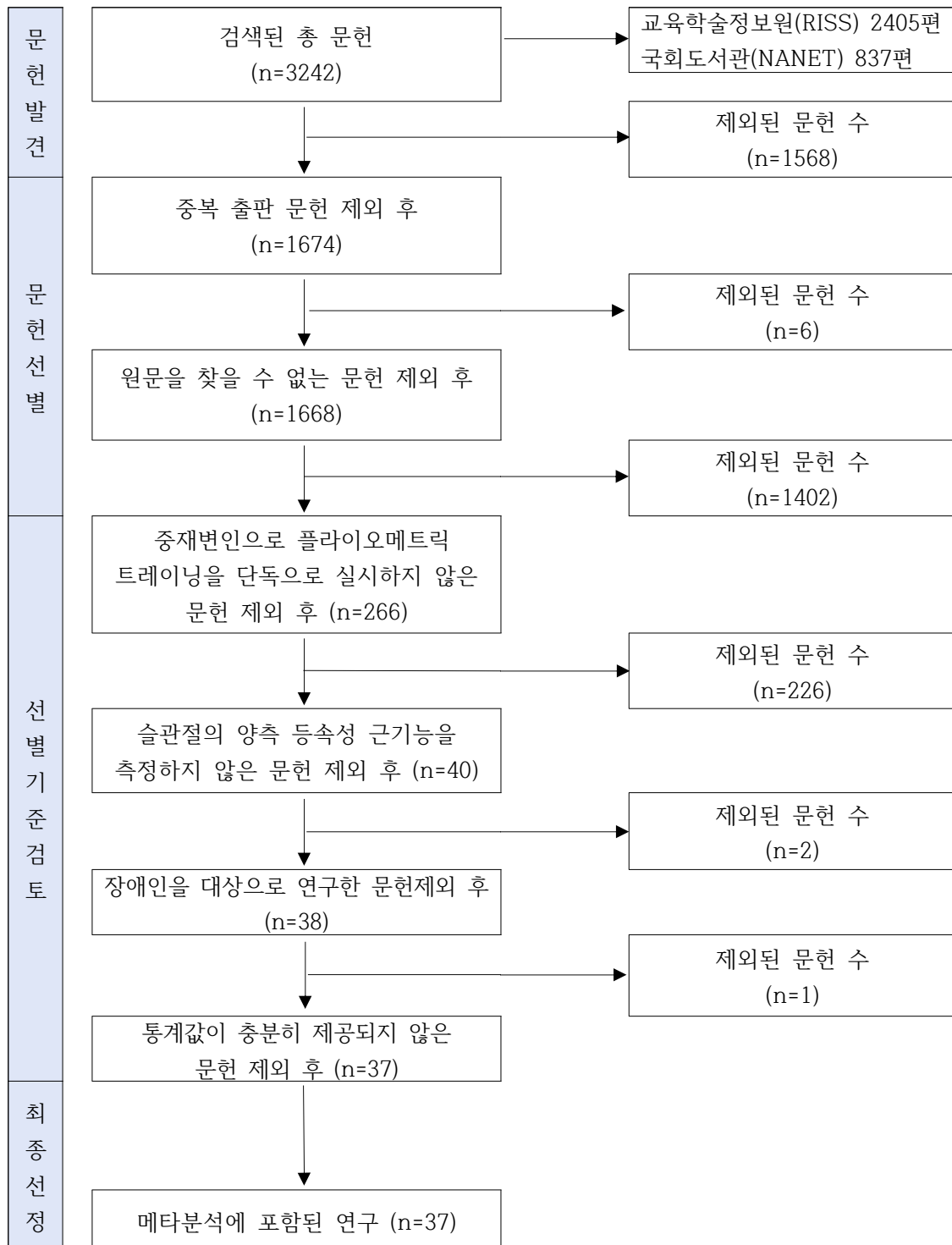


그림 17. 메타분석을 위한 논문 선정 과정 및 결과

문헌검색 과정을 통해 3,242편이 검색되었으며, 선정과정 및 결과는 [그림 17]과 같다. 먼저 1차 선정된 논문 3,242편 중에서 중복 논문 1,568편 원문의 검색이 불가능한 문헌 6편 총 1,674편이 제외되었다. 다음으로 본 연구의 독립변인인 플라이오메트릭 트레이닝을 단독으로 실시하지 않은 문헌 1,402편, 종속변인을 슬관절의 주·비주측 등속성 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)을 측정하지 않은 문헌 226편, 장애학생을 대상으로 측정하여 검사 결과에 비교가 어려운 문헌 2편, 통계값이 충분히 제공되지 않은 문헌 1편 총 229편이 다시 제외되었다. 이러한 과정을 거친 후 최종적으로 37편의 논문이 선정되었다.

3. 연구의 질 검증

연구 내용 분석을 통해 선별된 문헌들을 대상으로 문헌의 질평가를 실시하였다. 이는 플라이오메트릭 트레이닝의 효과에 대해 각 연구들이 과학적으로 타당하며 오류가 없는 것을 검증하는 과정이다(Salameh, Mconnes, Mother, Mcgrath, Frank & Bossuyt, 2019). 질평가는 Cochrane사에서 개발한 Cochrane's Risk of Bias Tool(빠뜨림 위험 평가 도구)을 이용하였다(Cooper, Kirkpatrick & Florida-james, 2019).

Cochrane's Risk of Bias Tool은 각 연구가 편향적인 위험없이 특정 영역을 모두 만족하는지 개별적으로 평가하는 검증 도구이며, 질 평가 시에는 RevMan(Review Manager) 소프트웨어(Ver. 5.4)를 이용하여 관련 정보를 기록하였다. Cochrane's Risk of Bias Tool의 평가 항목은 '실험연구에서 무작위 배정 여부(Random sequence generation)', '실험 참가자 배정에 있어서 비공개 여부(Allocation concealment)', '실험 참가자 및 스태프의 집단 구분에 대한 미인식 여부(Blinding of participants and personnel)', '실험 결과의 측정에 있어 집단 구분 미인식 여부(Blinding of outcome assessment)', '실험 도중 탈락으로 인한 불충분한 결과 데이터 여부(Incomplete data)', '실험 결과에 대한 선별적 결과 보고 여부(Selective)', '기타오류(Other bias)'의 7가지 항목이다. 각 항목은 편향 위험 정도에 따라 낮음, 높음, 불확실 세 가지로 평가된다(Higgins & Green, 2011). 문헌의 질 평가는 본 연구자와 스포츠 의학 교수 1인에 의해 독립적으로 수행하였으며, 의견의 불일치가 있는 경우 논의를 거쳐 결과를 수렴하였다.

플라이오메트릭 트레이닝의 효과와 관련하여 선정된 총 37편에 대한 연구의 질 평가가 이루어졌다. '실험연구에서 무작위 배정 여부' 영역의 위험에서는 낮음이 18편(49%), 불확실이 19편(51%)으로 평가되었다. '실험 참가자 배정에 있어서 비공개 여부' 영역의 위험에서는 불확실이 37편(100%)으로 평가되었다. '실험 참가자 및 스태프의 집단 구분에 대한 미인식 여부' 영역의 위험에서는 낮음이 1편(3%), 불확실 26편(70%), 높음 10편(27%)으로 평가되었다. '실험 결과의 측정에 있어 집단 구분 미인식 여부' 영역의 위험에서는 불확실이 37편(100%)으로 평가되었다. '실험

도중 탈락으로 인한 불충분한 결과 데이터 여부' 영역의 위험에서는 낮음이 31편 (84%), 불확실이 1편(3%) 높음이 5편(13%)으로 평가되었다. '실험 결과에 대한 선별적 결과 보고 여부' 영역의 위험에서는 낮음이 37편(100%)으로 평가되었다. '기타 오류' 영역의 위험에서는 불확실이 37편(100%)으로 평가되었다. 자세한 내용은 [그림 18], <표 5>와 같다.

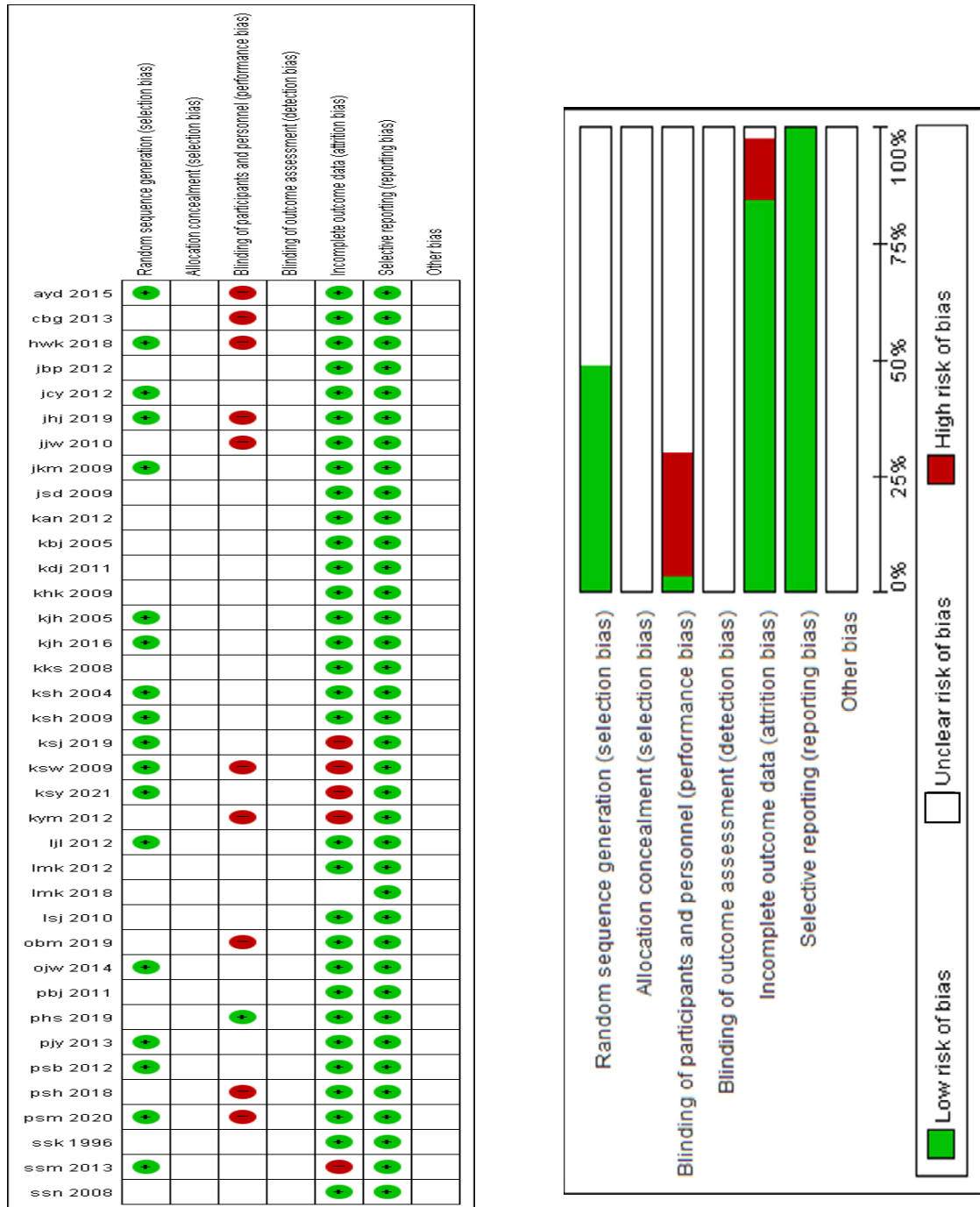


그림 18. 선정된 문헌의 질 평가

표 5. 선정된 연구의 Cochrance 비뚤림 위험 평가

영역	비뚤림 위험	n	(%)
무작위 배정순서 생성(Random sequence generation)	낮음	18	49
	불확실	19	51
	높음	0	0
할당 은닉(Allocation concealment)	낮음	0	0
	불확실	37	100
	높음	0	0
참여자의 눈가림(Blinding of participants and personnel)	낮음	1	3
	불확실	26	70
	높음	10	27
결과 평가의 눈가림(Blinding of outcome assessment)	낮음	0	0
	불확실	37	100
	높음	0	0
불완전한 결과 데이터(Incomplete outcome data)	낮음	31	84
	불확실	1	3
	높음	5	13
선택적 결과보고(Selective reporting)	낮음	37	100
	불확실	0	0
	높음	0	0
기타 비뚤림(Other bias)	낮음	0	0
	불확실	37	100
	높음	0	0

4. 자료의 코딩방법

선행 연구와 체계적 문헌고찰 가이드라인(Cooper, Hedges & Valentine, 2019)을 참고하여 연구의 목적에 맞게 코드를 설정하였다. 연구의 일반적 특성과 플라이오메트릭 운동의 특성을 기준으로 아래 <표 6>과 같이 코딩하였다.

표 6. 분석대상 논문 코딩 변수 및 내용

NO	코딩항목	내용
1	번호(No)	대상 논문 ID
2	저자(Author)	제1저자명
3	출판연도(Year)	논문의 발행연도
4	연구설계(Design)	무작위대조실험, 사전사후검사설계
5	성별(Gender)	남성, 여성
6	평균연령(Mean_age)	연령±SD
7	연령 그룹(Age group)	유·청소년, 성인
8	전문성	전문 운동선수, 비운동 선수
9	중재시간(Time)	회 당 중재시간 : 50분 이하, 55분~60분, 70분이상, 데이터 없음
10	중재빈도(Frequency)	주당 중재 횟수 : 주3회 이하, 주4회 이상
11	중재기간(Duration)	중재 기간: 11주 이하, 12주 이상
12	중재인원수(Number)	각 집단의 인원수
13	종속변수(Outcome)	좌우 슬관절의 주·비주측의 근기능(최대근력, 근파워 근지구력)
14	출판유형	학술지 게재 논문, 학위논문

코딩은 작업의 신뢰도를 확보하기 위해, 전공 교수 1명, 연구자 1인 총 2명이 참여하였다. 코딩 작업 전, 코딩 매뉴얼에 따라 논문을 예비 코딩하여 불일치 여부를 확인하였으며 코드에 이견이 발생하는 경우 충분한 토의를 거쳐 합의 후 코딩을 실시하였다.

5. 중재변인(moderator variable)의 선정

선정된 문헌의 연구를 통해 동질성 검증을 실시한 결과, 각 연구에서 효과크기가 이질적으로 나타난다면, 이질성에 영향을 미치는 변인들을 찾아 그 변수의 영향력을 검토하는 과정이 필요하며 이를 중재변인 분석이라고 한다. 중재변인의 효과차이 검증 방법은 메타 ANOVA와 메타회귀분석(meta regression)이 있는데 (Hedges & Olkin, 1983), 본 연구에 선정된 연구들은 모두 중재변인이 범주형 변인(categorical variable)이므로 메타 ANOVA를 적용하여 분석하였다.

본 연구의 중재변인은 선행 메타분석 연구의 효과를 검증하였던 박윤희(2015), 서명일(2021)의 연구를 참고하여 설정하였으며 선정된 중재변인은 다음과 같다.

- 가. 연령그룹(유·청소년, 성인)
- 나. 운동시간(50분 이하, 55~60분, 70분 이상, 데이터 없음)
- 다. 운동빈도(주 3회 이하, 주4회 이상)
- 라. 운동기간(8주 이하, 8주 초과)
- 마. 참가인원(10명 미만, 10명 이상)
- 바. 전문성(운동선수, 비운동 선수)
- 사. 출판유형(학위논문, 학술지 게재 논문)

연령의 하위범주는 초등학생부터 고등학생까지를 묶어 유·청소년으로 구별하였으며 20살부터는 성인으로 분류하였다. 운동시간은 60분 이하로 실시한 연구가 대부분이었으므로 단시간 트레이닝의 효과를 알아보기 위해 50분 이하, 55분과 60분, 70분 이상으로 세분화하였다. 운동시간이 명확히 제시되지 않은 연구들은 연구에서 제외 하였다. 운동빈도와 운동기간은 ACSM(2020)과 윤재량(2007)의 플라이오메트릭 지침에 따라 근육, 인대, 관절에 무리가 가지 않고 운동 효과를 발휘할 수 있는 최소의 기간과 빈도를 기준으로 설정하였다. 운동빈도는 주3회 이하 주4회 이상, 운동기간은 8주 이하 실시된 연구와 8주를 초과된 연구로 분류하였으며 시간과 빈도를 명확하게 제시하지 않은 연구는 대상에서 제외하였다. 참가인원은 연구 수가 한쪽으로 편향되지 않도록 10명 미만, 10명 이상으로 분류하였다. 전문성은 운동을 전문적으로 배운 운동선수와 비운동선수를 구별하여 분류하였는데 이는 경험이 떨어지는 초보자보다 상당한 근력을 가진 우수선수에게 운동의 효과가 더 클 것이라고 주장한 선행연구(임완기 등, 2013) 결과에 근거하여 설정하였다. 출판유형은 학위논문과 학술지 게재 논문으로 구별하였다. 운동강도의 변인은 운동강도를 설정하는 방법이 장애물의 높이, 최대심박수, 지면 접촉 횟수 등으로 다양하여 하위 변인 분류에 어려움이 있으며 플라이오메트릭 트레이닝은 지침에 따라 대부분 60~90% 강도로 점진적 과부하로 운동이 실시되기 때문에 본 연구의 중재변인에서는 제외하였다. 성별에 따른 변인은 여자 1편, 혼합 1편을 제외하고 모든 연구가 남성을 대상으로 하고 있어 본 연구의 중재변인에서 제외하였다.

6. 자료 처리 및 분석 방법

플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절의 등속성 근기능(최대근력, 근지구력, 근파워)효과를 나타내는 연구에서 참여자의 특성과 중재 특성을 기술한 표를 작성하고 빈도를 분석하였으며, 이를 통해 플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 파악하였다. 본 연구에서 실시하는 메타분석의 주된 목적은 플라이오메트릭 운동 후 주·비주측 슬관절의 등속성 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)의 효과를 파악하는 것이다. 이러한 목적 달성을 위해 출판편향을 분석하였으며 각 연구의 효과크기를 산출하여 플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 종합적으로 검토하였다. 또한 평균 효과크기에 영향을 주는 중재변인을 설정하고 이질성의 원인이나 배경을 탐색하였다[그림 19]. 연구의 효과크기는 Biostat Inc의 메타분석 전용프로그램 CMA Version 3.0을 활용하여 분석하였다.

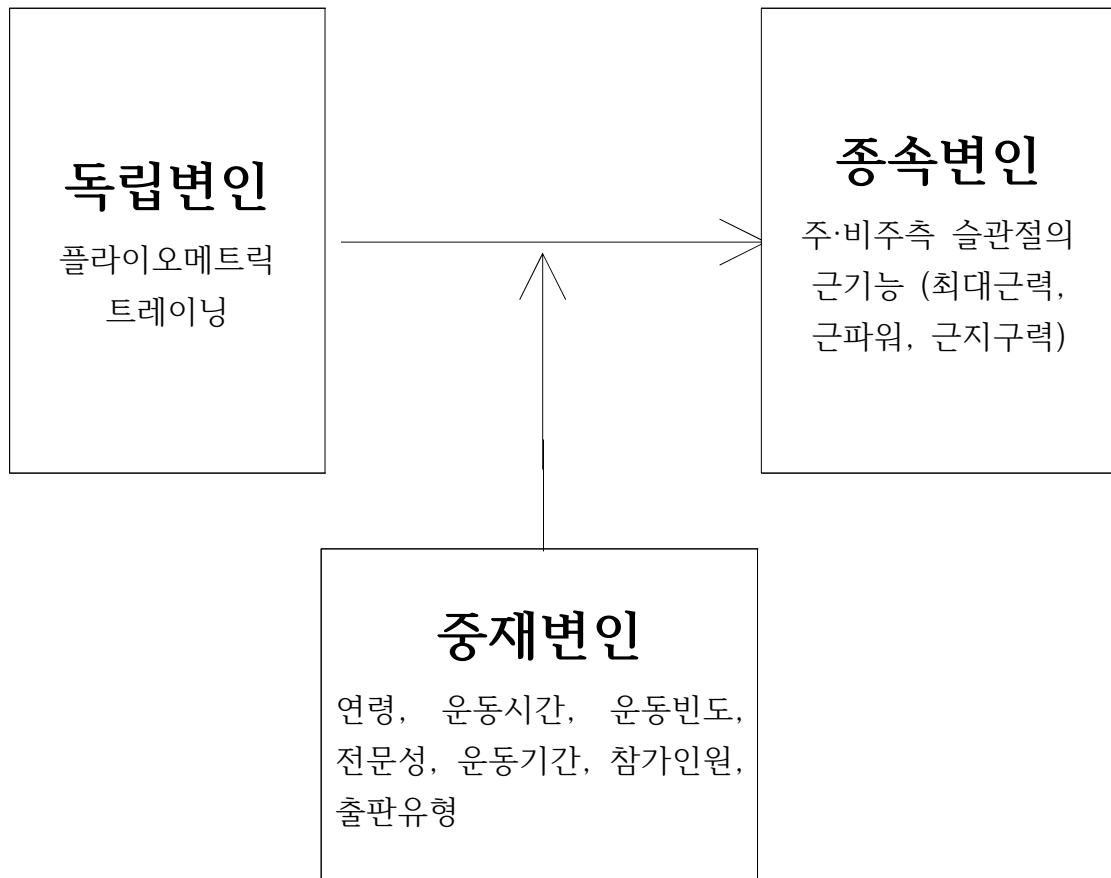


그림 19. 메타분석을 통한 플라이오메트릭 운동의 효과 검증 연구 모형

가. 효과크기(effect size)

효과크기(Glass, 1977)란 실험집단의 프로그램 효과를 뜻하며 집단간에 나타나는 상이한 연구결과를 공통의 기준을 통해 비교 가능하게 하는 특징이 있다. 효과크기를 계산하는 방법은 실험집단의 평균치(\bar{X}_E)에서 비교집단 평균치(\bar{X}_C)의 차이를 비교집단의 표준편차(S_c)나 통합표준편차(S_{pools}) 나누어 주면 된다. 구체적인 계산식은 아래와 같다(강상조, 박재현, 강민수, 2015).

$$\text{효과크기 } d(ES) = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_C}{S_P}$$

\bar{X}_E : 실험집단의 평균

\bar{X}_C : 비교집단의 평균

S_{pools} : 통합표준편차

$$\text{통합표준편차 } S_{pools} = \frac{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

n_1 : 실험집단의 사례수

n_2 : 비교집단의 사례수

S_1^2 : 실험집단의 변량

S_2^2 : 비교집단의 변량

위의 식에서 산출된 효과크기는 표준점수로서 0의 평균과 1의 표준편차로 크기와 방향을 나타낸다. 최근에는 메타분석을 위한 효과크기 계산 시 비교집단의 표준편차 보다 더 정밀한 계산이 가능한 통합표준편차를 사용하여 Cohen d값을 산출한다.

개별연구 효과크기(ES)를 산출할 때 평균치(\bar{X})와 표준편차가(s) 제시되어 있다면 효과크기를 위의 식에 대입하여 쉽게 계산할 수 있다. 하지만 수집한 논문 중에 평균치와 표준편차가 누락되어 있어도 t , ANOVA, r 등과 같은 통계값만 제시된다면 다음과 같이 효과크기를 산출할 수 있다.

- t 검증 통계치와 n 이 제시된 경우 : $ES = t \sqrt{\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}}$

- F 검증 통계치와 n 이 제시된 경우 : $ES = 2 \sqrt{\frac{F}{n_E + n_C}}$

- 두 집단의 z 가 제시된 경우 : $ES = Z_C - Z_E$

- 종속표본의 t 치와 n 이 제시된 경우 : $ES = t_G \sqrt{2(1 - r_{xy}) \frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}}$

나. 효과크기의 교정치(C), 표준오차(SE), 신뢰구간(CI)

효과크기(ES)의 변산도는 표본의 수의 영향을 받는데 표본수가 적을때는 ES는 정적으로 편파되지만 20명이 넘는 표본 수를 가질 때 그 편파 정도는 20%로 낮아진다(Hedges, 1981). 따라서 표본 수가 적을 때 발생하는 편포성의 문제를 해결해야하는데 이를 위해 불편과추정치(unbiased estimate)를 산출하기 위한 교정요인(C)을 산출해 효과크기에 곱해야한다(Hedges, 1981; Hedges & Olkin,1985).

$$Hedges\ g = d \left[1 - \frac{3}{4(n_1 + n_2) - 9} \right]$$

$$C = 1 - \frac{3}{4m - 9}$$

C : 교정요인

- 1) 통합추정치가 표준편차로 사용될 때 $m = n_E + n_c - 2$
- 2) 범주변인에서 통합추정치가 사용될 때 $m = n_1 + n_2 - 2$
- 3) 통제(비교)집단의 표준편차가 사용될 때 $m = n_c - 1$

하지만 개별 연구의 효과크기의 불편과추정치 계산을 위해 교정을 하더라도 추정치의 변산도는 표본의 영향을 받는다. 표본 수가 적을 경우 표본 수가 클 경우 보다 효과크기가 과대 계산됨으로써 효과크기의 정밀도(precision)가 낮아진다. 따라서 표본 수가 많은 연구에 분산(표준오차의 제곱)의 역수인 가중치를 부여함으로써 이를 교정하는 과정이 필요하다. 표준평균 차이(ESsm)의 변량 역수를 산출하는 공식은 다음과 같다.

$$se = \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} + \frac{\overline{ES}_{sm}}{2(n_1 + n_2)}}$$

$$w = \frac{1}{se^2}$$

se : 표준오차

n_1 : 집단1(실험)의 표본수

n_2 : 집단2(통제)의 표본수

\overline{ES} : ES의 불편과추정치

W : 가중치(변량의 역수)

효과크기의 가중 평균치는 각 연구의 효과크기에 변량의 역수인 가중치(w)를 곱한값의 합을 가중치(w)의 합으로 나눈 다음의 공식을 이용하였다. 또한 앞에서 산

출된 평균의 표준오차를 바탕으로 95%신뢰구간(CI)을 산출하였다.

$$\overline{ES} = \frac{\sum(W \times ES)}{\sum W}$$

ES의 가중평균치

$$Lower = \overline{ES} - 1.96(se_{\overline{ES}})$$

$$Upper = \overline{ES} + 1.96(se_{\overline{ES}})$$

다. 효과크기의 해석

효과크기에 대한 해석은 실험집단과 통제집단의 종속변인 중 어느 집단이 보다 효과적인 변화를 나타내고 있는지를 보여준다. 실험 처치 결과가 통제집단보다 높게 나타날 때 효과크기의 값은 (+)값을 나타낸다. 따라서 효과크기가 (+)값을 나타내면 실험집단이 통제집단에 비해 향상된 결과를 나타냈음을 보여주고 (-)값을 나타내면 통제집단이 실험집단보다 향상된 결과를 나타냈음을 의미한다.

Cohen(1988)은 효과크기의 값을 다음 <표 7>과 같이 3가지로 구분하여 해석하였다.

표 7. Cohen의 효과크기 해석 기준

구분	ES _{sm}	ES _r
작은 효과크기	ES _{sm} ≤ .30	ES _r ≤ .10
중간 효과크기	ES _{sm} ≥ .40	ES _r ≥ .30
큰 효과크기	ES _{sm} ≥ .80	ES _r ≥ .50

ES_{sm} : 표준화된 평균차(standardized mean differences)로 나타내는 효과크기

ES_r : 상관관계(correlation)를 통한 분석 방법

이외에도 백분위(percentile)를 통해 효과크기를 해석할 수 있는데, 실험집단의 평균치가 통제집단의 평균치에서 얼마만큼 떨어져 있는가를 백분위로 나타낸 것이다. 즉, 비교집단의 백분위는 실험집단에 비해 얼마만큼의 효과가 있는지 누가백분위를 통해 확인하는 것이다. 통제집단의 백분위는 비중복백분위(overall percentnon-overlap) 표기되기도 하는데 비교집단의 백분위사용을 위해서는 *g*값이 아닌 *d*로 계산하여야 한다.

라. 동질성(homogeneity: Q) 검증

모든 표본의 효과크기가 동일한 전집에서의 처치 효과를 나타내는지 여부를 검증하기 위한 방법인 동질성 검증은 Hedges(1982)에 의해 제안 되었으며 동질성 검

중통계치 Q는 n-1의 자유도를 가진 χ^2 분포가 된다. n은 효과크기의 수를 의미하며, Q값이 χ^2 의 기준치보다 크면 ‘연구의 전집의 효과는 이질적이다’ 라고 결정한다.

만일 효과크기의 분포가 동일하다면 효과크기가 다른 변인에 영향을 받지 않음을 의미한다. 즉, 단순히 표집오차에 기인하는 것이다. 그러나 효과크기 분포가 이질적이라면 효과크기의 분포가 단순한 표집오차에 기인하는 것이 아닌 효과크기에 영향을 미치는 다른 변인이 있음을 의미하고 연구자가 이를 가정한 중재변인(moderator) 분석을 실시해야한다.

중재변인의 효과를 분석할 때 다른 변산원이 어떤 변인 때문인지 명확하지 않을 때는 무선변인(random source)에 기인한 것으로 간주할 수 있다면 무선효과(random effect model)를 적용하고 다른 변산원이 체계적 변인에 기인한 것이고 그것이 연구에서 선정한 특정 변인에 의해 설명된다면 고정효과모형(fixed effect model)을 적용한다(Lipsey & Wilson, 2001). 동질성 검증통계치 Q값의 산출 공식은 다음과 같다.

$$Q = \sum (w \times ES^2) - \frac{[\sum (w \times ES)]^2}{\sum w}; df = k - 1$$

Hedges와 Olkin(1983)은 중재변인의 효과크기간 차이를 분석하는 방법으로 아래와 같이 두 가지 방법을 제시하였다.

- 중재변수가 범주형 변수일 경우: 메타ANOVA
- 중재변수가 연속형 변수일 경우: 메타회귀분석(meta regression)

마. 이질성(heterogeneity: I^2)검증

I^2 은 이질성 정도를 기술한 통계치로 연구 간 효과크기가 일관되지 않은 정도를 의미한다. Q는 통계적 검증력이 표본수가 적은 연구로부터 산출되면 검증력이 낮기 때문에 I^2 은 이러한 문제를 해결해준다. I^2 의 범위는 0%~100%의 값을 갖게 되는데 0%일 때 완벽한 동질성을 100%일 때 완벽한 이질성을 나타낸다. I^2 값은 25%일 때 높은 동질성, 50%일 때 중간의 동질성, 75%일 때 낮은 동질성으로 해석한다(Higgins, Thompson, Deeks & Altman, 2003). I^2 의 공식은 다음과 같다.

$$I^2 = \frac{Q - df}{Q} \times 100\%$$

Q= 동질성검증 통계치

df= 자유도(n-1)

바. 출간 오류 분석

메타분석은 주로 출간된 연구들을 대상으로 분석이 이루어지기 때문에 출간된 연구결과가 수행된 모든 연구결과들을 대표하지 못할 때 반드시 출간오류가 발생하게 된다. 그리고 메타분석에 포함된 연구가 관련된 모든 연구들의 왜곡된 표본에 의한 것이라면 효과크기는 신뢰할 수 없는 값이 된다(황성동, 2020). 따라서 반드시 이러한 문제를 파악하고 교정하는 과정이 필요하다.

본 연구에서는 출간오류를 분석하기 위해 먼저 오류가 존재하는지 forest plot을 통해 'small-study-effects'를 검토하고, funnel plot을 통한 시각적 분석 후 Duval and Tweedie(2000)이 개발한 trim and fill 기법을 사용하여 누락된 연구를 포함 시키는 조정과정을 통해 비대칭을 교정하였다.

사. 통계적 이상치 제거와 효과 크기의 독립성

통계적 이상치는 전체 효과크기에서 정상을 벗어나는 극단적인 값을 말한다 이를 제거하지 않으면 연구결과를 과대 혹은 과소 평가하는 경우가 발생하게 된다(Huffcutt & Arthur, 1995). 따라서 본 연구에서는 표준화된 잔차 절대값이 3.0을 넘는 연구의 경우 이상치로 판단하고 제거하였다.

메타분석에서는 효과크기를 산출하기 위해 개별연구가 독립성을 가지고 있다고 가정한다. 하지만 한가지 연구에서 여러개의 효과크기를 보고하는 경우에는 개별연구의 독립성을 보장할 수가 없다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 방법을 사용해야 한다. 첫째, 하나의 연구에서는 하나의 효과크기만 산출하는 방법이다. 둘째, 각각의 효과크기를 개별적으로 분석하는 것이다. 셋째, 한 연구의 다수의 효과크기를 평균하여 하나의 효과크기로 산출하는 것이다. 넷째, 하위변인을 분석하거나, 메타회귀분석 시 분석단위 이동기법을 적용하는 것이다(Cooper, 2015).

IV. 연구결과

플라이오메트릭 트레이닝 후 주·비주측의 슬관절의 근기능(최대근력, 근파워, 근 지구력) 효과를 검증하기 위해 메타분석을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 선정된 연구의 특성

문헌 검색 과정을 통해서 선정된 총 37편의 논문(강성우, 2009; 강성훈, 2004; 구광수, 2008; 구범준, 2005; 김동제, 2011; 김석희, 2009; 김솔지, 2019; 김승영, 2021; 김안나, 2012; 김유미, 2012; 김정훈, 2005; 김재호, 2016; 김현권, 2009; 박병주, 2011; 박성배, 2012; 박성화, 2018; 박준영, 2013; 박한솔, 2019; 백승민, 2020; 선상규, 1996; 신승남, 2008; 신승민, 2013; 안용덕, 2015; 오병민, 2019; 오진욱, 2014; 이민규, 2018; 이소정, 2010; 이주리, 2012; 임민근, 2012; 장현준, 2019; 전병필, 2012; 전경민, 2009; 정순득, 2009; 정창영, 2012; 주진우, 2010; 최봉길, 2013; 황원구, 2018)은 <표 8>과 같다.

메타분석에 포함된 연구는 총 37편(학술지 게재 논문 18편, 학위논문 19편)이지만 허들과 박스로 플라이오메트릭 프로그램을 구성하여 그 효과를 비교한 연구(박성배, 2012), 포지션 별(공격수, 미드필더, 수비수)로 플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 비교한 연구(박성화, 2018), 육상 중거리 선수를 우수그룹과 비우수그룹으로 나누어 플라이오메트릭의 효과를 비교한 연구(선상규, 1996), 플라이오메트릭 프로그램의 세트 수(1세트 그룹, 2세트 그룹, 3세트 그룹)를 달리하여 운동의 효과를 비교한 연구(정순득, 2009)에서 각각의 효과크기를 개별적으로 산출(6편) 하였으며, Cooper(2010) 지침을 통해 독립성 가정에 위배되는 문제를 해결하였다. 따라서 최종 메타분석 대상 연구는 43편을 통해 실시하였다.

표 8. 선정된 연구의 일반적 특성

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
1	강성우 (2009)	남자, 총 18명 지상 플라이오메트릭 트레이닝 10명, 18.1±0.9 수중 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 18.1±0.9	고등학생, 비운동선수, 주3회, 6주, 60분, 학위논문	체중, BMI, PBF, 등속성 하지근력(슬관절, 족관절), 근파워, 균형능력, 근통증(대퇴직근, 대퇴이두근, 비복근)
2	강성훈 (2004)	남자, 총 14명 실험군 7명, 15.00 대조군 7명, 15.00	중학생, 비운동선수, 주3회, 10주, 60분, 학위논문	신체조성, 호흡기 순환기능 GH, IFG-1, 슬관절의 등속성 근력
3	구광수 (2008)	남자, 총 16명 플라이오메트릭 8명, 17.68±1.23 복합운동 8명, 17.34±1.57	고등학생, 운동선수, 주5회, 12주, 60분, 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 근력
4	구범준 (2005)	남자, 총 14명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 18.1±0.9 비운동군 7명, 18.1±0.9	고등학생, 운동선수, 주3회 12주 70분, 학위논문	체격검사 제자리 멀리뛰기, 서전트점프, 50m달리기, 10m왕복달리기, 사이드스텝, 지그재그 달리기, 슬관절의 등속성 근력

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
5	김동제 (2011)	남자, 총 31명 플라이오메트릭 트레이닝 17명, 17.18±0.81 비운동군 14명, 17.50±0.85	고등학생, 운동선수, 주3회, 8주, 40분, 학술지 게재 논문	신체조성, 최대산소섭취량, 등속성 슬관절 신근과 굴근력, 순발력, 민첩성, 혈중 젖산과 암모니아
6	김석희 (2009)	남자, 총 16명 복합운동집단 8명, 18.00 단일운동집단(플라이오메트릭) 8명 18.00	고등학생, 비운동선수, 주4회, 12주, 학술지 게재 논문	신장, 체중, 민첩성, 순발력, 평형성, 슬관절 등속성 근력 및 근파워
7	김솔지 (2019)	혼성, 총 17명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 16.86±.90 비운동군 10명, 16.30±.95	고등학생, 운동선수, 주3회, 8주, 50분, 학위논문	등속성 하지 근력, 운동체력(순발 력, 민첩성, 유연성, 평형성)
8	김승영 (2021)	남성, 총 16명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 20.62±1.67 통제군 8명, 20.58±1.49	성인, 운동선수, 주3회, 12주, 60분, 학술지 게재 논문	근력, 근지구력, 심폐지구력, 유 연성, 순발력, 등속성 하지근기능

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
9	김안나 (2012)	남성, 총 20명 플라이오메트릭 트레이닝 10명, 비운동군 10명	성인, 운동선수, 주6회, 12주 90분, 학술지 게재 논문	신체구성, 근력, 순발력, 유연성, 근지구력, 민첩성, 심폐지구력, 등속성 하지 근력
10	김유미 (2012)	남성, 총 14명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 11.23±2.21 비운동군 7명, 11.34±1.82	초등학생, 비운동선수, 주3회, 12주, 학술지 게재 논문	체격 및 신체구성, 운동신경전도속도 검사, 등속성 슬관절 근기능 측정
11	김정훈 (2005)	남성, 총 16명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 18.00 복합 운동집단 8명, 18.00	고등학생, 비운동선수, 주3회, 12주, 80분, 학위논문	신장 및 체중, 민첩성, 순발력 평형성, 등속성 하지 근력
12	김재호 (2016)	남성, 총 18명 플라이오메트릭 트레이닝 9명, 17.78±0.83 웨이트트레이닝 9명, 17.78±0.66	고등학생, 운동선수, 주3회, 12주, 70분, 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 근력, 요부 관절의 등속성 근력

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
13	김현권 (2009)	남성, 총 20명 플라이오메트릭 트레이닝 20 명, 21.59±2.13	성인, 운동선수, 주3회, 20주, 학술지 게재 논문	슬관절 등속성 근력 및 근파워
14	박병주 (2011)	남성, 총 24명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 18.65±0.37 서킷웨이트 트레이 닝 8명, 18.22±1.28 웨이트 트 레이닝 8명 18.51±1.52	고등학생, 운동선수, 주4회, 12주 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 근력 및 근지구력
15	박성배 (2012)	남성, 총 14명 허들 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 22.85 ± 1.21 박스 플라이 오 메트릭 7명, 23.00 ± 1.41	성인, 운동선수, 주3회, 8주, 130분, 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 근력, 수직도
16	박성화 (2018)	남성, 총 36명 플라이오메트릭 트레이닝 18명, 15.06±0.54 코어 트레이닝 18 명, 15.28 ± 0.67	중학생, 운동선수, 주3회, 12주, 60분, 학위논문	신체구성(신장, 체중, BMI), 운동관련체력(민첩성, 순발력, 근지구력, 스피드, 협응력), 등속성하지근력, 균형능력

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
17	박준영 (2013)	남성, 총 10명 플라이오메트릭 트레이닝 5명, 17.8±1.09 비교군 5명, 17.4±1.14	고등학생, 운동선수, 8주	슬관절 등속성 하지 근력, 순발력, 민첩성, 체격,
18	박한솔 (2019)	남성, 총 30명 플라이오메트릭 트레이닝 15명, 32.77±0.99 코어 트레이닝 15 명, 32.73±1.74	성인, 비운동선수, 주3회, 12주, 30분, 학위논문	신체구성(신장, 체중), 운동관련체력(민첩성, 심폐지구력, 근력 및 근지구력, 스피드 협응력), 슬관절 각근력
19	백승민 (2020)	남성, 총 13명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 대학생 코어 트레이닝 6명, 대 학생	성인, 운동선수, 주3회, 10주, 60분, 학위논문	신체조성, 근력, 근지구력, 순발력, 민첩성, 유연성, 평형성, 슬관절 등속성 근력 및 근지구력
20	선상규 (1996)	남성, 총 12명 우수그룹 플라이오메트릭 트레 이닝 6명, 22.5 비우수그룹 플 라이오메트릭 트레이닝 6명, 20.4	성인, 운동선수, 주3회, 8주, 학술지 게재 논문	혈중 젖산측정, 등속성 근력 및 근파워

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
21	신승남 (2008)	남성, 총 11명 플라이오메트릭 트레이닝 11명 18.24±0.63	고등학생, 운동선수, 주3회, 8주, 60분, 학술지 게재 논문	슬관절 등속성 근력, 수직 점프력
22	신승민 (2013)	남성, 총 18명 플라이오메트릭 트레이닝 10명 , 기존 운동군 7명	고등학생, 운동선수, 12주, 학위논문	체지방률, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력, 슬관절의 등속성 근력
23	안용덕 (2015)	남성, 총 20명 플라이오메트릭 트레이닝 10명 15.30±0.48 통제군 10명 15.40±0.51	중학생, 운동선수, 주3회, 12주, 60분, 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 하지근력, 카리오카, 셔틀런, 호핑
24	오병민 (2019)	남성, 총 16명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 17.62±0.74 통제군 8명, 17.87±0.64	고등학생, 운동선수, 주3회, 8주, 60분, 학술지 게재 논문	신체조성(체지방률, 제지방량, BMI), 순발력, 평형성, 슬관절 하지 등속성 근기능

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
25	오진욱 (2014)	남성, 총 12명 플라이오메트릭 트레이닝 6명, 17.17±.75 기존 운동군 6명, 16.83±.74	고등학생, 운동선수, 주3회, 12주, 학위논문	체지방률, 근력, 근지구력, 유연성, 민첩성, 슬관절의 등속성 근기능 검사
26	이민규 (2018)	남성, 총 30명 EMS플라이오메트릭 10명, 21.4±1.05 플라이오메트릭 21.4±1.17 10명, 통제군 10명, 21±1.24	성인, 운동선수, 주2회, 8주 ,학위논문	신장, 체중, 슬관절 근파워, 민첩성, 순발력
27	이소정 (2010)	여성, 총 16명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 19.25±2.43 통제군 8명, 19.50±1.60	성인, 운동선수, 주3회, 12주, 60분, 학술지 게재 논문	체중, 체지방량, 체지방률, 슬관절의 등속성 근력
28	이주리 (2012)	남성, 총 10명 플라이오메트릭 트레이닝 5명, 17.60±0.89 통제집단 5명, 17.60±0.54	고등학생, 운동선수, 12주 학위논문	근력(슬관절 굴·신근력), 근지구력, 순발력, 민첩성, 유연성, 평형성

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
29	임민근 (2012)	남성, 총 45명 플라이오메트릭 트레이닝 15명, 24.0667±2.404 씨키트 트레 이닝 15명, 23.2667±2.914 비교군 15명, 24.5778±3.003	성인, 운동선수, 주3회, 12주, 50분, 학위논문	신장(슬관절, 요부관절 등속성 각근력), 체중, 근력, 순발력, 민첩성, 유연성, 평형성, 근지구력, 구간기록, 경기기록
30	장현준 (2019)	남성, 총 14명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 30.42±2.22 통제군 7명, 28.14 ±5.04	성인, 비운동선수, 주3회, 8주, 60분, 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 근기능, 무산소성 운동능력
31	전병필 (2012)	남성, 총 16명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 11.0 통제군 8명, 11.25	초등학생, 운동선수, 주2회, 8주, 60분, 학위논문	등속성 근력, 순발력, 민첩성, 평형성
32	정경민 (2009)	남성, 총 21명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 저항 트레이닝 7명, 비교집단 7명	초등학생, 비운동선수, 주3회, 12주, 55분, 학위논문	근력(슬관절의 신근·굴근), 근지구력, 순발력, 민첩성, 심폐지구력, 유연성

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
33	정순득 (2009)	남성, 총 24명 플라이오메트릭 트레이닝 1SG 8명, 18.25±2.07 2SG 8명, 18.32±2.12 3SG 8명, 18.26±2.07	고등학생, 비운동선수, 주3회, 9주, 1SG(40분), 2SG(60분), 3SG(80분), 학술지 게재 논문	슬관절의 등속성 최대 근력 및 근지구력
34	정창영 (2012)	남성, 총 20명 플라이오메트릭 트레이닝 10명, 15.20±.79 웨이트 트레이닝 10명, 15.10±.74	중학생, 운동선수, 주3회, 8주, 60분 학위논문	체중, BMI, 근육량, 체지방량, 등속성 근관절 기능검사, 순발력 검사, 무산소성 능력검사, 혈액체혈과 피로물질 검사
35	주진우 (2010)	남성, 총 20명 플라이오메트릭 트레이닝 15명, 22.000±1.181 비교군 15명, 22.533±1.80	성인, 운동선수, 주3회, 12주, 60분, 학위논문	신장, 체중, 근력, 순발력, 민첩성, 유연성, 평형성, 근지구력, 구간기록, 경기기록
36	최봉길 (2013)	남성, 총 24명 플라이오메트릭 트레이닝 8명, 22.63±1.85 웨이트 트레이닝 8명, 21.13±2.75 비교군 15명 21.63±72	성인, 비운동선수, 주3회, 8주, 60분, 학술지 게재 논문	민첩성 검사, 좌·우 무릎 관절의 등속성 근기능 검사

번호	제1저자 (연도)	대상자 특성	중재 특성	측정된 변인
37	황원구 (2018)	남성, 총 14명 플라이오메트릭 트레이닝 7명, 21.71±0.76 통제군 7명, 21.71±0.95	성인, 운동선수, 주3회, 8주, 40분, 학위논문	신장, 체중, 체지방률, 제지방량 순발력, 심폐기능, 슬관절 등속성 근기능, 무산소성 파워

2. 중재변인의 특성

본 연구는 선정된 문헌을 대상으로 플라이오메트릭의 효과에 대해 검증하는 연구이며, 분석에 사용된 중재변인은 <표 9>와 같다.

표 9. 중재변인의 특징

중재특성	분류	K	(%)
연령	유·청소년	24	64.9
	성인	13	35.1
운동시간	50분 이하	7	18.9
	55, 60분	16	43.3
	70분 이상	6	16.2
	없음	8	21.6
운동빈도	주3회 이하	31	83.8
	주4회 이상	5	13.5
	없음	1	2.7
운동기간	11주 이하	16	43.2
	12주 이상	21	56.8
참가인원	10명 이상	11	29.7
	10명 미만	26	70.3
전문성	운동선수	27	73
	비운동선수	10	27
출판유형	학위논문	18	48.6
	학술지 게재 논문	19	51.4
합계		37	100.0

3. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 최대근력의 효과크기

본 연구에서는 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 최대근력의 효과크기를 분석하기 위해 각 연구별 주측 슬관절의 굴근과 신근, 비주측 슬관절의 굴근과 신근의 최대근력을 바탕으로 메타분석을 실시하였다.

가. 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 10>과 같다.

표 10. 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	40	0.556	0.516	0.596	292.681	p<.001	82.675
Random		0.660	0.549	0.771			

먼저 통계적 이상치를 초과한 1편의 연구를 제외하였다. 그 후 계산한 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=292.681, p<.001, I²=82.675). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주측 슬관절 굴근력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.660(95% CI: 0.549~0.771, p<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주측 슬관절 굴근의 최대근력 forest plot은 [그림 20]과 같다.

주측 슬관절 굴근 최대근력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 21]의 시각적인 분석을 실시한 결과 좌·우 대칭이 이상이 없어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

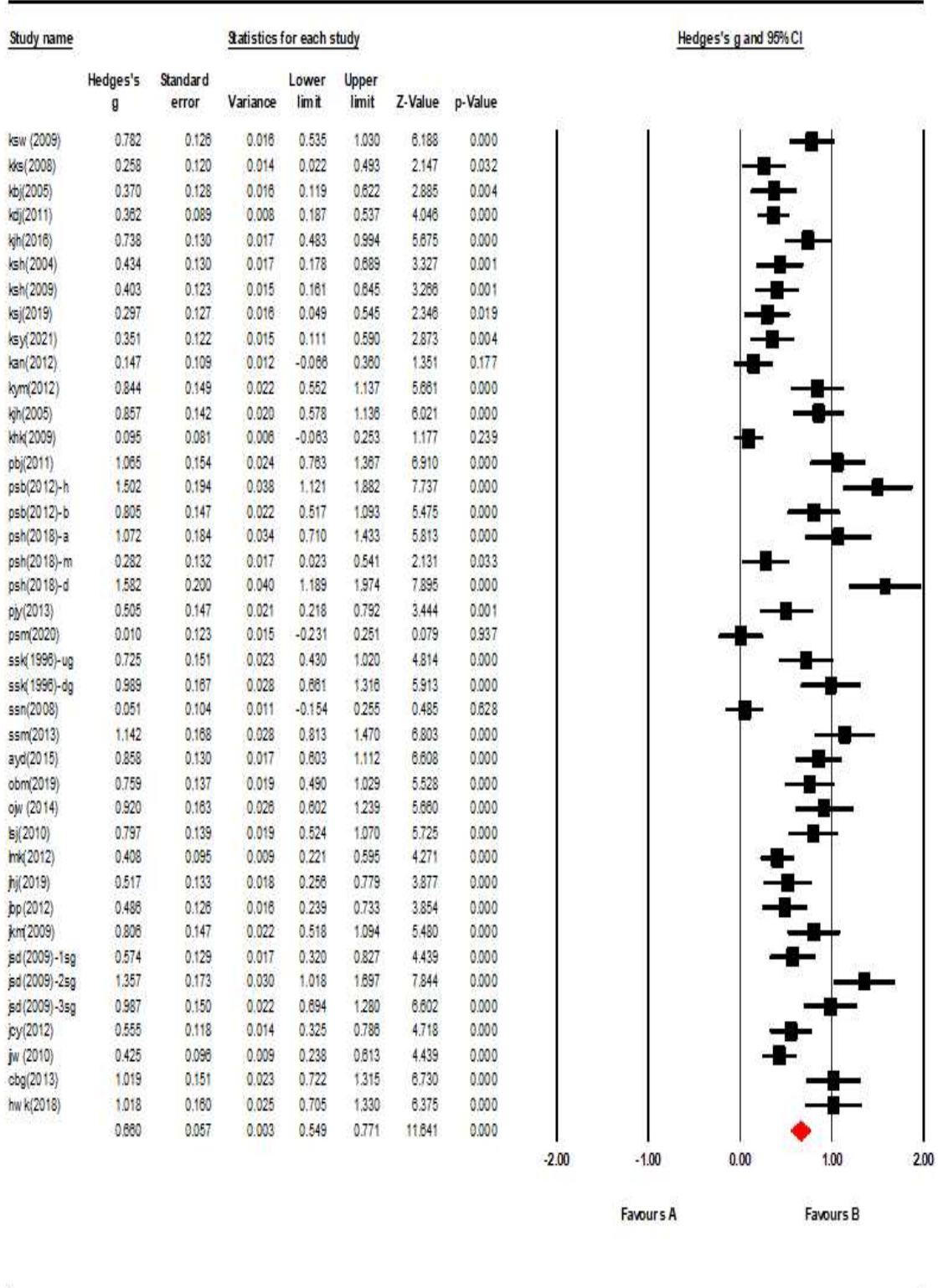


그림 20. 주축 슬관절 굴근 최대근력의 전체 효과크기

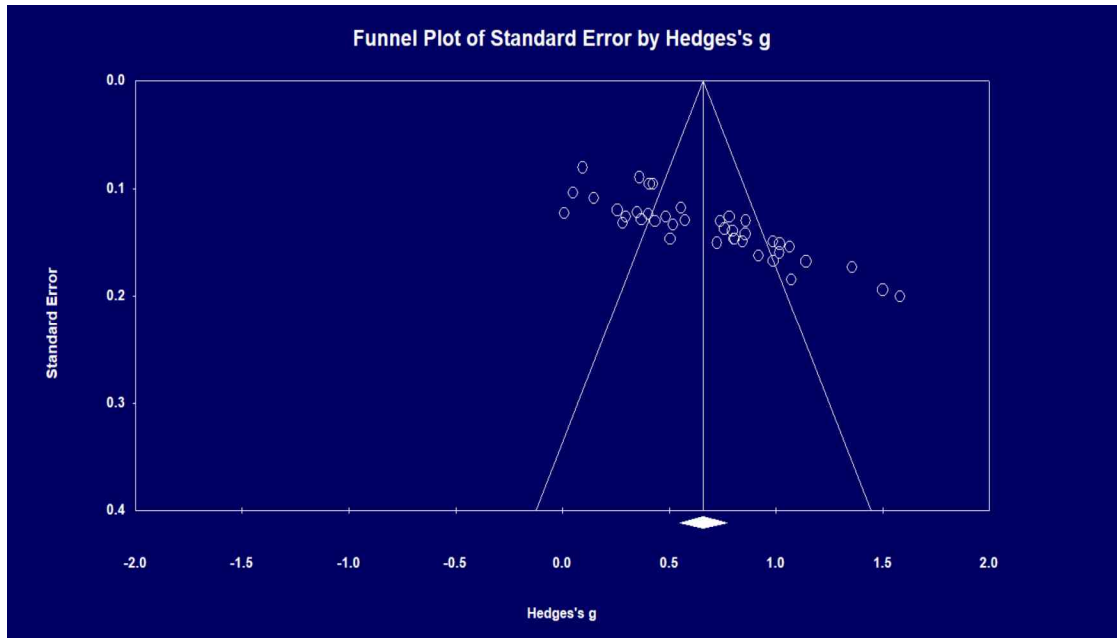


그림 21. 주측 슬관절의 굴근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과

나. 주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 11>과 같다.

표 11. 주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	38	0.465	0.438	0.491	548.155	p<.001	93.250
Random		0.554	0.451	0.658			

먼저 통계적 이상치를 초과한 3편의 연구를 제외하였다. 그 후 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다 (Q=548.155, p<.001, I²=93.250). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주측 슬관절 신근력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.554(95% CI: 0.451~0.658, p<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에

대한 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주축 슬관절 신근의 최대근력 forest plot은 [그림 22]와 같다.

주축 슬관절 신근 최대근력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 23]의 시각적인 분석을 실시한 결과 좌·우 대칭이 이상이 없어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

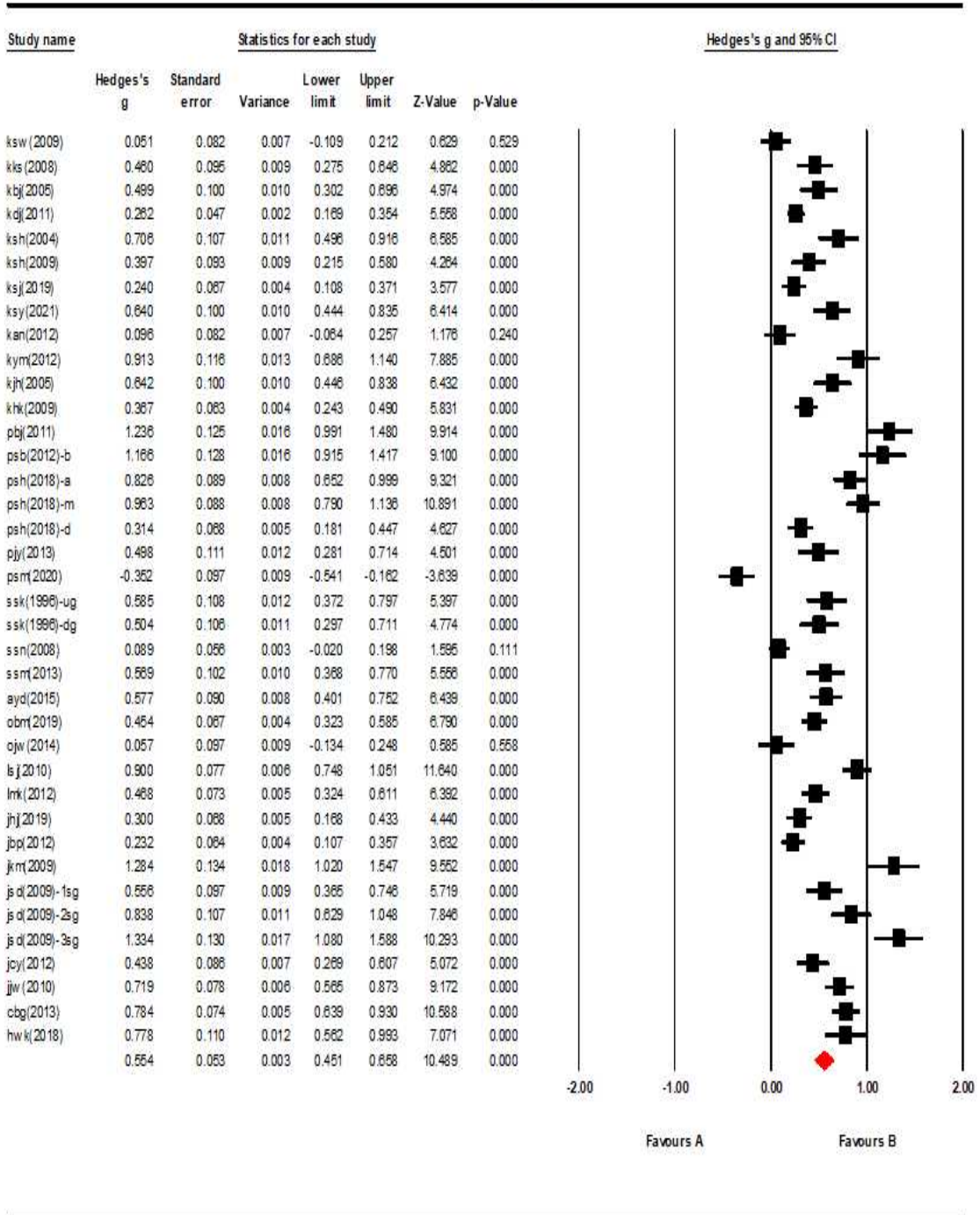


그림 22. 주축 슬관절 신근 최대근력의 전체 효과크기

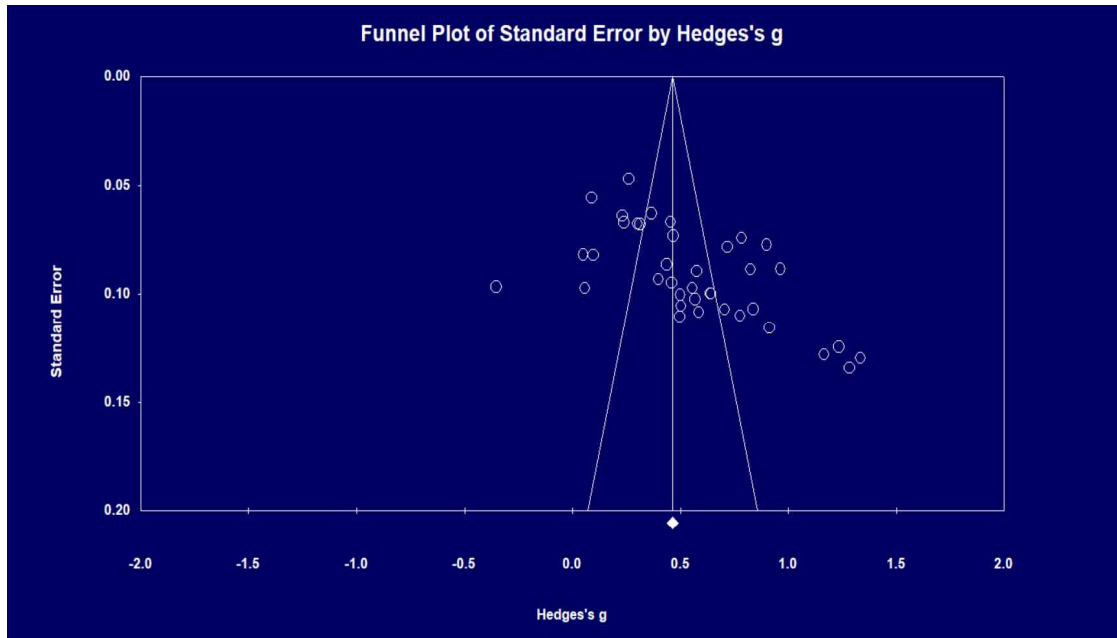


그림 23. 주측 슬관절 신근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과

다. 비주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 12>와 같다.

표 12. 비주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	40	0.503	0.464	0.542	438.803	p<.001	91.112
Random		0.601	0.468	0.735			

먼저 통계적 이상치를 초과한 1편의 연구를 제외하였다. 그 후 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다.(Q=438.803, p<.001, I²=93.250). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 비주측 슬관절 굴근력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.601(95% CI: 0.468~0.735, p<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또

한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 비주측 슬관절 굴근의 최대근력 forest plot은 [그림 24]와 같다.

비주측 슬관절 굴근 최대근력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 우선 funnel plot [그림 25]의 시각적인 편향에 대해 좌·우 대칭이 불균형한 것을 확인하였다. 또한 추정치 가감법(trim & fill)을 실시한 결과 <표 13>, [그림 26]과 같이 7편의 연구가 추가된 후 효과크기가 0.475(95%CI: 0.339~0.611)로 보정 전의 효과크기 보다 다소 감소하는 것을 확인하였다. 하지만 이는 출판된 연구들이 통계적으로 유의한 수준을 중심으로 존재하여 연구결과의 타당성을 저해하는 것으로 볼 수 없으므로 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

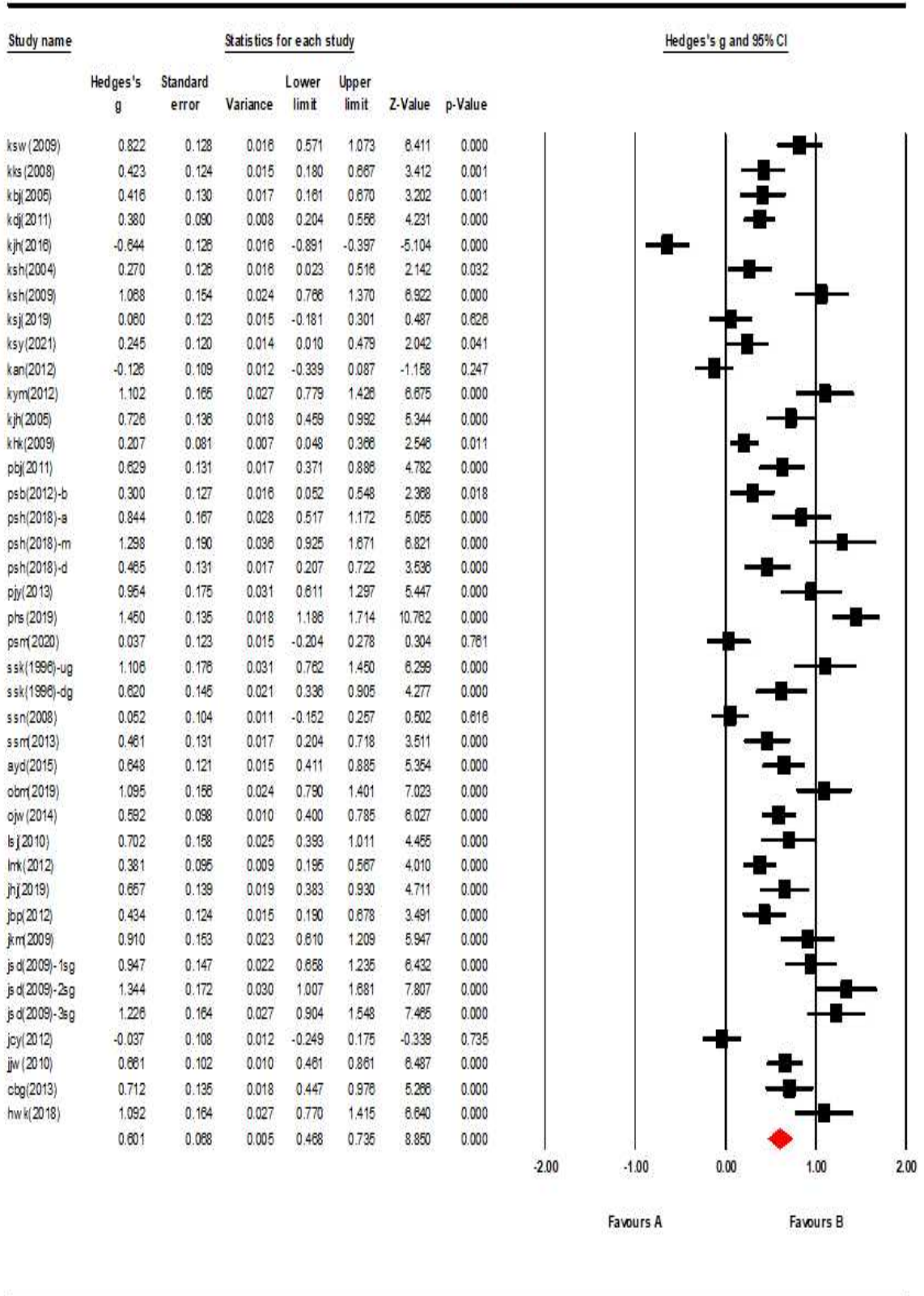


그림 24. 비주측 슬관절 굴근 최대근력의 전체 효과크기

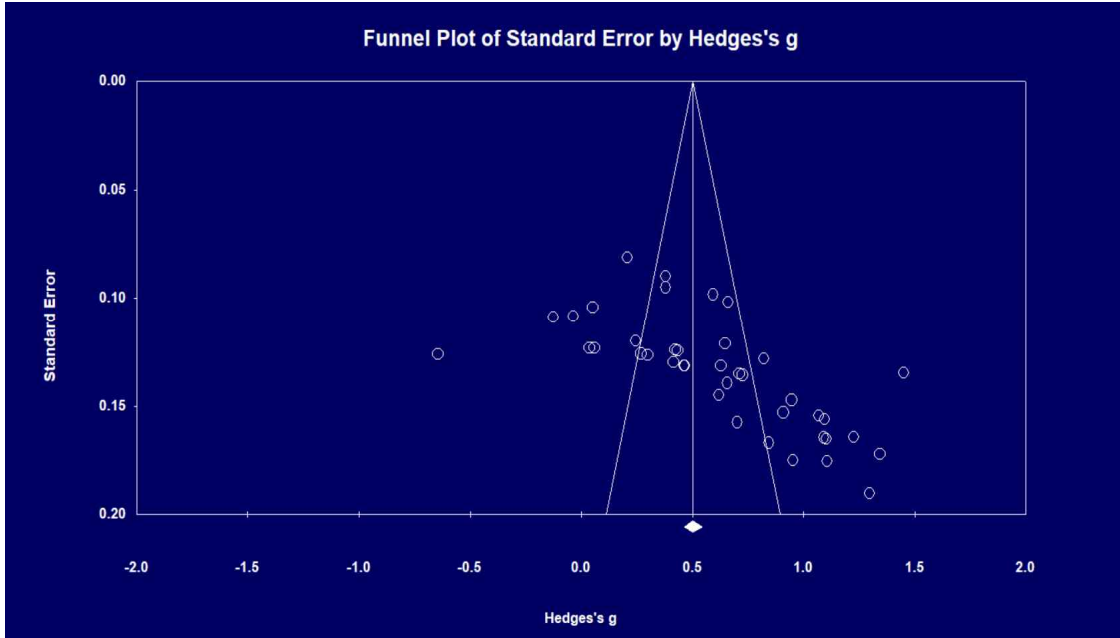


그림 25. 비주측 슬관절 굴근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과 (보정 전)

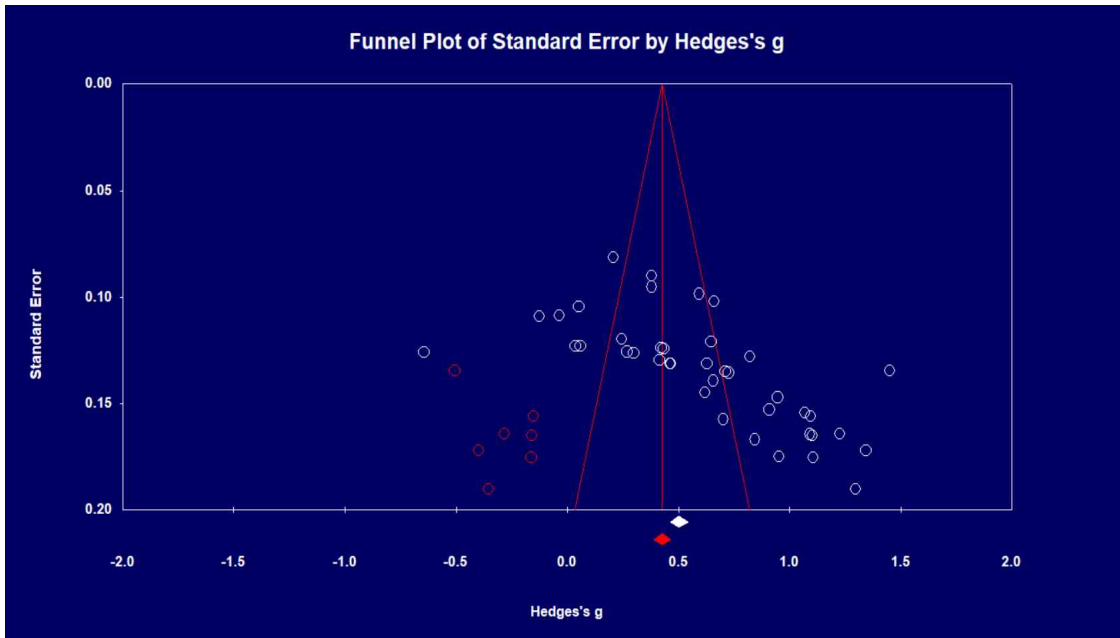


그림 26. 비주측 슬관절 굴근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과 (보정 후)

표 13. 추정치 가감법 적용 결과

구분	K	ES	95% CI	
			Lower	Upper
관찰 값	-	0.601	0.468	0.735
보정 값	7	0.475	0.339	0.611

라. 비주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 16>와 같다.

표 14. 비주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	38	0.451	0.425	0.478	509.820	p<.001	92.743
Random		0.514	0.415	0.613			

먼저 통계적 이상치를 초과한 3편의 연구를 제외하였다. 그 후 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다.(Q=509.820, p<.001, I²=92.743). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 비주측 슬관절 신근력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.514(95% CI: 0.415~0.613, p<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 신근 최대근력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 비주측 슬관절 신근의 최대근력 forest plot은 [그림 27]과 같다.

비주측 슬관절 신근 최대근력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 28]의 시각적인 분석을 실시한 결과 좌·우 대칭이 이상이 없어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

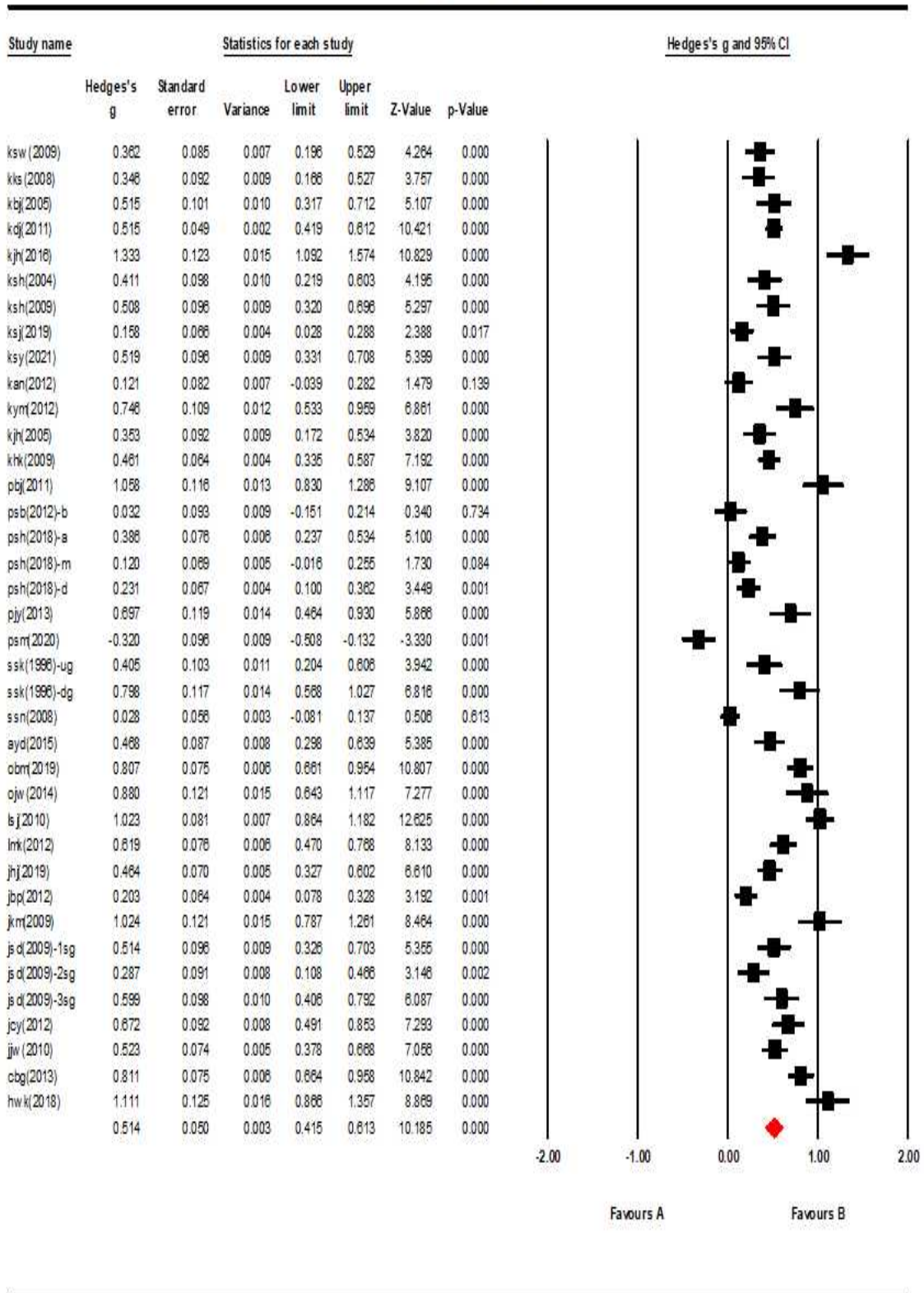


그림 27. 비주축 슬관절 신근 최대근력의 전체 효과크기

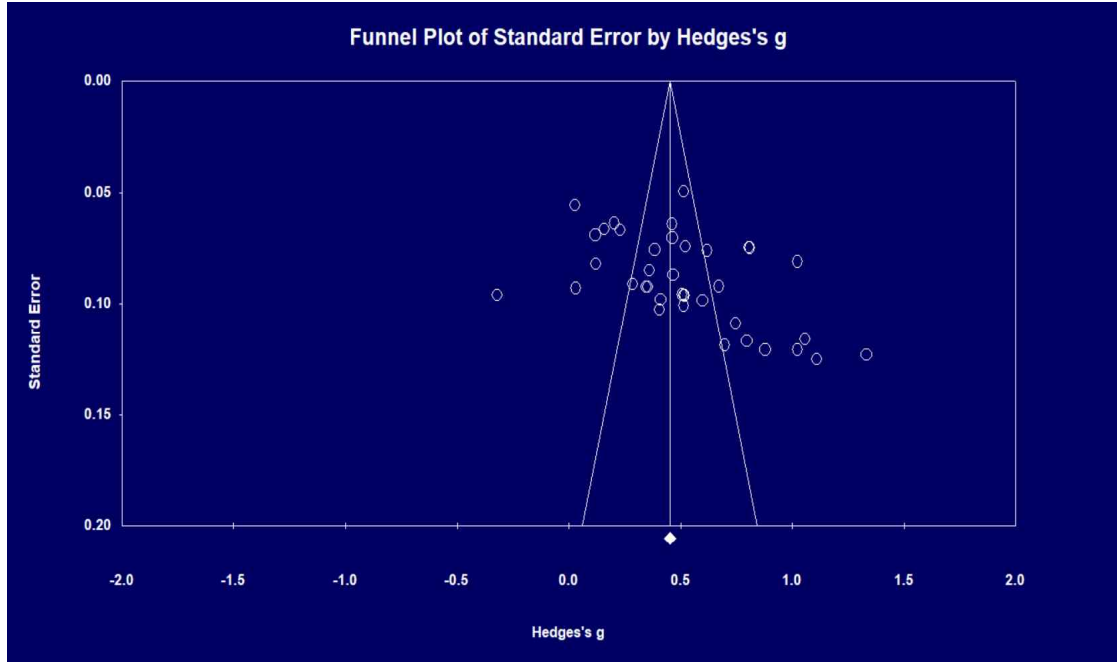


그림 28. 비주측 슬관절 신근 최대근력에 대한 출판편향 분석 결과

4. 중재변인별 최대근력의 효과크기 차이 검증

각 변인별 효과크기의 이질성을 검증한 결과 각 연구로부터 산출된 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있어 이질적인 것으로 해석되었다. 이에 따라 본 연구에서는 평균 효과크기에 영향을 주는 중재변인(moderator variable)이 존재할 것이라고 가정하고, 선행연구를 바탕으로 선정한 중재변인 7개를 바탕으로 하위 범주 간 효과크기의 차이를 검증하였다. 중재변인의 하위 범주의 효과크기 차이 검증에서는 Cohen d값의 과대 추정을 교정한 Hedge's g로 교정한 평균차이 값을 사용하여 분석하였다.

가. 중재변인에 따른 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 15>와 같다.

표 15. 중재변인에 따른 주측 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	13	0.595	0.107	0.385	0.806	0.000	0.591	1	0.442
	유·청소년	27	0.692	0.065	0.565	0.818	0.000			

	50분 이하	5	0.509	0.104	0.305	0.713	0.000			
운동 시간	55분, 60분	19	0.619	0.084	0.455	0.784	0.000	1.435	2	0.488
	70분 이상	8	0.709	0.139	0.437	0.981	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	34	0.676	0.061	0.556	0.796	0.000	1.780	1	0.182
	주4회 이상	5	0.464	0.147	0.176	0.751	0.002			
운동 기간	11주 이하	20	0.669	0.082	0.509	0.829	0.000	0.021	1	0.886
	12주 이상	20	0.652	0.081	0.494	0.811	0.000			
참가 인원	10명 미만	31	0.741	0.064	0.615	0.866	0.000	9.796	1	0.002
	10명 이상	9	0.400	0.088	0.227	0.572	0.000			
전문 성	비운동선수	11	0.767	0.082	0.606	0.928	0.000	1.918	1	0.166
	운동선수	29	0.619	0.068	0.485	0.753	0.000			
출판 유형	학술지	22	0.675	0.082	0.514	0.835	0.000	0.077	1	0.782
	학위논문	18	0.643	0.079	0.488	0.798	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.692로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.595로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.591$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 70분 이상의 연구가 0.709로 가장 높았으며, 55분, 60분은 0.619, 50분 이하는 0.509 순으로 평균 효과크기가 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.435$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하가 0.676으로 가장 높았으며, 주4회 이상은 0.464로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.780$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.669로 가장 높았으며, 12주 이상 실시한 경우에는 0.652로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.021$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참여자의 평균 효과크기가 0.741로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.400으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=9.796$, $df=1$, $p<.05$). 전문성 여부에서는 비운동선수의 평균 효과크기가 0.767로 가장 높았으며, 운동선수는 0.619로 나

타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.918$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.675로 가장 높았으며, 학위논문은 0.643으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.077$, $df=1$, $p>.05$).

나. 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 16>과 같다.

표 16. 중재변인에 따른 주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	12	0.500	0.098	0.308	0.691	0.000	0.469	1	0.493
	유·청소년	26	0.580	0.064	0.454	0.706	0.000			
운동 시간	50분 이하	5	0.444	0.088	0.272	0.615	0.000	1.426	2	0.490
	55분, 60분	19	0.511	0.077	0.360	0.663	0.000			
	70분 이상	6	0.681	0.182	0.352	1.037	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	32	0.558	0.058	0.445	0.672	0.000	0.025	1	0.875
	주4회 이상	5	0.530	0.170	0.197	0.863	0.002			
운동 기간	11주 이하	19	0.472	0.073	0.328	0.616	0.000	2.647	1	0.104
	12주 이상	19	0.636	0.070	0.500	0.773	0.000			
참가 인원	10명 미만	29	0.625	0.064	0.499	0.751	0.000	8.793	1	0.003
	10명 이상	9	0.338	0.072	0.196	0.479	0.000			
전문 성	비운동선수	11	0.700	0.111	0.483	0.917	0.000	2.631	1	0.105
	운동선수	27	0.497	0.059	0.380	0.613	0.000			
출판 유형	학술지	20	0.612	0.072	0.470	0.753	0.000	1.250	1	0.264
	학위논문	18	0.491	0.080	0.334	0.648	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.580으로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.500으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.469, df=1, p>.05). 운동시간에서는 70분 이상 플라이오메트릭 트레이닝을 실시한 평균 효과크기가 0.681로 가장 높았으며, 55분과 60분은 0.511, 50분 이하는 0.444 순으로 평균 효과크기가 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=1.426, df=2, p>.05). 운동빈도에서는 주3회 이하가 0.558로 가장 높았으며, 주4회 이상은 0.530으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.025, df=1, p>.05). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.636으로 가장 높았으며, 11주 이하 실시한 경우에는 0.472로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=2.647, df=1, p>.05). 참가인원에서는 10명 미만 참가자의 평균 효과크기가 0.625로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.338로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다(Q=8.793, df=1, p<.05). 전문성 여부에서는 비운동선수의 평균 효과크기가 0.700로 가장 높았으며, 운동선수는 0.497로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=2.631, df=1, p>.05). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.612로 가장 높았으며, 학위논문은 0.491로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=1.250, df=1, p>.05).

다. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 17>과 같다.

표 17. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 굴근 최대근력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	13	0.554	0.118	0.323	0.785	0.000	0.236	1	0.627
	유·청소년	27	0.625	0.085	0.459	0.791	0.000			
운동 시간	50분 이하	6	0.710	0.201	0.315	1.105	0.000	0.874	2	0.646
	55분, 60분	19	0.608	0.089	0.434	0.781	0.000			
	70분 이상	7	0.418	0.241	-0.055	0.890	0.083			

운동 빈도	주3회 이하	34	0.609	0.074	0.464	0.755	0.000	0.016	1	0.899
	주4회 이상	5	0.580	0.223	0.143	1.017	0.009			
운동 기간	11주 이하	19	0.665	0.101	0.466	0.863	0.000	0.741	1	0.389
	12주 이상	21	0.546	0.094	0.363	0.729	0.000			
참가 인원	10명 미만	30	0.659	0.079	0.504	0.813	0.000	2.121	1	0.145
	10명 이상	10	0.438	0.130	0.184	0.692	0.001			
전문 성	비운동선수	12	0.929	0.099	0.734	1.123	0.000	14.565	1	0.000
	운동선수	28	0.460	0.072	0.319	0.602	0.000			
출판 유형	학술지	21	0.593	0.103	0.391	0.795	0.000	0.018	1	0.895
	학위논문	19	0.611	0.089	0.436	0.786	0.000			

p_1 = 해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 = 해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.625로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.554로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.236$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 50분 이하 플라이오메트릭 트레이닝을 실시한 평균 효과크기가 0.710으로 가장 높았으며, 55분과 60분은 0.608 순으로 나타났다. 70분 이상 플라이오메트릭 트레이닝을 실시한 연구에서는 0.418의 효과크기가 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.874$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.609로 가장 높았으며, 주4회 이상은 0.580으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.016$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.665로 가장 높았으며, 12주 이상 실시한 경우에는 0.546으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.741$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참가자의 평균 효과크기가 0.659로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.438로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=2.121$, $df=1$, $p>.05$). 전문성 여부에서는 비운동선수의 평균 효과크기가 0.929로 가장 높았으며, 운동선수는 0.460으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=14.565$, $df=1$, $p<.05$). 출판유형의 경우에는 학위 논문의 평균 효과크기가 0.611로 가장 높

았으며, 학술지 게재 논문은 0.593으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.018, df=1, p>.05).

라. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 18>과 같다.

표 18. 중재변인에 따른 비주축 슬관절 신근 최대근력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	12	0.459	0.096	0.271	0.647	0.000	0.502	1	0.479
	유·청소년	26	0.539	0.061	0.420	0.658	0.000			
운동 시간	50분 이하	5	0.569	0.123	0.328	0.811	0.000	1.196	2	0.550
	55분, 60분	19	0.419	0.067	0.287	0.551	0.000			
	70분 이상	7	0.488	0.142	0.209	0.767	0.001			
운동 빈도	주3회 이하	33	0.510	0.054	0.404	0.616	0.000	0.032	1	0.859
	주4회 이상	5	0.539	0.156	0.234	0.845	0.001			
운동 기간	11주 이하	19	0.451	0.072	0.309	0.592	0.000	1.572	1	0.210
	12주 이상	19	0.577	0.071	0.439	0.716	0.000			
참가 인원	10명 미만	29	0.546	0.064	0.420	0.672	0.000	1.683	1	0.194
	10명 이상	9	0.417	0.076	0.268	0.566	0.000			
전문 성	비운동선수	11	0.547	0.063	0.423	0.671	0.000	0.264	1	0.607
	운동선수	27	0.500	0.065	0.374	0.627	0.000			
출판 유형	학술지	21	0.559	0.068	0.425	0.693	0.000	1.008	1	0.315
	학위논문	17	0.458	0.074	0.313	0.602	0.000			

p₁=해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p₂=해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에서는 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.539로 가장 높았으며, 성

인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.459로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.502$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 50분 이하의 연구가 평균 효과크기가 0.569로 가장 높았으며, 70분 이상은 0.488, 55분과 60분에서는 0.419로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.196$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주4회 이상 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.539로 가장 높았으며, 주3회 이하는 0.510으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.032$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.557로 가장 높았으며, 11주 이하 실시한 경우에는 0.451로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.572$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참가자의 평균 효과크기가 0.546으로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.417로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.683$, $df=1$, $p>.05$). 전문성 여부에서는 비운동선수의 평균 효과크기가 0.547로 가장 높았으며, 운동선수는 0.500으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.264$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.559로 가장 높았으며, 학위논문은 0.458로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.008$, $df=1$, $p>.05$).

5. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근파위의 효과크기

본 연구에서는 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근파위의 효과크기를 분석하기 위해 각 연구별 주축 슬관절의 굴근과 신근, 비주축 슬관절의 굴근과 신근의 근파위를 바탕으로 메타분석을 실시하였다.

가. 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기를 산출한 결과는 <표 19>와 같다.

표 19. 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	12	0.367	0.283	0.450	167.693	$p<.001$	93.440
Random		0.425	0.095	0.755			

우선 이질성 검정 결과를 보게되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다.($Q=167.693$, $p<.001$, $I^2=93.440$). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주축 슬관절 굴근 근파위의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 $0.425(95\% \text{ CI: } 0.095\sim 0.755$, $p<.001$)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주축 슬관절 굴근 근파위의 forest plot은 [그림 29]와 같다.

주축 슬관절 굴근 근파위의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 30]의 시각적인 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

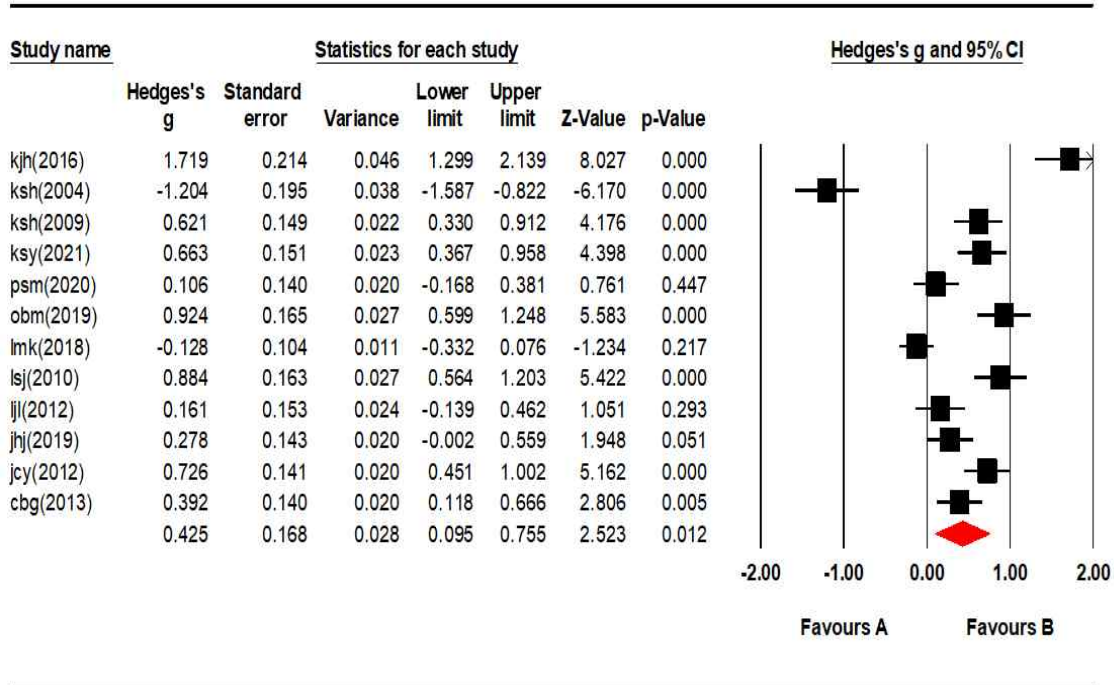


그림 29. 주축 슬관절 굴근 근파위의 전체 효과크기

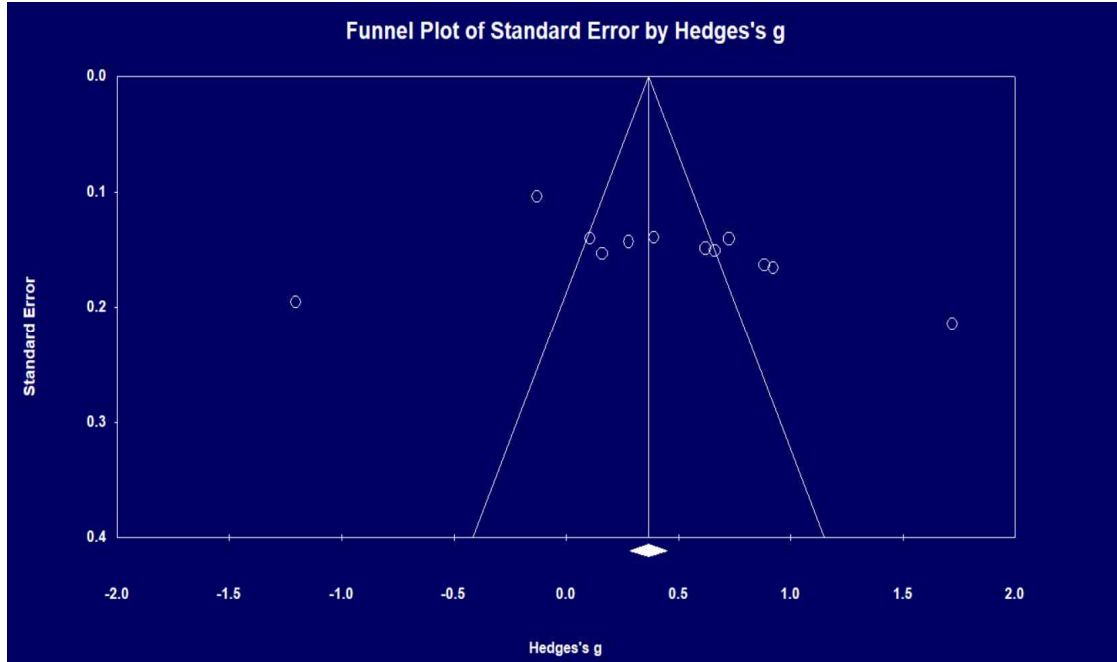


그림 30. 주측 슬관절 굴근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과

나. 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기를 산출한 결과는 <표 20>과 같다.

표 20. 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed		0.434	0.384	0.485			
Random	12	0.506	0.267	0.744	242.617	p<.001	95.466

우선 이질성 검정 결과를 보게되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=242.617, p<.001, I²=95.466). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주측 슬관절 신근 근파위의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.506(95% CI: 0.267~0.744, p<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기는 통계적으로 유의한

것으로 나타났다. 주축 슬관절 신근 근과위의 forest plot은 [그림 31]과 같다.

주축 슬관절 신근 근과위의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 32]의 시각적 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

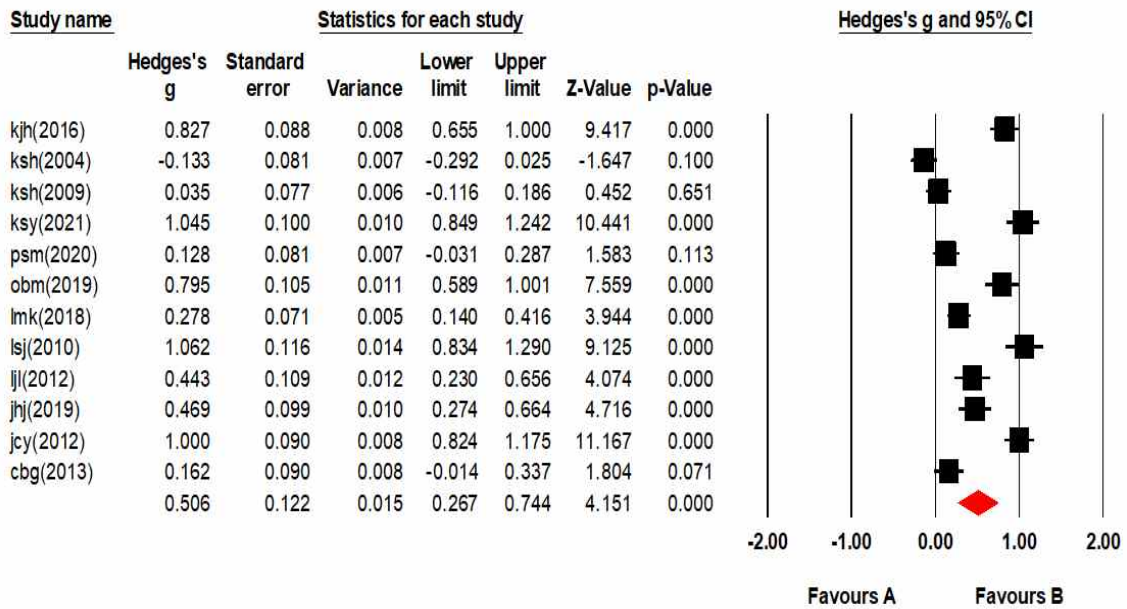


그림 31. 주축 슬관절 신근 근과위의 전체 효과크기

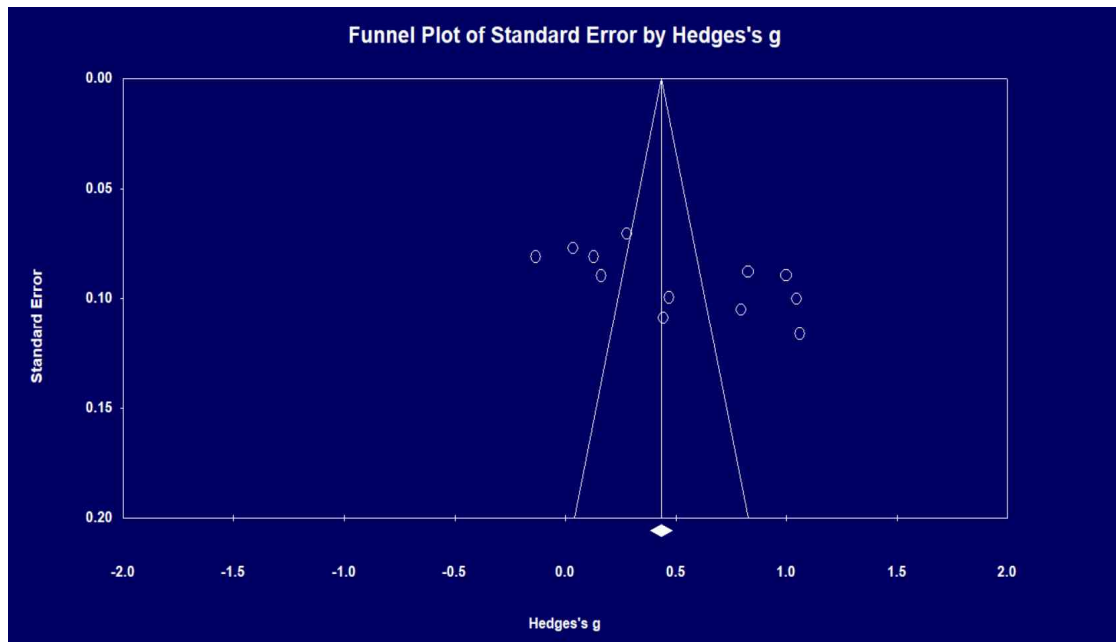


그림 32. 주축 슬관절 신근 근과위에 대한 출판편향 분석 결과

다. 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기를 산출한 결과는 <표 21>과 같다.

표 21. 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	12	0.395	0.315	0.475	75.868	<i>p</i> <.001	85.501
Random		0.446	0.234	0.659			

우선 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=75.868, *p*<.001, I²=85.501). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 비주측 슬관절 굴근 근과위의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.446(95% CI: 0.234~0.659, *p*<.001)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주측 슬관절 굴근 근과위의 forest plot은 [그림 33]과 같다.

비주측 슬관절 굴근 근과위의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 34]의 시각적인 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

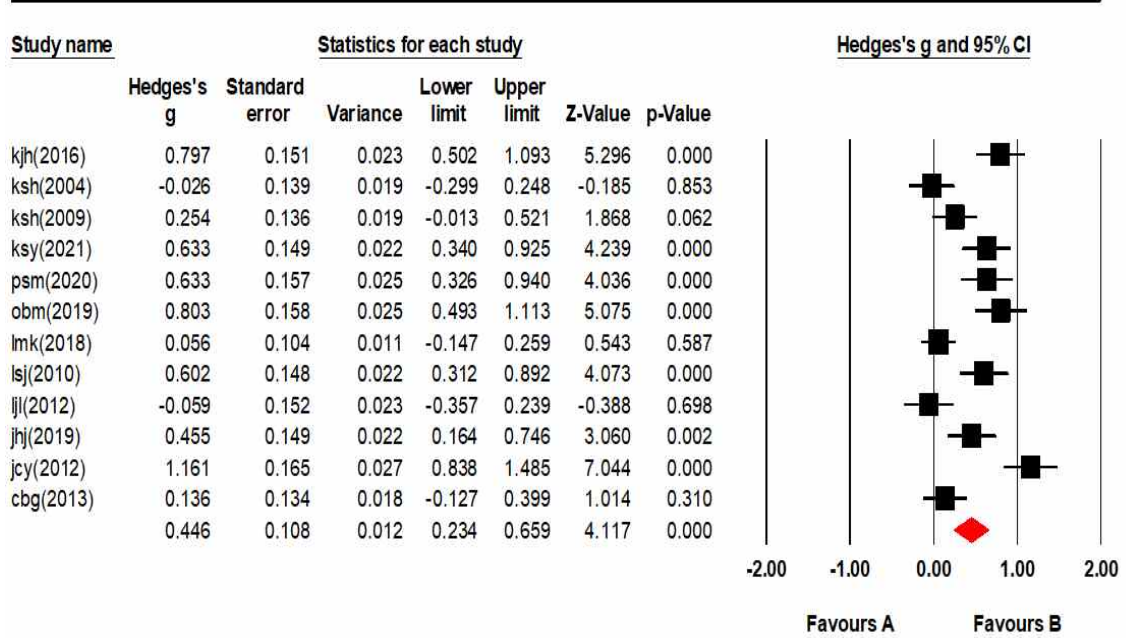


그림 33. 비주측 슬관절 굴근 근파위의 전체 효과크기

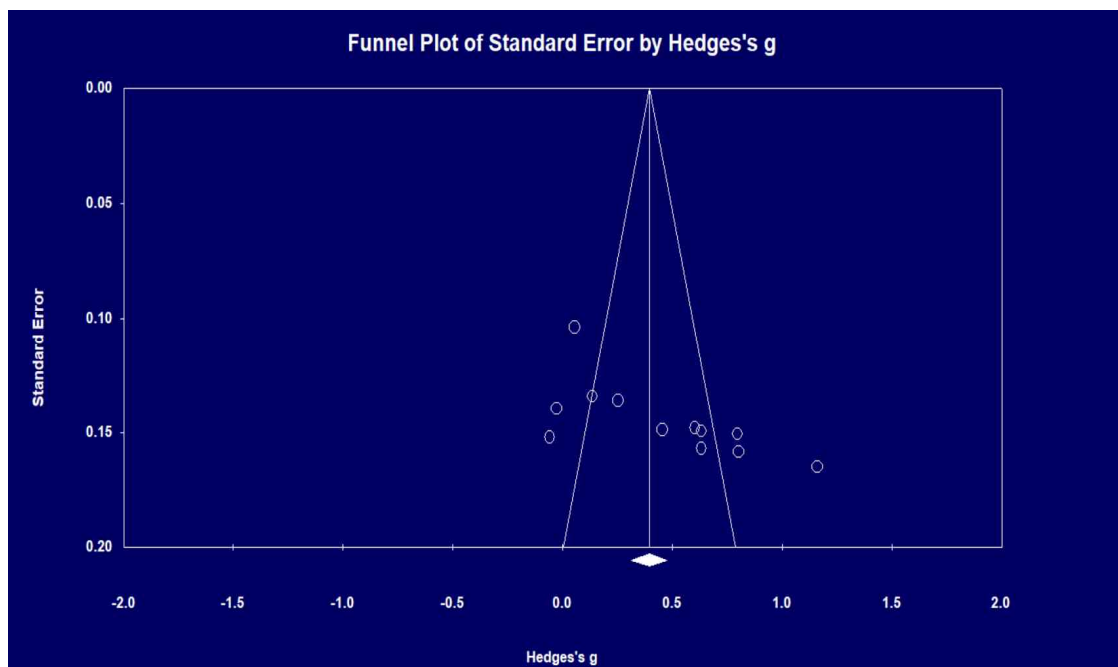


그림 34. 비주측 슬관절 굴근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과

라. 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기를 산출한 결과는 <표 22>와 같다.

표 22. 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	12	0.464	0.412	0.515	291.095	p<.001	96.221
Random		0.556	0.290	0.822			

우선 이질성 검정 결과를 보게되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=291.095, p<.001, I²=96.221). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 비주측 슬관절 신근 근파위의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.556(95% CI: 0.290~0.822, p<.001)으로 나타났고, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 비주측 슬관절 신근 근파위의 forest plot은 [그림 35]와 같다.

비주측 슬관절 신근 근파위의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 36]의 시각적인 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

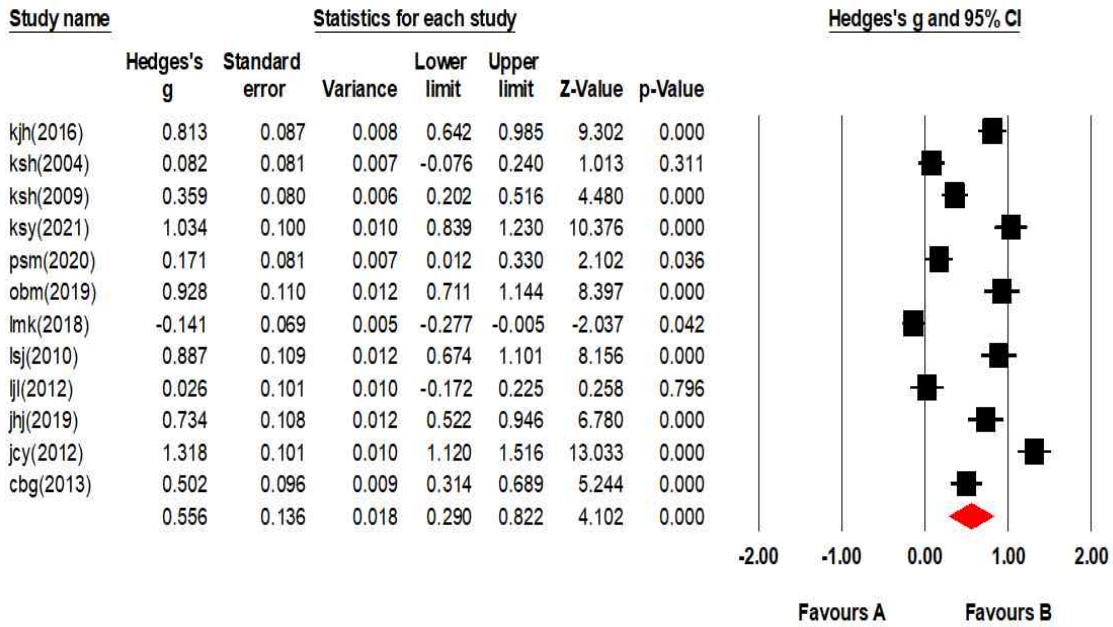


그림 35. 비주축 슬관절 신근 근파위의 전체 효과크기

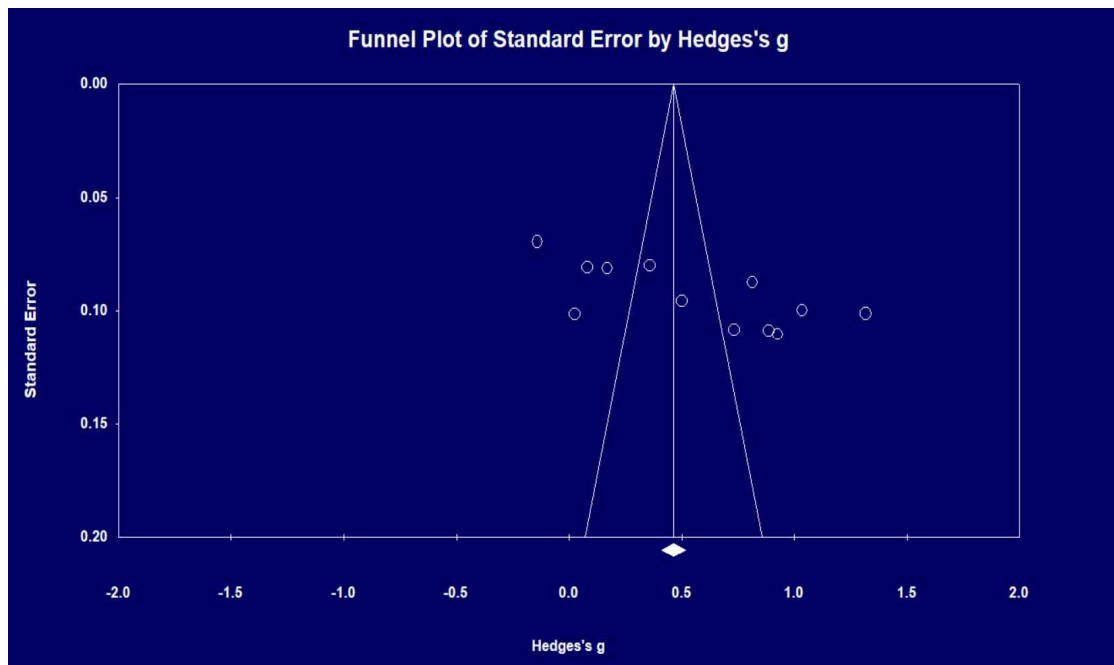


그림 36. 비주축 슬관절 신근 근파위에 대한 출판편향 분석 결과

6. 중재변인별 근파위의 효과크기 차이 검증

각 변인별 효과크기의 이질성을 검증한 결과 각 연구로부터 산출된 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있어 이질적인 것으로 해석되었다. 이에 따라 본 연구에서는 평균 효과크기에 영향을 주는 중재변인(moderator variable)이 존재할 것이라고 가정하고, 선행연구를 바탕으로 선정된 중재변인 7개를 바탕으로 하위 범주 간 효과크기의 차이를 검증하였다. 하지만 앞서 분석한 최대근력에 비해 연구의 수가 적어 하위변인 별 영향력을 검증하는데 다소 어려움이 따른다. 하위 범주의 효과크기 차이 검증에서는 Cohen d값의 과대 추정을 교정한 Hedge's g로 교정한 평균차이 값을 사용하여 분석하였다.

가. 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 23>과 같다.

표 23. 중재변인에 따른 주축 슬관절 굴근 근파위의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	5	0.252	0.140	-0.023	0.528	0.072	0.842	1	0.359
	유·청소년	7	0.547	0.288	-0.018	1.112	0.058			
운동 시간	50분 이하	1	-0.128	0.104	-0.332	0.076	0.217	7.500	2	0.024
	55분, 60분	7	0.278	0.222	-0.157	0.713	0.211			
	70분 이상	2	1.159	0.549	0.083	2.235	0.035			
운동 빈도	주3회 이하	11	0.407	0.183	0.049	0.765	0.026	0.824	1	0.364
	주4회 이상	1	0.621	0.149	0.330	0.912	0.000			
운동 기간	11주 이하	6	0.502	0.121	0.265	0.739	0.000	0.194	1	0.659
	12주 이상	6	0.345	0.334	-0.309	1.000	0.301			
참가 인원	10명 미만	10	0.452	0.195	0.071	0.834	0.020	0.114	1	0.736
	10명 이상	2	0.294	0.427	-0.544	1.131	0.492			
전문 성	비운동선수	4	0.032	0.350	-0.654	0.719	0.927	2.129	1	0.145
	운동선수	8	0.617	0.195	0.235	0.998	0.002			

출판	학술지	7	0.763	0.153	0.462	1.063	0.000	7.348	1	0.007
유형	학위논문	5	-0.057	0.261	-0.567	0.454	0.827			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.547로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.252로 나타났지만 두 연구 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.842$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 70분 이상 연구의 평균 효과크기가 1.159로 가장 높았다. 55분과 60분은 0.278, 50분 이하는 -0.128로 나타났지만 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=7.500$, $df=2$, $p<.05$). 운동빈도에서는 주4회 이상 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.621로 가장 높았으며, 주3회 이하는 0.407로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.824$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.502로 가장 높았다. 12주 이상 실시한 경우에는 0.345로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.194$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서 10명 미만 참여자의 평균 효과크기가 0.452로 가장 높았다. 10명 이상의 경우에는 0.294로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.114$, $df=1$, $p>.05$). 전문성 여부에서는 운동 선수의 평균 효과크기가 0.617로 가장 높았다. 비운동선수는 0.032로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=2.129$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.763으로 가장 높았다. 학위논문은 -0.057로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=7.348$, $df=1$, $p<.05$).

나. 중재변인에 따른 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 24>과 같다.

표 24. 중재변인에 따른 주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	5	0.413	0.153	0.112	0.713	0.007	0.431	1	0.512

	유·청소년	7	0.573	0.189	0.202	0.943	0.002			
운동 시간	50분 이하	1	0.278	0.071	0.140	0.416	0.000			
	55분, 60분	7	0.493	0.179	0.142	0.844	0.006	1.338	2	0.512
	70분 이상	2	0.430	0.396	-0.347	1.207	0.278			
운동 빈도	주3회 이하	11	0.549	0.127	0.300	0.798	0.000	12.004	1	0.001
	주4회 이상	1	0.035	0.077	-0.116	0.186	0.651			
운동 기간	11주 이하	6	0.429	0.163	0.110	0.748	0.008	0.368	1	0.544
	12주 이상	6	0.583	0.196	0.200	0.967	0.003			
참가 인원	10명 미만	10	0.479	0.137	0.211	0.748	0.000	0.166	1	0.683
	10명 이상	2	0.637	0.361	-0.070	1.344	0.078			
전문 성	비운동선수	4	0.128	0.120	-0.107	0.363	0.287	9.717	1	0.002
	운동선수	8	0.694	0.136	0.427	0.961	0.000			
출판 유형	학술지	7	0.624	0.163	0.306	0.943	0.000	1.321	1	0.250
	학위논문	5	0.341	0.185	-0.021	0.704	0.065			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.573으로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.413로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.431$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 55분과 60분 실시된 연구에서 0.493으로 가장 높았으며, 70분 이상은 0.430, 50분 이하는 0.278 순으로 나타났다. 하지만 70분 이상 실시한 연구의 평균 효과크기는 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.338$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.549로 가장 높았다. 주4회 이상 실시한 연구의 평균 효과크기는 0.035로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=12.004$, $df=1$, $p<.05$). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.583으로 가장 높았고, 11주 이하 실시한 경우에 0.429로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.368$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 이상 참여자의 평균 효과크기가 0.637로 가장 높았고, 10명 미만의 경우에는 0.479로 나타났다. 하지만 10명 이상 참여자 연구의

평균 효과크기는 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.166, df=1, p>.05). 전문성 여부에서는 운동선수의 평균 효과크기가 0.694로 가장 높았다. 비운동선수는 0.128로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다(Q=9.717, df=1, p<.05). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.624로 가장 높았다. 학위논문은 0.341로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=1.321, df=1, p>.05).

다. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 25>와 같다.

표 25. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 굴근 근과위의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	5	0.369	0.128	0.118	0.619	0.004	0.381	1	0.537
	유·청소년	7	0.501	0.171	0.166	0.835	0.003			
운동 시간	50분 이하	1	0.056	0.104	-0.147	0.259	0.587	8.040	2	0.018
	55분, 60분	7	0.536	0.151	0.239	0.832	0.000			
	70분 이상	2	0.522	0.272	-0.011	1.054	1.921			
운동 빈도	주3회 이하	11	0.465	0.118	0.233	0.697	0.000	1.366	1	0.242
	주4회 이상	1	0.254	0.136	-0.013	0.521	0.062			
운동 기간	11주 이하	6	0.566	0.152	0.268	0.863	0.000	1.208	1	0.272
	12주 이상	6	0.329	0.153	0.030	0.628	0.031			
참가 인원	10명 미만	10	0.419	0.102	0.218	0.619	0.000	0.106	1	0.745
	10명 이상	2	0.601	0.553	-0.481	1.684	0.276			
전문 성	비운동선수	4	0.200	0.098	0.008	0.393	0.041	4.402	1	0.036
	운동선수	8	0.572	0.147	0.283	0.860	0.000			

출판	학술지	7	0.518	0.100	0.323	0.714	0.000	0.521	1	0.471
유형	학위논문	5	0.346	0.217	-0.080	0.772	0.112			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.501로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.369로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.381, df=1, $p>.05$). 운동시간에서는 55분과 60분 연구의 평균 효과크기가 0.536으로 가장 높았으며, 70분 이상은 0.522, 50분 이하는 0.056 순으로 나타났다. 하지만 50분 이하, 70분 이상 실시된 모두 평균 효과크기가 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다(Q=8.040, df=2 $p<.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.465으로 가장 높았다. 주4회 이상 실시한 연구의 평균 효과크기는 0.254로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=1.366, df=1, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.566으로 가장 높았고, 12주 이상 실시한 경우에 0.329로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=1.208, df=1, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 이상 참여자의 평균 효과크기가 0.601로 가장 높았고, 10명 미만의 경우에는 0.419로 나타났다. 하지만 10명 이상 참여자 연구의 평균 효과크기는 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.106, df=1, $p>.05$). 전문성 여부에서는 운동선수의 평균 효과크기가 0.572로 가장 높았고, 비운동선수는 0.200으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다(Q=4.402, df=1, $p<.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.518로 가장 높았다. 학위논문은 0.346로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다(Q=0.521, df=1, $p>.05$).

라. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주측 슬관절 굴근 근파위의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 26>과 같다.

표 26. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 신근 근파위의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	5	0.456	0.215	0.035	0.877	0.034	0.377	1	0.539
	유·청소년	7	0.628	0.180	0.275	0.981	0.000			

	50분 이하	1	-0.141	0.069	-0.277	-0.005	0.042			
운동 시간	55분, 60분	7	0.678	0.180	0.325	1.031	0.000	24.919	2	0.000
	70분 이상	2	0.585	0.227	0.139	1.030	0.010			
운동 빈도	주3회 이하	11	0.575	0.150	0.281	0.869	0.000	1.614	1	0.204
	주4회 이상	1	0.359	0.080	0.202	0.516	0.000			
운동 기간	11주 이하	6	0.665	0.172	0.329	1.001	0.000	0.632	1	0.427
	12주 이상	6	0.448	0.213	0.031	0.864	0.035			
참가 인원	10명 미만	10	0.550	0.118	0.319	0.781	0.000	0.002	1	0.961
	10명 이상	2	0.586	0.730	-0.844	2.017	0.422			
전문 성	비운동선수	4	0.413	0.133	0.153	0.673	0.002	0.807	1	0.369
	운동선수	8	0.627	0.199	0.238	1.016	0.002			
출판 유형	학술지	7	0.747	0.098	0.554	0.939	0.000	3.258	1	0.071
	학위논문	5	0.288	0.234	-0.170	0.747	0.218			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.628로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.456으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.377$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 55분과 60분 연구의 평균 효과크기가 0.678로 가장 높았으며, 70분 이상은 0.585, 50분 이하는 -0.141 순으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=24.919$, $df=2$, $p<.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 실시한 연구의 평균 효과크기가 0.575로 가장 높았고, 주4회이상은 0.359로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.614$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.665로 가장 높았고, 12주 이상 실시한 경우에 0.448로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.632$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 이상 참여자의 평균 효과크기가 0.586으로 가장 높았고, 10명 미만의 경우에는 0.550으로 나타났다. 하지만 10명 이상 참여자 연구의 평균 효과크기는 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.002$, $df=1$, $p>.05$). 전문성 여부에서는 운동선수의 평균 효과크기가 0.627로 가장 높았고, 비운

동선수는 0.413으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.807, df=1, p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.747로 가장 높았다. 학위논문은 0.288로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=3.258, df=1, p>.05$).

7. 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근지구력의 효과크기

본 연구에서는 플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근지구력의 효과크기를 분석하기 위해 각 연구별 주측 슬관절의 굴근과 신근, 비주측 슬관절의 굴근과 신근의 근지구력을 바탕으로 메타분석을 실시하였다.

가. 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 27>과 같다.

표 27. 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	9	0.898	0.790	1.006	85.235	$p<.001$	90.614
Random		0.938	0.577	1.299			

우선 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다($Q=85.235, p<.001, I^2=90.614$). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주측 슬관절 굴근 근지구력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.938(95% CI: 0.577~1.299, $p<.001$)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 큰효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주측 슬관절 굴근 근지구력의 forest plot은 [그림 37]과 같다.

주측 슬관절 굴근 근지구력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 38]의 시각적인 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

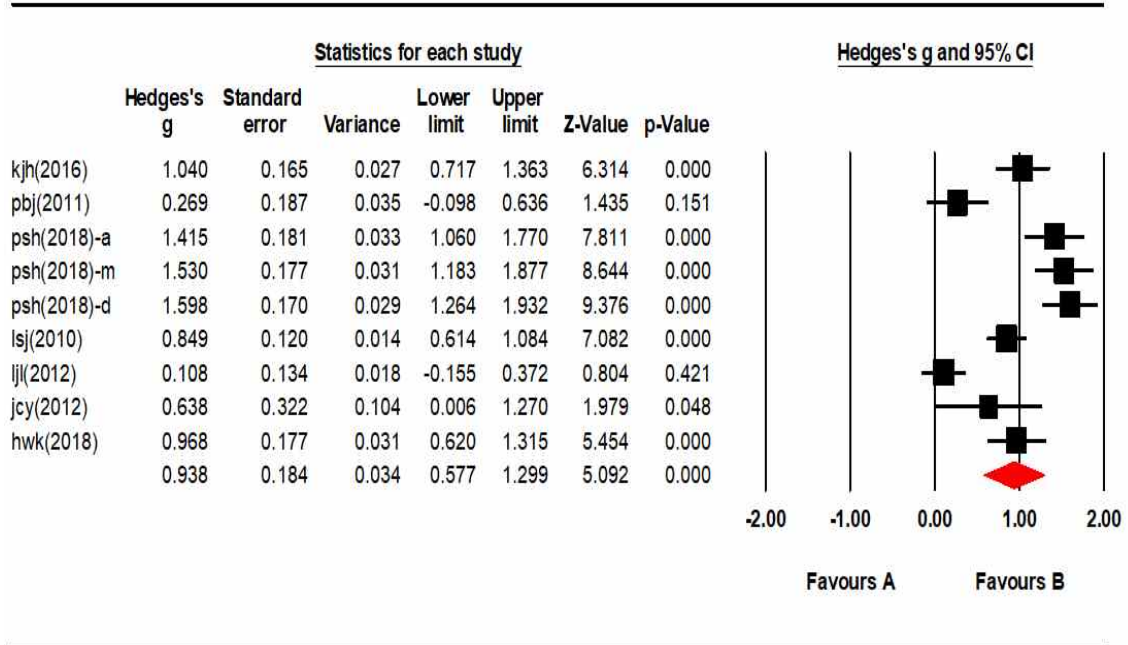


그림 37. 주축 슬관절 골근 근지구력의 전체 효과크기

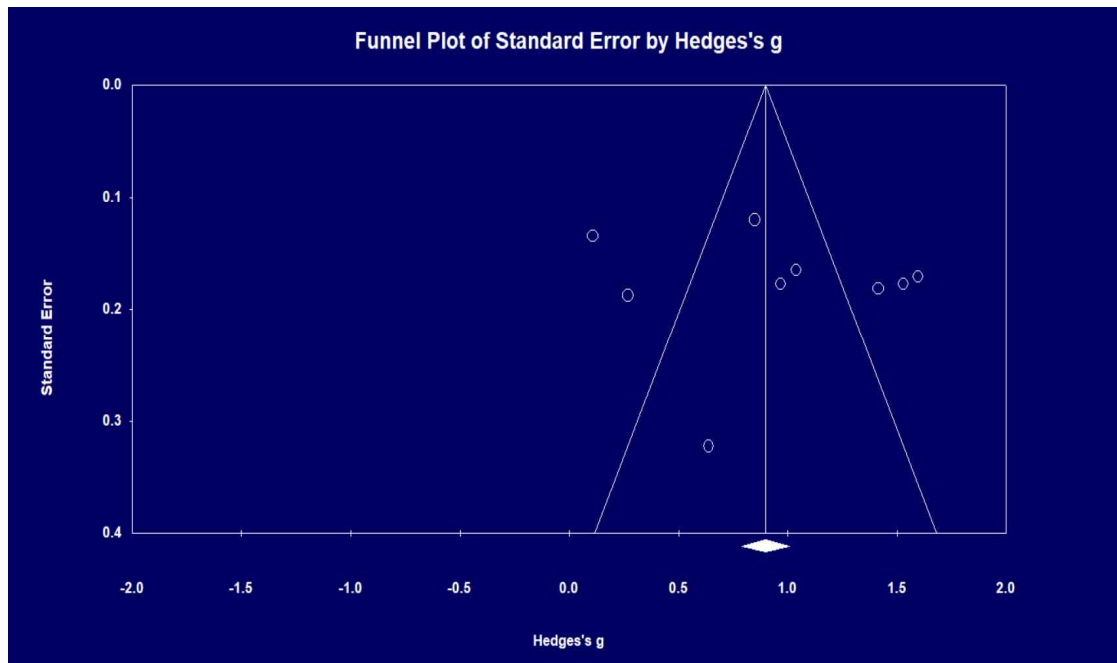


그림 38. 주축 슬관절의 골근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과

나. 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 28>과 같다.

표 28. 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	9	0.718	0.642	0.794	149.200	<i>p</i> <.001	94.638
Random		0.693	0.351	1.035			

우선 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=149.200, *p*<.001, I²=94.638). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 주측 슬관절 신근 근지구력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.693(95% CI: 0.351~1.035, *p*<.001)으로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주측 슬관절 신근 근지구력의 forest plot은 [그림 39]와 같다.

주측 슬관절 신근 근지구력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 우선 funnel plot [그림 40]의 시각적인 편향에 대해 좌·우 대칭이 불균형한 것을 확인하였다. 또한 추정치 가감법(trim & fill)을 실시한 결과 <표 29>, [그림 41]과 같이 1편의 연구가 추가된 후 효과크기가 0.738(95%CI: 0.417~1.059)로 보정 전의 효과크기 보다 약간 증가하는 것을 확인하였다. 하지만 이는 출판된 연구들이 통계적으로 유의한 수준을 중심으로 존재하여 연구결과의 타당성을 저해하는 것으로 볼 수 없으므로 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

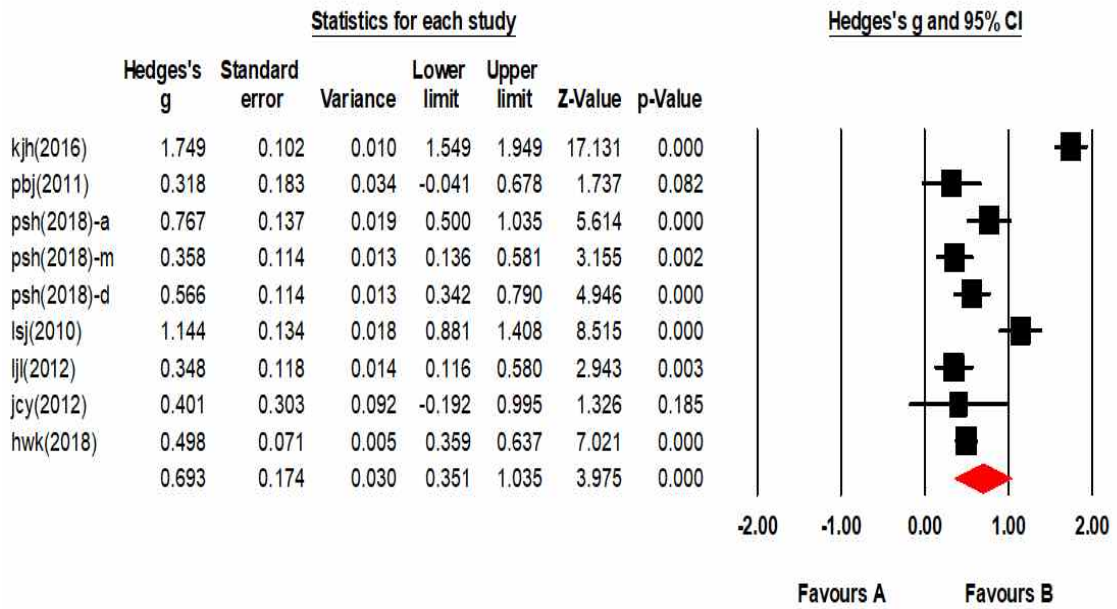


그림 39. 주축 슬관절 신근 근지구력의 전체 효과크기

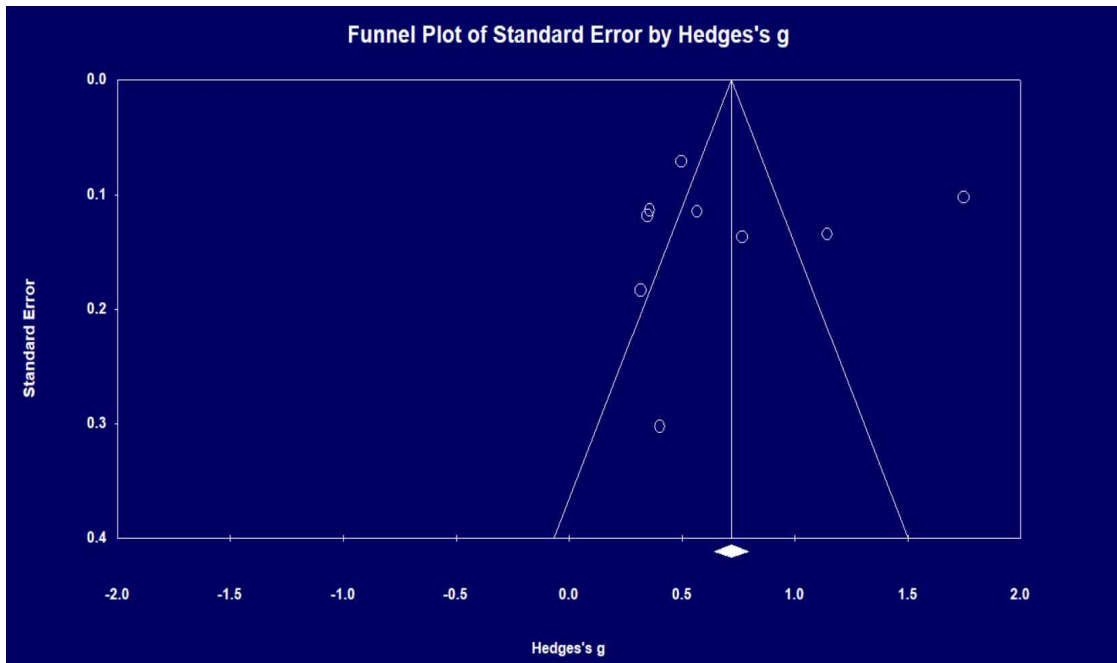


그림 40. 주축 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과 (보정 전)

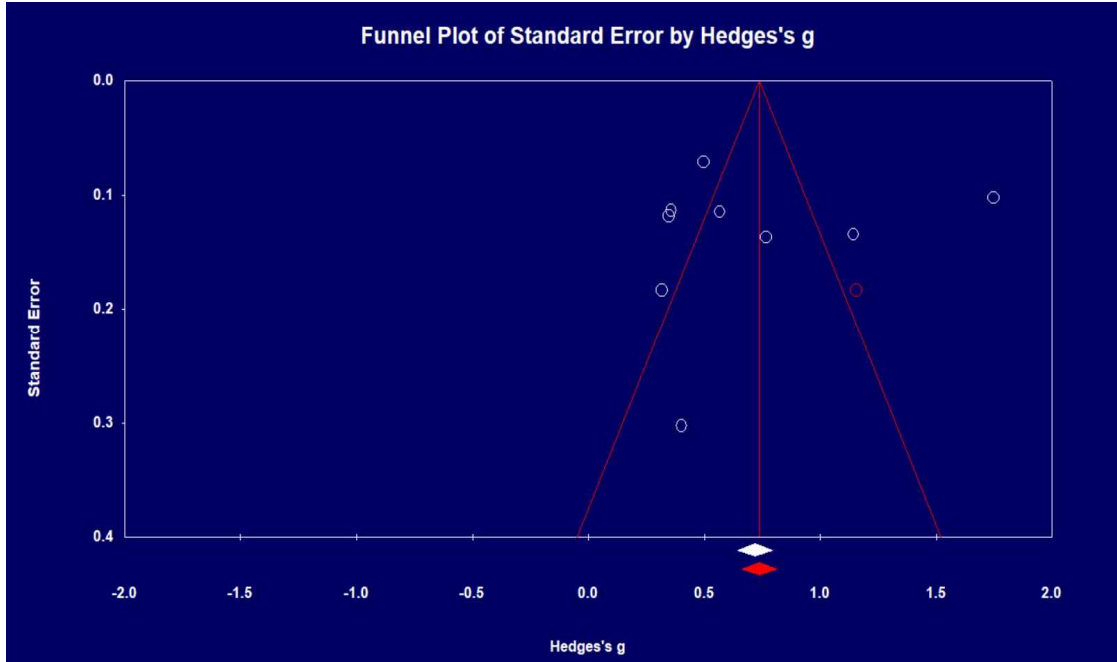


그림 41. 주측 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과 (보정 후)

표 29. 추정치 가감법 적용 결과

구분	K	ES	95% CI	
			Lower	Upper
관찰 값	-	0.693	0.351	1.035
보정 값	1	0.738	0.417	1.059

다. 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 30>과 같다.

표 30. 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed	9	0.485	0.395	0.575	32.020	$p < .001$	75.016
Random		0.491	0.304	0.679			

우선 이질성 검정 결과를 보게 되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인

것으로 나타났다($Q=32.020$, $p<.001$, $I^2=75.016$). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형 (random effect model)으로 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 $0.491(95\% \text{ CI: } 0.304\sim 0.679)$, $p<.001$ 로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 굴근의 근지구력 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주측 슬관절 신근의 근지구력 forest plot은 [그림 42]와 같다.

비주측 슬관절 굴근 근지구력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 funnel plot [그림 43]의 시각적인 분석을 실시한 결과 각 연구의 효과크기들이 좌·우 대칭의 모습을 보이고 있어 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

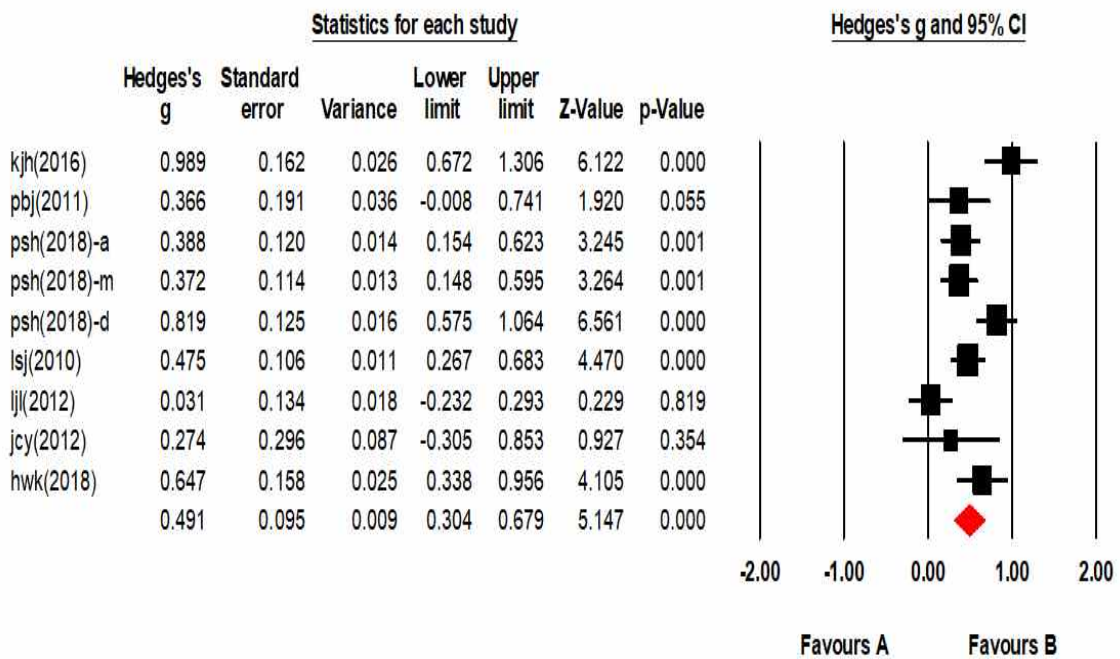


그림 42. 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 전체 효과크기

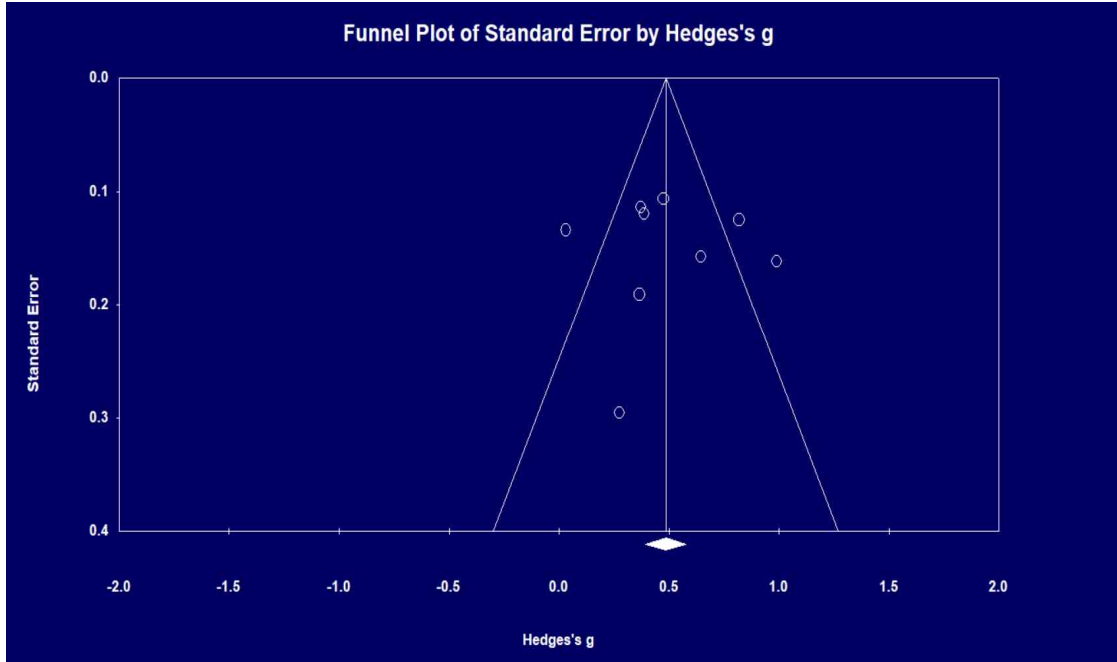


그림 43. 비주측 슬관절의 굴근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과

라. 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 분석하기 위해 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기를 산출한 결과는 <표 31>과 같다.

표 31. 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

Model	K	ES	95% CI		Heterogeneity		
			Lower	Upper	Q	P	I ²
Fixed		0.406	0.340	0.472			
Random	9	0.407	0.293	0.521	19.729	<i>p</i> <.005	59.451

우선 이질성 검정 결과를 보게되면, 개별연구에서 추출된 효과크기는 이질적인 것으로 나타났다(Q=19.729, *p*<.005, I²=59.451). 따라서 이 연구에서는 무선효과모형(random effect model)으로 비주측 슬관절 신근 근지구력의 평균 효과크기를 분석하였다. 무선효과모형에 의한 전체 평균 효과크기는 0.407(95% CI: 0.293~0.521, *p*<.005)로 나타났으며, Cohen(1988)의 효과크기 해석에 근거했을 때 중간 효과크기에 해당한다. 또한 95% 신뢰 구간에서 0을 포함하지 않고 있기 때문에 플라이오메

트릭 트레이닝에 대한 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 비주측 슬관절 신근 근지구력의 forest plot은 [그림 44]와 같다.

비주측 슬관절 신근 근지구력의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 우선 funnel plot [그림 44]의 시각적인 편향을 분석한 결과 평균값을 기준으로 좌측으로 약간 편향되어 있는 것을 관찰하였으며, 추정치 가감법(trim & fill)을 실시한 결과 <표 32>, [그림 45]와 같이 1편의 연구가 추가된 후 효과크기가 0.403(95%CI: 0.337~0.469)으로 보정 전의 효과크기 보다 다소 감소하는 것을 확인하였다. 하지만 이는 출판된 연구들이 통계적으로 유의한 수준을 중심으로 존재하여 연구결과의 타당성을 저해하는 것으로 볼 수 없으므로 출판편향은 존재하지 않은 것으로 해석할 수 있다.

Meta Analysis

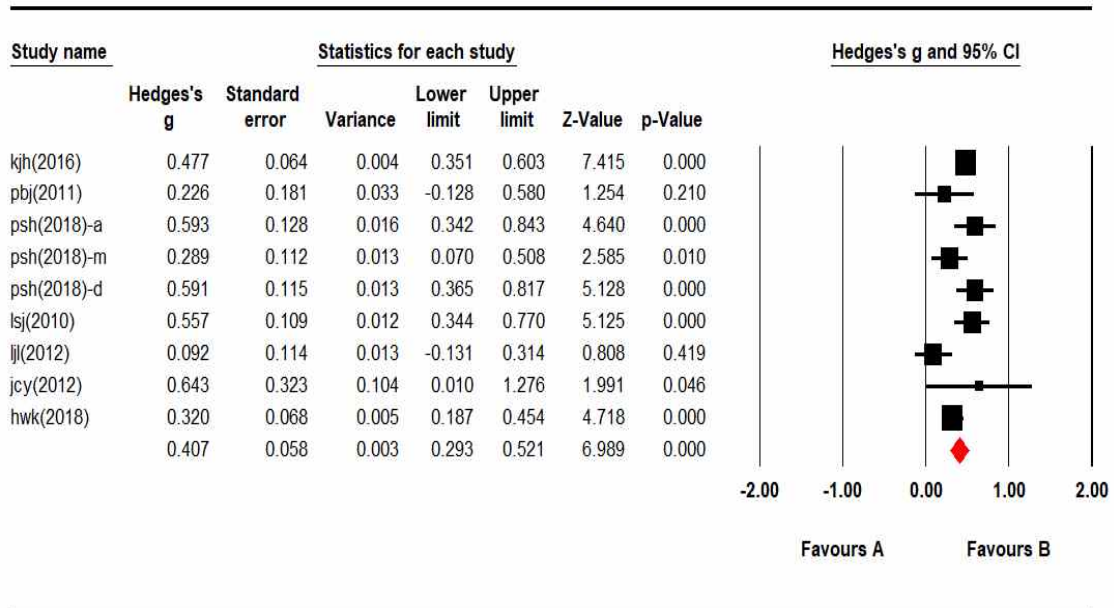


그림 44. 비주측 슬관절 신근 근지구력의 전체 효과크기

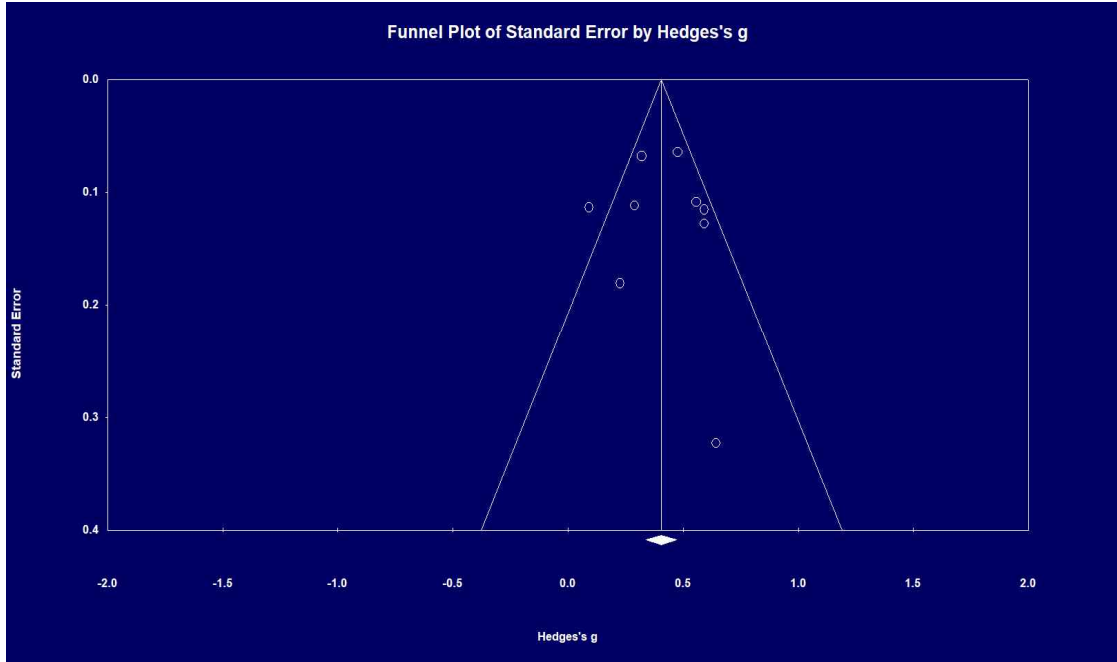


그림 45. 비주측 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과(보정 전)

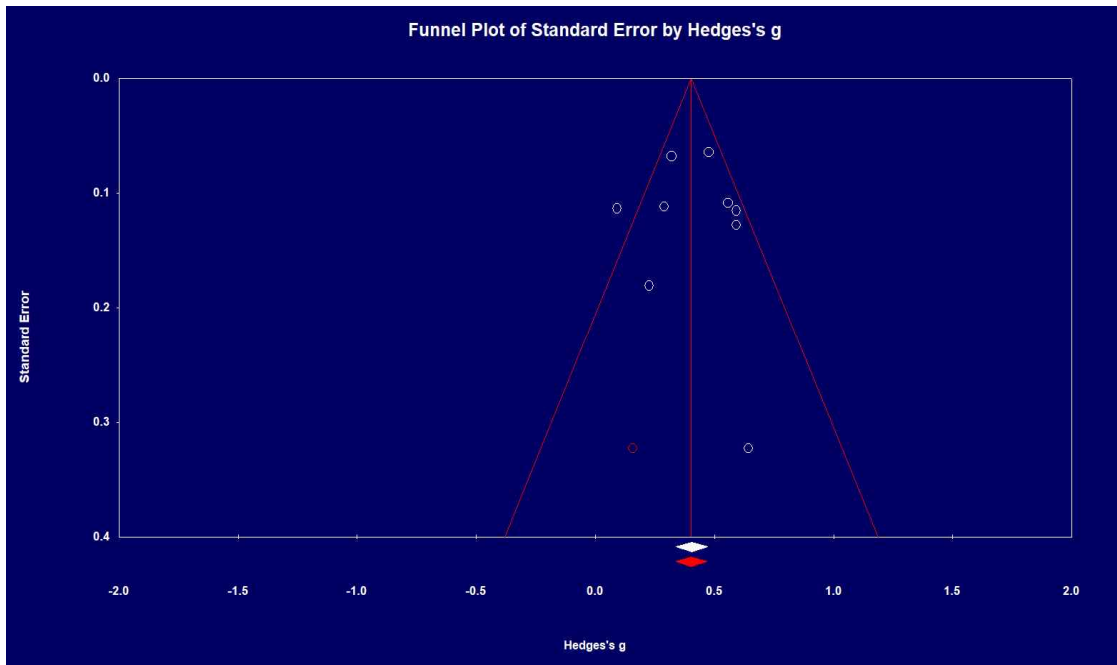


그림 46. 비주측 슬관절의 신근 근지구력에 대한 출판편향 분석 결과 (보정 후)

표 32. 추정치 가감법 적용 결과

구분	K	ES	95% CI	
			Lower	Upper
관찰 값	-	0.407	0.293	0.521
보정 값	1	0.403	0.289	0.510

8. 중재변인별 근지구력의 효과크기 차이 검증

각 변인별 효과크기의 이질성을 검증한 결과 각 연구로부터 산출된 효과크기는 비주측 슬관절 신근의 근지구력을 제외하고 통계적으로 유의한 차이가 있어 이질적인 것으로 해석 되었다. 이에 따라 비주측 슬관절의 신근을 제외한 나머지 연구에서는 평균효과 크기에 영향을 주는 중재변인(moderator variable)이 존재할 것이라고 가정하고, 선행연구를 바탕으로 선정된 중재변인 6개를 바탕으로 하위 범주 간 효과크기의 차이를 검증하였다. 하지만 앞서 분석한 최대근력과 근파위에 비해 연구의 수가 적어 하위변인 별 영향력을 검증하는데 큰 어려움이 따른다. 중재변인의 하위 범주의 효과크기 차이 검증에서는 Cohen d값의 과대 추정을 교정한 Hedge's g로 교정한 평균차이 값을 사용하여 분석하였다.

가. 중재변인에 따른 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과 크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 33>과 같다.

표 33. 중재변인에 따른 주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	1	0.968	0.177	0.620	1.315	0.000	0.015	1	0.902
	유·청소년	8	0.934	0.208	0.527	1.341	0.000			
운동 시간	50분 이하	1	0.968	0.177	0.620	1.315	0.000	3.643	2	0.162
	55분, 60분	4	1.380	0.157	1.072	1.689	0.000			
	70분 이상	1	1.040	0.165	0.717	1.363	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	8	1.021	0.191	0.647	1.396	0.000	7.900	1	0.005
	주4회 이상	1	0.269	0.187	-0.098	0.636	0.151			
운동 기간	11주 이하	2	0.891	0.155	0.586	1.196	0.000	0.081	1	0.776
	12주 이상	7	0.969	0.224	0.529	1.408	0.000			
참가 인원	10명 미만	8	0.968	0.197	0.582	1.354	0.000	0.763	1	0.382
	10명 이상	1	0.638	0.322	0.006	1.270	0.048			

출판 유형	학술지	3	0.733	0.204	0.333	1.132	0.000	0.829	1	0.363
	학위논문	6	1.048	0.279	0.500	1.595	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.968로 가장 높았으며, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.934로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.015$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 55, 60분 연구에서 평균 효과크기가 1.380으로 가장 높았으며, 70분 이상은 1.040, 50분 이하는 0.968 순으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=3.643$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 연구의 평균 효과크기가 1.021로 가장 높았다. 주4회 이상은 0.269로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=7.900$, $df=1$, $p<.05$). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.969로 가장 높았으며, 11주 이하 실시한 경우에는 0.891로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.081$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참여자의 평균 효과크기가 0.968로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.638로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.763$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학위 논문의 평균 효과크기가 1.048로 가장 높았으며, 학술지 게재 논문은 0.733으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.829$, $df=1$, $p>.05$).

나. 중재변인에 따른 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 34>와 같다.

표 34. 중재변인에 따른 주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	1	0.498	0.071	0.359	0.637	0.000	0.998	1	0.318
	유·청소년	8	0.717	0.208	0.310	1.125	0.001			
운동 시간	50분 이하	1	0.498	0.071	0.359	0.637	0.000	111.557	2	0.000
	55분, 60분	4	0.539	0.098	0.346	0.732	0.000			

	70분 이상	1	1.749	0.102	1.549	1.949	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	8	0.738	0.187	0.371	1.105	0.000	2.559	1	0.110
	주4회 이상	1	0.318	0.183	-0.041	0.678	0.082			
운동 기간	11주 이하	2	0.493	0.069	0.358	0.628	0.000	1.261	1	0.261
	12주 이상	7	0.754	0.222	0.319	1.190	0.001			
참가 인원	10명 미만	8	0.722	0.185	0.360	1.084	0.000	0.817	1	0.366
	10명 이상	1	0.401	0.303	-0.192	0.995	0.185			
출판 유형	학술지	3	1.083	0.390	0.319	1.847	0.005	2.236	1	0.135
	학위논문	6	0.493	0.059	0.377	0.609	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.717로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.498로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.998$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 70분 이상 연구에서 평균 효과크기가 1.749로 가장 높았으며, 55분과 60분은 0.539, 50분 이하는 0.498 순으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=111.557$, $df=2$, $p<.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 연구의 평균 효과크기가 0.738로 가장 높았다. 주4회 이상은 0.318로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=2.559$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.754로 가장 높았으며, 11주 이하 실시한 경우에는 0.493으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.261$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참여자의 평균 효과크기가 0.722로 가장 높았으며, 10명 이상의 경우에는 0.401로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.817$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 1.083으로 가장 높았으며, 학위논문은 0.493으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=2.236$, $df=1$, $p>.05$).

다. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 35>와 같다.

표 35. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 굴근 근지구력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	1	0.647	0.158	0.338	0.956	0.000	0.849	1	0.357
	유·청소년	8	0.472	0.105	0.266	0.678	0.000			
운동 시간	50분 이하	1	0.647	0.158	0.338	0.956	0.000	5.912	2	0.052
	55분, 60분	4	0.492	0.126	0.244	0.739	0.000			
	70분 이상	1	0.989	0.162	0.672	1.306	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	8	0.505	0.104	0.300	0.709	0.000	0.404	1	0.525
	주4회 이상	1	0.366	0.191	-0.008	0.741	0.055			
운동 기간	11주 이하	2	0.544	0.166	0.218	0.870	0.001	0.079	1	0.778
	12주 이상	7	0.488	0.112	0.269	0.707	0.000			
참가 인원	10명 미만	8	0.506	0.101	0.309	0.703	0.000	0.553	1	0.457
	10명 이상	1	0.274	0.296	-0.305	0.853	0.354			
출판 유형	학술지	3	0.610	0.181	0.256	0.964	0.001	0.672	1	0.412
	학위논문	6	0.432	0.120	0.196	0.668	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.647로 가장 높았으며, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.472로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.849$, $df=1$, $p>.05$). 운동시간에서는 70분 이상 연구에서 평균 효과크기가 0.989로 가장 높았으며, 50분 이하는 0.647, 55분과 60분은 0.492 순으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하였다($Q=5.912$, $df=2$, $p>.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 연구의 평균 효과크기가 0.505로 가장 높았다. 주4회 이상은 0.366으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.404$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 11주 이하의 연구에서 평균 효과크기가 0.544로 가장 높았으며, 12주 이상 실시한 경우에는 0.488로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.079$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 미만 참여자의 평균 효과크기가 0.506으로 나타났다. 10명 이상의 경우에는 평균 효과크기가 0.274로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변

인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.553$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.610으로 가장 높았으며, 학위논문은 0.432로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.672$, $df=1$, $p>.05$).

라. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

중재변인에 따른 플라이오메트릭 트레이닝이 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기에 영향을 미치는지 검증한 결과는 <표 36>과 같다.

표 36. 중재변인에 따른 비주측 슬관절 신근 근지구력의 효과크기

그룹	구분	K	ES(g)	SE	95%CI		p1	Q	df	p2
					Lower	Upper				
연령	성인	1	0.320	0.068	0.187	0.454	0.000	1.141	1	0.285
	유·청소년	8	0.423	0.068	0.290	0.556	0.000			
운동 시간	50분 이하	1	0.320	0.068	0.187	0.454	0.000	3.637	2	0.162
	55분, 60분	4	0.496	0.090	0.320	0.672	0.000			
	70분 이상	1	0.477	0.064	0.351	0.603	0.000			
운동 빈도	주3회 이하	8	0.420	0.061	0.300	0.540	0.000	1.033	1	0.309
	주4회 이상	1	0.226	0.181	-0.128	0.580	0.210			
운동 기간	11주 이하	2	0.334	0.066	0.204	0.464	0.000	0.679	1	0.410
	12주 이상	7	0.414	0.071	0.275	0.553	0.000			
참가 인원	10명 미만	8	0.400	0.060	0.282	0.517	0.000	0.549	1	0.459
	10명 이상	1	0.643	0.323	0.010	1.276	0.046			
출판 유형	학술지	3	0.470	0.064	0.345	0.596	0.000	0.680	1	0.410
	학위논문	6	0.384	0.082	0.223	0.546	0.000			

p_1 =해당범주의 효과크기(ES)의 평균이 통계적으로 유의한지 검증한 Z값

p_2 =해당범주내의 효과크기(ES)들이 동질적인지 검증한 Q값

연령에 따른 분석 결과, 유·청소년을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.423으로 가장 높았으며, 성인을 대상으로 한 평균 효과크기가 0.320으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.141$, $df=1$, $p>.05$). 운동시

간에서는 55분과 60분 연구에서 평균 효과크기가 0.496으로 가장 높았으며, 70분 이상은 0.477, 50분 이하는 0.320 순으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=3.637$, $df=2$, $p<.05$). 운동빈도에서는 주3회 이하 연구의 평균 효과크기가 0.420으로 가장 높았다. 주4회 이상은 0.226으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=1.033$, $df=1$, $p>.05$). 운동기간에서는 12주 이상의 연구에서 평균 효과크기가 0.414로 가장 높았으며, 11주 이하 실시한 경우에는 0.334로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.679$, $df=1$, $p>.05$). 참가인원에서는 10명 이상 참여자의 평균 효과크기가 0.643으로 가장 높았으며, 10명 미만의 경우에는 0.400으로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.549$, $df=1$, $p>.05$). 출판유형의 경우에는 학술지 게재 논문의 평균 효과크기가 0.470으로 가장 높았으며, 학위논문은 0.384로 나타났다. 중재변인 간 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의하지 않았다($Q=0.680$, $df=1$, $p>.05$).

V. 논의

본 연구의 목적은 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절의 등속성 하지 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)에 미치는 효과를 검증하는 것이다. 이를 위해 1996년 1월 1일부터 2021년 12월 31일까지 등록된 학술지 게재 논문 및 학위 논문을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 본 연구 결과를 통해 주·비주측 굴·신근의 근기능의 효과를 비교하여 플라이오메트릭 트레이닝이 하지 근기능에 미치는 효과에 관해 논의하고자 한다.

1. 플라이오메트릭 트레이닝이 최대근력 향상에 미치는 효과

플라이오메트릭 트레이닝은 먼저 주동근을 의도적으로 신장시킴으로서 저장한 탄성에너지를 주동근이 단축할 때 발생한 힘과 합침으로써 전체 힘을 증가시키는 것이 기본적인 원리이다(윤재량, 2007; 임완기 등, 2013; Wilk, Voight, Keirns, Gambetta, Andrews & Dillman, 1993). 따라서 순간적인 근력과 스피드가 중요한 스포츠 선수들에게서 빈번히 실시되고 있다(윤재량, 2007). 본 연구에서 최종 선정된 37편의 연구에서 산출된 효과크기는 주측 굴근 최대근력에서 0.660, 주측 신근 최대근력에서는 0.554, 비주측 굴근 최대근력에서는 0.601, 비주측 신근 최대근력에서는 0.514로 효과크기를 나타내었다. 즉 모든 근육 부위에서 중간크기의 효과크기를 나타냈으며, 양측 굴근이 신근에 비해 다소 높은 효과크기를 나타내었다. 이를 통해 플라이오메트릭이 양측의 굴근과 신근의 최대근력을 향상시키는 변인으로 효과가 있음을 시사하고 있다. 강성훈, 여남희(2005), Chmielewsk et al.(2006), 박성화(2018)의 연구에서 신장반사 운동은 근육량이 많고 피로의 역치가 낮은 신근이 굴근에 비해 더 큰 효과를 가져오지만 평소 크게 부하되지 않은 굴근에서도 반복적 수축으로 인해 높은 효과를 나타낸다고 보고하였고, 이은주(2005)는 박스(box)를 이용한 수직 점프 위주의 플라이오메트릭 트레이닝은 모든 각속도의 굴근 근력에서 큰향상을 가져와 순발력의 척도가 되는 수직점프 기능이 향상되었다고 보고함으로써 양측 굴근에서 높은 효과크기를 보인 본 연구의 결과를 지지해주고 있다. 따라서 플라이오메트릭 트레이닝은 양측 굴근과 신근에 모두 중간 효과크기로 긍정적인 영향을 미치며 비교적 크기가 작아 반복적으로 사용되고 수직 점프에서 이용 비율이 높은 굴근이 조금 더 큰 효과를 나타냈을 것이라 판단된다.

선정된 연구로부터 산출된 효과크기들의 동질성 검증(Q, I^2)결과 각 개별연구에서 추출된 효과크기는 모두 이질적인 것으로 나타났으며, 이러한 결과에 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 7개의 중재변인을 선정하여 그 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 참가인원에 따른 효과차이는 주측 굴근과 신근에서만 존재하는 것으로 나

타났으며($p < .05$), 참가인원 변인에 따른 하위집단의 효과크기는 10명 미만, 10명 이상 순으로 유의하게 나타났다. 참가인원에 따른 효과차이를 정의할 수 있는 타당한 근거는 부족하지만 적은 숫자 참여자가 운동에 참여했을 때 높은 효과를 나타낸 것은 연구자와 피험자간 상호작용이 늘어남으로써 격려와 강화 같은 사회적 지지(Cohen & Hoberman, 1983)가 늘어났기 때문이라 추측된다. 또한 관리자가 자신을 집중해서 지켜본다고 생각하는 관중효과(audience)가 피험자에게 작용하여 운동수행의 집중력을 높여 운동의 효과가 크게 나타나지 않았을까 판단된다.

둘째, 전문성 여부에 따른 효과 차이는 비주축 굴근에서만 존재하는 것으로 나타났다($p < .05$), 비운동선수, 운동선수 순으로 유의하게 나타났다. 이는 Villarreal, Requena & Newton (2010)의 연구 결과와 마찬가지로 상대적으로 근력이 낮은 비운동선수의 슬관절에서 신전반사, 근육의 탄성, 골지건 기관에 대한 신경근 적응현상(Wilk et al. 1993)이 높은 비율로 근력을 향상시켜 운동 수준이 높은 운동선수보다 훈련되지 않은 일반인이 더 높은 근력 효과를 나타냈다고 사료된다. 따라서 플라이오메트릭 트레이닝은 운동선수에 비해 비운동선수의 최대근력 향상에 더 효과가 있음을 알 수 있다.

셋째 연령, 넷째 운동시간, 다섯째 운동빈도, 여섯째 운동기간, 일곱째 출판유형 중재변인에 따른 효과크기 차이는 없는 것으로 나타났다. 하위 변인별로는 운동시간 중재변인 중 70분 이상 변인에서만 유의한 효과가 나타나지 않았고($p > .05$), 나머지 하위 변인에서는 유의한 효과를 나타내었다. 이는 참가자의 연령, 운동시간, 운동빈도, 운동기간, 출판 영향의 변인이 평균 효과크기에 영향을 주지 않았음을 뜻하고 대부분 하위변인에 대부분 긍정적인 영향을 미쳤음을 의미한다. 하지만 메타분석의 특성상 37편의 연구로 최대근력 향상의 효과와 중재변인의 영향력을 검증하고 일반화 하는데는 어려움이 따른다. 따라서 추후 지속적인 연구 누적을 통한 중재가 실시되어야 할 것이다.

2. 플라이오메트릭 트레이닝이 근파워 향상에 미치는 효과

플라이오메트릭 트레이닝은 신전-반사의 원리를 이용하여 원심성 수축 이후 일어나는 구심성 수축의 탄력성을 통해 폭발적인 수축력을 만들어내는 근파워 운동이다(강성우 등, 2012). 또한 관절의 기능과 안정성을 증가시킴으로서 슬관절의 부상을 감소시키는데 효과적이다(Chimera, Swanik, Swanik & Straub, 2004). 본 연구에서는 주축 굴근 근파워에서 0.425, 주축 신근 근파워에서는 0.506, 비주축 굴근 근파워에서는 0.446, 비주축 신근 근파워에서는 0.556으로 효과크기를 나타내었다. 즉, 모든 근육 부위에서 중간 효과크기를 나타냈으며, 양측 신근이 굴근에 비해 다소 높은 효과크기를 나타내었다. 이를 통해 플라이오메트릭이 양측의 굴근과 신근의 근파워를 향상시키는 변인으로 효과가 있음을 시사하고 있다. 파워는 근력과 운동속도를 곱한 값이다.($power = strength \times velocity$) 따라서 굴근에 비해 비교적 큰 근육인 신근의 외측광근, 중간광근, 내측광근, 대퇴직근이 근 협응력이 높아지고(김

경룡, 방현석, 2006), 인대와 건의 힘이 증가되면서 운동 속도가 증가하여 상대적으로 작은 근육인 굴근에 비해 높은 근과워를 만들어 냈을것이 판단된다.

선정된 연구로부터 산출된 효과크기들의 동질성 검증(Q, I^2)결과 각 개별 연구에서 추출된 효과크기는 모두 이질적인 것으로 나타났으며, 이러한 결과에 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 7개의 중재변인을 선정하여 그 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 운동시간에 따른 효과크기 차이는 주측 신근을 제외한 주측 굴근, 비주측의 굴근과 신근에서 존재하는 것으로 나타났다($p < .05$). 양측 근육 부위별로 분석한 결과 주측 관절에서는 70분의 운동시간이 높은 효과크기를 나타내었고, 비주측 관절에서는 55분과 60분의 운동시간이 가장 높은 효과크기를 나타내었다. Chu(1998)와 윤재량(2007)은 플라이오메트릭 트레이닝은 중·고강도로 트레이닝이 실시되어야 하므로 운동시간에 초점을 맞춘 운동 계획보다 훈련 횟수 사이의 휴식과 참가자의 목적과 기초체력에 부합할 수 있도록 훈련을 구성하는 것이 중요하다고 보고하였다. 따라서 정해진 시간의 운동보다는 피험자의 기초체력과 운동 목적에 따라 운동시간을 설정하는 것이 우선되어야 하며, 본 연구결과처럼 피로에 대한 역치가 높은 주측 슬관절의 근과워를 향상시키기 위해서는 비주측의 근육보다 시간을 늘리는 운동이 효과적일것으로 판단된다.

둘째, 운동빈도에 따른 효과크기 차이는 주측 신근에서만 존재하는 것으로 나타났으며($p < .05$), 주3회 이하에서만 유의하게 나타났다. 플라이오메트릭 트레이닝은 근신경계의 폭발적인 근수축을 필요하기 때문에 높은 수준의 집중력이 요구된다(chu, 1984). 이는 고강도 운동에 따른 훈련 간 회복 시간이 보장되어야 함을 의미한다. 초보자는 적어도 48시간 이상의 휴식이 필요하며, 파워 향상을 위해 1:3, 1:4의 비율의 훈련 프로그램 구성이 권장된다(박해찬 등, 2005). 따라서 본 연구와 같이 주3회 이하의 연구에서만 유의한 효과크기를 나타낸 것은 휴식의 중요성을 언급한 선행연구의 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 하지만 주4회 이상 연구는 1편에 불과하기 때문에 해석에 주의가 요구되며, 추후 추가 연구를 포함하여 해당 변인에 대한 명확한 규명이 필요하다.

셋째, 전문성에 따른 효과 크기 차이는 주측 신근과 비주측 굴근에서만 존재하는 것으로 나타났으며($p < .05$), 주측 신근에서는 운동선수만 유의한 효과를 나타냈고 비주측 굴근에서는 운동선수, 비운동선수 순으로 유의하게 나타났다. 국내의 선행연구 중 두 집단(운동선수, 비운동선수)의 플라이오메트릭 실시 후 근과워 향상 차이를 규명한 연구가 없어 명확한 근거를 제시하지 못하지만, 플라이오메트릭 운동은 기초 근력이 우수한 운동선수들이 신장성 수축 단계에서 빠른 운동 속도와 폭발적인 최대힘을 발휘하게 하므로(Villarreal, et al.,2010) 비교적 낮은 운동속도를 발휘한 비운동선수의 근과워 향상이 비교적 낮게 나타난 것으로 추측된다.

넷째, 출판유형에 따른 효과크기 차이는 주측 굴근에서만 존재하는 것으로 나타났으며($p < .05$), 주측 굴근의 학술지 게재 논문에서만 유의하게 나타났다. 학술지 게재 논문은 학회에서 엄격한 심사를 통해 게재 되므로 질적, 양적으로 통제되어

그 결과 가치의 신뢰도가 높다. 따라서 해당 연구결과들이 근과워 향상에 긍정적인 효과를 제시해 준 것으로 보아 학술지 게재 논문들에서 제시하는 근과워 향상 효과는 유의한 것으로 판단된다. 하지만 본 연구의 다른 근육의 중재변인 중 출판 유형에서 대부분의 하위 범주가 일관된 효과를 나타내는 것으로 보아 출판유형에 관계없이 효과크기를 제시하는 것이 문제가 없다고 판단된다.

다섯째 연령, 여섯째 운동기간, 일곱째 참가인원 중재변인에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 하위 변인별로는 주축 굴근의 연령에서 성인과 유·청소년, 참가기간에서 12주 이상, 참가인원에서는 10명 이상 참가한 연구에서 모두 효과가 유의하지 않았다. 나머지 근육 부위에서는 참가인원의 10명 이상에서 효과가 유의하지 않았다. 특히 비주축 신근의 하위 변인 중 운동시간에 50분 이하의 연구에서 부적 효과크기(-0.141)가 나타났는데 해당 하위 변인에 포함된 연구가 1개에 불과하고 연구결과의 오류를 배제할 수 없어 해석에 주의가 필요하다. 따라서 연령, 운동기간, 참가인원 변인은 평균 효과에 영향을 주지 않았음을 알 수 있었고, 위의 하위 변인을 제외한 나머지 하위 변인에는 긍정적인 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 하지만 메타분석의 특성상 12편의 연구로 근과워 향상의 효과와 중재변인의 영향력을 검증하고 일반화 하는데는 어려움이 따른다. 따라서 추후 지속적인 연구 누적을 통한 중재가 실시되어야 할 것이다.

3. 플라이오메트릭 트레이닝이 근지구력 향상에 미치는 효과

플라이오메트릭 트레이닝은 신전-반사의 원리를 이용하여 근수축 속도를 증가시켜 폭발적인 수축력을 만들어내 주로 근력 및 근과워를 향상시키기 위한 운동으로 알려져 있다(강성우 등, 2012). 하지만 플라이오메트릭 실시는 해당 부위의 혈관 및 모세혈관을 확장시켜 혈류 속도를 증가시키고 이로 인해 피로물질인 젖산과 암모니아를 빠르게 제거하여 운동 수행력을 증가시키는 효과도 가지고 있다(Jacobs, 1986; 김광석, 강대관, 2005). 본 연구에서는 주축 굴근 지구력에서 0.938, 주축 신근 지구력에서는 0.693, 비주축 굴근 지구력에서는 0.491, 비주축 신근 근지구력에서는 0.407로 효과크기를 나타냈다. 즉, 주축 신근, 비주축 굴근과 신근에서 중간 효과크기를 나타내었으며, 주축 굴근에서는 높은 효과크기를 보였다. 우선 동측 근육의 관점에서 보았을 때 많은 근육량을 보유한 신근(대퇴사두근)에서 높은 효과크기를 나타낼 것으로 기대했으나, 굴근(슬괵근)의 증가율이 더 높게 상승 되었다. 이는 신승남(2008)과 박성화(2018)의 연구처럼 평소 크게 부하되지 않았던 근육이 반복 사용되면 훈련의 효과가 더 크다고 보고한 연구를 지지하는 결과이다. 즉, 평소 신근에 비해 큰 부하가 없었던 굴근 근육이 반복 사용으로 인해 신근보다 높은 발달을 이루었을 것으로 추측된다. 양측 근육 관점에서 보았을 때는 주축의 슬관절에서 더 높은 효과 크기를 나타내었는데 이는 피험자들이 주로 사용하는 주축의 근육이 비주축의 근육에 비해 신경근이 더 발달 되어 효율성이 높고, 혈관 및 모세혈관이 확장되어 피로물질에 대한 내성 및 역치가 비주축에 비해 높아 근지구력

향상의 효과가 더 높았을 것으로 추측된다(Brown et al., 2010; 박병주, 주동욱, 2011). 이를 통해 플라이오메트릭이 양측의 굴근과 신근의 근지구력을 향상시키며 주축 굴근에는 큰효과가 있음을 시사하고 있다.

선정된 연구로부터 산출된 효과 크기들의 동질성 검증(Q, I^2) 결과 각 개별 연구에서 추출된 효과크기는 모두 이질적인 것으로 나타났다. 이러한 결과에 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 6개의 중재 변인을 선정하여 그 효과를 분석한 결과, 비주축 신근 근지구력에 미치는 효과는 6가지 모든 변인에서는 차이가 없는 것으로 나타났고 그 외 근부위에서는 다음과 같은 결과를 나타냈다.

첫째, 운동시간에 따른 근지구력의 효과 차이는 주축 신근에서만 존재하는 것으로 나타났으며($p < .05$), 운동시간 효과크기는 운동시간이 길어짐에 따라 높은 효과를 나타냈다. 하지만 선상규, 등(1996)과 윤재량(2007)의 연구에서와 같이 플라이오메트릭에 적정한 운동시간을 정하는 것보다 종목의 특이성과 현재 체력수준, 휴식시간을 고려하여 운동시간이 정해지기 때문에 운동시간을 하위 범주별로 묶어 효과크기를 제시하는 것은 해석에 어려움이 따른다고 판단된다. 또한 근지구력에 포함된 연구가 9편에 불과하기 때문에 이를 일반화하여 해석하기 보다 추후 보고되는 연구들을 추가하여 하위 변인별 효과크기에 대해 분석해 볼 필요가 있다.

둘째, 운동빈도에 따른 효과크기 차이는 주축 굴근에서만 존재하는 것으로 나타났으며($p < .05$), 주3회 이하에서만 유의하게 나타났다. 플라이오메트릭 트레이닝은 근원섬유의 수와 크기를 증가시켜 근력과 근파워를 증가시킬 수도 있지만 운동 부위의 혈관 및 모세혈관을 증가시키고 피로물질 제거율을 높여 근지구력을 증가시킬 수도 있다(김광석 등, 2005; 오병민 등, 2019). 또한 심폐체력을 강화하여 최대 산소섭취, 심박수, 산화효소 활성화의 효과도 보고 되었다(Brown et al., 2010). 플라이오메트릭 운동의 특성상 충분한 휴식이 없을 때 근육과 관절, 인대 등에 많은 피로로 인해 근지구력의 향상을 저해할 수 있다(김상규, 1995; 박해찬 등, 2005). 따라서 1훈련당 최소 48시간의 휴식을 가질 수 있도록 주3회 이하의 트레이닝이 근지구력을 향상시키는데 효과적이라 판단된다(박해찬 등, 2005).

셋째 연령, 넷째 운동기간, 다섯째 참가인원, 여섯째 출판유형 중재변인에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다($p > .05$). 하위 변인별로는 참가인원 중 10명 이상 참가한 연구에서 모두 효과 크기가 유의하지 않았다. 따라서 연령, 운동기간, 참가인원, 출판유형 변인은 평균 효과에 영향을 주지 않았음을 알 수 있었고, 위의 하위 변인을 제외한 나머지 하위 변인에는 긍정적인 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 하지만 메타분석의 특성상 7편의 연구로 근지구력 향상의 효과와 중재변인의 영향력을 검증하고 일반화하는 데는 어려움이 따른다. 따라서 추후 지속적인 연구 누적을 통한 중재가 실시되어야 할 것이다.

VI. 결론

플라이오메트릭 트레이닝 후 슬관절 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)에 미치는 효과를 알아보기 위해 실시한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절 양측 굴근과 신근의 등속성 최대근력에 미치는 크기는 모두 중간 효과크기이다.

둘째, 등속성 최대근력 향상에 차이를 나타내는 중재변인은 참가인원(주측 굴근과 신근), 전문성(비주측 굴근)이다. 즉, 모든 근부위에서 일관된 중재변인 효과가 나타나지 않았으나 부분적으로 최대근력을 향상시키기 위해서는 10명 미만으로 참가하는 것이 효과적이며, 운동선수보다 비운동선수에게 더 높은 효과가 나타났다.

셋째, 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절 양측 굴근과 신근의 등속성 근파워에 미치는 크기는 모두 중간 효과크기이다.

넷째, 등속성 근파워 향상에 차이를 나타내는 중재변인은 운동시간(주측 굴근, 비주측 굴근과 신근), 운동빈도(주측 신근), 전문성(주측 신근과 비주측 굴근)이다. 즉, 모든 근부위에서 일관된 중재변인의 효과는 나타나지 않았으나 주3회 이하의 빈도와 함께 주측 슬관절은 70분, 비주측 슬관절은 55분, 60분 운동하는 것이 가장 큰 효과를 나타낸다 또한 비운동선수보다 운동선수에게 더 큰 효과가 나타났다.

다섯째, 플라이오메트릭 트레이닝이 슬관절 등속성 근지구력에 미치는 크기는 주측 굴근은 높은 효과 주측 신근과 비주측 굴근, 신근은 중간 효과크기이다.

여섯째, 등속성 근지구력 향상에 차이를 나타내는 중재변인은 운동시간(주측 신근), 운동빈도(주측 굴근)이다. 즉, 모든 근부위에서 일관된 중재변인의 효과는 나타나지 않았다. 하지만 근지구력 향상을 위해서는 최소 55분 이상의 트레이닝이 권장되며, 주3회 이하의 빈도로 실시하였을 때 높은 효과크기를 나타낸다.

결과를 종합해보면 플라이오메트릭 트레이닝은 슬관절 근기능(최대근력, 근파워, 근지구력)을 향상시키는데 효과적인 것으로 나타났으며 최대근력에서는 운동빈도(10명 미만)와 전문성(비운동선수), 근파워에서는 운동시간(주측; 70분 이상, 비주측 55분, 60분)과 운동빈도(주3회 이하)와 전문성(운동선수), 근지구력에서는 운동시간(55분 이상)과 운동빈도(주3회 이하)에서 가장 큰효과를 나타냈다.

본 연구 결과에는 다소 미흡하고 제한된 부분이 존재하는데 첫째, 국내 논문을 대상으로 하고 있고, 포함된 연구의 수(37편)가 부족하여 이를 일반화하는데 다소 어려움이 따른다. 따라서 후속 연구를 통해 미포함된 연구를 누적하고 추가 중재하는 과정이 필요할 것으로 판단된다. 둘째, 플라이오메트릭 트레이닝을 다른 트레이닝과 복합 트레이닝으로 실시했을 때 하지 근기능 향상에 보다 긍정적이라는 주장이 제기된다. 따라서 단독 트레이닝과 복합 트레이닝이 슬관절 근기능 향상에 미치는 효과크기를 각각 산출하여 그 크기를 비교 분석하고 규명하는 연구가 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

- 강석규. (1987). **Plyometric training이 100m 달리기 記錄向上에 미치는 影響** (국내석사학위논문). 國民大學校 教育大學院,
- 강성우, 윤진호, 오재근, 장세인, 박수연. (2012). 수중과 지상 플라이오메트릭 훈련 방법에 따른 근과워·협응력·균형능력 및 근통증 비교. **한국운동재활학회지**, 8(3), 181-191.
- 강성훈. (2003). **남자 중학생의 플라이오메트릭 트레이닝이 성장호르몬과 등속성 근력에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 동아대학교 대학원.
- 강성훈, 여남희. (2005). 운동생리학: 남자 중학생의 신장반사 운동이 성장호르몬 및 IGF-I 에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 44(3), 359-367.
- 강인섭. (1987). **Plyometric training方法이 筋Power에 미치는 影響** (국내박사학위논문). 漢陽大學校.
- 고성경, 김호목. (2001). 배구선수의 플라이오메트릭 트레이닝이 드롭점프 수행에 미치는 영향. **論文集**, 48(-), 301-318.
- 구광수, 홍예주. (2008). 플라이오메트릭 운동과 복합적 근력운동이 태권도선수의 슬관절 등속성 근 기능에 미치는 영향. **경남체육연구**. 13(1), 59-68.
- 구범준. (2005). **플라이오메트릭 트레이닝이 태권도선수의 체력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 동아대학교 대학원.
- 국두홍, 김희원, 윤영복, 유종상, 김선호. (2012). 플라이오메트릭 트레이닝이 축구선수들의 운동능력과 근골격계 손상표지 인자에 미치는 영향. **남부대학교 논문집**, 12(-), 39-46.
- 권태원. (2003). 육상 도약선수들의 도약시 무릎 및 발목관절의 최대 근력효율을 위한 적정 관절각도에 관한 연구. **KOREA SPORTS RESEARCH**.
- 김광석, 강대관(2005). 서킷 웨이트 트레이닝이 해양스포츠 선수의 근력과 순발력 및 근지구력에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, 16(4), 2015-224.
- 김기현, 차광석. (2019). 골프 수행력 향상을 위한 코어 트레이닝 효과에 관한 메타 분석. **한국체육학회지**, 58(6), 263-276.
- 김도윤, 윤성원. (2005). 종목별 엘리트 남녀선수의 등속성 운동능력 비교. **체육과학연구**, 16(3), 1-14.
- 김동제, 안병근, 윤현, 김성희. (2011). 플라이오메트릭 트레이닝이 고등학교 유도선수의 심폐체력, 등속성 하지근력, 순발력, 민첩성 및 혈중 피로물질에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 13(2), 235-247.
- 김범식. (2013). **플라이오메트릭 훈련방법이 인라인롤러 스피드 스케이팅 경기력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 김상규. (1995). 프라이오 메트릭 운동의 유용성. **대한스포츠의학학회지**, 13(1),

77-82.

- 김석희, 유영규. (2009). 복합운동이 체육계열학과를 지원하는 고등학생의 체력향상에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 48(3), 585-595.
- 김솔지. (2019). 8주간의 Plyometric training이 고등학교 펜싱선수의 하지 근기능과 운동체력에 미치는 효과. 석사학위논문, 우석대학교 교육대학원.
- 김승영. (2021). 플라이오메트릭 트레이닝이 엘리트 레슬링선수의 경기관련 체력 및 하지근기능에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 19(4), 1005-1014.
- 김안나, 윤오남, 조완주. (2012). 플라이오메트릭 훈련이 남자 대학 태권도 선수들의 체력 및 등속성 근력에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 10(3), 201-211.
- 김연수. (2006). 태권도 선수의 Plyometric Training 이 반응시간, 민첩성, 순발력에 미치는 영향. **선무학술논집**, (16), 185-200.
- 김영옥, 오수학. (2017). 노인의 규칙적인 운동참여가 신체조성과 체력에 미치는 효과의 메타 분석적 접근. **한국체육학회지 제**, 56(1).
- 김완수 등, (2020) **ACSM's 운동검사·운동처방 지침**. 서울:한미의학
- 김유미, 김태수, 지용석, 윤진환. (2012). 12주간 Plyometric Training이 유소년 축구 교실 참가 아동의 운동신경 전도속도와 슬관절 등속성 근기능에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 0(49), 981-990.
- 김유섭. (2001). 슬관절 재건술후 등속성 운동이 대퇴위 근기능 개선 및 혈류속도에 미치는 효과. **한국체육학회지**, 40(1), 448-461.
- 김정훈. (2005). **Footwork Training과 Plyometric Training이 고등학생 체력향상에 미치는 영향**. 석사학위논문, 명지대학교 교육대학원.
- 김재호, 윤전추, 전용균, 이동복, 박상규(2009). 경기종목별 등속성 운동에서 운동속도에 따른 슬관절 최대우력각도. **한국사회체육학회지**, 37(2), 1343-1351.
- 김재호, 조원제, 고영준. (2016). 고등학교 씨름선수의 슬관절 및 요부 등속성 근력향상을 위한 웨이트 트레이닝과 플라이오메트릭 트레이닝의 비교. **한국체육과학학회지**, 25(3), 1283-1295.
- 김종만 (2004). **물리·작업치료사를 위한 신경해부생리학**. 서울:정담.
- 김지형. (2020) **쉽고 편하게 메타분석**. 서울: 북엔에듀.
- 김진호, 한태륜, 김상범. (1987). 편마비 환자에서의 동결건의 치료 효과. **대한재활의학학회지**, 11, 48-54.
- 김창국, 박기주. (1999). **트레이닝 방법론**. 서울: 대경출판사.
- 김현권. (2009). 플라이오메트릭 트레이닝이 복싱선수의 등속성 근력 및 근파워 향상에 미치는 영향. **대한무도학회지**. 11(3), 247-257.
- 나승희. (2018). 12주간의 Plyometric training이 남자 대학축구선수들의 하지근력 및 순발력, 민첩성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 26(2), 233-238.
- 노정순. (2008). 문헌정보학분야에서 메타분석 연구에 관한 고찰. **한국문헌정보학회지**, 42(1), 45-61.
- 문영래, 이경일, 박성용. (2003). Plyometric training이 하지 슬관절과 족관절의 등

- 속성 총 일량에 미치는 영향. **대한정형외과스포츠의학회지**, 2(1), 50-55.
- 박병주, 주동욱. (2011). 트레이닝방법의 차이가 태권도 선수의 하지 근 기능에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 13(1), 171-185.
- 박상규. (1999). 등속성 운동의 속도에 따른 대퇴근육의 근력효과. **대한스포츠의학회지**, 17(1), 155-164.
- 박성배, 채보경, 양점홍. (2012). 허들과 박스를 이용한 플라이오메트릭 트레이닝이 도약선수의 등속성 하지 근기능과 수직도에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 20(1), 35-41.
- 박성화. (2018). 트레이닝 유형에 따른 중학교 축구선수의 포지션별 운동관련체력과 등속성 하지근력 및 균형능력 변화에 관한 연구. 박사학위논문, 조선대학교 대학원.
- 박윤희. (2015). 무용프로그램이 생활만족도에 미치는 효과 : 메타분석. 미간행 박사학위논문, 숙명여자대학교 일반대학원.
- 박준영. (2013). 8주간의 Plyometric training이 남자 고등학교 테니스 선수들의 하지근력 및 파워와 민첩성에 미치는 영향. 석사학위논문, 전북대학교 교육대학원.
- 박한솔. (2019). 플라이오메트릭 트레이닝이 스쿼시 동호인들의 체력과 등속성 하지 근력에 미치는 영향. 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.
- 박해찬, 김만겸, 윤성진. (2005). 재활에서의 플라이오메트릭 운동 - 하지 플라이오메트릭 운동 중심으로. **코칭능력개발지**, 7(4), 47-57.
- 백승민. (2020). 10주간 플라이오메트릭 트레이닝이 남자 배구선수의 신체조성과 운동수행력에 미치는 영향. 석사학위논문, 전남대학교 교육대학원.
- 백진국. (2015). 메타분석을 적용한 레슬링 선수들의 최적 체중감량 모형. 박사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 서명일. (2021). 국내 연구를 중심으로 한 전방십자인대 재건술 후 재활운동 효과(슬관절 근기능, 슬관절 기능지수)에 대한 메타분석. 박사학위논문, 울산대학교 일반대학원.
- 선상규, 김기진, 이종각, 정동식, 김복주, 최경택, 이성직. (1996). 육상 중거리 선수의 플라이오메트릭스 트레이닝의 효과. **체육과학연구**, 28, 1-10.
- 신승남. (2008). 8주간의 플라이오메트릭 트레이닝이 육상도약선수의 등속성 슬관절 근력 및 수직점프력에 미치는 영향. **한국 스포츠 리서치**, 19(2), 187-196.
- 신승민. (2013). 플라이오메트릭 훈련프로그램이 태권도 남자고등학생 겨루기 선수의 전문체력 및 등속성 근력에 미치는 영향. 석사학위논문, 조선대학교 대학원.
- 안용덕, 박성화, 박상용. (2015). 플라이오메트릭 트레이닝이 중학교 축구선수들의 등속성 하지근력과 기능적 능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 24(3), 1483-1493.

- 안정훈, 홍원택. (2001). 웨이트 트레이닝을 겸한 플라이오메트릭 훈련이 도약력 향상에 미치는 효과. **한국스포츠리서치**, 12(1): 143-152
- 오병민, 장형준, 허유섭. (2019). 플라이오메트릭 트레이닝이 고교 축구선수의 운동기능체력과 하지 등속성 근기능에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 28(2), 1109-1119.
- 오성삼. (2002). [건국대학교출판부] (선행연구 결과의 통합과 재분석을 위한) 메타분석의 이론과 실제. **국립중앙도서관 연계자료**, (1), 0-0.
- 오진욱. (2014). **플라이오메트릭 트레이닝이 남자 고등학생 육상 도약 선수의 전문체력 및 등속성 근력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 조선대학교 대학원.
- 유재호. (2008). 슬관절의 해부학과 신체 검진법. **대한정형외과 초음파학회지**, 1(1), 50-57.
- 윤성원, 김기진, 김창균, 등(2002). **근력트레이닝과 컨디셔닝**. 서울. 대한미디어. 427-441
- 윤아람, 박경신, 이광우. (2014). 등속성 최대근력, 최대근력 발현각도 및 발현시간과 기초체력과의 상관관계. **코칭능력개발지**, 16(1), 165-172.
- 윤재량. (2007). 플라이오메트릭 트레이닝의 특성과 현장 활용성. **코칭능력개발지**, 9(2), 71-84.
- 유창휘, 이민기, 박재성, 김정수, 박준형. (2017). 플라이오메트릭 트레이닝이 세팍타크로 선수의 경기력 및 운동수행능력에 미치는 영향. **예술인문사회융합멀티미디어논문지**, 7(8), 805-812.
- 유훈상. (2009). **수영 프로그램이 엘리트 선수들의 기록향상에 미치는 영향**. 석사학위논문, 청주대학교 교육대학원.
- 안형균. (1988). 근방추의 운동조절. **대한체육회 훈련원 스포츠과학연구소**, 23('88.2), 82-85
- 이명진, 박세환. (2018). 12주간의 플라이오메트릭 운동 중재가 비만 청소년의 신체 조성, 체력 및 골밀도에 미치는 영향. **한국융합과학회지**, 7(4), 279-293.
- 이민규. (2018). **Electrostimulation을 병행한 Plyometric 훈련이 축구선수의 근 파워 및 체력변인에 미치는 영향** (국내석사학위논문). 한국체육대학교 대학원.
- 이소정, 이원재. (2010). 현대무용수의 플라이오메트릭 트레이닝 적용이 슬관절에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 12(2), 155-164.
- 이영덕. (2007). 웨이트 트레이닝과 플라이오메트릭 트레이닝이 골프선수의 수관절 등속성 근력 및 드라이브 샷 비거리에 미치는 영향. **한국 스포츠 리서치**, 18(6), 537-546.
- 이옥인, 박은영, 신인수. (2011). 장애학생의 자기결정에 대한 중재프로그램의 효과: 메타분석. **지체중복건강장애연구 (구 중복·지체부자유아교육)**, 54(3), 101-121.
- 이은주. (2005). **plyometric training 이 도약선수들의 순발력에 미치는 영향**. 미

- 간행 석사학위논문 대구대학교 교육대학원.
- 이종경, 김광진. (2010). 엘리트 대학 축구선수들의 신체적 특성과대퇴근력의 불균형이 손상에 미치는 영향. **한국체육과학회지**,19(2), 1083-1089.
- 이주리. (2012). **고등학교 투척 선수의 Plyometric training이 체력 및 경기력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 동신대학교 대학원.
- 이철원, 박종열. (1991). 플라이오메트릭 트레이닝이 100m 달리기 기록에 미치는 영향. **스포츠과학연구소논문집**, 4(5), 31-55.
- 이혜진. (2011). 4주간의 스포츠 재활 테이핑 요법이 무릎 관절의 등속성 근기능에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 9(2), 189-199.
- 이혜진, 김혜경. (2017). 국내 학령기 아동 및 청소년 흡연예방 프로그램에 대한 체계적 문헌고찰. **한국학교. 지역보건교육학회지**, 18(2), 27-42.
- 임민근. (2012). **Circuit weight training과 plyometric training이 단거리 수영 선수의 체력 및 경기 기록에 미치는 영향**. 석사학위논문, 경성대학교 교육대학원.
- 임완기, 등. (2013). **퍼스널 트레이닝의 정수**. 3판, 397-417 서울:대한미디어
- 임재형, 지용석. (2005). 근방추와 신전반사. **코칭능력개발지**, 7(1), 3-13.
- 장경태, 역.(2001). **저항트레이닝 프로그램**. 서울:대한미디어.
- 장형준, 허유섭. (2019). 플라이오메트릭 트레이닝이 농구동호인의 신체조성, 하지 등속성 근기능 및 무산소성 운동능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 28(5), 1159-1169.
- 전병필. (2012). **플라이오메트릭 훈련이 초등학교 쇼트트랙 선수의 체력 및 등속성 근력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 장정훈, 이건철, 강민성, 고재욱, 김용남. (2012). **스포츠재활총론**. 서울:범문에듀케이션
- 정경민. (2009). **플라이오메트릭 트레이닝과 저항 트레이닝의 적용이 태권도를 수련하고 있는 초등학생의 체력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 울산대학교 교육대학원.
- 정순득, 양점홍. (2009). 9주간의 플라이오메트릭 트레이닝의 세트수가 남자 고교생의 등속성 각근력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 18(1), 1053-1062.
- 정진우. (2018) **근골격 해부학** 2판. 서울:대학서림
- 정창영. (2012). **플라이오메트릭 훈련이 사이클 선수의 하지 근 기능과 혈중 피로 물질에 미치는 영향**. 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 제연위, 권양기. (2021). 대학 축구 선수들의 등속성 하지 근 기능 특성과 경기 체력 수준의 상관성에 관한 연구. **한국체육과학회지**, 30(1), 1075-1088.
- 조재훈. (2020). 메타분석의 이론과 실제. **Journal of Rhinology**, 27(2).
- 주진우. (2010). **12주간의 Plyometric training이 스프린터 수영선수의 체력 및 경기력 향상에 미치는 영향**. 석사학위논문, 경성대학교 교육대학원.
- 최광웅, 이석준, 박우영. (2021). 8주간의 플라이오메트릭 훈련이 대학 태권도 시범

- 선수의 순발력, 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향. **한국응용과학기술학회지**, 38(4), 1107-1116.
- 최대혁, 소위영, 공역. (2018). **파워운동생리학** 10판 서울:라이프사이언스
- 최범진. (2010). **슬관절의 등속성 수축시 각속도에 따른 근기능 및 근전도 변화**. 석사학위논문, 동신대학교 대학원.
- 최봉길, 윤형기. (2013). 웨이트 트레이닝과 플라이오메트릭 트레이닝이 민첩성 및 등속성 근력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(1), 915-922.
- 최영준. (2008). **경륜선수의 등급별 신체구성, 슬관절 근기능 및 근전도 분석**. 석사학위논문, 창원대학교.
- 체육과학연구원. (2002). **트레이닝론2**. 동원피엔지출판사, 161-169
- 하권익, 한성호, 정민영, 유신철. (1984). 등속성운동기구 (Isokinetic Equipment) 를 이용한 슬관절 굴곡 및 신전근의 근력평가에 관한 연구. **대한정형외과학회지**, 19(6), 1043-1050.
- 한국보건의료연구원(2011). **NECA 체계적 문헌고찰 매뉴얼**. NECA 연구방법 시리즈, 2011, 1-287.
- 한국운동생리학회. (2013). **운동생리학** 4판. 서울:한미의학
- 한중우. (1997). 자연과학: 구기종목 선수를 위한 플라이오메트릭 훈련 프로그램 모형 개발. **스포츠문화 과학연구지**, 9, 195-214.
- 황성동. (2020). **R을 이용한 메타분석** 2판. 서울:학지사.
- 황원구. (2018). **신장반사운동이 태권도 시범 선수의 근 기능과 무산소성 파워에 미치는 영향**. 석사학위논문, 강원대학교 대학원.
- Adel, A. M. (1989). Response of female athletes to twelve week plyometric depth-jump training.
- Bauer, T., Thayer, R. E., & Baras, G. Adams, K., O'Shea, JP, O'Shea, KL, & Climstein, M.(1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6 (1), 36-41.
- Bell, G. J., & Wenger, H. A. (1992). Physiological adaptations to velocity-controlled resistance training. *Sports medicine*, 13(4), 234-244.
- Beyne, J. (2010). *Meta-Analysis: An Introductory Overview*. Cochrane and Campbell Joint Colloquium in Keystone, CO,
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 41(4), 275-284.
- Brown, L. E., Whitehurst, M., Bryant, J. R., & Buchalter, D. N. (1993). Reliability of the Biodex system 2 isokinetic dynamometer concentric

- mode. *Isokinetics and Exercise Science*, 3(3), 160-163.
- Brown G.A., Ray M.W., Abbey B.M., Shaw B.S., & Shaw I.(2010). Oxygen consumption, heart rate, and blood lactate responses to an acute bout of plyometric depth jumps in college-aged men and women. *J. Strength Cond. Res*, 24(9), 2475-82.
- Burdett, R. G., & van Swearingen, J. (1987). Reliability of isokinetic muscle endurance tests. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 8(10), 484-488.
- Black, J. B. (1987) The combined effects of weight training and ply-ometrics on dynamic leg strength and leg power. *J. App/. Sport Sci. Res.* 1(7):14-16. 1
- Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, 5(1), 89-130.
- Chimera, N. J.; Swanik, K. A.; Swanik C. B., y Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal Athletic Training*. 39:24 - 31.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.
- Chu, D. A. (1984). Plyometric exercise. *NSCA Journal*, 5(6), 56-63.
- Chu, D. A., & Panariello, R. A. (1988). Jumping into plyometrics. *Strength & Conditioning Journal*, 10(3), 76-76.
- Chu, D. A. (1996). Explosive power & strength: complex training for maximum results. *Human Kinetics* 1.
- Cochran, W. G. (1954). The combination of estimates from different experiments. *Biometrics*, 10(1), 101-129.
- Cohen, S., & Hoberman, H. M. (1983). Positive events and social supports as buffers of life change stress 1. *Journal of applied social psychology*, 13(2), 99-125.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* New York. NY: Academic, 54.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American psychologist*, 49(12), 997.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N.(2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur french soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51.

- Cooper, H. (2015). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach (Vol. 2)*. Sage publications.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. Russell Sage Foundation.
- Cooper, K., Kirkpatrick, P., & Florida-James, S. (2019). Incorporating qualitative evidence in clinical practice guidelines: a Scottish perspective. *JBIC Evidence Implementation, 17*, S6-S8.
- Coryn, C. L. (2011). Introduction to Meta-Analysis, M. Bornstein, LV Hedges, JPT Higgins, HR Rothstein, Wiley, Chichester, *West Sussex, United Kingdom*.
- De Villarreal, E. S. S., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport, 13*(5), 513-522.
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: a simple funnel plot - based method of testing and adjusting for publication bias in meta analysis. *Biometrics, 56*(2), 455-463.
- Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine & science in sports & exercise, 33*(1), 127-141.
- Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., & Derscheid, G. L. (1990). Test-retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 11*(7), 298-300.
- Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sportsperformance. *Sport Medicine, 18*(4), 249-267.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher, 5*(10), 3-8.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., & Alen, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica, 125*(4), 587-600.
- Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *journal of Educational Statistics, 6*(2), 107-128.
- Hedges, L. V., Higgins, J., & Rothstein, H. (2009). Introduction to meta-analysis. *Chichester, WestSussex: John Wiley & Sons*.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1983). Regression models in research synthesis. *The American Statistician, 37*(2), 137-140.
- Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., & Noyes, F. R. (1996). Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American journal of sports medicine, 24*(6),

765-773.

- Higgins, J., Altman, D., & Sterne, J. (2011). *In: Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 The Cochrane Collaboration.*
- Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*, *327*(7414), 557-560.
- Hislop, H. J., & Perrine, J. (1967). The isokinetic concept of exercise. *Physical Therapy*, *47*(1), 114-117.
- Holcomb, W. R., Lander, J. E., Rutland, R. M., & Wilson, G. D. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *10*(2), 89-92.
- Holloway, J. B., & Baechle, T. R. (1990). Strength training for female athletes. *Sports Medicine*, *9*(4), 216-228.
- Huffcutt, A. I., & Arthur, W. (1995). Development of a new outlier statistic for meta-analytic data. *Journal of Applied Psychology*, *80*(2), 327.
- Jacobs, I. (1986). Blood lactate. *Sports medicine*, *3*(1), 10-25.
- Kanehisa, H., Okuyama, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1996). Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *73*(6), 557-562.
- Kang, S. W., Moon, J. H., Cho, K. J., & Shin, J. S. (1991). Effects of 2 speeds of isokinetic training on muscular strength in quadriceps and hamstrings. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, *15*(1), 77-88.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med*, *15 Suppl 1*, S11-18.
- Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., & Manou, V. (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*. *9*(1), 31-40.
- Keskula, D. R., Dowling, J. S., Davis, V. L., Finley, P. W., & Dell'Omo, D. L. (1995). Interrater reliability of isokinetic measures of knee flexion and extension. *Journal of athletic training*, *30*(2), 167.
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. SAGE publications, Inc.
- Manoel, M. E., Harris-Love, M. O., Danoff, J. V., & Miller, T. A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *The Journal of Strength &*

- Conditioning Research*, 22(5), 1528–1534.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40(10), 859–895.
- Morrow, J. R. and Hosier, W. W. 1981. Strength comparisons in untrained men and trained women athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13: 194 - 198.
- Murray, M. P., Gardner, G. M., Mollinger, L. A., & Sepic, S. B. (1980). Strength of isometric and isokinetic contractions: knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys Ther*, 60(4), 412–419.
- Nelson, M. L., & Holloway, E. L. (1990). Relation of gender to power and involvement in supervision. *Journal of Counseling Psychology*, 37(4), 473.
- O’rourke, K. (2007). An historical perspective on meta-analysis: dealing quantitatively with varying study results. *Journal of the royal society of medicine*, 100(12), 579–582.
- Parise, G., Phillips, S. M., Kaczor, J. J., & Tarnopolsky, M. A. (2005). Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radical Biology and Medicine*, 39(2), 289–295.
- PEARSON, K. Nov.%, 194.] AINTITYPHOID INOCULATION STAT [STLCS. *r*. 1243.*
- Polanin, J. R., & Tanner-Smith, E. (2014). *Introduction to Systematic Reviewing and Meta-Analysis Methods*.
- Polhemus, R., Burkhardt, E., Osina, M., & Patterson, M. (1980). The effects of plyometric training with ankle and vest weights on conventional weight training programs for men and women. *Strength & Conditioning Journal*, 2(1), 13–17.
- Potach, D. H., Karsst, G. M., Stergiou, N. & Latin, R. M.(2000). The effects of a plyometric training program on the stretch reflex latencies of quadriceps femoris and gastrocnemius. *American journal of sports medicine*, 125–134
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological bulletin*, 86(3), 638.
- Saito, A., Seiler, S., Chu, A., & Fleischer, S. (1984). Preparation and morphology of sarcoplasmic reticulum terminal cisternae from rabbit skeletal muscle. *The Journal of Cell Biology*, 99(3), 875–885.
- Scott K, Powers, Edward T & Howley. (2018). *Exercise Physiology: Theory and Application to fitness ans Performance*, 10th edition New York, NY: Mc

Graw-Hill.

- Steben, R. E., & AH, S. (1981). *The validity of the stretch shortening cycle in selected jumping events*.
- Stone, M.H. and O'Bryant, H.S. (1984) *Weight Training: A scientific approach*. Minneapolis: Burgess.
- Tang, J. E., Hartman, J. W., & Phillips, S. M. (2006). Increased muscle oxidative potential following resistance training induced fibre hypertrophy in young men. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(5), 495-501.
- Trzaskoma, L., Tihanyi, J., & Trzaskoma, Z. (2010). The effect of a short-term combined conditioning training for the development of leg strength and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2498-2505.
- Tsang, K. K., & DiPasquale, A. A. (2011). Improving the Q: H strength ratio in women using plyometric exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2740-2745.
- Verhoshanski, Y. (1967). Are depth jumps useful. *Track and field*, 12(9), 28-35.
- Villarreal, E.S.S., Requena, B., & Newton, R.U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522
- Voight, M. L., & Draovitch, P. (1991). Plyometric training. Eccentric muscle training in sports and orthopaedics. Churchill Livingstone.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(5), 225-239.
- Williams, P.L., & Warwick, R. (1985). *Gray's Anatomy, ed 37*. WBSaunders, Philadelphia.
- Wilt, F. (1978). Plyometrics-What it is and how it works. *Modern athlete and coach*, 16, 9-12.
- Wilt, F. (1984). *Soviet Theory, Technique and Training for Running and Hurdling: Volume 1*. Championship Books.
- Wood, S., & Mayo-Wilson, E. (2012). School-based mentoring for adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Research on social work practice*, 22(3), 257-269.