

무릎 관절염 환자에게 적용된 수중운동 프로그램이 통증과 신체적 기능에 미치는 효과: 체계적 문헌고찰 및 메타분석

박희옥¹ · 김은경²계명대학교 간호대학 · 간호과학연구소 부교수¹, 계명대학교 간호과학연구소 연구원²

The Effect of Aquatic Exercise Program on Pain and Physical Function for Patients with Knee Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis

Park, Heeok¹ · Kim, Eun Kyung²¹Associate Professor, College of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Keimyung University, Daegu²Researcher, Research Institute of Nursing Science, Keimyung University, Daegu, Korea

Purpose: We aimed to identify the effect of an aquatic exercise program in patients with knee arthritis through a systemic literature review and meta-analysis. **Methods:** Searched were conducted on EMBASE, CINAHL, PubMed, Ovid-MEDLINE, and Korean DB up to February 2020, using the keywords “arthritis”, “hydrotherapy”, “pain”, “function”, etc. The methodological quality was assessed using the Cochrane's Risk of Bias for randomized studies and the Risk of Bias Assessment tool for non-randomized studies. Data were analyzed using R.3.5.1. **Results:** The results showed an overall medium effect size (ES) -0.53 ($p < .001$) of the aquatic exercise program on pain reduction in patients with knee arthritis. We identified a small effect size of the aquatic exercise program on muscle strength (ES=0.32, $p = .003$). however, the effect size of physical function was not significant. **Conclusion:** Based on our results, the aquatic exercise program has moderate beneficial effects on pain in patients with knee arthritis, and this should be considered in developing this program.

Key Words: Arthritis; Pain; Meta-analysis

서 론

1. 연구의 필요성

관절염은 평균수명의 연장, 비만, 생활방식의 변화등으로 인해 전 세계적으로 빠르게 성장하는 주요 건강문제 중 하나로 서[1], 국내에서도 33.1%의 노인이 관절염을 보이는 등 관절염 유병율도 증가하는 추세이다[2]. 관절염은 전형적인 만성질환으로 관절 부위의 종창, 동통, 부종, 강직 등의 병태생리적인 증

상을 말하며[3], 그 원인은 관절의 과도한 사용, 외상과 같은 물리적인 손상, 비만, 근력약화 등을 포함한다[4]. 특히, 골관절염은 손, 무릎, 고관절, 척추 부위 등에 주로 발생하는데[5] 그 중에서도 무릎관절(82.6%)이 가장 높은 빈도를 보이고, 척추관절(37.1%), 견관절 순으로 보고되고 있다[6,7].

무릎관절은 비염증성, 진행성으로 관절연골의 파괴와 마모, 관절면의 신생골 형성을 나타내어[6] 통증, 균형감 저하, 보행 장애 등이 발생할 수 있다[8]. 특히, 통증은 잠재적 조직손상과 관련되거나 이러한 손상으로 인한 불쾌한 감각적, 정서적 경험

주요어: 관절염, 수중운동, 통증, 신체적 기능, 메타분석

Corresponding author: Kim, Eun Kyung

College of Nursing, Keimyung University, 1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 42601 Korea.
Tel: +82-53-258-7621, Fax: +82-53-258-7622, E-mail: dmsrl079@hanmail.net

Received: May 14, 2020 | Revised: Jul 22, 2020 | Accepted: Jul 23, 2020

으로[9] 무릎 관절염 환자들의 86.5%에서 호소하는 관절염의 대표적인 증상이다[10]. 또한 신체적 기능은 구부리기, 들기, 걷기 같은 기본적 근골격 기능과 관련된 신체기능을 말하는데 [11], 지속적인 통증은 보행, 앉은 자세에서 일어날 때 등의 일상생활 제약이라는 신체적 기능 문제뿐만 아니라 그로인한 통증에 대한 두려움, 우울 등의 심리적 문제로까지 이어질 수 있다[12]. 이로 인해 무릎관절을 포함한 골관절염의 증대는 통증 완화를 위한 중재가 우선적으로 요구된다[13].

골관절염의 치료는 일반적으로 수술적 치료, 약물치료, 비약물적 치료가 적용될 수 있고, 환자의 상태 및 위험요소를 고려하여 두 가지 이상의 방법을 병용하는 것을 추천하고 있다 [14]. 일반적으로 비약물적 보존적 치료를 기본으로 하며, 증상 진행도에 따라 약물치료를 병합하고, 약물치료로 통증조절이 효과적이지 않는 경우나 관절의 구조적 손상이 심한 경우 수술적 치료를 고려하게 된다[15]. 그러나 골관절염 환자의 통증 조절을 위한 약물은 소화기계, 심혈관계, 신장 관련 유해반응 등의 위험성이 있고[16], 무릎관절 치환술과 같은 수술적 치료도 혈전 생성 등의 부작용 위험이 있어[17] 비약물 치료를 우선적으로 적용하게 된다.

골관절염 환자를 위한 비약물적 치료 중에서도 운동은 관절 보호대 및 지팡이 등의 보조기구를 사용하여 관절 주변 근력강화 및 증상을 개선시키는 것으로 보고되고 있다[14]. 무릎 골관절염은 운동치료를 통해서 운동능력을 회복하고 통증을 감소시키는 것이 중요하며, 근력강화와 유산소운동은 다른 운동에 비해 더 효과적이다[18]. 특히, 수중운동은 부력에 의하여 각 관절에 체중부하를 줄이고 적절한 강도의 유산소 운동을 시행할 수 있으며, 근육강화와 통증감소에도 효과적인 것으로 보고되었다[19].

관절염 환자들을 대상으로 수중운동을 적용한 선행연구들을 살펴보면, 몇몇 연구는 수중운동이 통증에 효과가 있는 것으로 보고하였으나[20-22], 그 외 연구에서는 효과가 없는 것으로 나타나[23,24] 연구결과가 일관되지 않은 것으로 확인되었다. 무릎 관절염 환자를 대상으로 수중운동을 적용하더라도 각 연구마다 수중운동의 적용기간과 효과를 측정하는 도구가 다양하여 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증 및 신체적 기능에 미치는 효과를 체계적으로 분석할 필요가 있다. 한편, 골관절염 환자를 대상으로 수중운동의 효과에 대해 고찰한 선행연구들이 보고되었으나, 이들 연구들은 메타분석 없이 체계적 문헌고찰을 수행한 연구[25-27], 수중운동과 지상운동의 효과를 단순 비교하기 위해 메타분석을 수행한 연구[28,29]였다. 수중운동과 무척추척골의 통증에 대한 효과를 메타분석 하여 순수한 수중

운동의 효과크기를 살펴보았으나[30], 2편만이 분석에 포함되었고, 국내문헌은 포함되지 않았다. 또한, 하지 골관절염 환자의 근력과 통증에 수중치료 운동 프로그램이 미치는 효과에 대해 메타분석한 연구[31]가 있으나 2018년 8월까지 발표된 논문들이 포함되었고, ‘골관절염’에 한정되어 류마티스 및 관절염을 포함하여 수중운동이 무릎 관절염 환자 통증과 신체적 기능에 미치는 효과를 체계적으로 고찰한 연구는 부족하였다.

따라서 본 연구는 국내 및 류마티스, 관절염을 모두 포함한 무릎 관절염 환자들을 대상으로 수중운동의 효과를 보고한 국내외 선행연구들을 고찰하고, 통증 및 신체적 기능에 미치는 효과크기를 확인함으로써 향후 무릎 관절염 대상자를 위한 수중운동 프로그램 개발 및 적용의 근거를 마련하고자 수행되었다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 무릎 관절염 환자에 대한 수중운동의 효과를 평가하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증 및 신체적 기능에 미치는 효과를 보고한 실험연구들을 검색하고 수중운동의 특성 및 질을 평가한다.
- 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증 및 신체적 기능에 미치는 효과크기를 분석한다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증 및 신체적 기능에 미치는 특성을 체계적 문헌고찰하고 그 효과를 파악하고자 메타분석한 연구이다.

2. 분석대상 논문의 선정기준

본 연구는 코크란 연합(Cochrane collaboration)의 체계적 고찰 핸드북[32]과 Preferred Reporting Items of Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA)이 제시한 체계적 문헌고찰 보고지침을 참고하였다. 문헌 선정을 위해 PICO-SD (Participants, Intervention, Comparison, Outcomes, Study Design) 형식으로 논문을 검색하였다. 대상자(P)는 무릎 부위에 골관절염 및 류마티스 관절염을 진단받은 대상자이며 중재

방법(I)은 모든 종류의 수중운동이 실험처치로 적용된 논문을 선정하였다. 비교집단(C)으로는 수중운동을 적용하지 않은 무처치군으로 하였다. 종속변수인 증세결과(O)는 관절염으로 인한 통증 또는 구부리기, 들기, 걷기 같은 기본적인 근골격 기능과 관련된 신체적 기능(일상생활 수행정도를 포함)을 결과변수로 한 가지 이상 보고한 연구를 선정하였고, 연구설계(SD)는 무작위 대조군 실험연구와 대조군이 뚜렷한 비동등성 대조군 실험연구로 제한하였다. 제외기준은 1) 원문이 제공되지 않는 연구, 2) 유효한 측정값을 보고하지 않은 연구, 3) 단일군 연구, 리뷰 연구, 질적연구, 4) 문헌의 언어가 영어 혹은 한국어가 아닌 연구 5) 초록만 발표한 연구이다.

3. 논문 검색 및 선정과정

본 연구의 논문검색은 2020년 3월에 수행되었다. 논문 검색을 위해 2020년 2월 29일까지 국내외 게재된 학술지와 학위논문을 검색하였다. 국외 논문검색은 Pubmed, Ovid-MEDLINE, EMBASE, CINAHL을 활용하였고, 국내 논문검색은 Kbase, RISS, KISS, DBpia를 이용하였다. 그 외 관련문헌 중 누락되는 것이 없도록 추가적으로 관절염 환자의 수중운동과 관련된 선행 논문들의 참고문헌을 수기로 검색하였다. 문헌검색 및 선택은 연구자 2명이 각각 독립적으로 수행하였으며, 문헌선택의 과정에서 연구자간 의견이 불일치할 경우, 본문을 같이 고찰하고 합의점을 도출하여 최종 선택하였다. 검색식은 MeSH 용어와 text word를 AND/OR 및 절단 검색을 적절히 적용하였다. 주요 검색어로는 국외의 경우(aqua* or water [Mesh] or hydrotherapy [Mesh]) AND (osteo* or Rheumatoid [Mesh] or Arthritis [Mesh]) AND (pain [Mesh] or function)을 이용하였고, 국내의 경우 1) 관절염 or 류마티스 or 골관절염 or 퇴행성 2) 아쿠아 or 수중 3) 통증 or 기능 등을 병합하여 이루어 졌다.

문헌선택 흐름도(PRISMA flow chart)에 따라 선정된 문헌 선택기준을 단계별로 기록하였다. 데이터베이스에서 문헌을 추출한 후 EndNote X7을 이용하여 1차로 중복문헌을 배제하였고, 2차로 문헌배제를 위해 제목 및 초록을 확인하였으며, 원문 확인 후 선정기준에 따라, 3차 배제하여 최종문헌을 선정하였다.

4. 논문의 질 평가

논문의 질 평가는 무작위 실험연구에 대한 질 평가도구인

The Cochrane's Risk of Bias (RoB) version 1을 적용하여 분석하였다[32]. 본 도구는 무작위 배정순서 생성(random sequence generation), 배정순서 은폐(allocation concealment), 참여자와 연구자에 대한 눈가림(blinding of participants and personnel), 결과평가에 대한 눈가림(blinding of outcome assessment), 불완전한 결과자료(incomplete outcome data), 선택적 보고(selective reporting), 그 외 기타 잠재적 비뚤림 위험의 총 7개 항목으로 구성되었다[32]. 또한, Non-RCT (Non-Randomized Controlled Trials)는 비무작위 연구에서 발생할 수 있는 비뚤림 위험의 평가 영역을 정의하기 위해 2009년 국내에서 개발된 RoBANS (Risk of Bias Assessment tool for Non-randomized Study)를 적용하였다. RoBANS 도구는 대상자 선정(selection of participants), 교란변수(Confounding variables), 중재(노출) 측정(Measurement of intervention), 결과평가에 대한 눈가림(Blinding for outcome assesment), 불완전한 자료(incomplete outcome data), 선택적 결과 보고(selective reporting)의 6문항으로 구성되었다[33]. 선정된 논문의 원문을 확인한 후, 각 항목에 기술된 내용에 따라 비뚤림 위험이 높음(high risk of bias), 낮음(low risk of bias), 불확실(unclear risk of bias)로 평가하였다[32].

5. 자료분석

본 연구에서는 R version 3.5.1 프로그램을 이용하여 메타분석을 수행하였다. 무릎 골관절염 환자의 통증 및 신체적 기능에 대한 수중운동의 효과를 분석하기 위해 사전·사후의 평균, 표준편차, 대상자수를 추출했으며, 표준화된 평균차(Standard Mean Difference, SMD)를 효과크기로 해석하였다[32]. 또한 각각의 연구들이 연구방법, 표본, 중재 기간, 측정도구 등이 상이하여 랜덤효과모형(random effects model)을 적용하여 효과크기를 산출하였다[34]. 효과크기의 통계적인 의미로는 전체 효과크기와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)으로 판단하였고, 유의수준 5%를 기준으로 하였다. 이때 효과크기 (Effect Size, ES)는 Cohen [35]의 기준에 따라 0.20 이상에서 0.50 미만은 작은 효과, 0.50 이상에서 0.80 미만은 중간 효과, 그리고 0.80 이상은 큰 효과로 해석하였다.

이질성 여부는 Higgin의 I^2 값으로 동질성 검정을 하였고, I^2 값의 0%는 이질성이 없을 경우, 25%는 낮은 이질성, 50%는 중등도의 이질성, 75% 이상인 경우는 큰 이질성을 의미한다[32]. 이질성 유무를 확인하고, 통계적으로 이질성을 설명하기 위해 Meta-ANOVA를 적용하여 조절효과분석을 시행하였다. 연

구결과의 통계적 유의성과 출판 가능성 간의 관련성이 있을 때 나타나는 비뚤림을 파악하기 위해 연구결과의 출판유무 (publication bias)를 Funnel plot으로 확인하였고, 시각적으로 대칭일 경우 출판 편향 가능성이 낮고, 비대칭일 경우 출판 편향의 가능성이 높은 것으로 해석하였으며 객관적 검증을 위해 Egger's regression test를 사용하였다.

연구결과

1. 자료선정

본 연구에서 국외 DB는 EMBASE에서 1,716편, CINAHL에서 124편, Pubmed에서 856편, Ovid-MEDLINE에서 120편으로 총 2,816편의 논문을 검색하였고, 국내 DB는 RISS 16편, KISS 104편, KMBase 17편, DBpia에서 35편으로 총 172편의 논문을 검색하였다. 총 2,988편의 검색된 논문 중 중복 검색으로 1,075편을 제외하고, 총 1,913편의 논문의 제목 및 초록을 검토하였다. 그 중 수증운동 중재가 아니거나, 주제와 맞지 않은 논문, 결과변수가 통증 또는 신체적 기능(일상생활 수행 정도)이 아닌 논문, 실험연구가 아닌 논문, 관절염 대상이 아닌 논문 1,844편을 1차적으로 제외하였고, 2차적으로 69편의 논문을 검토하였다. 그 결과, 전문이 제공되지 않은 논문 4편, 필요한 결과 값이 없는 10편, 영어 아닌 논문 2편, 부위가 무릎이 아니거나 다른 부위의 관절염 32편, 단일군 6편, 대조군이 무치치가 아닌 타이치운동, 등장성운동, 등척성운동 등인 경우 4편으로 제외하고 연구 선정기준에 부합하는 11편이 최종 논문으로 선정되었다(Figure 1). 데이터베이스 검색에서 최종 문헌을 선택할 때까지 두 명의 연구자가 독립적으로 분석과 평가를 실시한 결과를 종합하였고 의견이 다른 경우 토의를 통해 일치하는 결과를 도출하였다.

2. 논문의 질 평가

본 연구에서 선정된 11편의 논문 중 7편은 RCT (Randomized Controlled Trials) 논문으로 Cochrane의 ROB도구를 이용하여 문헌의 질을 평가하였다. 무작위 배정순서는 '비뚤림 위험 낮음'이 6편, 배정순서 은폐는 '비뚤림 위험 낮음'이 4편이었다. 연구자에 대한 눈가림과 선택적 보고는 3편이 '비뚤림 위험 낮음'으로 예상되는 대부분의 결과를 보고하였다. 결과 평가에 대한 눈가림의 경우 '비뚤림 위험 낮음'이 4편, 불충분한 결과자료로 인한 탈락 비뚤림은 '비뚤림 위험 낮음'이 7편, 선

택적 결과보고는 '비뚤림 위험 낮음'이 6편이었다. 마지막으로 그 외 비뚤림은 4편에서 '비뚤림 위험 낮음', 2편이 '불확실'로 추가 비뚤림에 대한 여지가 있으나 평가할만한 충분한 정보가 부족하였다(Table 1).

4편의 Non-RCT 논문에서는 RoBANS를 이용하여 논문의 질 평가를 시행하였다. 대상자 선정, 중재측정, 불완전한 자료, 선택적 결과보고 문항에서 4편 모두 '비뚤림 위험 낮음'이었고, 교란변수는 4편 모두 '불확실'이었으며, 결과평가에 대한 눈가림은 '비뚤림 위험 낮음'이 1편, '불확실'이 3편으로(Table 2) 전체적인 질 평가에서는 1편[45]을 제외한 모든 논문의 질이 보통 이상인 것으로 분석되었다. 문헌의 질평가는 두 명의 연구자가 독립적으로 수행하였고, 불일치한 결과의 경우, 토의를 통해 일치하는 결과를 도출하였다.

3. 논문의 일반적 특성

본 연구에서 선정된 11편의 연구논문의 특성은 Table 3과 같다. 연구논문의 특성은 발행연도, 국가별, 연구설계, 대상자 수와 평균연령, 중재내용, 중재빈도, 결과변수 및 결과 측정도구를 포함하여 분석하였다. 분석된 연구의 발행연도는 2010년도 이후 논문이 6편이었고, 2009년 3편, 2008년 2편으로 구성되었다. 국가별로 살펴보면 한국이 7편으로 가장 많았고, 브라질, 터키, 덴마크, 대만이 각 1편이었다. 연구설계는 RCT가 7편, Non-RCT가 4편이었고, 대상자수는 최소 9명에서 최대 33명으로 평균 19.77명이었으며, 평균연령은 64.68세였다.

중재내용을 구체적으로 살펴보면, 9편의 연구에서 준비운동, 본 운동, 마무리 운동으로 구성되었고, 수온은 30℃ 이하가 4편, 31℃ 이상이 4편이었으며 3편은 기록이 없었다. 회당 운동 시간은 60분이 5편으로 가장 많았고, 최소 40분에서 최대 60분까지 구성되었다. 주당횟수는 3회가 5편으로 가장 많았고, 중재기간은 8주가 5편, 12주가 3편, 6주 2편, 3주가 1편순으로 나타났다.

결과 측정도구는 통증의 경우 VAS (Visual Analog Scale)가 8편으로 가장 많았으며, WOMAC (Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis Index)이 3편, KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score questionnaire) 2편, BPI (Brief Pain Inventory) 1편, K-WOMAC (Korean-Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis Index) 1편 순으로 사용되었다(중복). 신체적 기능의 경우 WOMAC가 2편, KOOS 2편, K-WOMAC 1편, K-HAQ (Korean Health Assessment Questionnaire) 1편이 사용되었다.

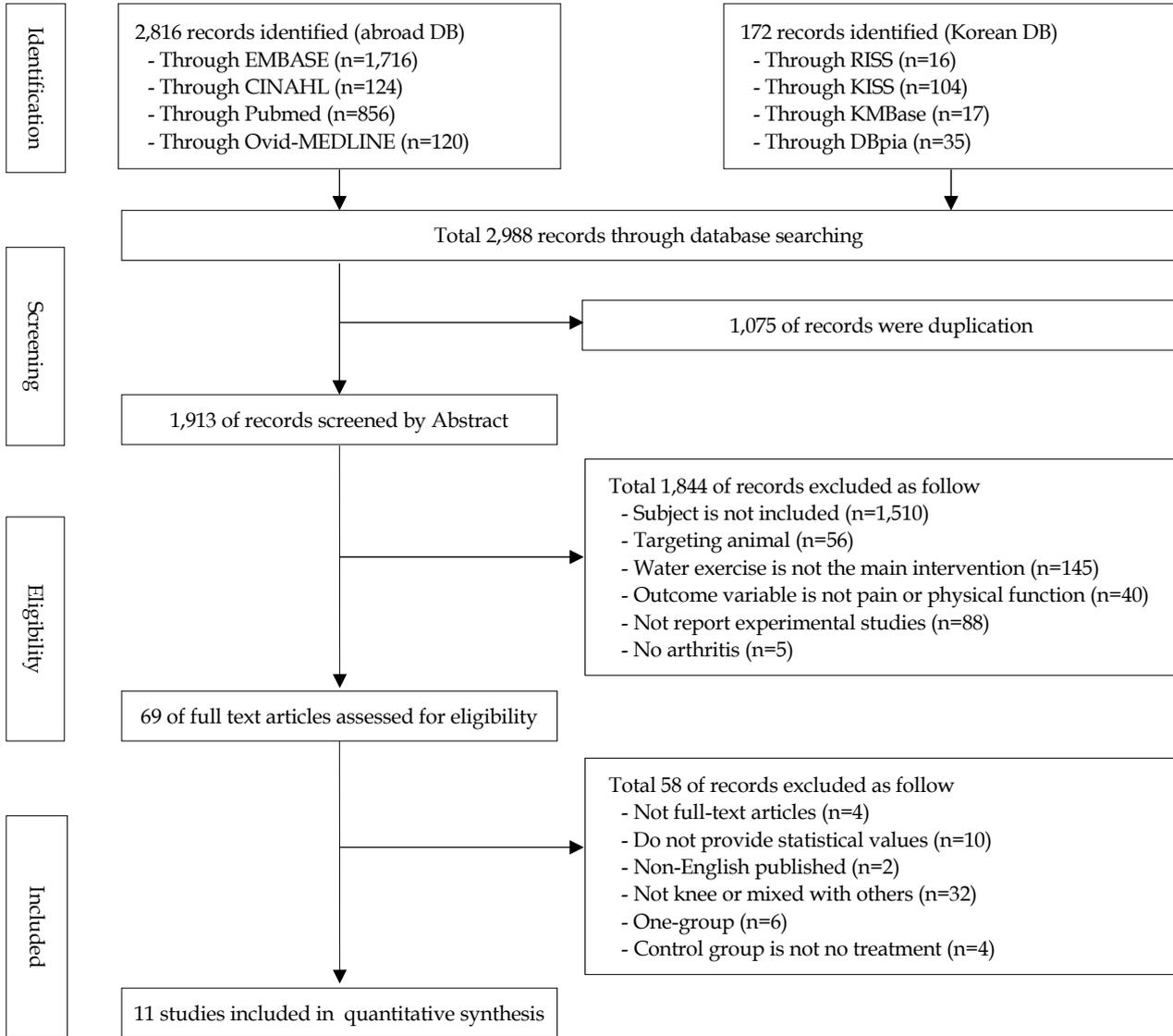


Figure 1. Flowchart of study selection.

4. 수중운동의 효과크기 분석 결과

1) 통증(Pain)

수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증에 미치는 효과를 확인하게 위해 선정된 11편의 논문을 메타분석 하였다. 통증을 측정하기 위해 한 가지 이상 측정도구를 사용한 경우, VAS 도구를 기준으로 값을 추출하였으며, 수중운동의 효과크기는 ES (Effect Size)=-0.53 (95%CI: -0.81, -0.25)으로 중간 효과로 나타났고 통계적으로 유의하였다($p < .001$)(Figure 2). 총 연구 대상자는 실험군 217명, 대조군 211명으로 총 428명이었다. 이질성 검증을 위한 결과는 $I^2=48.0\%$ ($Q=19.24$, $df=10$, $p=.037$)으로 통계적으로 유의하였고, 중간정도의 이질성을 보였다. 따

라서, 연구 간 효과크기 이질성에 대한 탐색적 설명이 필요하다고 판단하여, 측정도구, 적용기간, 국가, 중재횟수, 수온에 따라 Meta-ANOVA를 이용하여 분석하였다.

먼저, 측정도구에 따른 효과크기를 살펴보면, VAS의 효과크기가 -0.68(95%CI: -1.00, -0.36), 그 외 도구는 -0.21(95%CI: -0.81, 0.38)으로 VAS의 효과크기가 더 높았으나 유의한 차이는 없었다. 중재기간에 따른 효과크기는 6주가 -0.57 (95%CI: -1.03, -0.11), 8주 -0.52(95%CI: -0.88, -0.17), 12주 -0.66(95%CI: -1.73, 0.40)로 12주의 효과크기가 가장 높았으나 유의하지 않았다. 국가에 따른 효과크기는 한국이 -0.68(95%CI: -1.02, -0.35)로 기타 국가 -0.38 (95%CI: -0.88, 0.11)에 비해 효과크기가 높았으나 유의하지 않았다. 중재횟수에 따른 효과크기는 4회

Table 1. Risk of Bias Assessment Tool for Randomized Controlled Trials Study

First author (year)	Random sequence generations	Allocation concealment	Blinding of participants and personnel	Blinding of outcomes assesment	Incomplete outcome data	Selective reporting	Other bias
Dias et al. (2017) [20]	Low	Low	High	Low	Low	Low	Low
Kunduracilar et al. (2018) [21]	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Low	Uncertain
Lund et al. (2008) [23]	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Wang et al. (2011) [22]	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Lim et al. (2010) [44]	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Kim et al. (2009) [45]	Low	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Uncertain	Uncertain
Lee (2008) [46]	Low	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Low	High

Table 2. Risk of Bias Assessment Tool for Non-Randomized Controlled Trials

First author (year)	Selection of participants	Confounding variables	Measurement of intervention	Blinding for outcome assesment	Incomplete outcome data	Selective reporting
Chang (2009) [24]	Low	Uncertain	Low	Low	Low	Low
Lee et al. (2015) [47]	Low	Uncertain	Low	Uncertain	Low	Low
Park (2018) [48]	Low	Uncertain	Low	Uncertain	Low	Low
Park et al. (2009) [49]	Low	Uncertain	Low	Uncertain	Low	Low

이상이 -0.96 (95%CI: -1.36, -0.56)으로 3회 이하 -0.39 (95%CI: -0.71, -0.06)보다 유의하게 높았다. 마지막으로 수온은 기록이 없는 3편의 논문을 제외하고 분석하였으며 30℃ 이하의 효과크기는 -0.53 (95%CI: -1.24, 0.16), 31℃ 이상은 -0.56 (95%CI: -0.93, -0.19)으로 유의하지 않았다(Table 4).

하지 않았다($p=.962$). 이질성 검증을 위한 결과는 $I^2=85.9\%$ ($Q=35.27, df=5, p<.001$)로 큰 이질성을 보였으며 통계적으로 유의하였다(Figure 2).

2) 신체적 기능(Physical function)

수중운동이 무릎 관절염 환자의 신체적 기능에 미치는 효과 크기를 살펴보기 위해, 총 6편의 논문을 메타분석 하였으며, 실험군 154명, 대조군 152명으로 총 306명이었다. 신체적 기능 값은 WOMAC, KOOS, K-HAQ 등으로 측정되었고, WOMAC는 physical function, KOOS는 physical function 또는 ADL, K-HAQ는 disability in ADL, K-WOMAC는 difficulty of performing activity 값을 추출하였다. 신체적 기능이라고 명시된 경우 신체적 기능 값을 추출하였고, 신체적 기능이 없는 경우, 일상생활 수행정도(ADL) 값을 추출하였다. 수중운동의 효과크기는 $ES=0.02$ (95%CI: -0.61, 0.64)로 통계적으로 유의

5. 출판편향 분석

본 연구에서 연구결과의 타당성을 검증하기 위해 메타분석된 연구들의 출판편향을 Funnel plot을 통해 분석하였다. Funnel plot의 비대칭성 여부에 대한 해석은 분석에 포함된 연구가 10편 이상인 경우 적합하며[27] 선정된 11편의 논문의 Funnel plot Figure 3을 확인한 결과, 갈매기 모양의 중심을 기준으로 비대칭성을 보여, 출판편향이 있는 것으로 판단하였다. 따라서, 객관적인 검증을 위해 Egger's regression test를 실시하였고, $bias=-3.06$ ($t=-1.898, df=9, p=.090$)으로 통계적으로 유의하지 않아, 효과크기가 비대칭이 아님을 확인하였으며, 본 연구는 통계적으로 출판편향의 위험이 존재하지 않았다.

Table 3. Characteristics of Articles Analyzed in the Study

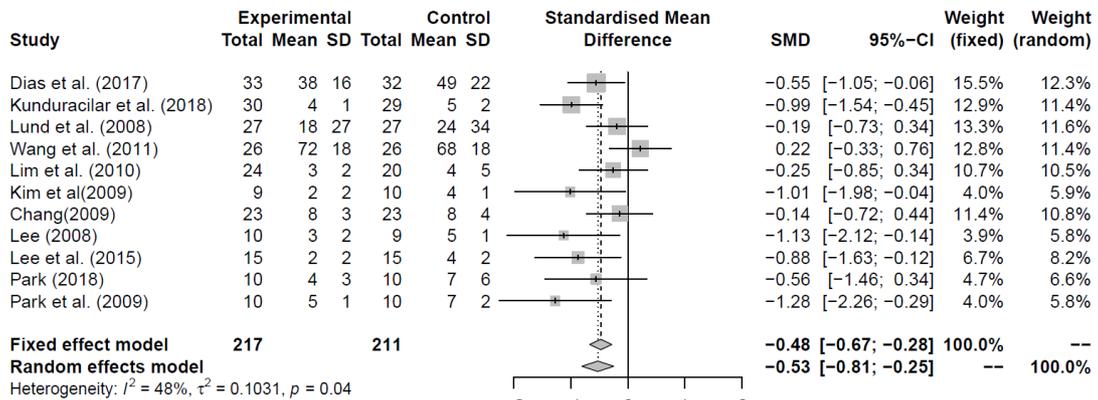
First author (year)	Study design	Location	Participants		Intervention			Outcome measures		
			Age (year) Exp. Cont.	Exp. Cont.	Aquatic intervention	Pool temperature/Depth	Min/Session (per week)/Duration (wk)	Pain	Function	Others
Dias et al. (2017)	RCT	Brazil	70.8 71.0	n=33 n=32	Warm-up (5min), strengthening exercises (30min), cool-down (5min)	Around 32 °C/ umbilical height	-/2/6	Pain & function: WOMAC	Function	Muscular performance (by an isokinetic device)
Kunduraciilar et al. (2018)	RCT	Turkey	63.20 58.23	n=30 n=29	Warm-up, stretching and strengthening exercises	37-39 °C/ 1.40 cm	45-60/5/3	Pain: VAS	Functional status: WOMAC (pain & Stiffness & Physical function)	Balance
Lund et al. (2008)	RCT	Denmark	65 70	n=27 n=27	Warm-up (10 min), strengthening/ endurance exercise (20 min), balance exercise and stretching exercise (20 min)	33.5 °C/1.58 m	50/2/8	Pain: VAS	Pain, symptoms, physical function, sport and recreation function, & knee-related quality of life: KOOS	Knee muscle strength (extension, flexion), Standing, balance
Wang et al. (2011)	RCT	Taiwan	66.7 67.9	n=26 n=26	Warm-up, flexibility, aerobic training, lower body training, Upper body training and cool-down (Based on AFAP instructor's manual)	30 °C (86 °F)/-	60/3/12	Pain, symptoms, sport/recreation, & QOL: KOOS	ROM (knee extension & knee flexion)	
Lim et al. (2010)	RCT	South Korea	65.7 63.3	n=26 n=24	Warm-up (5 min), strength and endurance exercises (30 min), cool down (5 min)	34 °C/115 cm	40/3/8	Pain: BPI	Pain, stiffness, physical function: WOMAC	QOL (SF-36), the isokinetic flexor and extensor muscle strengths
Kim et al. (2009)	RCT	South Korea	65.7 67.9	n=9 n=10	Warm-up (10 min), exercise program (40 min), cool down (10 min)	28 °C/1.5 m	60/4/8	Pain: VAS		Weight, fat, free mass (FFM), free oxygen radical, TAC
Chang (2009)	Non-RCT	South Korea	60.9 59.8	n=23 n=23	Warm-up (10 min), exercise program (40 min), cool down (10 min)	-/-	60/2/6	Joint pain: VAS	Disability in ADL: K-HAQ	Fatigue, shoulder flexibility, muscle endurance sit-ups, muscle strength (low limbs), waist flexibility, depression, Self-efficacy
Lee (2008)	RCT	South Korea	65.3 65.3	n=10 n=10	Warm-up (15 min), exercise program (30 min), cool down 5min	29-30 °C/ 1.3-1.4 m	50/3/12	Pain: VAS		Gait (lower length, popliteal interosseous), body composition, ROM, lower limbs strength
Lee et al. (2015)	Non-RCT	South Korea	57.54 56.66	n=15 n=15	Warm-up (10 min), aquatic rehabilitation exercise (30 min), cool down (10 min)	-/-	50/5/8	Pain: VAS	Pain, stiffness, difficulty of performing activity: K-WOMAC	Gait (walking speed test, step speed test, timed up and go test), falls efficacy
Park (2018)	Non RCT	South Korea	63.62 64.17	n=10 n=10	Warm-up (10 min), exercise program (30-40 min), cool down (10 min)	28-29 °C/-	60/3/8	Pain: VAS		Body composition, knee extension
Park et al. (2009)	Non RCT	South Korea	67.52 66.91	n=10 n=10	Warm-up (10 min), main exercise (40 min), cool-down (10 min)	-/-	60/3/12	Pain: VAS		Knee (flexor, extensor), bone mineral density

ADL=activity of daily living; AFAP=arthritis foundation aquatics program; BPI=brief pain inventory; FFM=fat free mass; K-HAQ=korean health assessment questionnaire; KOOS=knee injury and osteoarthritis outcome score questionnaire; RCT=randomized controlled trials; ROM=range of motion; QOL=quality of life; SF-36=study short form 36-item health survey; TAC=total antioxidant capacity; VAS=visual analog scale; WOMAC=western ontario & mcmaster universities osteoarthritis index; 6MWT=six-minute walk test.

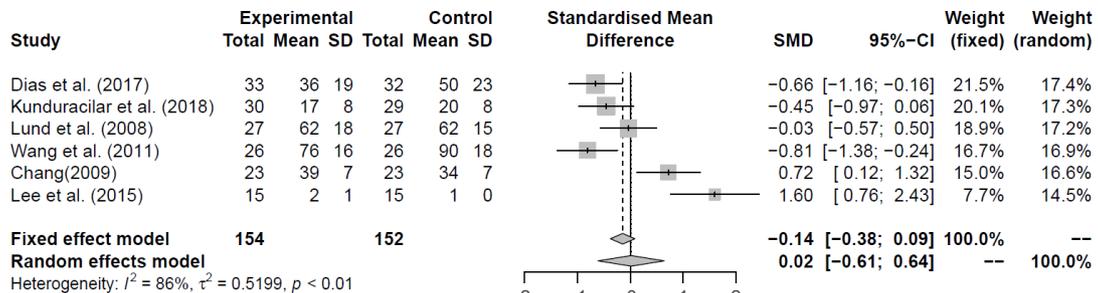
Table 4. Subgroup Analysis of Moderator Variables of Pain

Variables	Categories	K	ES	-95%CI	95%CI	I ² (%)	Q _b (p)
Measurement tool	VAS	8	-0.68	-1.00	-0.36	34.6	1.87 (.171)
	Other	3	-0.21	-0.81	0.38	53.6	
Intervention duration	6 weeks	3	-0.57	-1.03	-0.11	55.0	0.07 (.963)
	8 weeks	5	-0.52	-0.88	-0.17	0.0	
	12 weeks	3	-0.66	-1.73	0.40	80.0	
Country	Korea	7	-0.68	-1.02	-0.35	6.6	0.98 (.321)
	Other	4	-0.38	-0.88	0.11	71.3	
Session	≤ 3	8	-0.39	-0.71	-0.06	40.2	4.67 (.030)
	≥ 4	3	-0.96	-1.36	-0.56	0.0	
Temperature	≤ 30	4	-0.53	-1.24	0.16	65.0	0.00 (.943)
	≥ 31	4	-0.56	-0.93	-0.19	29.9	

VAS=visual analog scale.



A. Pain



B. Physical function.

Figure 2. Forest plots of the effects of aquatic exercise.

논 의

본 연구는 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증에 미치는 효과를 규명하기 위해 11편의 연구를 토대로 체계적 문헌고찰과 메타분석을 수행하였다. 본 연구는 대조군을 무처치군으로 정

하여 순수한 수중운동의 효과크기를 추출하였고, 다양한 데이터베이스를 활용하여 메타분석에 포함된 연구 수가 선행연구에 비해 많으며, 또한 국내문헌들도 포함하여 메타분석을 수행한 것에 그 의미가 있다.

본 연구에 선정된 11편의 연구에서 무릎 관절염 환자의 통증

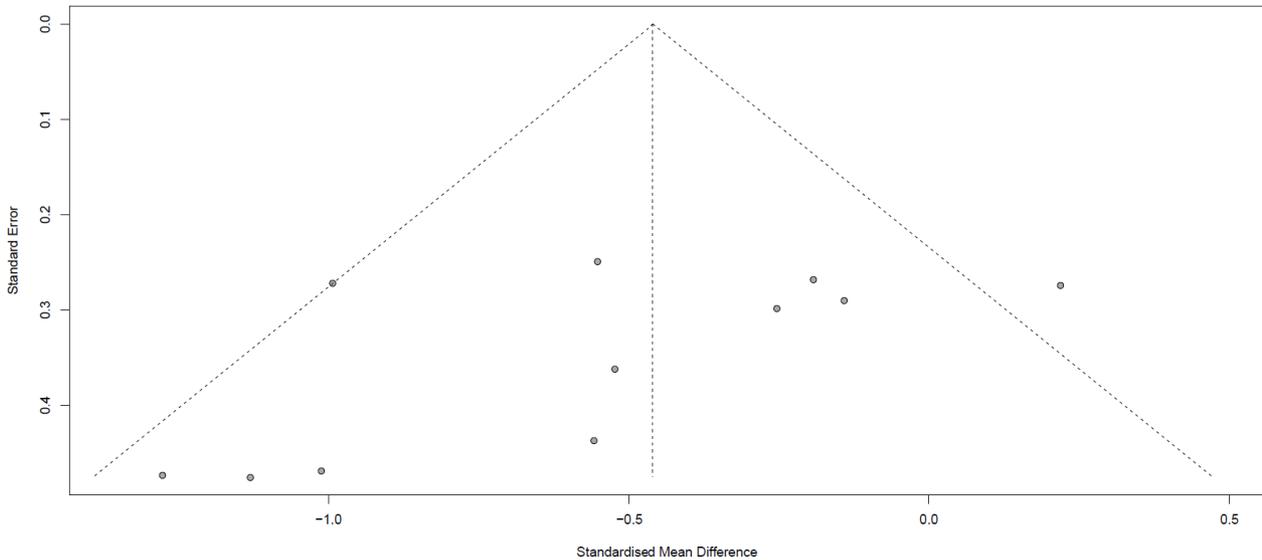


Figure 3. Funnel plot for assessing the publication bias (n=11).

을 위한 수중운동의 효과크기는 -0.53으로 중간 효과크기를 보였다. 한편, Kim 등[28]의 연구에서는 수중운동을 지상운동과 비교하였고, 통증에 대한 수중운동의 효과크기가 -0.26으로 본 연구결과보다 낮았다. Lu 등[30]의 연구에서도 통증에 대한 수중운동의 효과크기가 -0.25로 작은 효과크기를 보여 본 연구결과보다 낮았다. 이들 선행연구에서는 수중운동의 효과크기를 지상운동과 비교한 반면, 본 연구에서는 수중운동의 효과크기를 무척추근과 비교한 것이므로 비교적 큰 효과크기를 보인 것으로 생각된다.

통증에 대한 조절효과 분석은 측정도구, 중재기간, 국가, 중재횟수, 수온에 따른 중재 간 차이를 비교하였고, 효과크기는 유의한 차이가 없었다. 먼저, 통계적으로 유의하지 않았으나 VAS의 효과크기는 -0.68로 그 외 측정도구(WOMAC, KOOS, BPI 등)의 효과크기 -0.21에 비해 높게 나타났다. 본 연구에 포함된 11편의 연구 중 8편에서 VAS를 측정도구로 포함하였고, 통증사정을 위해 한 가지 이상 측정도구를 중복적으로 사용한 경우, VAS 도구를 기준으로 효과크기를 산출하여 중재 간 차이가 유의하지 않았던 것으로 생각된다.

관절염 환자의 통증을 측정하는 도구의 민감성과 관련하여 Lu 등[30]은 VAS가 KOOS 또는 WOMAC에 비해 통증의 변화를 더 민감하게 측정하므로 향후 연구에서는 관절염 환자의 통증 측정을 위해 VAS를 사용할 것을 제안하였다. 본 연구에서도 VAS의 효과크기가 큰 이유는 통증의 변화를 민감하게 측정하였기 때문인 것으로 사료된다. 한편, Felson [36]은 관절염 통증을 일반적으로 유해 수용성 통증으로 간주하였으나, Hochman

등[37]은 신경병증성 통증을 보인다고 하여VAS, WOMAC 및 KOOS는 무릎 관절염 환자의 통증을 정확하게 포착하기 어렵다[20,38]. 현재까지 통증의 유형에 따른 수중운동의 효과에 대해 축적된 연구 데이터가 부족하므로 향후 연구에서는 통증의 유형 및 원인 등을 고려하여 수중운동 프로그램을 개발하고 그 효과를 증명할 필요가 있다.

중재기간에 따른 효과크기는 유의하지 않았으나, 12주(ES: -0.66), 6주(ES: -0.57), 8주(ES: -0.52) 순으로 나타났다. 선행연구에서 수중운동 중재기간에 따른 통증의 효과크기를 살펴본 연구가 없어 직접적인 비교가 어려우나, Lee [39]의 연구에서는 심리적 중재가 골관절염 환자의 통증에 미치는 효과크기를 메타분석한 결과 6주(ES: -0.11), 8주(ES: -0.38) 8주 초과(ES: -0.46) 순으로 기간이 길수록 효과크기가 큰 것으로 나타나 본 연구결과와 다르게 나타났다. 중재기간이 관절염 환자의 통증에 미치는 효과크기의 차이는 중재 프로그램 구성내용에 따라 달라질 수 있어서 중재기간의 차이만으로 효과크기를 비교하는데에는 제한이 있을 것으로 사료된다. 따라서 향후 관절염 환자를 대상으로 적용된 운동 프로그램의 효과를 보고한 연구가 축적되면 유사한 운동 프로그램 구성내용을 바탕으로 그 효과크기를 중재기간에 따라 비교해 볼 필요가 있다.

국가별 효과크기를 살펴보면, 국내의 효과크기(ES: -0.68)가 국외(ES: -0.38)보다 큰 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 통증은 문화적 배경에 의해 통증인지 및 표현에 영향을 받을 수 있고[40], 인종간의 차이에 의해서도 개인 간 차이를 보이는 복잡한 건강문제이다[41,42]. 이러한 이유로 인해 관

절염 환자를 대상으로 적용된 운동 프로그램 구성내용도 국내의 경우 걷기, 차기, 조깅, 스텝 등을 중심으로 구성한 반면, 국외의 경우 균형, 스트레칭 등을 중심으로 구성하는 등 그 구성내용의 특성에 차이가 있다. 국가별 효과크기의 차이는 국가별 참석환 대상자의 인종 및 문화적 배경이 다양한 결과일 수도 있겠으나, 적용한 수중운동 프로그램의 구성내용이 상이한 결과일 수도 있어, 향후 골관절염 환자를 대상으로 국가별 수중운동의 효과에 대한 연구가 축적되면 이들 수중운동의 구성내용에 대한 고찰 및 메타분석이 추가적으로 요구된다.

중재횟수에 따른 효과크기를 살펴보면, 주 4회 이상(ES: -0.96)이 주 3회 이하(ES: -0.39)보다 유의하게 효과크기가 큰 것으로 나타났다. Lee [31]의 연구에서는 주 2회 보다 주 3회가 유의하게 효과크기가 큰 것으로 나타나 횟수가 많을수록 효과 있는 것으로 해석할 수 있다. 하지만 대상자들의 관절염 심각도와 참여의지 등을 고려하지 않고 단순 횟수에 의한 효과크기 분석이므로 추후 연구에서는 관절염의 심각도 등을 고려하여 중재횟수를 결정할 수 있는 수중운동 프로그램 마련이 필요하다.

마지막으로 수온에 따른 통증의 효과크기는 31℃ 이상(ES: -0.56)이 30℃ 이하(ES: -0.53)보다 효과크기가 컸지만 모두 중간효과크기로 나타났으며, 통계적으로 유의하지 않았다. Lee [31]의 연구에서는 하지 골관절염 환자의 통증에 수중치료 운동 프로그램의 효과를 메타분석한 결과, 수온이 33.5℃ 이상이 32℃ 이하의 운동보다 효과가 있는 것으로 나타났다. 수온의 기준은 다르지만 수온이 높을수록 통증에 효과가 있는 것으로 나타나, 본 연구와 상이하였다. 수온의 변화는 관절의 강직완화와 긴장성을 완화시켜[43] 통증에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단되며, 향후 수온의 따른 효과 연구의 데이터 축적을 통해 관절염 환자에게 가장 효과적인 수온관리가 필요하다.

신체적 기능의 효과크기는 0.02로 통계적으로 유의하지 않았다. 무처치군과 수중운동을 비교한 결과[25] 효과크기는 -0.55로 본 연구결과보다 큰 효과크기를 보였으며, 수중운동과 지상운동의 신체적 기능을 비교한 Kim 등[28]에서는 효과크기가 -0.12로 나타났고, Lu 등[30]에서는 0.31로 작은 효과를 나타냈다. 하지만, Batterham 등[29]의 연구에서는 신체적 기능에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 연구마다 결과가 상이하였다. 신체적 기능에서 유의한 효과가 있는 것으로 나타난 메타분석 연구에서도 포함된 논문 편수가 각 2편 또는 3편에 [28,30] 불과하여 결과해석에 주의가 필요한 것으로 판단된다. 이에 신체적 기능에 대한 반복적인 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 수중운동이 무릎 관절염 환자의 통증 및 신체적

기능에 미치는 효과를 메타분석 함으로써 수중운동이 무릎 관절염 환자들에게 효과적인 중재 중 하나로 통증 위해 우선적으로 고려되어야 할 중재임을 확인하였다. 또한, 무릎 관절염 환자와 수중운동과 관련된 국내·외 관련 논문들을 체계적 문헌 고찰하고 메타분석하여 임상적 근거를 제시하였고 양질의 중재계획과 환자관리에 도움을 줄 수 있으며, 무엇보다 수중운동 적용 시 근거있는 정보의 제공을 통해 적극적 참여도 및 방향성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다고 하겠다.

그러나 본 연구의 결과해석에 있어 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 수중운동 적용 시 대상자의 참여가 중요하지만, 대상자의 만족도 및 운동 준수에 대한 정보가 부족하며, 둘째, 수중운동 프로그램 적용이 최대 3개월까지만 수행되어 수중운동이 일시적으로 효과로 나타났을 수 있다. 셋째, RCT와 Non-RCT 연구가 함께 포함되어 RoB와 RoBANS를 병용하여 내적 타당도의 빼뺄림을 확인 하였다. 향후 연구에서는 RCT 연구만 포함하여 추가분석과 대상자의 참여 및 만족도를 추가적으로 조사하여 만족도에 따른 효과크기를 분석할 필요가 있으며, 3개월 이상의 추적 관찰을 통해 장기간의 효과를 검토할 필요가 있다.

결론

본 연구는 무릎 관절염 환자들을 대상으로 통증 및 신체적 기능에 미치는 수중운동의 효과를 분석하기 위해 체계적 고찰 및 메타분석을 수행하였다. 문헌의 선택 및 배제과정을 통해 최종 11편이 메타분석에 포함되었고, 수중운동이 통증의 효과크기에서 유의한 차이를 보였으며, 신체적 기능의 효과크기에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 무릎 관절염 환자를 위한 수중운동 프로그램 개발을 위해 임상적 근거를 제시하여 수중운동 적용 시 임상 전문가를 위한 프로그램 개발의 방향성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Yun C, An C. The effect of exercise program on pain and quality of life for patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2014;21(3):173-83.
<https://doi.org/10.5953/JMJH.2014.21.3.173>
2. Jung KH, Oh YH, Lee YK, Oh MA, Kang EN, Kim KR, et al.

- Elderly survey 2017. Policy Report. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2017 November. Report No.: 11-1352000-000672-12.
3. Sohng KY, Kang SS. A study of activities of daily living and its influencing factors in patients with chronic arthritis. *Journal of Korean Public Health Nursing*. 2000;14(2):342-54.
 4. Loeser RF, Goldring SR, Scanzello CR, Goldring MB. Osteoarthritis: a disease of the joint as an organ. *Arthritis & Rheumatism*. 2012;64(6):1697-707. <https://doi.org/10.1002/art.34453>
 5. Lee CH, Park H. The effects of cognitive behavioral therapy on anxiety, depression, and self-efficacy in patients with arthritis: a meta-analysis. *Journal of Korean Gerontological Nursing*. 2019;21(1):10-21. <https://doi.org/10.17079/jkgn.2019.21.1.10>
 6. Wilder FV, Hall BJ, Barrett JP, Lemrow NB. History of acute knee injury and osteoarthritis of the knee: a prospective epidemiological assessment: the clearwater osteoarthritis study. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2002;10(8):611-6. <https://doi.org/10.1053/joca.2002.0795>
 7. Lee C. The effects of exercise therapy on arthrosis of knee [dissertation]. Busan: Inje University; 2003. p. 1-78.
 8. Jinks C, Jordan K, Croft P. Measuring the population impact of knee pain and disability with the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). *Pain*. 2002;100(1-2):55-64. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00239-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00239-7)
 9. International Association for the Study of Pain. Pain terms: a list with definitions and notes on usage. *Pain*. 1979;6(3):249.
 10. Burks K. Health concerns of men osteoarthritis of the knee, *Orthopaedic Nursing*. 2002;21(4):28-34.
 11. Zautra AJ, Smith BW, Yocum D. Psychosocial influences on arthritis-related disease activity. In *International Congress Series*. 2002;1241:47-50.
 12. Rivard V, Cappeliez P. Perceived control and coping in women faced with activity restriction due to osteoarthritis: relations to anxious and depressive symptoms. *Canadian Journal on Aging/La Revue Canadienne Du Vieillessement*. 2007;26(3):241-53. <https://doi.org/10.3138/cja.26.3.241>
 13. Sung M, Jang HJ, Nam H, Shin D. Intervention review for women with knee pain. *Korean Academic Society of Women Health Nursing*. 2009;10(2):37-57.
 14. Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, Abramson S, Altman RD, Arden NK, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: Part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2010;18(4):476-99. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2010.01.013>
 15. Kim H, Sung YK. Pharmacological treatment of osteoarthritis. *Journal of the Korean Medical Association*. 2018;61(10):623-9. <https://doi.org/10.5124/jkma.2018.61.10.623>
 16. Roberts E, Delgado Nunes V, Buckner S, Latchem S, Constanti M, Miller P, et al. Paracetamol: not as safe as we thought? a systematic literature review of observational studies. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2016;75(3):552-9. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2014-206914>
 17. Pendleton A, Arden N, Dougados M, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JWJ, et al. EULAR recommendations for the management of knee osteoarthritis: report of a task force of the standing committee for international clinical studies including therapeutic trials (ESCISIT). *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2000;59(12):936-44. <https://doi.org/10.1136/ard.59.12.936>
 18. Roddy E, Zhang W, Doherty M. Aerobic walking or strengthening exercise for osteoarthritis of the knee? a systematic review. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2005;64(4):544-8. <https://doi.org/10.1136/ard.2004.028746>
 19. Foley A, Halbert J, Hewitt T, Crotty M. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis-a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2003;62(12):1162-7. <https://doi.org/10.1136/ard.2002.005272>
 20. Dias JM, Cisneros L, Dias R, Fritsch C, Gomes W, Pereira L, et al. Hydrotherapy improves pain and function in older women with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2017;21(6):449-56. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.012>
 21. Kunduracilar Z, Sahin HG, Sonmezer E, Sozay S. The effects of two different water exercise trainings on pain, functional status and balance in patients with knee osteoarthritis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2018;31:374-8. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.01.004>
 22. Wang TJ, Lee SC, Liang SY, Tung HH, Wu SFV, Lin YP. Comparing the efficacy of aquatic exercises and land-based exercises for patients with knee osteoarthritis. *Journal of Clinical Nursing*. 2011;20(17-18):2609-22. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03675.x>
 23. Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008;40(2):137-44. <https://doi.org/10.2340/16501977-0134>
 24. Chang KO. The effects of an aquatic exercise program on pain, fatigue, physical fitness, disability in ADL, and psychological variables in women with arthritis. *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*. 2009;20(1):87-95.
 25. Lim BO, Kang SS. Review of aquatic exercise program in patients with knee osteoarthritis. *Korean Journal of Sports Science*. 2016;25(3):1507-19.
 26. Lee SJ, Shim YJ, Choi SW. A literature review on the effects of aqua exercise on patients with osteoarthritis. *Korean Journal of Sports Science*. 2019;28(3):753-62.

27. Revie Al-Qubaeissy KY, Fatoye FA, Goodwin PC, Yohannes AM. The effectiveness of hydrotherapy in the management of rheumatoid arthritis: a systematic review. *Musculoskeletal Care*. 2013;11(1):3-18. <https://doi.org/10.1002/msc.1028>
28. Kim YI, Choi HS, Han JH, Kim J, Kim G. Aquatic exercise for the treatment of knee osteoarthritis: a systematic review & meta analysis. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2015;16(9):6099-111. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.9.6099>
29. Batterham SI, Heywood S, Keating JL. Systematic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2011;12(1):123.
30. Lu M, Su Y, Zhang Y, Zhang Z, Wang W, He Z, et al. Effectiveness of aquatic exercise for treatment of knee osteoarthritis. *Zeitschrift für Rheumatologie*. 2015;74(6):543-52.
31. Lee SJ. Effects of aquatic therapy exercise program on muscle strength and pain of osteoarthritis patients: systematic review and meta analysis [master's thesis]: Seoul: Sungshin University; 2019. p. 1-79.
32. Higgins J, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Version 5.1.0* [Internet]. London, UK: The Cochrane Collaboration; 2011 [cited 2020 March 23]. Available from: <http://handbook.cochrane.org/>
33. Kim SY, Park JE, Seo HJ, Lee YJ, Jang BH, Son HJ, et al. NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention. Seoul: National Evidence-Based Healthcare Collaborating Agency; 2011. Report No.: 978-89-94581-59-0.
34. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis*. West Sussex: John Wiley and Sons; 2009. p. 421.
35. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1998. p. 567.
36. Felson DT. The sources of pain in knee osteoarthritis. *Current Opinion in Rheumatology*. 2005;17(5):624-8. <https://doi.org/10.1097/01.bor.0000172800.49120.97>
37. Hochman JR, French MR, Bermingham SL, Hawker GA. The nerve of osteoarthritis pain. *Arthritis Care & Research*. 2010; 62(7):1019-23. <https://doi.org/10.1002/acr.20142>
38. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2007;87(1):32-43. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060006>
39. Lee CH. The effect of psychological intervention for pain reduction in osteoarthritis patients: a meta-analysis. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2019;20(5):109-17. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.5.109>
40. Burns JW, Hodsman NB, McLintock TT, Gillies GW, Kenny GN, McArdle CS. The influence of patient characteristics on the requirements for postoperative analgesia: a reassessment using patient-controlled anesthesia. *Anaesthesia*. 1989;44(1):2-6. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1989.tb11086.x>
41. Anderson KO, Green CR, Payne R. Racial and ethnic disparities in pain: causes and consequences of unequal care. *The Journal of Pain*. 2009;10(12):1187-204. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.10.002>
42. Tan EC, Lim EC, Teo YY, Lim Y, Law HY, Sia AT. Ethnicity and OPRM variant independently predict pain perception and patient-controlled analgesia usage for post-operative pain. *Molecular Pain*. 2009;5:1744-8069. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-5-32>
43. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2007;87(1):32-43.
44. Lim JY, Tchai E, Jang SN. Effectiveness of aquatic exercise for obese patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *PM&R*. 2010;2(8):723-31. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.04.004>
45. Kim JK, Roh SK. Effect of Nordic walking and Aquatic exercise on oxidative stress and pain in women with degenerative arthritis. *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*. 2009;18(4):549-58.
46. Lee HD. The effect exercises by types for female elderly suffering from degenerative arthritis on gait function and leg muscular function [dissertation]. Daegu: Keimyung University; 2008. p. 1-85.
47. Lee SS, So YS. The effects of aquatic rehabilitation exercise on pain, physical function, walking ability and falls efficacy in patients with knee osteoarthritis. *Korean Journal of Sports Science*. 2015;24(5):1241-51.
48. Park HS. The effects of aquatic rehabilitation exercise on the pain, body composition and extension angle of knee joint in obese elderly women with degenerative arthritis. *Korean Journal of Sports Science*. 2018;27(5):1345-54.
49. Park IB, Yeo NH, Kim EJ, Jo SG. The effects of aquatic exercise according to taping treatment on lower extremity muscle strength, pain rating scale and bone mineral density in elderly women with knee osteoarthritis. *Korean Journal of Sports Science*. 2009;18(4):1169-79.