



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](#)

최 승 욱 교수지도
석사학위 청구논문

운동 프로그램이 혈액투석 환자의
혈압에 미치는 효과

-메타분석을 통한 문헌고찰을 중심으로-

2018

성신여자대학교 대학원
체육학과
유 향 숙

운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과

-메타분석을 통한 문헌고찰을 중심으로-

최 승 욱 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2017년 11월

성신여자대학교 대학원

체육학과

유 향 숙

인 준 서

유향숙의 석사학위 논문으로 인준함

2017년 11월

심사위원장 (서명 또는 인)

심 사 위 원 (서명 또는 인)

심 사 위 원 (서명 또는 인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 국내·외 선행논문을 대상으로 체계적인 문헌고찰과 메타분석을 통해 혈액투석 환자의 운동이 환자의 혈압에 미치는 영향을 분석하여 그 근거를 바탕으로 환자의 혈압 관리에 필요한 구체적이고 실용적인 기초자료를 제시하는 데 목적이 있다.

문헌 검색은 국내·외 문헌을 PubMed와 RISS, 국회전자도서관, KISS, DBpia 데이터베이스에서 검색을 수행하여 총 8편의 문헌을 선정하였다. 최종 선정된 문헌은 Cochrane Review Manager Software 5.3(Revman)을 이용하여 메타분석을 수행하였고 효과크기(effect size)의 계산을 위해 실험군과 대조군의 사전, 사후 측정값의 표본수(N), 평균(M), 표준편차(SD)를 이용해 평균차(Mean Difference)값을 정리하여 분석하였다.

또한, 각 연구 간의 전체적인 효과크기를 추정하여 통계적 이질성을 알아보기 위해 Higgins의 I^2 test로 평가하였다. 각 연구에서 도출된 효과크기에 대해 동질성 평가를 실시하여 동질한 경우 고정효과 모형(fixed-effects model)을 이용해 그 효과크기와 신뢰구간(confidence interval)을 제시하였고, 이질성이 나타날 경우 랜덤효과 모형(random-effects model)을 활용하여 효과크기와 신뢰구간을 제시하였다. 분석 결과 이질성이 존재하여 하위유형별 분석을 수행하였다.

그리고 최종 선정된 문헌의 운동 프로그램 시기는 혈액투석 중(Intradialytic)과 혈액투석 간(Interdialytic)으로 나뉘어졌으며, 운동 프로그램 유형은 유산소 운동과 복합 운동이 주로 시행되었고, 운동 프로그램 시간은 30~60분이었다. 또, 운동 프로그램 기간은 3~12개월까지 다양하였으며

운동 빈도는 주 3회가 가장 많았다. 운동 실시 후 결과변수는 혈압, 최대산소 섭취량, 6분 걷기평가, 심박수, 삶의 질, 운동 시간, Kt/v 등이며 본 연구에서는 혈압변수만을 분석에 이용하였다. 최종 선정 문헌의 메타분석 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 운동 프로그램에 따른 전체 혈액투석 환자의 수축기 혈압은 평균 -15.39mmHg, 이완기 혈압은 평균 -7.90mmHg로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

둘째, 운동 프로그램 시기에 따른 수축기 혈압은 혈액투석 간 평균 -12.26mmHg, 혈액투석 중 평균 -22.45mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압은 혈액투석 간이 평균 -5.61mmHg, 혈액투석 중이 평균 -12.58mmHg 으로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

셋째, 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압은 유산소 운동이 평균 -21.48mmHg, 복합 운동이 평균 -11.27mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압은 유산소 운동이 평균 -9.99mmHg, 복합 운동이 평균 -6.47mmHg로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

넷째, 운동 프로그램 시간에 따른 수축기 혈압은 30분이 평균 -24.61mmHg, 30~60분이 -11.57mmHg로 낮아졌고, 이완기 혈압은 30분이 평균 -9.96mmHg, 30~60분이 평균 -7.03mmHg으로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

다섯째, 운동 프로그램 기간에 따른 수축기 혈압은 3개월이 평균 -

25.07mmHg, 6~12개월이 -15.10mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압은 3개월이 평균 -14.49mmHg, 6~12개월이 평균 -7.75mmHg로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

이상과 같이 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과는 매우 긍정적이며 혈액투석 환자의 미약한 체력과 혈압관리에 중요한 역할을 하는 것으로 확인되었다. 따라서 운동 프로그램의 시기, 유형, 시간, 기간, 빈도 등을 충분히 고려하여 혈액투석 환자의 운동 프로그램 지침이 마련되어야 하며 이를 토대로 체계적인 운동 프로그램이 실행되어야 할 것이다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구 필요성	1
2. 연구 목적	5
3. 연구 가설	5
4. 용어 정의	6
II. 이론적 배경	8
1. 체계적 문헌고찰(systematic review)	8
1) 체계적 문헌고찰의 정의	8
2) 체계적 문헌고찰의 방법	8
2. 메타분석(Meta-Analysis)	9
1) 메타분석의 개념	9
2) 메타분석의 특징	10
3) 메타분석의 과정	10
3. 혈액투석환자의 운동과 혈압	11
1) 혈액투석환자	11
2) 혈액투석환자와 혈압	14
3) 혈액투석환자와 운동	17
4) 혈액투석환자의 운동이 혈압에 미치는 효과	23
III. 연구방법	26

1. 연구 설계	26
2. 문헌 검색 전략	26
1) 핵심질문	26
3. 문헌 검색	27
1) 국내 문헌 검색	28
2) 국외 문헌 검색	28
4. 문헌 선택과 분류	28
1) 문헌 선택과 분류과정	29
2) 문헌 선택 기준	29
5. 비뿔림 위험평가	29
1) 무작위 대조군 실험연구의 비뿔림 위험평가	30
2) 비 무작위 대조군 실험연구의 비뿔림 위험평가	30
6. 메타분석	31
1) 자료추출	31
2) 자료코딩과 변환	32
IV. 연구결과	35
1. 체계적 문헌고찰 결과	35
1) 문헌 검색 및 선별 결과	35
2) 문헌 고찰 결과	37
2. 메타분석 결과	43
1) 최종 선정문헌의 비뿔림 위험평가	43
2) 운동 프로그램에 따른 혈압의 효과크기	46
(1) 운동 프로그램에 따른 혈압의 전체 효과크기	46
(2) 운동 프로그램 시기에 따른 혈압의 효과크기	52

(3) 운동 프로그램 유형에 따른 혈압의 효과크기59
(4) 운동 프로그램 시간에 따른 혈압의 효과크기66
(5) 운동 프로그램 기간에 따른 혈압의 효과크기73

V. 논의80

VI. 결론 및 제언84

참고문헌

ABSTRACT

LIST OF TABLES AND FIGURES

<Table 1> Characteristics of Selected Studies.

Figure 1. Flow diagram of the study selection.

Figure 2. Risk of bias graph.

Figure 3. Risk of bias summary.

Figure 4. Forest plot of comparison 1. outcome: 1.1 SBP.

Figure 5. Funnel plot of comparison 1. outcome: 1.1 SBP.

Figure 6. Forest plot of comparison 1. outcome: 1.2 DBP.

Figure 7. Funnel plot of comparison 1. outcome: 1.2 DBP.

Figure 8. Forest plot of comparison 2. outcome: 2.1 SBP.

Figure 9. Funnel plot of comparison 2. outcome: 2.1 SBP.

Figure 10. Forest plot of comparison 2. outcome: 2.2 DBP.

Figure 11. Funnel plot of comparison 2. outcome: 2.2 DBP.

Figure 12. Forest plot of comparison 3. outcome: 3.1 SBP.

Figure 13. Funnel plot of comparison 3. outcome: 3.1 DBP.

Figure 14. Forest plot of comparison 3. outcome: 3.2 DBP.

Figure 15. Funnel plot of comparison 3. outcome: 3.2 DBP.

Figure 16. Forest plot of comparison 4. outcome: 4.1 SBP.

Figure 17. Funnel plot of comparison 4. outcome: 4.1 SBP.

Figure 18. Forest plot of comparison 4. outcome: 4.2 DBP.

Figure 19. Funnel plot of comparison 4. outcome: 4.2 DBP.

Figure 20. Forest plot of comparison 5. outcome: 5.1 SBP.

Figure 21. Funnel plot of comparison 5. outcome: 5.1 SBP.

Figure 22. Forest plot of comparison 5. outcome: 5.2 DBP.

Figure 23. Funnel plot of comparison 5. outcome: 5.2 DBP.

I. 서론

1. 연구 필요성

2016년 말 기준 말기신부전 환자 수는 93,884명으로 혈액투석 환자(hemodialysis: HD)는 68,853명, 복막투석 환자(peritoneal dialysis: PD)는 6,842명, 신장이식 환자(functioning kidney transplant: KT)는 18,189명으로 HD 73%, PD 7%, KT 19%를 차지하고 있다.

또, 2016년 새로 발생한 환자 수는 16,068(HD 13,049, PD 786, KT 2,233)명으로 2006년 HD 5,694명, PD 2,568명, KT 935명, 1996년 HD 3,670명, PD 1,388명, KT 919명에 비해 현저하게 증가하였다(대한신장학회, 2017). 이러한 증가 추세는 유전적 요인과 더불어 인구의 고령화와 서구화된 식습관, 운동부족 등 각종 생활습관에서 기인한 만성질환에서 그 원인을 찾을 수 있으며 전 세계적으로 증가 추세에 있어 질환의 심각성은 날로 가중되어 가고 있다.

말기 신부전증의 주요 발생원인으로는 당뇨(50.2%), 고혈압(20.3%), 만성사구체 신염(8.4%), 고령, 비만 등이며(대한신장학회, 2017; 김영훈 2009), 당뇨병의 경우 신기능의 악화를 지연시킬 수 있다고 입증된 치료는 엄격한 혈당 조절과 혈압관리, 안지오텐신 전환 효소 억제제나 안지오텐신 수용체 차단제 사용이며 단백질 섭취제한, 고지혈증치료, 대사성 산증의 교정, 금연도 도움이 된다(김영훈, 2009).

Kidney disease: Improving global Outcome(KDIGO)에서는 원인과 관계

없이 3개월 이상 평가사구체여과율(estimated Glomerular Filtration Rate; eGFR)이 $60\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 미만인 경우, 콩팥손상의 증거가 있을 때 만성 신부전증으로 정의하고 있다. 사구체 여과율이 $30\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 이하로 감소되면 만성 신부전으로 인한 합병증 치료와 환자의 신체상황, 신대체 요법의 접근성과 주변 여건 등에 따라 적합한 방법을 정하게 되며(이영기 등, 2014) 생명을 유지하기 위해 말기 신부전증 환자들은 혈액투석, 복막투석, 신장이식과 같은 신대체 요법을 받게 된다(Parsons et al., 2006; National Kidney Foudation, 2002).

혈액투석은 신대체 요법 중 가장 빈번하게 사용하는 요법으로 팔의 동정맥 루와 인공 신장기를 이용하여 혈액으로부터 노폐물을 제거하고 신체 내 전해질 균형을 유지 및 과잉수분을 제거하는 방법을 말한다(서울대학교병원 의학정보, 2017)

혈액투석 환자는 이미 잃어버린 신기능을 투석을 통해 완전히 회복하는 것이 아니므로 평생동안 혈액투석을 받아야 하고 투석이 시작되면 환자에게 이 전과는 다른 삶이 펼쳐지며 환자가 느끼는 삶의 질에도 많은 변화가 생긴다.

신기능의 감소는 환자의 체액량 증가, 고혈압, 고칼륨혈증, 대사성산증, 고인산칼륨 혈증 등의 수분과 전해질 대사 장애, 자율신경장애와 신경병증, 심근과 골격근 질환, 말초혈관 변화, 빈혈, 고지혈증, 골대사 질환과 면역기능저하, 호르몬 대사 장애에서부터 매스꺼움, 구토, 불면, 피로, 우울, 불안과 같은 생리적인 불편함까지도 유발한다(NK Man et al., 2012).

일반적으로 환자들이 겪는 요독증은 고혈압, 울혈성 심부전, 관상동맥질환, 좌심실비대를 수반한 심혈관 질환을 가지고 있으며 이는 정상 성인 신체기능의 50% 정도로 감소시켜 건강관련 삶의 질을 떨어지게 하는 요인으로 작용한다(Johansen et al., 1999; Diaz-Buxo et al., 2000; Hörl et al., 2002).

이 중 고혈압은 혈액투석 환자의 수명에 영향을 미치는 가장 강력한 요인

중 하나로 말기 신부전증 환자들의 80% 이상 고혈압 증세를 보이며 고혈압은 만성 콩팥병의 진행과 심혈관계 합병증 발생에 중요한 역할을 한다(송지숙 등, 2005; Santos et al., 2005; 김영훈, 2009).

혈액투석 중 또는 혈액투석 후 발생하는 고혈압은 심혈관계의 사망 원인에 중요한 위험 인자로 관여하며 투석 환자의 2/3에서 고혈압이 발생하고 이런 환자의 50%는 수분제거에도 불구하고 혈압이 잘 조절되지 않는 불응성 고혈압(dialysis-refractory hypertension)이다(강성귀, 2001). 또, 투석 환자는 경구 섭취 식염의 배설이 신장 기능 소실에 의해 거의 이루어지지 않으므로 체액량의 증가가 혈압 상승의 주된 원인이 된다(박철휘, 2009). 즉 투석 간 나트륨 축적과 수분과다로 인하여 세포 외액량이 증가되면서 좌심실비대로 진행되고 이는 심부전이나 협심증으로 진행되어 사망에 절대적 영향을 미친다. 이밖에도 고혈압은 혈액투석 환자에 있어 자발성 뇌출혈이나 뇌경색의 가장 큰 원인이며 망막질환, 동맥경화, 말초혈관 질환 등 다양한 합병증으로 진행된다(김문실 등, 2006; 박재석 등, 2001).

고혈압 이외에 투석 중 합병증으로 가장 흔한 것은 저혈압으로 투석환자의 20~30%에서 경험한다(박철휘, 2009). 투석 환자에서 저혈압의 가장 흔한 요인은 한외여과에 의한 혈액용적의 감소에 대한 혈액동학적으로 불충분한 보상에 의한 것이다(박철휘, 2009). 이는 조직액에서 혈관내로 한외여과에 의한 혈액용적 감소를 재밀봉(refilling)하는 속도의 저하로 인해 혈액용적의 감소, 이에 따른 심장 충전(cardiac filling) 감소와 심박출량 감소에 기인한다(박철휘, 2009).

이와 같이 혈액투석 환자에게서 혈압은 환자의 심혈관계 질환의 이환률과 사망률에 영향을 끼치는 만큼 반드시 신중히 관리되어야 한다.

혈액투석 환자의 혈압은 약물과 투석을 통한 관리와 더불어 규칙적 운동, 영양교육, 식이조절, 비만관리 등을 병행하여 보다 체계적인 관리가 이루어져

야 한다.

특히, 운동은 혈액투석 환자의 혈압과 신체기능을 향상시켜 환자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 가장 적극적인 방법으로 그 효과 또한 매우 긍정적이며 여러 선행연구에서 도출되었다(Hagberg et al., 2004; Anderson et al., 2004; henrique et al., 2010).

혈액투석 환자에게 운동은 환자들이 기술적으로 안전하게 실천할 수 있으며 운동수행 능력과 혈압을 개선시키고(Painter et al., 1986), 혈액투석 환자의 죽상동맥경화증으로 인한 높은 이환률과 사망률을 감소시켜 환자의 회복률을 증가시킨다(Goldberg et al., 1986)고 하였고 이러한 위험요인들은 투석환자들의 좌식 생활 방식으로 인한 낮은 신체활동과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 따라서 혈액투석 환자에게 운동의 필요성은 더욱 강조되고 있다.

원지언(2007)의 연구에서는 12주간 투석 전 운동시행 후 저혈압 발생빈도가 유의하게 감소하였는데, 투석 전 평균동맥 압이 감소하고 투석 중 평균 동맥압이 유의하게 증가하여 운동은 투석 중 저혈압 개선과 혈압조절에 효과적이라 하였다.

또, 12주간 혈액투석 중 유산소 운동을 실시하여 24시간 활동성 혈압을 관찰한 연구에서는 6분 걷기능력이 향상되고 24시간 활동성 혈압이 유의하게 감소되었다(Heriuque et al., 2010).

Anderson 등(2004)은 19명의 혈액투석 환자에게 혈액투석 중 유산소 운동을 주 3회 3~6개월간 실시하여 24시간 활동성 혈압의 수축기 혈압과 이완기 혈압을 유의하게 감소시키는 결과를 얻었으며, 이러한 혈압 감소 결과치는 혈액투석 간 운동 프로그램에서도 같은 결과를 도출시켰다.

frih 등(2017)은 혈액투석 간(Interdialytic)에 41명의 대상자에게 주 4회 60분간 유산소 운동과 저항운동을 실시하여 24시간 활동성 혈압의 수축기와 이완기 혈압을 유의하게 감소시켰다.

특히, 24시간 활동성 혈압은 임상혈압보다 정확하고 객관적이고 효과적으로 투석환자의 투석 간 혈압의 일중 변동과 혈압 부하를 알아볼 수 있어 아주 중요한 의미를 갖는다. 이와 같이 운동이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과는 매우 긍정적일 뿐 아니라 운동을 통한 혈액투석 환자의 혈압관리는 환자의 생존률과 이환률에 중요한 역할을 하는 것으로 사료되어 선행연구를 토대로 체계적 고찰의 필요성이 부각되었다. 또 혈액투석 환자의 혈압에 관한 선행연구가, 환자의 건강관련 삶의 질의 향상을 위해 필요한 중요한 사안임에도 불구하고, 양적·질적으로 미흡하다는 사실을 체계적 문헌고찰을 통해 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 만성 신부전증의 혈액투석 환자를 대상으로 한 국내·외 문헌의 포괄적이고 체계적인 문헌고찰과 메타분석을 통해, 혈액투석 환자의 운동이 환자의 혈압에 미치는 효과를 알아보고 이를 체계적으로 분석하여 환자의 혈압 관리와 향후연구에 필요한 기초자료를 마련하는데 그 의의를 두었다.

2. 연구 목적

본 연구는 국내·외 선행논문을 대상으로 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통해 혈액투석 환자의 운동이 환자의 혈압에 미치는 영향을 분석하여 운동을 통한 환자의 혈압 관리에 필요한 구체적이고 실용적인 기초 자료를 제시하고자 한다.

3. 연구 가설

이 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

1) 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과는 차이가 있을 것이다

2) 운동 프로그램 시기에 따른 혈압의 효과크기는 차이가 있을 것이다.

3) 운동 프로그램 유형에 따른 혈압의 효과크기는 차이가 있을 것이다.

4) 운동 프로그램 시간에 따른 혈압의 효과크기는 차이가 있을 것이다.

5) 운동 프로그램 기간에 따른 혈압의 효과크기는 차이가 있을 것이다.

4. 용어 정의

1) 혈액투석(Hemodialysis)

사구체 여과율이 $30\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 미만으로 감소되면 미리 수술을 통해 확보된 환자의 동정맥루를 통해 노폐물로 축적된 혈액이 분당 $200\sim 400\text{mL}/\text{min}$ 로 빠져나와 반투과성 막을 경계로 정상적인 세포외액과 흡사한 투석액(dialysate)이 적절한 농도차를 유지하며 확산, 대류, 투석막에 의한 여과를 통해 세포 외액과 세포 내액의 항상성을 유지한다(K/DIGO, 2002).

2) ABPM(ambulatory blood pressure monitoring)

24시간 활동성 혈압은 측정자의 편견이 들어가지 않고, 환자의 일일 평균혈압, 주간혈압, 수면 시 혈압 등을 정확하고 세밀하게 관찰할 수 있어, 표적 장기 손상과 더욱 밀접한 관계가 있으며, 임상혈압 측정보다 환자 예후를 더 잘 판정할 수 있다(Bjorklund et al., 2003).

3) 운동 프로그램(Exercise program)

각 연구에서 대상자에게 운동 시기, 운동 유형, 운동 시간, 운동 기간, 운동 빈도 등의 체계적인 규칙에 의해 구체화된 유산소 운동, 저항 운동, 복합 운동을 적용하는 것을 의미한다.

4) 체계적 문헌고찰((systematic review)

체계적 문헌고찰(systematic reviews)은 특정 연구 분야에 대해 최선의 연구 결과를 가용 가능한 연구 결과로 종합하여 연구하는 방법이다. 체계적 문헌고찰은 체계적이고 포괄적인 문헌검색과 사전에 정해진 포함/배제기준에 따른 문헌선택, 선정된 문헌에 대한 비편향 위험평가 등을 거친다.

5) 메타분석(Meta-Analysis)

메타분석은 Gene Glass(1976)에 의해 개념화, 정립화되었는데 그는 ‘개별적이며 독립적인 연구 결과들을 통합하기 위한 개별적 연구 자료와 결과들의 통계적 방법을 적용한 분석’이라 정의하였다.

II. 이론적 배경

1. 체계적 문헌고찰(systematic review)

1) 체계적 문헌고찰의 정의

체계적 문헌고찰(systematic reviews)은 특정 연구 분야에 대해 최선의 연구결과를 가용 가능한 연구 결과로 종합하여 연구하는 방법이다. 체계적 문헌고찰은 체계적이고 포괄적인 문헌검색과 사전에 정해진 포함/배제기준에 따른 문헌선택, 선정된 문헌에 대한 비뚤림 위험평가 등을 거친다. 체계적 문헌고찰은 임상전문가, 방법론 전문가, 통계학자 등의 다양한 전문가가 서로 협력하는 다학제적인(multi-disciplinary) 연구 방법론이다. 따라서 체계적 문헌고찰은 특정 연구 질문에 답하기 위해 사전에 정해진 선정기준에 맞는 모든 근거를 수집하는 연구 방법으로 명확하고 체계적인 방법을 이용해 비뚤림을 최소화하여야 한다. 체계적 문헌고찰은 일반적으로 연구기획과 프로토콜 개발, 체계적 문헌고찰 수행, 보고서 작성, 개정의 과정을 거친다(NECA, 2011).

2) 체계적 문헌고찰의 방법

- (1) 문헌 검색 단계: 문헌 검색은 관련된 데이터베이스에서 명확하고 재현이 가능한 검색전략으로 문헌을 검색한다.
- (2) 문헌 선택 단계: 문헌 선택은 명확한 포함기준과 배제기준에 따라 문헌을 선정한다.

- (3) 문헌 분류 단계: 선정된 문헌에 대해 연구 설계에 따라 분류한다.
- (4) 자료 추출 단계: 선정된 문헌에 대해 필요한 값들을 체계적으로 추출하고 기록한다.
- (5) 비뚤림 위험평가 단계: 각 연구 설계에 맞게 개발된 비뚤림 위험평가 도구를 이용해 선정된 연구의 비뚤림 위험을 평가한다.
- (6) 자료 분석 및 제시 단계: 자료를 분석하고 그 결과를 표와 그림 등으로 제시한다(NECA, 2011).

2. 메타분석(Meta-Analysis)

1) 메타분석의 개념

메타분석은 Gene Glass(1976)에 의해 개념화, 정립화되었는데 그는 ‘개별적이며 독립적인 연구 결과들을 통합하기 위한 개별적 연구 자료와 결과들의 통계적 방법을 적용한 분석’이라 정의하였다. 또, Glass(1976)는 개별 연구들의 원 자료(raw data) 분석을 1차 분석(primary analysis), 1차 분석에서 제기된 문제들을 보다 더 나은 통계적 방법으로 해결하거나 원 자료에 새로운 과제를 설정해 연구 문제를 해결하려는 목적으로 분석하는 것을 2차 분석(secondary analysis), 그리고 메타분석으로 규정하였다(Glass, 1976; 오성삼, 2002). 따라서 메타분석은 동일 주제의 개별적이고 단편적인 무수한 연구 결과들에 대해 수치화된 통계적 방법을 이용한 분석을 통해 객관성과 신뢰성을 확보하는 방법이라 하겠다. 이는 개별적 연구의 결과가 동일 주제임에도 불구하고 서로 상반된 결과가 나오거나 비슷한 결과가 나오더라도 그 효과의 크기가 모두 다르기 때문에 연구에 대한 신뢰성과 객관성을 확보하는 것이 필요하기 때문이라 하겠다. 즉, 메타분석은 체계적 문헌고찰 수행과정에서 2개

이상의 개별 연구들의 요약 추정치를 합성함으로써 해당 중재법의 통합된 가중평균 요약 추정치를 정량적으로 산출하여 임상적으로 효과성을 평가하기 위해 사용하는 통계적 기법이다. 연구 대상군, 중재법, 중재결과가 충분히 동질한 경우에 수행하는 것이 바람직하다(Haidich, 2010; NECA, 2011).

2) 메타분석의 특징

첫째, 메타분석은 검정력을 증가시킨다. 개별 연구들은 표본크기가 매우 작기 때문에 작은 효과크기는 발견하기 어렵지만 여러 연구가 통합되면 효과를 발견할 기회가 높아지게 된다(NECA, 2011).

둘째, 메타분석은 정밀성을 향상시킨다. 중재법에 대한 효과추정치는 보다 많은 정보가 있을 때 정밀도가 향상될 수 있으므로 메타분석으로 이를 수행한다(NECA, 2011).

셋째, 메타분석은 개별 연구들이 조사하지 않은 질문에 답할 수 있다. 서로 다른 특성을 가진 개별 연구들을 포함하여 메타분석을 수행한 경우 개별 연구 사이의 일관성을 조사해볼 수 있으며, 조사된 효과추정치에 차이가 있는 경우 이에 대한 이유를 설명할 수 있다(NECA, 2011).

넷째, 메타분석은 상반된 연구들 사이에 발생하는 논쟁을 조정하거나 새로운 가설을 만들어 낸다. 결과에 대한 통계적 분석은 상반된 정도를 정식으로 평가할 수 있으며 개별 연구에서의 서로 다른 결과에 대한 이유가 조사되고 정량화될 수 있다(NECA, 2011).

3) 메타분석의 과정

메타분석은 이전의 연구를 체계적으로 평가하기 위해 사용되는 정량적이고

공식적이며 역학적인 연구이다(Haidich, 2010). 따라서 메타분석은 체계적이고 객관적인 분석을 위해 다음 과정을 거쳐 수행을 완성하게 된다.

첫째, 연구 문제 설정단계로 핵심질문을 정하는 과정이다.

둘째, 설정된 연구 문제에 관련된 문헌을 검색하고 선정하는 과정이다. 동일한 주제의 연구 문헌의 양적 확보는 결과에 직접적인 영향을 줄 수 있다.

셋째, 선정된 연구 문헌의 자료 수집 및 추출 단계로 연구 대상, 표집크기, 중재 방법, 중재 기간 등 분석 결과에 영향을 미칠 수 있는 변인들을 분석하여 코딩하는 과정이다.

넷째, 수집된 연구 결과들이 통계수치인 효과크기로 도출되는 과정이다. 결과가 얼마나 크고 작은지 정확한 수치로 나타난다.

다섯째, 동질성 검증과 효과크기 해석 단계로 분석에 포함된 연구 문헌간의 동질성과 연구 결과에 대한 효과의 크기를 확인할 수 있다.

여섯째, 메타분석을 통해 얻어진 결과를 문서로 도출하는 단계이다.

이와 같이 메타분석 과정은 매우 체계적이고 정확한 기준에 의해 수행되어진다.

하지만, 문헌 선별과 선정 단계에서 연구자의 주관에 따라 발생할 수 있는 편중(bias)이 존재할 수 있고, 선정된 문헌의 개별 연구들에 이미 비뚤림 위험성이 있는 경우나 심각한 보고 비뚤림이 있는 경우 메타분석은 부적절한 요약 추정치를 만들 뿐 아니라 단순한 오류를 합성하게 되는 결과만 가져온다는 부정적 시각도 여전히 존재하고 있다.

3. 혈액투석 환자의 운동과 혈압

1) 혈액투석 환자

말기 신부전증은 환자의 신장 기능이 거의 90%이상 손실되어 신체 호르몬의 정상기능과 충분한 노폐물 제거, 적절한 체액 유지를 할 수 없는 질환이다(Zawada, 2001; Parson et al., 2006). 따라서 환자는 생명 연장을 위해 혈액투석, 복막투석, 신장이식 등의 신대체 요법(renal replacement therapy)을 받아야 하며, 우리나라는 현재 2016년 말 기준 말기신부전 환자 수는 93,884명으로 혈액투석 환자(hemodialysis: HD)는 68,853명, 복막투석 환자(peritoneal dialysis: PD)는 6,842명, 신장이식 환자(functioning kidney transplant:KT)는 18,189명으로 HD 73%, PD 7%, KT 19%를 각각 차지하고 있다(대한신장학회, 2017).

Kidney disease: Improving global Outcome (KDIGO)에서는 원인과 관계없이 3개월 이상 평가사구체여과율(estimated Glomerular Filtration Rate; eGFR)이 $60\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 미만인 경우, 콩팥손상의 증거가 있을 때 만성 신부전증으로 정의하고 있다. 사구체 여과율이 $30\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 이하로 감소되면 만성 신부전으로 인한 합병증 치료와 환자의 신체상황, 신 대체요법의 접근성과 주변 여건 등에 따라 적합한 방법을 정하게 되며 사구체여과율이 $15\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 미만으로 떨어지면 신 대체요법을 실시한다(김영훈, 2009; 이영기 등, 2014; National Kidney Foundation 2002).

신기능의 감소는 환자의 체액량 증가, 고혈압, 고칼륨혈증, 대사성산증, 고인산칼륨 혈증 등의 수분과 전해질 대사 장애, 자율신경장애와 신경병증, 심근과 골격근 질환, 말초혈관 변화, 빈혈, 고지혈증, 골대사 질환과 면역기능저하, 호르몬 대사 장애에서부터 매스꺼움, 구토, 불면, 피로, 우울, 불안과 같은 생리적인 불편함까지도 유발한다(NK Man et al., 2012).

일반적으로 환자들이 겪는 요독증은 고혈압, 울혈성 심부전, 관상동맥질환, 좌심실비대를 수반한 심혈관 질환을 가지고 있으며 이는 정상 성인 신체기능의 50% 정도로 감소시켜 건강관련 삶의 질을 떨어지게 하는 주요 원인으로

작용하고 있다(Johansen et al., 1999; Diaz-Buxo et al., 2000; Hörl et al., 2002).

혈액투석은 1912~1913년 미국 Abel의 동물 실험에서 시작하여(Abel et al., 1913) 1924년 독일의 Necheles와 haas에 의해 인체에 적용되었으나 이는 생체막 투석에 가까웠다. 1938년 Thalhimer를 거쳐 이후 1944년 네덜란드 Kolff가 인공신장을 이용해 투석 치료의 성공을 보게 되었다. 당시에는 투석을 몇 차례 한 후 혈관을 찾지 못해 환자들이 다시 어려움을 겪어야 했다(Kolff et al., 1944; 이영기 등, 2014). 1966년 Brescia-Cimino 등이 동정맥루를 만들고부터 장기간 이용할 수 있는 혈관이 확보되면서 현재와 같은 혈액투석 치료가 널리 보급되었다(이영기 등, 2014). 따라서 혈액투석의 치료는 환자 수의 증가에 비해 그리 오래되지 않음을 알 수 있다. 혈액투석은 동정맥루(arteriovenous fistula)라는 분당 200~400ml/min의 혈액을 빼냈다 다시 넣을 수 있는 혈관 확보에서부터 시작된다. 혈액투석 환자는 동정맥루 확보를 위해 대략 혈액투석 시작 6개월 전에 동정맥 문합수술을 하게 되는데 접합된 정맥혈관이 동맥혈의 압력을 받아 정맥이 커지고 두꺼워지는데 6~8주 정도 걸린다. 또 자가 혈관이 좋지 않은 경우 인조혈관을 이용해 동정맥루를 만드는데 자가 혈관을 이용한 동정맥루는 인조혈관에 비해 협착이나 막히는 문제가 적고 감염의 위험이 적다(National Kidney Foundation, 2006; 이영기 등, 2014). 환자의 투석 치료는 신장의 모든 기능을 대체하는 것이 아니고 최소한의 치료이므로 적절한 투석의 용량을 유지하고 각 환자의 상태에 따라 잔여 신기능, 빈혈, 전해질 장애, 골질환, 심혈관계 합병증 등의 정도에 따라 적절한 약물치료가 병행되어야 한다. 또한 영양상태를 잘 평가하여 좋은 영양상태를 유지하는 것이 환자의 생존율에 영향을 미친다는 것을 중시하여야 한다(김영훈, 2009).

이와 같이 혈액투석 환자는 신장이식을 받지 않는 한 일생동안 혈액투석을

받으면서 신체상의 변화로 인한 사회 활동에 제약을 받으므로 심지어 불안, 우울로 인한 대인관계의 곤란을 겪으며(Curtin et al., 2004), 영양 불균형, 근육의 이화작용, 호르몬 이상, 신체활동 저하로 인한 근력 감소 등을 경험(Rhee et al., 2013)하고 신체적, 정신적, 사회적으로 환자의 삶의 질이 저하되어 있다.

2) 혈액투석 환자와 혈압

투석환자에서 심혈관 합병증은 가장 흔한 사망원인이며 이 중 고혈압은 심근경색증, 좌심실비대증, 울혈성 심부전 및 뇌출혈 또는 뇌경색의 흔한 원인이기 때문에 혈액투석 환자의 생존율을 향상시키기 위하여 반드시 해결해야 할 숙제이다(양철우, 2004).

일반적으로 혈액투석 환자들이 겪는 요독증은 고혈압, 울혈성 심부전, 관상동맥질환, 좌심실비대를 수반한 심혈관 질환을 야기하며 이는 정상 성인 신체기능의 50% 정도로 감소시켜 건강관련 삶의 질을 떨어지게 하는 요인으로 작용한다(Johansen et al., 1999; Diaz-Buxo et al., 2000; Hörl et al., 2002).

따라서, 고혈압은 혈액투석 환자의 이환률과 사망률에 영향을 미치는 가장 중요한 요인 중 하나로 말기 신부전증 환자들의 80% 이상 고혈압 증세를 보일 뿐 아니라 만성 신부전증의 진행과 심혈관계 합병증 발생에 밀접한 관계가 있다(양철우, 2004; 송지숙 등, 2005; Santos et al., 2005; 김영훈, 2009).

김영훈(2009)은 말기 신부전증 환자의 60%가 고혈압인 것으로 알려져 있으나(Natinal Kidney Foundation, 2002), 5단계의 말기 신부전증 환자의 80%가 고혈압을 동반하고 있으며 투석 중에는 혈압이 감소하다 투석 간에는 혈압이 점차 증가하는 등 전체 환자의 80~90%가 고혈압 증세를 보인다고

하였다. 김소영(2015)은 혈액투석 중 가장 낮은 혈압은 혈액투석 2시간 쯤에 나타났으며 고혈압 군의 혈액투석 중 혈압은 혈액 투석 직후 최고치에 이르고 하였고, 정혁준(2000)은 혈액투석으로 혈압이 상승하는 환자의 혈압은 투석 후에도 높게 유지되므로 투석 후 고혈압 조절에 특히 유의하여야 한다고 보고 하였다. 특히, 혈액투석 중(intradialytic) 또는 혈액투석 후 발생하는 고혈압 중 50%는 수분제거에도 불구하고 혈압이 잘 조절되지 않는 투석 불응성 고혈압(dialysis-refractory hypertension)으로 대부분 기존의 고혈압, 저 칼륨혈증유발성 renin-angiotensin 분비 증가, 고 칼슘혈증 유발성 inotropism과 혈관 tone 증가, 젊은 사람에서 빠른 여과(rapid ultrafiltration)시 교감신경의 긴장 증가, recombinant human erythropoietin(r-HuEpo)사용으로 고혈압을 악화 시키거나 새로이 발생하는 고혈압 발생률이 20~30%나 된다(강성귀, 2001). 이 중 r-HuEpo는 피하 주사시와 비교해 정맥 주사시에는 endothelin level과 평균 동맥압을 유의하게 증가시킴으로써 혈압을 상승시키는 것을 알 수 있다(Carlini et al.,1993). 그 외 투석 간 체중증가 역시 큰 원인으로 작용하고 있다. 체중 증가는 야간에 혈압이 떨어지지 않는 야간고 혈압과 관련이 있으며 이는 심혈관 합병증과 역시 밀접한 관련이 있다(양철우, 2004).

이에 반해 투석 환자에게 발생하는 저혈압 또한 큰 문제점으로 대두되는데, 투석 치료 시 투석 간에 발생하는 비율은 10~30%에 이르며 투석 환자의 저혈압은 피하와 내장기관에서 일어나는 혈류의 흐름을 저하시켜 정맥의 기능을 악화시키는 위험성을 초래한다(Daugidas, 1991). 투석 시 저혈압의 가장 흔한 요인은 초 여과율과 수분제거 양에 의한 것인데 초여과율이 0.35mL/min/kg 보다 많을 때 대부분의 환자에서 저혈압이 발생한다(강성귀, 2001). 이는 한외여과에 의한 혈액용적의 감소에 대한 혈 역동학적으로 불충분한 보상에 의한 것이며 조직액에서 혈관 내로 한외여과에 의한 재밀봉

(refilling)하는 속도의 저하로 인해 혈액용적의 감소에 따른 심장 충만(cardiacfilling) 감소와 심박출량 감소에 기인한다(박철휘, 2009).

또, SPHD(Sodium profiling)는 환자의 투석 간 혈압과 혈압부하를 증가시켜 24시간 혈압의 일중 변동과 dipping 상태를 악화시키는 데 이는 체중증가와 밀접한 관련이 있다(김문재 등, 2001). SPHD는 투석 초기 투석액의 소듐 농도를 높게 유지하여 투석 중 저혈압을 예방하고 투석 말에 소듐 농도를 낮춤으로써 환자의 소듐 과부하를 막는 투석 방법으로 저혈압 관련 합병증을 감소시키는데 효과적이라고 보고되고 있으나 일부에서는 피로감, 갈증, 체중증가 등 고 소듐부하를 시사하는 합병증이 증가되며, 특히 일부 연구자들은 투석 간 혈압을 상승시킬 가능성을 꾸준히 제기하고 있다(김문재 등, 2001).

이와 같이, 빠른 여과를 위한 짧은 투석 시간, 소듐 투석액 사용, r-HuEpo 투여 등 혈액투석 과정에 의해 영향을 받는 환자의 혈압은 기존의 고혈압과 더불어 환자에게 가중되는 또 하나의 위험 인자로 작용하고 있음을 잘 알 수 있다.

이를 잘 반영하듯 1989년부터 1999년까지 10년간 혈액투석을 시작한 3,462명 중 말기 신부전으로 혈액투석을 시작하여 최소 3개월 이상 추적 가능하였던 647명을 대상으로 생존률 및 사망원인을 조사한 연구에서 대상 환자 중 117명이 사망하였는데 사인으로 심혈관 질환이 23%로 가장 많았다(서미례 등, 2002).

또한, 환자의 혈압 측정시기 또한 매우 중요한 사항이다. 일반적으로 투석 받은 첫날 환자의 혈압은 큰 변화가 없고 둘째 날 투석직전까지 빠르게 상승하므로 환자의 투석 간 혈압 변동을 파악하기 위해서 투석전 수축기 혈압이 그 기준이 되며 이를 위해 home BP monitoring 과 ambulatory BP monitoring이 반드시 필요하다(Agarwal R, 1999). 혈액투석 환자의 혈압관리는 환자의 심혈관 질환 예방과 생존률에 직결되어 있음을 간과하지 말아야

할 것이다.

3) 혈액투석 환자와 운동

혈액투석 환자는 정상적인 신기능을 가진 일반인 비해 신체의 기능이 현저히 감소되어 더 적게 움직인다. 이는 근 위축과 근 손실 및 근력 저하를 초래하여 신체수행능력을 저하시킨다(Johansen et al., 2003; 2006). 저하된 신체수행 능력을 향상시키기 위해서는 정기적이고 체계적인 운동 프로그램이 적용되어야 하며 이를 위해서는 운동 형태, 운동 빈도, 운동 강도, 운동 시간 등을 고려한 혈액투석 환자에게 적합한 운동처방이 반드시 필요하다.

특히, 혈액투석 환자는 주 3회, 한 번 투석 시 4~5시간이 소요되므로 운동 시간 설정에 있어 정상인과 비교해 운동할 수 있는 시간과 운동 형태에 많은 제약을 받는 것이 사실이다. 따라서 운동을 하기에 적절한 시기는 혈액투석 중(intradialytic)과 혈액투석 간(interdialytic)이며 운동 형태는 환자의 상태에 따라 자전거, 미니 스텝터, 트레드밀 등을 이용한 유산소 운동과 저항 운동과 유산소 운동이 결합된 복합 운동을 하는 것이 일반적이다.

이 중 혈액투석 중 운동은 혈액투석을 받는 동안 이루어지므로 운동을 위해 따로 시간을 할애하지 않아도 되고 문제 발생 시 곧 바로 의료진의 도움을 받을 수 있으며 무엇보다 투석 시간에 맞춰 정기적인 운동을 지속할 수 있다는 점에서 안전하고 효율성이 아주 높다(Painter et al., 1986; Konstantinidou et al., 2002; Johansen, 2007).

실제로, 투석 중에는 대부분의 환자들이 수면하거나, TV시청, 독서, 음악 감상 등을 하며 시간을 보내므로 신체활동을 거의 하지 않고 있어 투석으로 인한 근 손실과 더불어 이로 인한 골격근의 질량감소를 야기하는 상황이다.

Kong 등(1999)과 Johansen 등(2003)은 혈액투석을 받는 동안에는 근 섬

유의 위축과 손실이 발생하고 골격근의 질량도 감소하는데 투석 중 운동으로 골격근의 혈류량을 증가시켜 효과적으로 요소를 제거하여 투석 효율을 높일 수 있다고 보고 하였다. 따라서 혈액투석 중 운동은 환자의 주 3회 투석 스케줄에 따라 투석을 받는 4시간 중 처음 2시간 내에 60분간 시행하는데 30분 단위로 한두 차례 운동한다. 이는 15분 단위로 세 차례 운동했을 때(Parson et al., 2004) 보다 투석 액 요소 제거율이 유의하게 향상되었고 투석 세 시간 쯤에는 대부분의 환자들에게서 저혈압 증세가 나타나 운동을 지속할 수 없기 때문이다(Moore, 1998, Bregman, 2001).

운동 강도는 환자가 운동하는 시간동안 운동을 끝까지 수행하고 장기간 실천할 수 있도록 하는 것이 가장 중요하다. 말기 신부전증 환자는 신체기능이 극도로 저하되어 있어 현실적으로 실현 가능한 운동량이 주어져야만 환자들이 계속 참여하기를 원할 것이다. 이런 면에서 저강도의 투석 중 운동 프로그램은 시간 효율성과 투석 효율을 증가시키고 환자의 운동 참여율 또한 극대화시킬 수 있다(Parsons TL & King-Van Vlack, 2006). 따라서 6개월 이상 저강도 운동을 지속하는 것이 가장 안전하고 요소 제거율을 높이는 결과를 가져온다(Parson et al., 2004). 이러한 결과는 Zaluska 등(2002)의 연구에서도 잘 나타났는데 10명의 혈액투석 환자가 6개월간 30분씩 운동한 후 투석효율이 유의하게 향상되었다.

혈액 투석 환자에게 있어 운동 형태별 그 효과 또한 여러 선행 연구 결과 도출되었다. 혈액투석 중 운동은 대부분 Cycle ergometer, bicycle, 미니 스텝터 등을 이용한 유산소 운동으로 구성되어 있다.

혈액투석 환자에게 유산소 운동은 환자의 최대산소 소비량을 증가시킨다 (Goldberg et al., 1980; Zabetakis et al., 1982; Goldberg et al., 1983; Hagberg et al., 1983; Shalom et al., 1984; Painter et al., 1986; Carney et al., 1987; Kouidi et al., 1997; Lee, 2001).

Johansen 등(2007)은 말기신부전 환자에게 8주~24주간 유산소 운동 실시 후 최대 산소 소비량이 17% 증가하였다고 보고하였다.

Hagberg 등(1983)은 15개월 간 주 3-5회, 30분 유산소 운동으로 최대산소 섭취량을 17% 향상시키고 운동수행시간도 44% 향상시키는 결과를 얻었다.

Storere 등(2005)은 9주간 투석 중 싸이클 운동 후 심폐기능과 근력, 근파워, 피로 회복, 신체수행능력이 향상되었다고 하였다. 이 외에도 많은 연구 결과들에서 유산소 운동은 빈혈, 고지혈증, 만성 염증, 혈압을 감소시키고, 인슐린 민감성, 동맥 경직도, 요소 제거율을 향상시켰으며(Goldberg et al., 1986; Carney et al., 1987; Painter et al., 2000; Miller et al., 2002; Anderson et al., 2004; Zaluska et al., 2002; Parsons et al., 2006; Parsons et al., 2004; Mustata, Chan & Miller., 2004; Afshar et al., 2010; Mustata et al., 2011) 더 나아가 환자의 우울증과 불안을 감소시켜 환자의 삶의 질을 향상시키는 등 매우 긍정적인 영향을 주었다(Carney et al., 1987; Painter et al., 2000; Painter et al., 2002; Moug et al., 2004).

근력은 혈액투석 환자들이 일상생활을 위해 필요한 신체기능을 유지하는데 필수적이며 아주 중요한 요소이다(Johansen et al., 2003; Johansen, 2007). 게다가 대부분의 혈액투석 환자들이 몸을 많이 움직이지 않아 신체기능이 정상인 보다 더 허약해져 있으므로(Bohannon et al., 1994) 저항운동을 통해 근력과 신체 기능을 향상시킬 필요성이 요구된다.

Cheema 등(2006)은 혈액투석 환자에게 실시할 수 있는 저항 운동은 여러 가지가 있지만 크게 상지 운동, 하지 운동, 복부 근력 운동으로 나누어 다음과 같이 실시하였다.

먼저, 상지 운동은 덤벨과 같은 프리웨이트 기구로 점차 부하를 늘려가며

운동하고 하지 운동은 모래 주머니나 Thera band 등을 주로 사용하였다.

상지 운동은 shoulder press, side shoulder raise, triceps extension, biceps curl, external shoulder rotation을, 하지 운동은 seated knee extension, supine hip flexion, supine hip abduction, supine straight-legged raise, seated leg curl을, 복부 운동은 bilateral straight-leg raises in a supine position, bilateral leg lifts in a seated position을 시행하였다. 특히 혈액투석 중에는 상체의 움직임이 자유롭지 못하여 저항 운동의 형태가 다양하지는 못함을 알 수 있다.

혈액투석 환자의 저항 운동 역시 유산소 운동처럼 주 3회 혈액 투석 중에 실시하며 반복 횟수는 8~10회, 2세트 반복하며 강도는 RPE(Rating for physical exertion)와 심박수를 기준으로 각 개인에 맞게 조절한다. 저항 운동 효과는 다리 근육 단면적 측정과 6분 걷기와 근력 등의 체력측정, 인체측정, 영양상태, 혈액지표, 염증지표, 우울과 불안에 대한 설문 조사 등으로 평가한다(Johansen et al., 2006; Cheema et al., 2007; Cheema et al., 2011; Chen et al., 2010).

Headley 등(2002)은 12주간 10명의 혈액투석 환자에게 세라밴드를 이용해 저항 운동을 실시하여 6분걷기, 등속성 근력, STS 평가 등이 향상되었다(Johansen et al., 2008).

Johansen 등(2006)은 모래 주머니로 주 3회, 12주간 혈액투석 중에 하지 운동을 시행하여 신체수행 능력 향상과 하지 근육 단면적을 증가시켰다.

또, Cheema 등(2007)은 혈액투석 중 12주간 고강도의 저항운동 실시 후 골격근의 질과 건강관련 적응력이 향상되었다고 보고하였다.

따라서, 혈액투석 환자에게 저항 운동은 근비대와 근력 증가, 신체수행능력 향상, 근위축 방지, hs-CRP와 IL-6 감소 등의 이로움이 있음을 알 수 있다(Castaneda et al., 2004; Cheema et al., 2007; Moinuddin & Leehey,

2008; Smart & Steele 2011).

위의 두 운동을 결합한 복합 운동 역시 혈액 투석 중과 혈액 투석 간에 시행할 수 있는데 유산소 운동과 저항 운동을 동시에 실시하므로 그 효과 또한 이로운 점이 많다. 혈액투석 중에 복합 운동을 실시할 때는 환자들이 유산소 운동 후 생기는 피로감 때문에 더 힘든 저항 운동을 하지 못할 경우가 생길 수 있으므로 저항 운동을 먼저 실시하는 것이 일반적이다(De Paul et al., 2002). 유산소 운동처럼 한가지 만 할 경우 보다는 시간이 길어지지만 역시 투석 시작 2시간 내에 심장 대상부전이 일어나기 전에 실시하는 것이 바람직하다(Moinuddin & Leehey, 2008).

De Paul 등(2002)은 12주간 주 3회 싸이클 에르고미터와 등속성 하체 운동을 실시하여 신체능력이 향상 되었다고 보고 하였고 van Vilsteren 등(2005)은 좌업생활을 하는 대상자에게 중 저항도의 투석 중 싸이클 운동과 투석 전 저항운동을 12주간 지속하여 투석 효율과 최저 근력향상, 신체적, 정신적 삶의 질을 향상시켰다고 보고하였다.

이지연(2009)은 주 3회 6개월 간 싸이클 에르고미터와 저항 운동을 혈액 투석 중 실시하여 수축기, 이완기 혈압의 감소, 근력 증가, 신체수행능력을 향상시켰다.

Oh-Park M 등(2002)은 싸이클과 근력 운동 실시 후 심 건강과 근력, 정신적인 기능과 신체적 기능이 향상되었다고 보고하였다.

따라서, 복합 운동은 유산소 운동과 저항 운동의 이로운 점을 모두 얻을 수 있어 최대 산소 섭취량과 심박 변이도를 증가시키고, 수축기와 이완기 혈압 감소, 근비대, 근력 증가, 신체수행능력 향상, 근위축 방지, 투석효율을 증가시켜 환자의 삶의 질을 향상 시키는 매우 긍정적인 영향을 미친다(De Paul et al., 2002; Kouidi et al.,1998; van Vilsteren et al., 2005).

혈액투석 환자는 오랜 기간의 치료과정, 합병증, 신체상의 변화, 성기능 부

전으로 인한 좌절감, 질병예후의 불확실성, 죽음에 대한 공포, 식이제한으로 인한 압박감, 사회 복귀의 어려움, 부부간의 불화 등의 신체적, 정신적, 사회적 스트레스로 인해 정상인보다 더 높은 우울과 불안을 경험한다(송경애, 1986).

박철빈 등(2000)의 연구에서는 단기간의 운동임에도 불구하고 투석 환자들은 유연성, 근지구력, 전신지구력, 및 운동 시간 등에서 유의한 증가를 보였고 프로그램 수행초기에 흔히 호소하던 하체 경련(leg cramping) 및 현기증(dizziness)이 현저하게 감소되었다고 보고하였다. 이는 운동 능력이 매우 낮은 투석 환자들에게 일상생활 활동의 수행능력을 향상시켰으며, 더 나아가 삶의 질을 보다 더 향상시킬 수 있음을 시사하고 있다.

koudi 등(1998)은 혈액투석 환자는 골격근의 구조적, 기능적 변화로 인해 업무능력도 아주 제한적이라 하였으며, 이러한 7명의 혈액투석 환자 대상으로 6개월간 운동 후 환자의 하지 최대 근력과 신경 전도속도 등이 향상되어 근 위축이 상당한 호전되었고 운동 시간 또한 늘어나 근무 실적을 향상시키는 긍정적인 효과를 보았다. 이는 곧 환자의 정서적 만족감을 향상시키고 우울감도 유의하게 감소시켜 정서적 치료의 한 방법으로 적극 권장하였다. Cheema 등(2007)의 연구에서도 12주 고강도 저항운동 후 하체 근육량과 질이 향상되어, 근력 및 운동능력이 좋아졌으며 아울러 환자의 건강관련 삶의 질에도 긍정적인 영향을 미쳤다.

또 혈액투석 환자의 운동은 운동수행 능력과 혈압을 개선시키고(Painter et al., 1986), 죽상동맥경화증으로 인한 사망률을 감소시켜 환자의 회복률을 증가시키는데 이러한 위험요인들은 말기 신부전증 자체 보다는 투석환자들의 좌식 생활 방식으로 인한 낮은 신체활동과 깊은 연관이 있다(Goldberg et al., 1986).

이와 같이 혈액투석 환자의 운동은 혈액투석 환자의 신체수행능력과 기능적

인 면을 향상시켜 투석 환자의 우울증과 같은 심리적, 사회적 측면에서도 삶의 질을 유의하게 향상시키므로 환자에게 포괄적인 방법으로 제안되고 있다 (Goldburg et al., 1983; Koudi et al., 1997).

4) 혈액투석 환자의 운동이 혈압에 미치는 효과

혈액투석 환자의 과반수는 고혈압이다. 혈액투석 환자들에게 나타나는 고혈압은 좌심실비대, 심근경색, 뇌혈관계 합병증과 사망에 이르게 하는 위험성과 밀접한 관련이 있으며 이는 항고혈압제와 같은 약물치료만으로 혈액투석 환자의 혈압을 충분히 조절할 수 없다. 약물치료 외에 환자의 혈압을 정상화 할 수 있는 몇 가지 다른 대체 방안으로는 길고 느린 투석, 짧게 매일하는 투석, 야간 혈액투석이 있으며 무엇보다 식염과 수분제한은 투석액 나트륨농도 감소와 더불어 가장 효과적이다(Hörl et al, 2002). 신장 기능의 상실은 신체의 많은 기관의 기능장애를 초래하는 복잡한 현상인 요독증을 일으키며 요독증은 건강한 신장에 의해 배출되는 많은 용질들의 정체에서 기인한다. 비록 이러한 비정상적인 증상들은 혈액 투석 요법으로 개선될 수 있지만, 또한 투석은 약간의 요독증 합병증을 유발하거나 심지어 더 악화시킬 수도 있다는 것을 인식해야 한다(Himmelfarb, 2005).

정기적인 운동은 고혈압의 치료와 예방을 위해 권고되어 왔다(Chobanian et al., 2003; Pescatello et al., 2004). 활동적인 사람은 좌업생활자보다 고혈압이 될 위험요인이 낮으며(Pescatello et al., 2004; Fagard, 2006) 여러 연구들에서 운동의 효과 중 하나로 회복기동안 혈압 감소를 나타내었다(Pescatello et al., 2004). 또, 신체 활동이 적절하거나 많은 사람은 혈압이 낮으며, 활동적인 지구성 운동은 교감신경계와 레닌-안지오텐신 계에 포함된 전신 혈관 저항을 감소시켜 혈압을 낮추고 심혈관 위험 요인들에 영향을 미친

다(Fagard, 2006).

따라서 운동은 정상인 신체능력의 50%에 지나지 않는 혈액투석 환자의 신체수행 능력을 향상시킴으로써 환자의 혈압을 정상화시키는 데 도움을 주는 또 다른 대체방안이 되고 있다. 일반적으로 신체 활동을 통한 운동은 신체 능력을 향상시키고, 사망 위험을 낮추고, 혈압을 조절하는데 큰 역할을 한다(Fletcher, 1996). 또한, 만성 신부전증의 이차적 사망원인은 심혈관 질환인 만큼(Himmelfarb, 2005) 운동은 만성 신부전증 환자의 이환률과 사망률을 감소시킬 수 있다(Cheema, 2005).

O'Hare 등(2003)은 신체적으로 활발한 그룹과 좌업생활을 하는 만성신부전증 환자를 비교한 결과 좌업 생활을 하는 환자가 사망률이 62%나 높았다.

Stack 등(2005)은 주 4~5회 운동 후 신체적으로 활동적인 환자들이 좌업 생활을 하는 환자보다 사망 위험률이 약 30%정도 줄어들었다고 보고하였다. 이러한 연구들을 바탕으로 여러 신장학회에서는 투석 간 운동과 투석 중 운동을 권장하고 있다.

Hagberg 등(1983)은 6명의 말기신부전증 환자의 고혈압과 빈혈 연구에서 지구성 운동은 환자의 투석전 수축기, 이완기 혈압을 낮추며 헤모글로빈 수치를 증가시켜 빈혈을 개선 시켰다고 보고하였다.

Musavian 등(2015)의 연구에서도 혈액투석 중 Mini-Bike를 이용해 8주간 30분씩 운동 후 이완기 혈압이 유의하게 감소하였다.

원지언(2007)의 연구에서는 12주간 투석 전 운동시행 후 저혈압 발생빈도가 유의하게 감소하였는데, 투석 전 평균동맥 압이 감소하고 투석 중 평균 동맥압이 유의하게 증가하여 운동은 투석 중 저혈압 개선과 혈압조절에 효과적이라 하였다.

특히, 혈액투석 환자의 운동 후 환자의 일상생활에서의 혈압을 관찰하기 위

해 interdialytic ambulatory blood pressure monitoring(ABPM)과 home blood pressure monitoring을 하는 것이 유리하다. 환자의 투석 직전 수축기, 이완기 혈압은 좌심실근과 밀접한 관련이 있고 혈액 투석 환자의 혈압 부하를 알아보기 위해 1개월 이상 투석 전 혈압 측정(predialysis BP measurements)이 기준이 되며, 이를 위해 투석 간(interdialytic) ABPM

(ambulatory blood pressure monitoring)으로 환자의 고혈압 여부를 결정하는데 ABPM은 환자의 밤과 낮의 혈압변화를 잘 반영해 주기 때문이다 (Hörl et al., 2002).

Anderson 등(2004)은 3~6개월 간 주 3회, 투석 시작 1~2시간 내에 30분~60분간 cycle 운동 후 투석 간 44시간의 ABPM을 관찰하였는데, 투석 전 수축기 혈압은 운동을 실시하기 이전 기간 동안은 변화가 없었으나 운동하는 기간 동안에는 유의하게 떨어졌다. 하지만 운동 기간이 끝나고 일정기간이 지난 후에는 다시 운동하기 전 상태로 돌아갔고 이는 체중과 erythropoietin도 같은 상황을 보였다. 또, 다른 연구에서는 14명의 환자 대상으로 유산소 운동을 실시하여 24-hour ambulatory blood pressure monitoring으로 혈압변화를 관찰한 결과 운동 프로그램 후 환자의 신체기능이 향상되고 수축기, 이완기 혈압이 유의하게 감소되었으며 헤모글로빈 수치가 증가하였다(Henrique et al., 2010).

Frih(2017)는 41명의 혈액투석 환자에게 복합 운동을 시행한 결과 24시간 수축기, 이완기 혈압이 유의하게 감소하였다. 이와 같이, 운동은 혈액투석 환자의 일중 혈압에 매우 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있다. 따라서 혈액투석 환자의 혈압관리를 위해 체계적이고 규칙적인 운동 프로그램이 반드시 시행되어야 할 것으로 사료된다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 국내·외 만성신부전증의 혈액투석 환자에게 실시한 운동 프로그램 실험논문을 대상으로 운동이 혈압에 미치는 영향을 파악하고 그 효과를 검증하기 위한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다.

2. 문헌 검색 전략

본 연구는 코크란 연합(Cochrane collaboration)이 제시한 체계적 문헌고찰 핸드북(Higgins & Green, 2011)과 한국 보건 의료연구원의 체계적 문헌고찰 매뉴얼을 참고하여 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)그룹이 제시한 체계적 문헌고찰 보고지침(Moher et al., 2009)에 따라 수행되었으며 혈액투석 환자의 운동에 관한 문헌 검색기준은 PRISMA 그룹에서 제시한 PICOS형식에 따라 다음과 같이 설정 하였다.

1) 핵심 질문

(1) 연구대상(Participants)

만성신부전증의 혈액투석 환자.

(2) 중재(Intervention)

혈액투석 환자에게 운동 프로그램을 실시한 연구.

(3) 비교중재(Comparisons)

운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군의 비교.

(4) 중재결과(Outcome)

운동 프로그램 참여 전, 후의 혈액투석 환자의 혈압 측정 결과값.

(5) 연구유형(Study design)

Randomized Studies, Non-Randomized Studies

3. 문헌 검색

연구목적에 맞는 문헌 검색을 위해 현재 가용 할 수 있는 국내·외 데이터베이스를 이용하여 검색을 수행하였다. 문헌검색을 위한 데이터베이스 선정시 미국립의학도서관(National Library of Medicine, NLM)이 제시한 COSI(COre, Standard, Ideal)모델에서 혈액투석 환자의 운동을 통한 혈압 변화의 결과변수를 분석 하는 것이 연구목적인 만큼, COre, Standard에 해당 하는 연구 결과값 만을 채택하였다. Core는 문헌 검색의 핵이 되는 부분으로 관련 국내 문헌과 핵심 데이터베이스(예를 들어 PubMed, EMBASE, Cochrane central 등) 등이 여기에 해당한다. Standard는 표준 검색 범위로 핵심 잡지에 대한 수기 검색, Core에 있는 데이터베이스 이외의 다른 일반적 데이터베이스, 특이적 데이터베이스 등을 말하며 Ideal은 이상적인 검색 범위로 학술대회 초록집, 출판되지 않은 문헌, 현재 진행되고 있는 임상시험 등이 포함된다(NECA, 2011). 검색어를 결정하기 전 각 인터넷 검색 데이터베이스를 검색하여 그 특성을 파악한 후 핵심질문에 부합되는 검색어를 확정하였으며 국내 문헌 검색과 국외 문헌 검색으로 나누어 검색을 수행하였다. 단 혈액투석 환자의 운동 프로그램 연구에 대한 년도 제한은 두지 않았다.

1) 국내 문헌 검색

국내 문헌 검색은 ‘혈액투석과 운동’, ‘혈액투석 환자의 운동 효과’ 로 검색어를 정하고 다음의 데이터베이스에서 검색을 수행하였다.

- 한국교육학술정보원(www.riss.kr)
- 국회도서관(http://dl.nanet.go.kr)
- 한국학술정보(http://kiss.kstudy.com)

2) 국외 문헌 검색

국외 문헌검색은 전자 데이터베이스 검색과 검색된 관련 연구의 참고문헌 검토 등을 바탕으로 검색어 선정과 문헌 검색을 위한 일차 검색 후 검색어와 검색전략을 결정하였다. 국외 문헌 검색어는 “exercise training & hemodialysis” 로 정하여 다음 검색 데이터베이스에서 검색을 수행하였다.

- PubMed(www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/)

4. 문헌 선택과 분류

1) 문헌 선택과 분류과정

문헌 검색은 2017년 6월부터 2017년 8월까지 수행하였다. 확정된 검색어로 검색된 문헌을 대상으로 PICOS 기준과 함께 세부기준을 추가하여 분류하였다.

먼저, 제목과 초록을 통해 중복된 문헌과 본 연구목적과 관련 없는 문헌을

1차적으로 배제하고, 초록을 확인하여 본 연구에 합당한 중재 결과변수를 포함하고 있는 논문을 선정하였다. 1차적으로 선정된 논문을 대상으로 본문을 세밀히 확인하여 연구 목적에 맞는 결과값이 부재한 논문, 본문확인이 불가능한 논문, 불충분한 결과값이 표시된 논문을 2차적으로 배제하고 최종적으로 문헌을 선정하였다.

2) 문헌 선정기준

① 선정기준

- 혈액투석 환자를 연구 대상으로 한 논문.
- 혈액투석 환자와 운동이란 용어가 포함된 논문.
- 혈액투석 환자의 혈압변화가 결과변수로 도출된 논문.
- 국내 논문은 한국연구재단 등재(후보)지 논문.

② 제외기준

- 운동 프로그램 미 실행 논문.
- 운동 이외의 중재나 다른 중재를 함께 시도한 논문.
- 대조군이 없는 단일군 실험설계 논문.
- 중복 게재된 논문.
- 운동 프로그램이 1회성인 논문.
- 실험연구의 결과변수에 혈압이 포함되지 않은 논문.
- 한국어나 영어 이외의 언어로 출판된 논문.

5. 비뚤림 위험평가

비뚤림은 체계적인 오류로 결과나 추정에 있어 참값으로부터 벗어남을 의미한다. 비뚤림은 중재효과를 과소추정하거나 과다추정하게 하는 요소가 될 수 있기 때문에 최종 선택된 문헌의 비뚤림 위험 평가는 문헌의 질평가로 보기 쉬우나 사실상 이는 연구의 결과 보고에 있어 비뚤림이 발생했는지를 확인하는 과정이라 하는 것이 더 명확하다(NECA, 2011).

본 연구에서는 Cochrane' s Risk of Bias (RoB) 도구를 이용하여 비뚤림 위험 평가를 수행하였다.

1) 무작위 대조군 실험연구(Randomized Studies)의 비뚤림 위험평가.

무작위 대조군 실험연구 평가도구로 Cochrane' s Risk of Bias (RoB)가 추천된다. 코크란 그룹의 RoB 도구는 체크리스트 방식과 영역평가 방식의 결합된 형태를 갖추고 있으며, 문항을 단순화한 반면에 같은 문항에 대한 주관적, 자의적인 답변 가능성을 최소화하고 평가자의 연구방법론에 대한 이해도와 숙련에 따른 평가결과의 변동을 최소화하기 위한 노력을 기울여 만들어진 도구이다. 무작위 배정순서 생성, 배정순서 은폐, 연구 참여자와 연구자의 눈가림, 결과 평가에 대한 눈가림, 불충분한 결과자료 처리, 선택적 결과 보고, 그 외 발생할 수 있는 잠재적 비뚤림 위험 등 7가지 영역으로 나누어져 있다. 연구자는 각 문항에 제시된 기준에 따라 최종 선택된 문헌의 비뚤림 위험이 '낮음(low)', '높음(high)', '불확실(unclear)' 세 단계로 구분하여 평가하였다(NECA, 2011).

2) 비 무작위 실험연구(Non-Randomized Studies)의 비뚤림 위험평가

비 무작위 대조군 실험연구 평가도구로 Risk of Bias Assessment tool for Non-Randomized Studies (RoBANS)를 추천된다. RoBANS는 비 무작

위 연구의 비뚤림 위험 평가를 위해 2009년 개발된 도구로 비 무작위 배정 비교임상시험, 코호트연구, 환자-대조군 연구, 전후 연구의 평가에 쓰인다. RoB 도구와 유사하게 체크리스트 방식과 영역평가 방식의 결합된 형태를 갖추고 있다. 비뚤림을 분류하여 기본 영역으로 설정하였으며, 비 무작위 연구에서 발생할 수 있는 비뚤림 위험의 평가 영역을 정의하고, 이에 대한 세부 기술과 평가방식을 제시한다. RoBANS 도구에서는 대상자 선정, 교란 변수, 중재측정, 결과 평가에 대한 눈가림, 불완전한 자료, 선택적 결과보고 등 6개 항목의 비뚤림 위험 평가를 한다. 연구자는 각 항목의 비뚤림 위험 정도를 ‘낮음(low)’, ‘높음(high)’, ‘불확실(unclear)’로 구분하여 평가한다(NECA, 2011).

6. 메타분석

1) 자료추출

자료추출은 연구에서 보고하고 있는 자료들을 추출하는 과정으로 편향되지 않고 신뢰성 있게 진행되어야 한다. 자료추출은 연구 설계에 대한 역학적 이해, 결과지표에 대한 이해, 해당 분야에 대한 임상적 이해 등이 선행되어야 하며 또한 자료추출은 ‘사전에’ 정의된 형식을 이용하여 자료를 추출하는 과정으로 한 연구에 대해 적어도 두 명의 연구자가 독립적으로 수행하는 것이 권장되나 한 연구자가 추출을 하고 다른 연구자가 검토하는 방식으로 진행되기도 한다. 연구자에 따라 문헌분류, 비뚤림 위험 평가, 자료추출을 동시에 수행하기도 한다. 자료추출 시 pilot test를 실시하여 자료 추출 형식(data extraction format)을 만들고 주요 결과 항목을 중심으로 추출한다. pilot test를 위해 논문을 추릴 때는 무작위로 추리기, 최근 논문을 중심으로 추리

기(vise verse), 연도별로 추리기 등의 방법을 고려할 수 있다. 자료 추출에 포함될 수 있는 요소는 저자와 출판년도 같은 연구정보, 포함/배제사유, 연구 방법, 비교중재, 중재결과, 연구결과, 기타사항 등이며 자료 추출표에 기입된 정보를 바탕으로 포함된 연구 특성표(characteristics of included studies tables)와 결과 제시표가 작성된다(NECA, 2011).

2) 자료코딩과 변환

본 연구를 위해 최종 선정된 문헌을 대상으로 메타분석 기준에 따라 저자, 연구 시기, 연구유형, 연구대상, 표본크기, 프로그램 내용, 중재 결과 등으로 코딩지를 만들어 연구자가 직접 코딩하여 메타분석 전문가에게 검증을 받은 후 의견 불일치 시 협의를 통해 해결하고 메타분석을 실시하였다.

최종 선정된 문헌은 Cochrane Review Manager Software 5.3(Revman)을 이용하여 메타분석을 수행하였다.

(1) 효과크기 계산

본 연구의 효과크기(effect size)의 계산을 위해 실험군과 대조군의 사전, 사후 측정값의 표본수(N), 평균(M), 표준편차(SD)를 이용해 평균차(Mean Diffrence)값을 Excel 2016에 정리하여 분석하였다.

(2) 효과크기의 해석

각 결과 변수의 평균효과 크기는 95% 신뢰구간(95% confidence intervals, 95% CI)으로 설정하여 유의수준 0.05를 기준으로 하였다.

(3) 동질성 검증과 분석 모형

Higgins의 I^2 test로 각 연구 간의 종합적인 효과크기를 추정하여 통계적 이질성(heterogeneity)을 알아보았다. I^2 값이 0.25~0.50은 낮은 이질성, 0.50~0.75는 중간정도의 이질성, 0.75이상은 이질성이 높은 것으로 판단하였다. 메타분석을 위해 각 연구의 논문이 연구 대상, 연구 방법, 중재 기간, 중재 시간, 중재 빈도, 평가 도구 등이 동질한지 아니면 이질성이 강한지를 판단하는 것은 매우 중요하다. 따라서 각 연구에서 도출된 효과크기에 대해 동질성 평가를 실시하여 동질한 경우 고정효과 모형(fixed-effects model)을 이용해 그 효과크기와 신뢰구간(confidence interval)을 제시하였고, 이질성이 강할 경우 랜덤효과 모형(random-effects model)을 활용하여 효과크기와 신뢰구간을 제시하였다.

본 연구에서는 논문들 간에 동질성 검증 결과 각 연구들 간의 이질성이 있는 것으로 판단되어 이질성 원인 분석을 위해 하위유형별 분석을 수행하였다.

(4) 보고 비뚤림 검정

보고 비뚤림은 연구 결과가 통계적으로 유의할 때 출판으로 인해 그 효과가 과대 추정될 위험이 있는 출판 비뚤림(publication bias)이 가장 많으며, 이외에 지연 출판, 중복 출판, 선택적 보고 등으로 인해 비뚤림이 발생한다. 출판 비뚤림과 민감도를 검정하기 위해 funnel plot을 이용하였다. Funnel plot은 연구의 표본크기에 대한 개별 연구들의 추정된 효과크기를 제시하는 산포도이다. 일반적으로 시각적으로 funnel plot이 대칭인 경우 보고 비뚤림의 가능성은 줄어든다고 간주한다. funnel plot의 대칭 정도는 통계적으로 유의한지 여부를 판단하기 위해 사용되며 중재효과 추정치와 연구의 크기 사이에 존재하는 연관성이 우연에 의해 기대되는 것 보다 더 크게 발생하는지 여부를 확인하기 위해 사용된다(NECA, 2011). 따라서 funnel plot은 연구 표본크기에 대해 각각의 개별 연구들이 삼각형 안에 퍼져 있는 분포도로 비뚤림을 한

눈에 확인할 수 있으며 추출 값이 삼각형 내에 분포하고 있으면 보고 비탈림 위험이 발생하지 않은 것으로 평가한다.

IV 연구 결과

1. 체계적 문헌고찰 결과

1) 문헌 검색 및 선별 결과

본 연구의 검색 전략에 따라 국내·외 문헌을 PubMed와 RISS, 국회전자도서관, KISS, DBpia 데이터베이스를 이용하여 2017년 6월부터 8월까지 검색을 수행한 결과 혈액투석 환자 대상으로 운동 프로그램을 통한 혈압의 변화를 연구한 논문의 양적인 면은 현재 매우 미흡한 상황임을 알 수 있었다.

본 연구를 위해 국내·외 데이터베이스를 이용해 검색한 결과로, 국외 문헌은 Pubmed 데이터베이스에서 ‘Exercise training & hemodialysis’ 로 검색하여 1,281편이 검색되었고, 이 중 혈액투석 환자 관련 문헌은 315편이었다. 본 연구의 목적과는 무관한 문헌은 254편이며, 제목과 초록을 바탕으로 혈액투석 환자와 운동 프로그램을 모두 포함한 문헌은 모두 61편이었다. 본문을 검토 후 10편이 선정되었으나 본 연구의 연구목적과 일치하지 않는 문헌과 불충분한 결과값이 제시된 문헌 등을 제외하고 수기검색 3편을 추가하여 최종 6편이 선정되었다. 국내 문헌은 RISS, Nanet, Kiss 데이터베이스에서 혈액투석과 운동으로 검색 시 총 182편의 문헌이 검색되었고, 이 중 중복된 문헌을 제외하고 50편의 문헌 중 운동 프로그램이 들어간 문헌은 18편이었으나 연구목적에 부합되는 문헌은 최종 2편이었다. <Figure, 1>에서 그 결과를 확인할 수 있다.

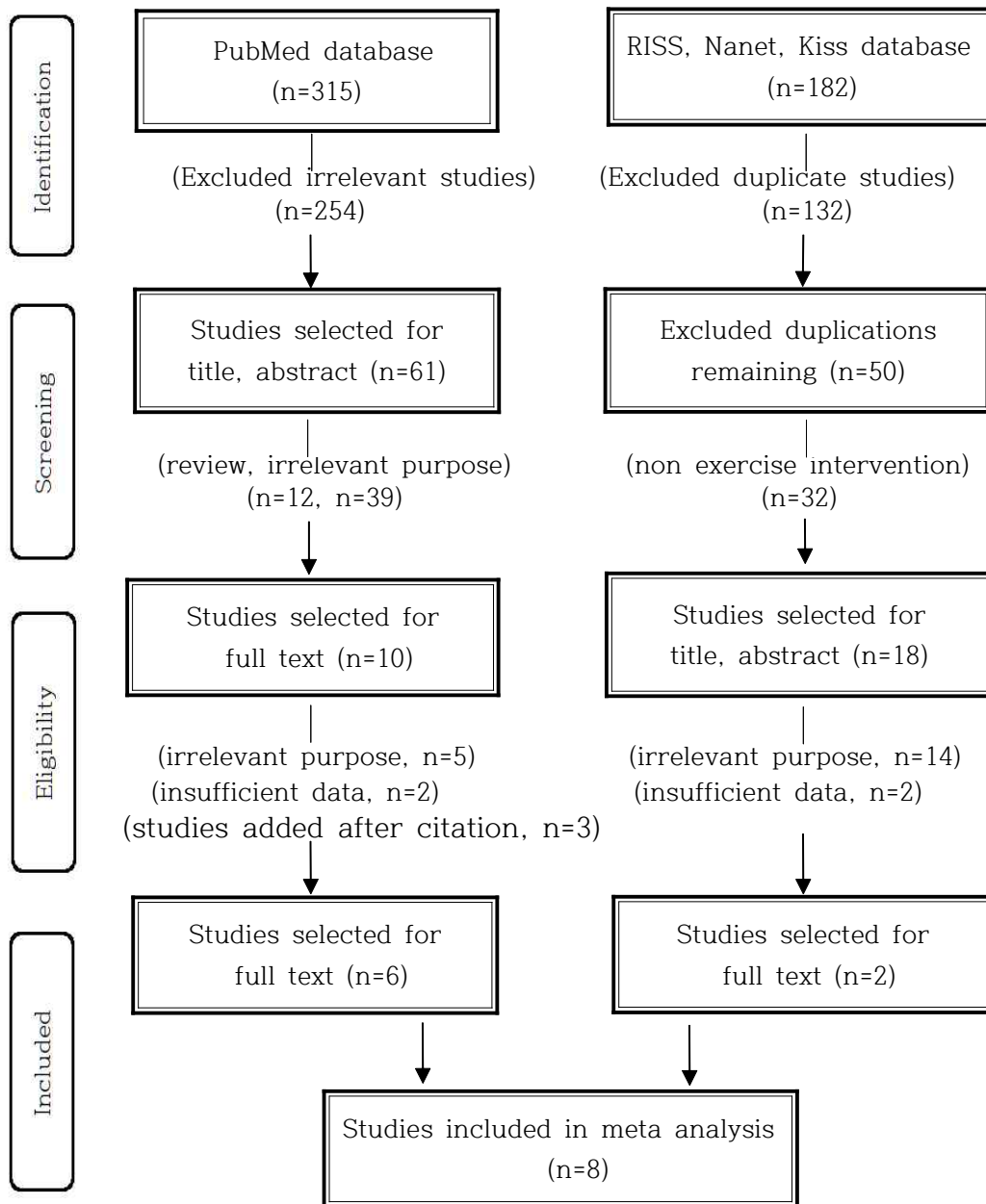


Figure 1. Flow diagram of the study selection.

2) 문헌 고찰 결과

본 연구의 목적에 부합되는 문헌은 국외 문헌 6편, 국내 문헌 2편으로 최종 선정되었다. 단, 검색에 있어 년도 제한은 특별히 두지 않고 수행하였다. 지역 별로는 미국 2편, 한국 2편, 대만 1편, 덴마크 1편, 그리스 2편이었다. 그리스 문헌 중 1편은 두 그룹의 다른 운동 프로그램 방식이 존재하여 각각 다른 연구로 간주하여 분석에 포함시켰다.

최종 선정 논문의 운동 프로그램 시기는 혈액투석 중(Intradialytic)에 실시한 논문이 3편(Lee, 2001; Liao, 2016; Ouzouni, 2008), 비 투석일인 혈액투석 간(Interdialytic)에 실시한 논문이 6편(Hagberg, 1983; Deligiannis, 1999; Molsted, 2004; Liao, 2016; Frih, 2017)이었다.

운동 프로그램 유형은 cycle ergometer, treadmill을 이용한 유산소 운동과 저항 운동과 유산소 운동이 결합된 복합 운동으로 주로 구성되어 있으며 유산소 운동은 4편(Hagberg, 1983; Deligiannis, 1999; Lee, 2001; Liao, 2016;), 복합 운동은 5편(Deligiannis, 1999; Molsted, 2004; Ouzouni, 2008; Lee, 2009; Frih, 2017)이었다.

운동 프로그램 시간은 30분 3편(Hagberg, 1983; Deligiannis B, 1999; Liao, 2016), 30~60분 6편(Deligiannis A, 1999; Lee, 2001; Lee, 2009; Molsted, 2004; Liao, 2016; Frih, 2017)이었다.

운동 프로그램 기간은 12주 2편(Lee, 2001; Liao, 2016), 16주 1편(Frih, 2017), 20주 1편(Molsted, 2004), 24주 2편(Deligiannis, 1999; Lee, 2009), 40주 이상 2편(Hagberg, 1983; Ouzouni, 2008)이며, 각 연구마다 참여한 대상자 수는 실험군과 대조군을 포함해 20명 이하인 소규모 연구는 1편(Hagberg, 1983), 20명이상 3편(Lee, 2001; Lee, 2009; Molsted, 2004), 30명이상 1편(Ouzouni, 2008), 40명 이상은 3편(Deligiannis,

1999; Liao, 2016; Bechri F, 2017)이었다.

운동 프로그램 빈도는 주 2회 1편(Molsted, 2004), 주 3회 4편(Lee, 2001; Lee, 2009; Liao, 2016; Ouzouni, 2008), 주3~5회는 1편(Hagberg, 1983), 주 4회 1편(Bechri F, 2017)이며, 1편(Deligiannis, 1999)은 연구 내 두 군의 운동 빈도가 3회와 5회로 나누어 진행되었다. 따라서 대부분의 연구가 주 3회의 빈도로 시행되었다.

운동 프로그램 후 결과변수는 혈압(Blood pressure), 최대산소섭취량(VO_2 max), 6분 걷기평가(6MWT), 심박수(HR), 삶의 질(QOL-SF36), 운동 시간(Exercise duration), Kt/v 등으로 혈압 이외에 최대산소섭취량이 가장 많이 측정되었다. 혈액투석 환자의 운동 프로그램의 일반적인 특성은 <Table, 1>에서 확인할 수 있다.

Table 1. Characteristics of Selected Studies(continues).

Authors (year) country	participants total (exp/con)	Exercise intervention				Outcomes		
		time	method	prescription	duration	variable	change	p
Hagberg (1983) USA	12(6/6)	Inter- dialytic	Aerobic	calisthenics cycle erg, walking 30min 50-85% VO ₂ peak 3-5times/week	14±5 months	VO ₂ peak GXTduration hemogiobin hemotocrit SBP DBP(N=3)	+17% +44% increase increase decrease decrease	<0.05 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.05
Deligiannis (1999) Greece	53(16/10/12 /15) A:Exercise B:Exercise C:non-exe D:non-exe (healthy)	Inter- dialytic	Combined	A: cycle erg, treadmill,calisthenics low-weight, resistant-HRmax 60-70% 50min-3times/week B: mobile-cycle erg. HR50-60% moderate exe-at home 30min/5times/week	6months	SBP DBP Exercise time METS HRmax VO ₂ max	SBP DBP Exercise time METS HRmax VO ₂ max	<0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05

Authors (year) country	participants total (exp/con)	Exercise intervention				Outcomes		
		time	method	prescription	duration	variable	change	p
Lee (2001) Korea	22(11/11)	Inter- dialytic	Aerobic	walking/cycle	12weeks	VO ₂ max	increase	<0.05
				/Stretching		SBP	decrease	-
				45-60min		DBP	decrease	<0.05
				40-60%HR		HR	decrease	<0.05
			3times/week		Exe-duration	increase	<0.05	
Molsted (2004) Denmark	20(11/8)	Inter- dialytic	Combined	strength,	5months	SBP	no	-
				step & circuit/		DBP	no	-
				20-30min		VO ₂ max	increase	<0.012
				stationary- ergo/20min.		SF-36/ physical funtion	increase	<0.01
				Borg score 14-17 twice a week		physical component	increase	<0.004

Authors (year) country	participants total (exp/con)	Exercise intervention				Outcomes		
		time	method	prescription	duration	variable	change	p
Ouzouni (2008) Greece	33(19/14)	Intra- dialytic	Combined	treadmill, cycling 30min/ strength 30min. 3 times/weekly Borg score13-14	10months	SBP DBP Exercise time METs HRmax VO ₂ max Depression SF-36	decrease decrease increase increase increase increase decrease increase	<0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05
Lee (2009) Korea	21(12/9)	Intra- dialytic	Combined	cycle 40min resistant 15min RPE 11-13 3 times/week	24weeks	SBP DBP 6MWT Handgrip	decrease decrease +17% increase	<0.001 <0.01 <0.001 <0.001

Authors (year) country	participants total (exp/con)	Exercise intervention				Outcomes		
		time	method	prescription	duration	variable	change	p
Liao (2016) Taiwan	40(20/20)	Intra- dialytic	Aerobic	cycle 30min 3times/weekly Borg score12-15	3months	SBP DBP hs-CRP Creatinine, Albumin 6MWT	decrease decrease decrease decrease increase increase	<0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.01 <0.05
Frih (2017) USA	41(20/21)	Inter- dialytic	Combined	cycle.walking resistant 60min 50%RM increase 5%1RM Borg score5-6 monitor HR/polar 4tims/week	4months	ABP SBP ABP DBP 6MWT STS-10 STS-60 Handgrip	decrease decrease increase increase increase increase	<0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05 <0.05

2. 메타분석 결과

1) 최종 선정문헌의 비뚤림 위험평가

혈액투석 환자 대상으로 한 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과를 알아보기 위해 체계적 문헌고찰을 수행하였고 이를 통해 최종 선정된 8편의 논문을 메타분석에 포함시켰다. 운동 프로그램을 통한 혈압변수의 효과크기를 분석하기에 앞서 메타분석 대상논문의 비뚤림 위험평가는 Cochrane' Risk of bias 도구를 이용하여 분석하였다. 그 결과 무작위 배정은 5편(Deligiannis, 1999; Molsted, 2004; Ouzouni, 2008; Liao, 2016; Frih, 2017)의 문헌에서 직접적인 언급이 있어 위험성이 '낮음(low)'으로 평가되었다. 이에 반해 2편(Lee, 2001; Lee, 2009)의 문헌은 무작위 배정에 대한 언급이 없어 '불확실(Unclear)'로 평가하였고 1편(Hagberg, 1983)의 문헌은 대상자를 임의 배정하여 '높음(High risk)'으로 평가하였다. 따라서 무작위 배정의 위험성은 총 5편(Deligiannis, 1999; Molsted, 2004; Ouzouni, 2008; Liao, 2016; Frih, 2017)의 연구에서 언급되어 있으므로 낮은 것으로 평가되었다.

참여자의 눈가림은 불확실한 면이 있으나 중재 결과에 별다른 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되어 위험성을 낮게 평가하였으며, 결과자료 처리와 분석, 보고, 그 외 비뚤림 평가에 있어 전반적으로 별다른 큰 위험성은 발견되지 않았다.

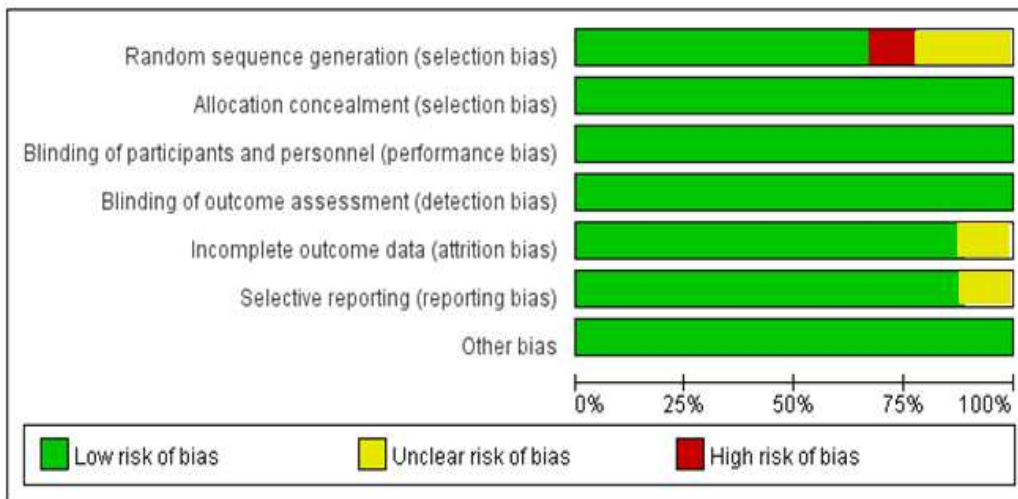


Figure 2. Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented as percentages across all included studies.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Deligiannis A 1999	+	+	+	+	+	+	+
Deligiannis B 1999	+	+	+	+	+	+	+
Frih 2017	+	+	+	+	+	+	+
Hagberg 1986	●	+	+	+	+	+	+
Lee 2001		+	+	+	+	+	+
Lee 2009		+	+	+	+	+	+
Liao 2016	+	+	+	+	+	+	+
Molsted 2004	+	+	+	+			+
Ouzouni 2008	+	+	+	+	+	+	+

Figure 3. Risk of bias summary: review authors' judgements about each risk of bias item for each included study.

2) 운동 프로그램에 따른 혈압의 효과크기

(1) 운동 프로그램에 따른 혈압의 전체 효과크기

메타분석의 포함된 8편의 문헌에서 혈액투석 환자의 운동 프로그램에 따른 혈압의 효과크기는 수축기 혈압과 이완기 혈압으로 나누어 분석한 결과 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 있으나 각 문헌 간 이질성이 높은 것으로 나타났다.

① 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure)의 효과크기

최종 선정된 문헌의 메타분석 결과 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 수축기 혈압에 미치는 효과 크기는 <Figure 4>에서 제시한 바와 같이 분석 내용을 살펴보면 총 125명의 실험군과 113명의 대조군이 프로그램에 참여하였고 운동 프로그램을 통해 혈액투석 환자의 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure)은 평균 -15.39 mmHg(95% CI= -20.35 , -10.42)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며($Z=6.07$, $P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여($I^2 =95\%$, $P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

수축기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Hagberg, 1983; Lee, 2009; Frih, 2017; Lee, 2001; Deligiannis A, 1999; Ouzouni, 2008; Deligiannis B, 1999; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 나타났다.

수축기 혈압에 대한 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 5>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

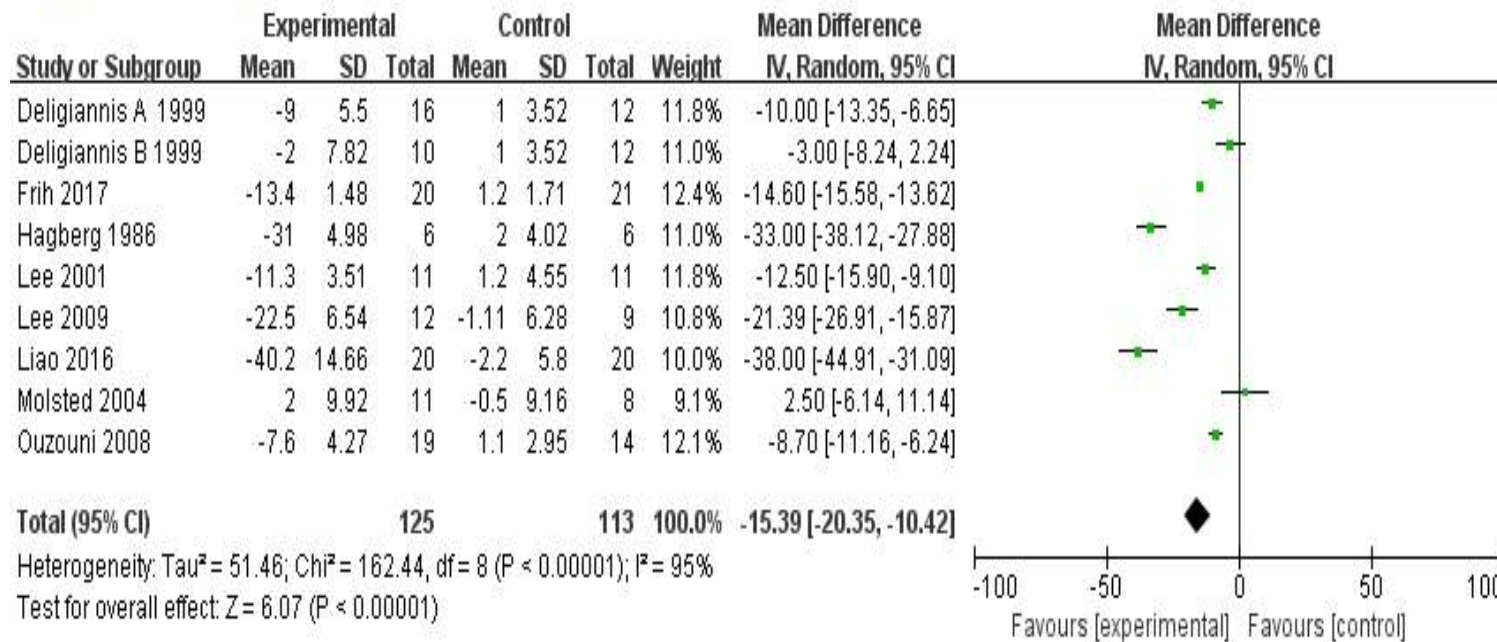


Figure 4. Forest plot of comparison:1. The effects of exercise on blood pressure in HD patients, outcome: 1.1 SBP.

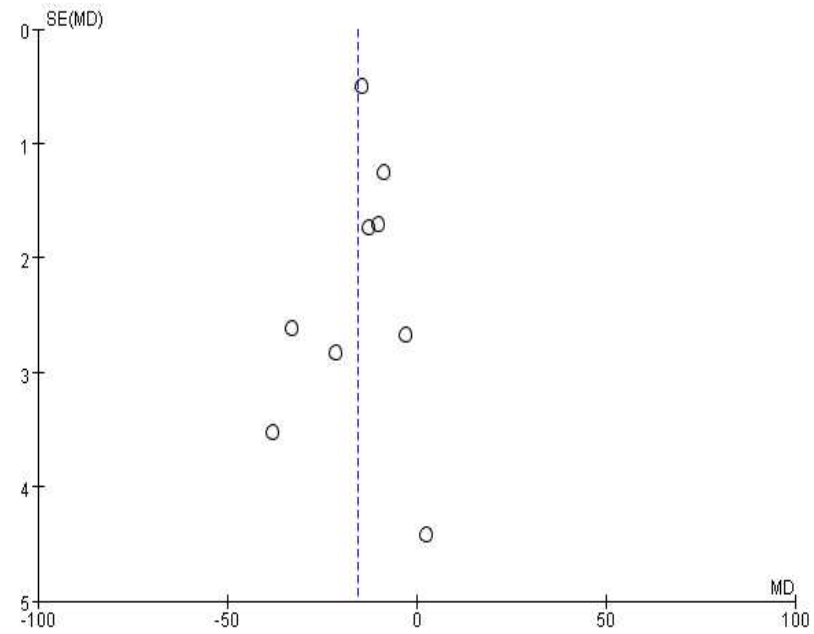


Figure 5. Funnel plot of comparison: 1. The effects of exercise on blood pressure in HD patients, outcome: 1.1 SBP.

② 이완기 혈압(Diastolic Blood pressure)의 효과크기

이완기 혈압(Diastolic Blood Pressure)은 <Figure 6>에서 제시된 바와 같이 평균 -7.90mmHg (95% CI = $-10.71, -5.09$)로 낮아졌고 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이 ($Z=5.50, P<.001$)가 있었으며 각 문헌 간 이질성이 ($I^2 = 94\%, P<.001$) 존재하여 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

이완기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Lee, 2009; Lee, 2001; Deligiannis A, 1999; Ouzouni, 2008; Hagberg, 1983; Deligiannis B, 1999; Frih, 2017; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 나타났다.

이완기 혈압에 대한 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 7>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

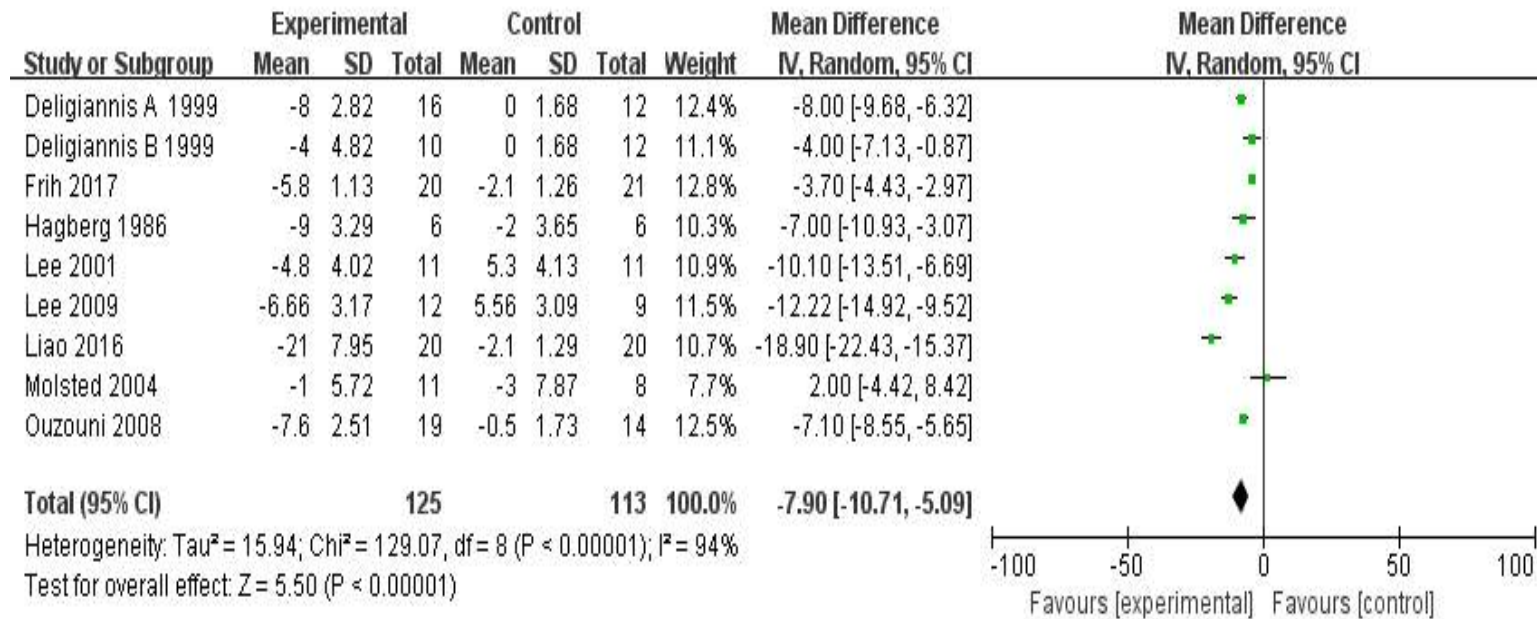


Figure 6. Forest plot of comparison: 1. The effects of exercise on blood pressure in HD patients, outcome: 1.2 DBP.

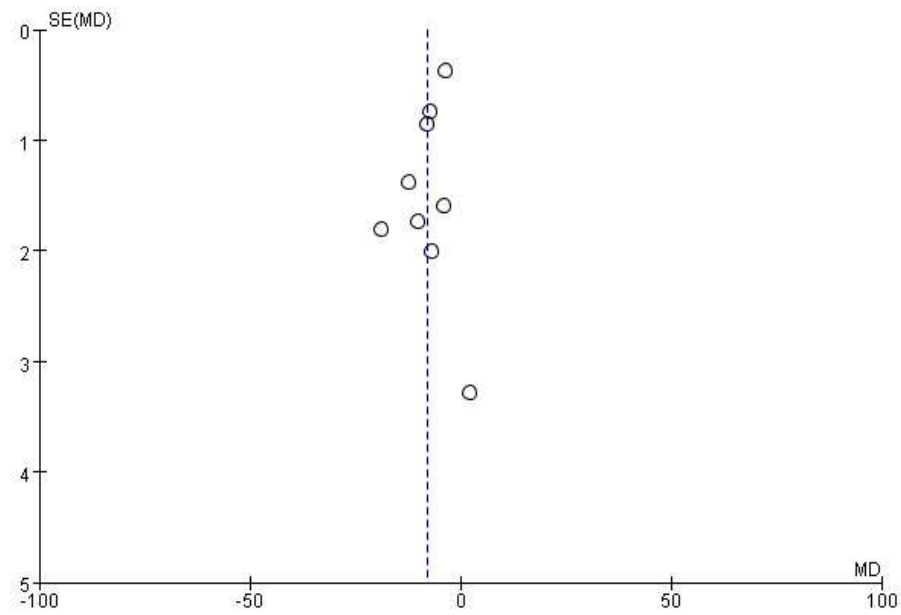


Figure 7. Funnel plot of comparison: 1. The effects of exercise on blood pressure in HD patients, outcome: 1.2 DBP.

(2) 운동 프로그램 시기에 따른 혈압의 효과크기

혈액투석 환자의 운동 프로그램 시기는 환자의 혈액투석 일정에 맞추어 혈액투석 중(Intradialytic)과 비 투석일인 혈액투석 간(interdialytic)으로 나뉜다. 메타분석 대상 8편의 문헌에서도 3편(Ouzouni, 2008; Lee, 2009; Liao, 2016)은 혈액투석 중에 시행되었고, 5편(Hagberg, 1983; Deligiannis A,1999; Deligiannis B, 1999; Lee, 2001; Molsted, 2004; Frih, 2017)은 혈액투석 간에 시행되었다.

① 수축기 혈압의 효과크기

혈액투석 간(interdialytic) 운동 프로그램을 실시한 연구 문헌은 <Figure 8>에서 제시한 바와 같이 총 74명의 실험군과 70명의 대조군이 운동 프로그램에 참여하였고, 운동 프로그램을 통해 혈액투석 환자의 수축기 혈압은 평균 -12.26mmHg (95% CI= $-18.18, -6.33$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=4.06, P<.0001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =95\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 혈액투석 간 운동 프로그램에 따른 수축기 혈압의 효과크기는 (Hagberg, 1983; Frih, 2017; Deligiannis A,1999; Lee, 2001; Deligiannis B, 1999; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 큰 것으로 나타났다.

혈액투석 중(Intradialytic) 운동 프로그램에 따른 혈압의 효과크기는 <Figure 8>에서 제시한 바와 같이 총 51명의 실험군과 43명의 대조군이 운동 프로그램에 참여하였고 운동 프로그램을 통해 수축기 혈압은 평균 -22.45mmHg (95% CI= $-38.93, -5.97$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=2.67, P<.008$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =95\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 수축

기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Lee, 2009; Ouzouni, 2008) 순으로 그 크기가 나타났다. 운동 프로그램 시기에 따른 전체 수축기 혈압의 효과는 평균 -15.39mmHg (95% CI = $-20.35, -10.42$)로 낮아져 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=6.07, P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 크게 존재하였으나 ($I^2 = 95\%, P<.001$), 하위그룹 간 이질성은 낮게 나타났다 ($I^2 = 23.1, P=0.25$).

운동 프로그램 시기에 따른 수축기 혈압의 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 9>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

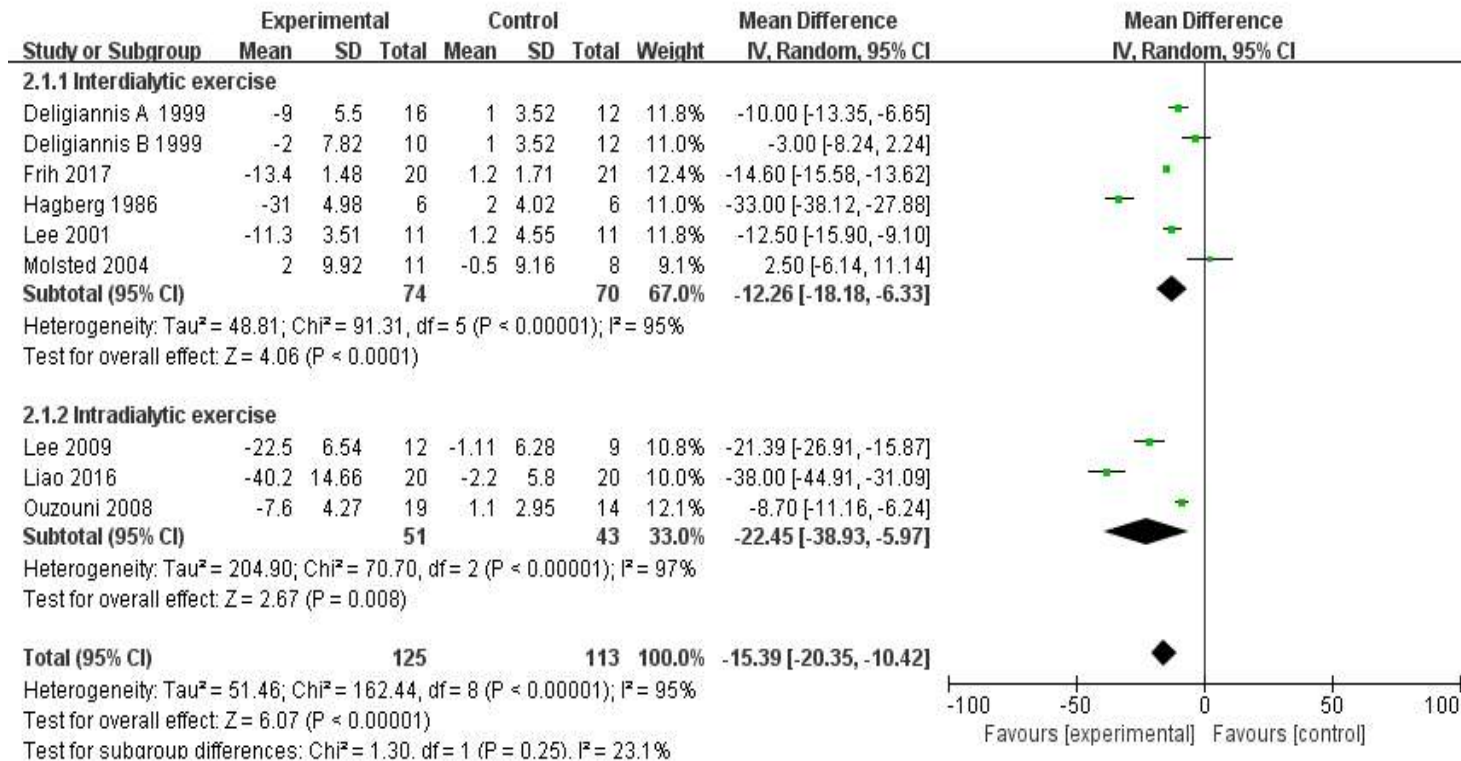


Figure 8. Forest plot of comparison: 2 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 2 results by exercise timing, outcome: 2.1 SBP.

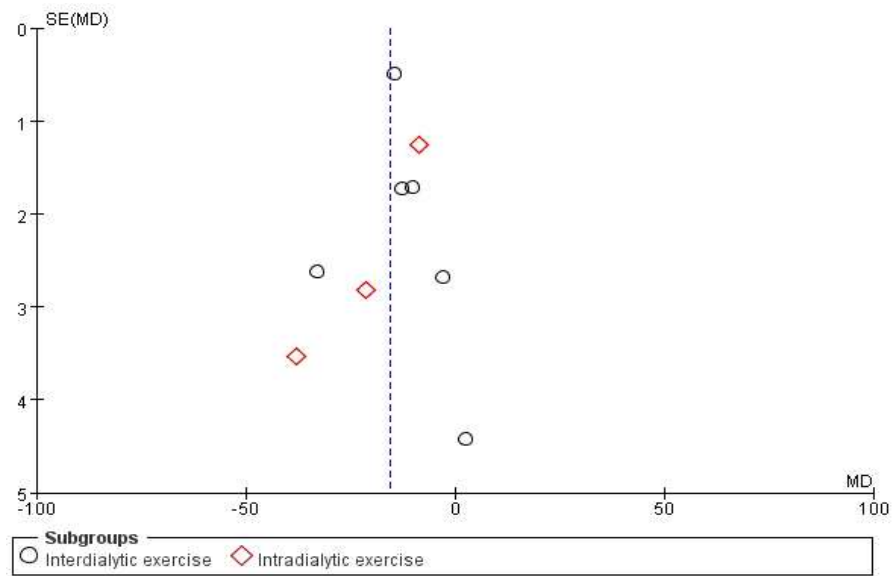


Figure 9. Funnel plot of comparison: 2 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 2 results by exercise timing, outcome: 2.1 SBP.

② 이완기 혈압의 효과크기

<Figure 10>에서 제시된 바와 같이 혈액투석 간에 실시한 운동 프로그램에 따른 이완기 혈압은 평균 -5.61mmHg (95% CI = $-8.24, 2.99$)로 낮아졌고 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이 ($Z=4.19, P<.0001$)가 있었으며 각 문헌 간 이질성이 ($I^2 = 87\%, P<.001$) 존재하여 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 이완기 혈압의 효과크기는 (Lee, 2001; Deligiannis A, 1999; Hagberg, 1983 Deligiannis B, 1999; Frih, 2017; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 나타났다.

혈액투석 중에 실시한 운동 프로그램에 따른 이완기 혈압(Diastolic Blood Pressure)은 실험군 51명과 대조군 43명이 참가하여 평균 -12.58mmHg (95% CI = $-19.09, -6.07$)로 낮아졌고 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이 ($Z=3.79, p=0.0002$)가 있었으며 각 문헌 간 이질성이 ($I^2 = 95\%, P<.001$) 존재하여 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 이완기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Lee, 2009; Ouzouni, 2008) 순으로 그 크기가 나타났다. 운동 프로그램 시기에 따른 전체 이완기 혈압의 효과는 평균 -7.90mmHg (95% CI = $-10.71, -5.09$)로 낮아져 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=5.50, P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하였다 ($I^2 = 94\%, P<.001$). 하위그룹 간 이질성은 높게 나타났다 ($I^2 = 73.5, P=0.05$).

운동 프로그램 시기를 달리한 수축기 혈압에 대한 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 11>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

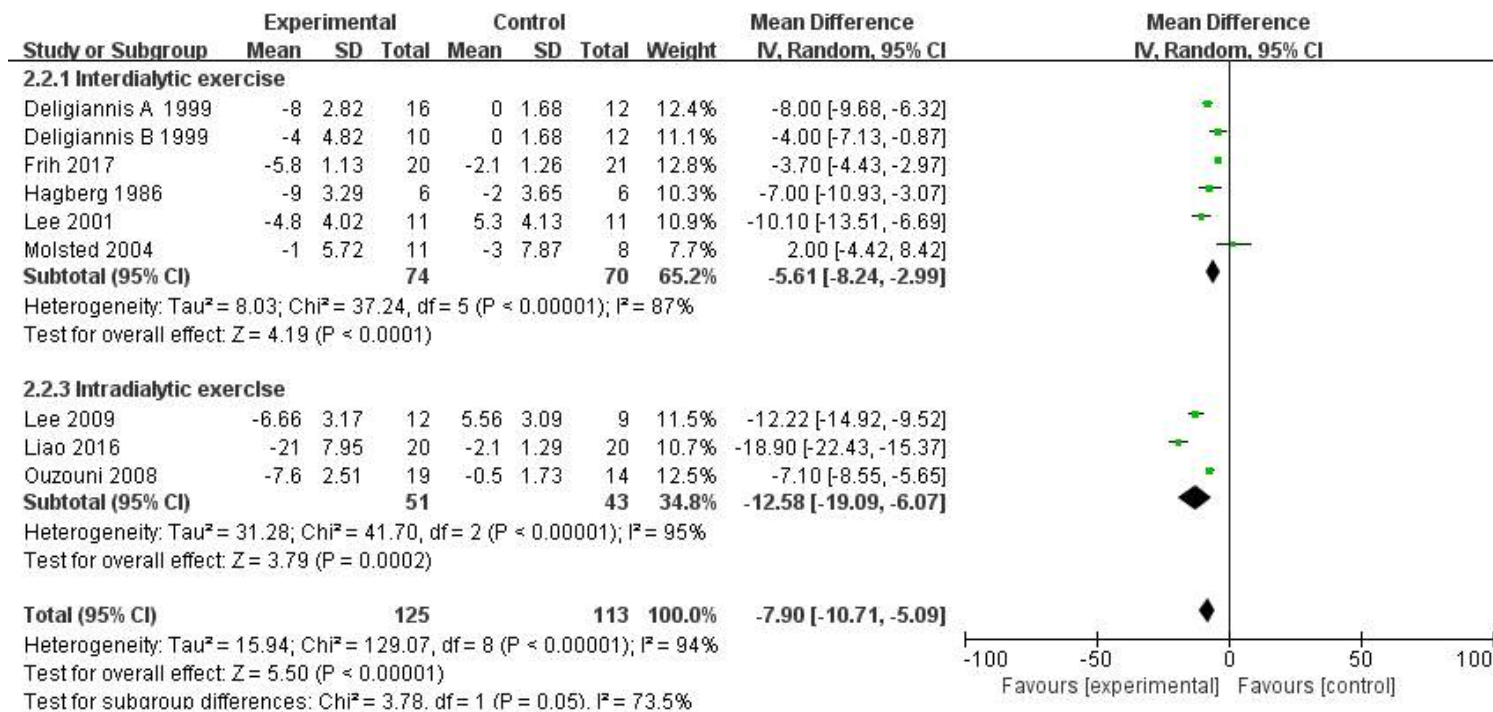


Figure 10. Forest plot of comparison: 2 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 2 results by exercise timing, outcome: 2.2 DBP.

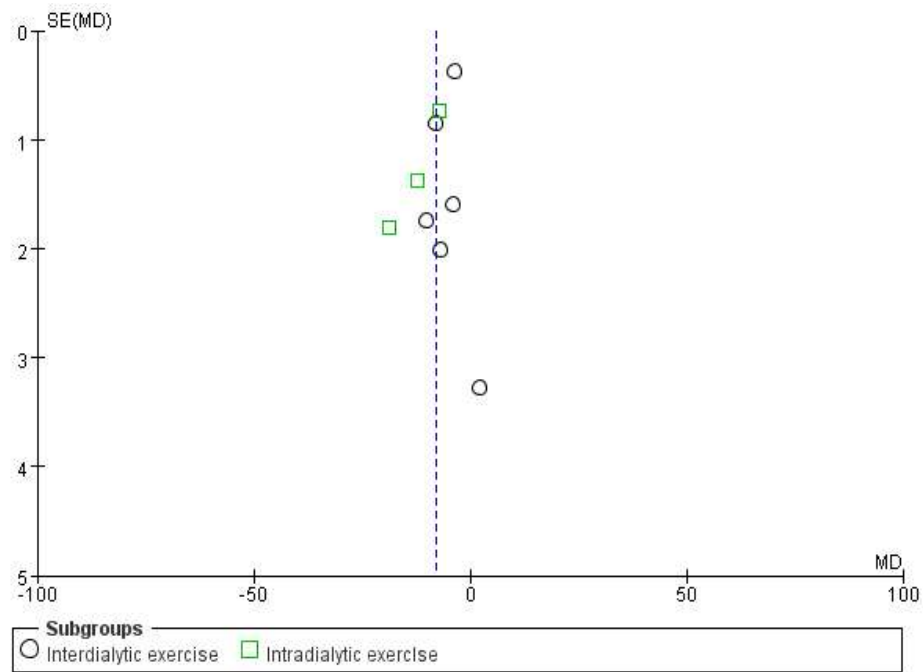


Figure 11. Funnel plot of comparison: 2 The effects of exercise on blood pressure in HD patients.
 Comparison 2 Results by exercise timing, outcome: 2.2 DBP.

(3) 운동 프로그램 유형에 따른 혈압의 효과크기

각 문헌에서 혈액투석 환자의 운동 유형은 유산소 운동(Aerobic exercise)과 복합 운동(Combined Resistance and Aerobic exercise)으로 나누어 시행되었다. 메타분석 대상문헌 중 4편(Hagberg, 1983; Deligiannis B, 1999; Lee, 2001; Liao, 2016)은 유산소 운동 프로그램을 시행하였고, 5편(Deligiannis A,1999; Molsted, 2004; Ouzouni, 2008; Lee, 2009; Frih, 2017)은 복합 운동 프로그램을 시행하였다.

① 수축기 혈압의 효과크기

<Figure 12>에서 제시한 바와 같이 유산소 운동 프로그램을 실시한 연구 문헌은 총 47명의 실험군과 49명의 대조군이 운동 프로그램에 참여하였고 운동 프로그램을 통해 혈액투석 환자의 수축기 혈압은 평균 -21.48mmHg (95% CI= $-36.23, -6.72$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=2.85, P=0.004$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =97\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 유산소 운동 프로그램에 따른 수축기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Hagberg, 1983; Lee, 2001; Deligiannis B, 1999) 순으로 그 크기가 큰 것으로 나타났다.

복합 운동 프로그램을 실시한 연구 문헌은 총 78명의 실험군과 64명의 대조군이 운동 프로그램에 참여하였고 운동 프로그램을 통해 수축기 혈압은 평균 -11.27mmHg (95% CI= $-15.72, -6.81$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=4.95, P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =91\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 복합 운동 프로그램에 따른 수축기 혈압의 효과크기는 (Lee, 2009; Frih

2017; Deligiannis A,1999; Ouzouni, 2008; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 큰 것으로 나타났다.

운동 프로그램 유형에 따른 전체 수축기 혈압의 효과크기는 평균 -15.37mmHg (95% CI= $-10.71, -5.09$)로 낮아져 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=6.05, P<.001$), 각 문헌 간의 이질성이 존재하였다 ($I^2 =95\%, P<.001$). 하위그룹 간 이질성은 중간 정도로 나타났다 ($I^2 =40.6\%, P=0.19$).

운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압의 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 13>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

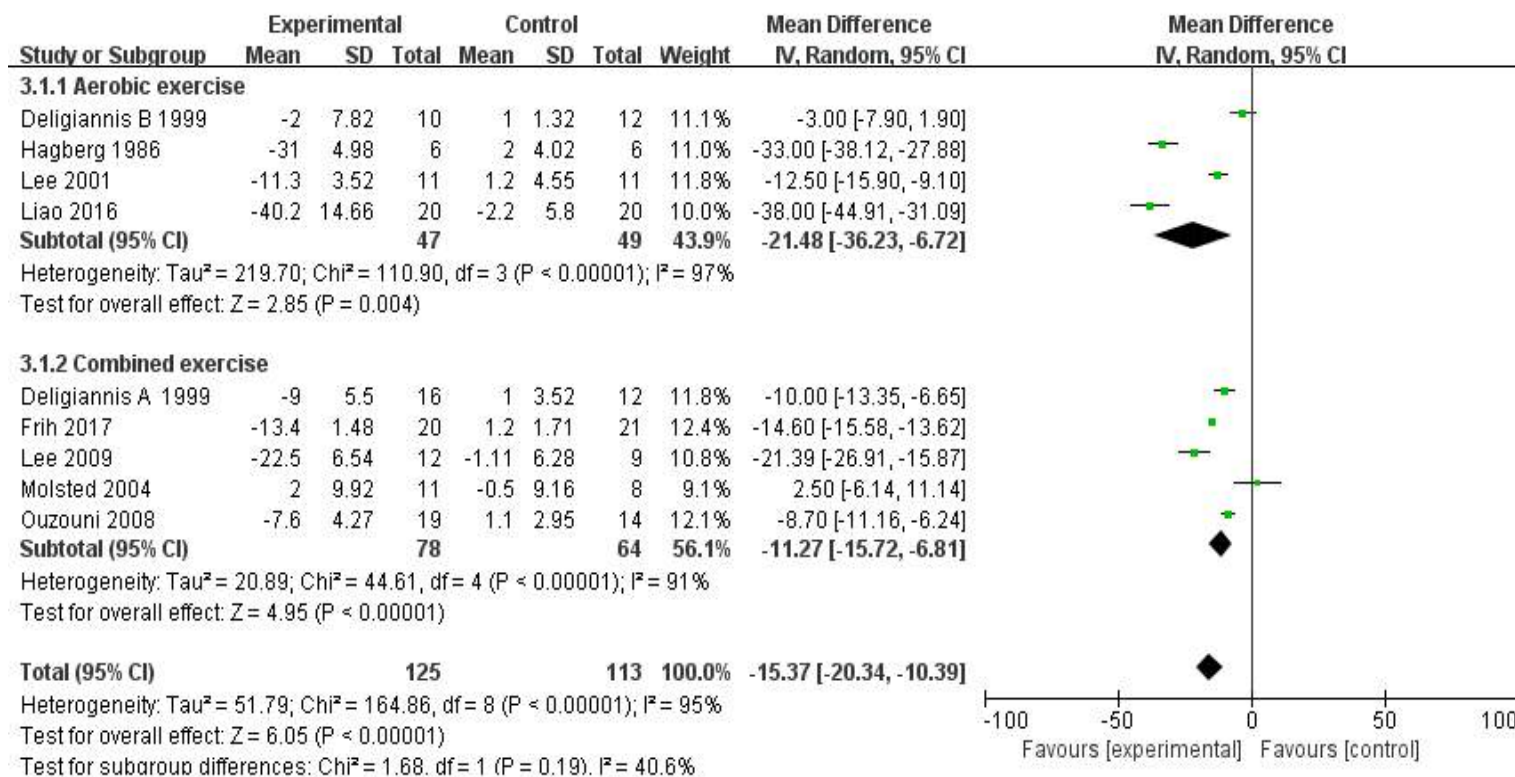


Figure 12. Forest plot of comparison: 3 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 3 results by exercise method, outcome: 3.1 SBP.

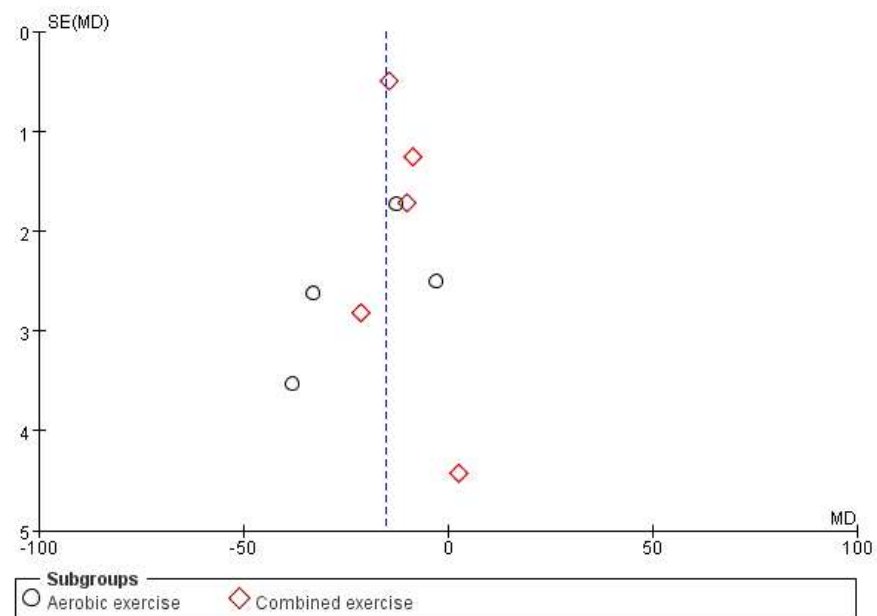


Figure 13. Forest plot of comparison: 3 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 3 results by exercise method, outcome: 3.1 SBP.

② 이완기 혈압의 효과크기

<Figure 14>에서 제시한 바와 같이 유산소 운동 프로그램에 따른 이완기 혈압은 평균 -9.99mmHg (95% CI= $-16.40, -3.58$)로 낮아졌고 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이 ($Z=3.05, P=0.002$)가 있었으며 각 문헌 간 이질성이 ($I^2 = 93\%, P<.001$) 존재하여 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 이완기 혈압의 효과크기는 (Liao, 2016; Lee, 2001; Deligiannis B, 1999; Hagberg, 1983) 순으로 그 크기가 나타났다. 복합 운동 프로그램에 따른 이완기 혈압은 평균 -6.47mmHg (95% CI= $-9.54, -3.39$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이 ($Z=4.12, P=.0001$)가 있었으며 각 문헌 간 이질성이 ($I^2 = 94\%, P<.001$) 존재하여 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 복합 운동의 이완기 혈압의 효과크기는 (Lee, 2009; Deligiannis A, 1999; Ouzouni, 2008; Frih 2017; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 큰 것으로 나타났다. 운동 프로그램 유형에 따른 전체 수축기 혈압의 효과크기는 평균 -7.90mmHg (95% CI= $-10.71, -5.09$)로 낮아져 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=6.05, P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하였다 ($I^2 = 95\%, P<.001$). 하위그룹 간 이질성은 나타나지 않았다 ($I^2 = 0\%, P=0.33$).

운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압에 대한 보고 비뮴림을 나타낸 결과는 <Figure 15>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뮴림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

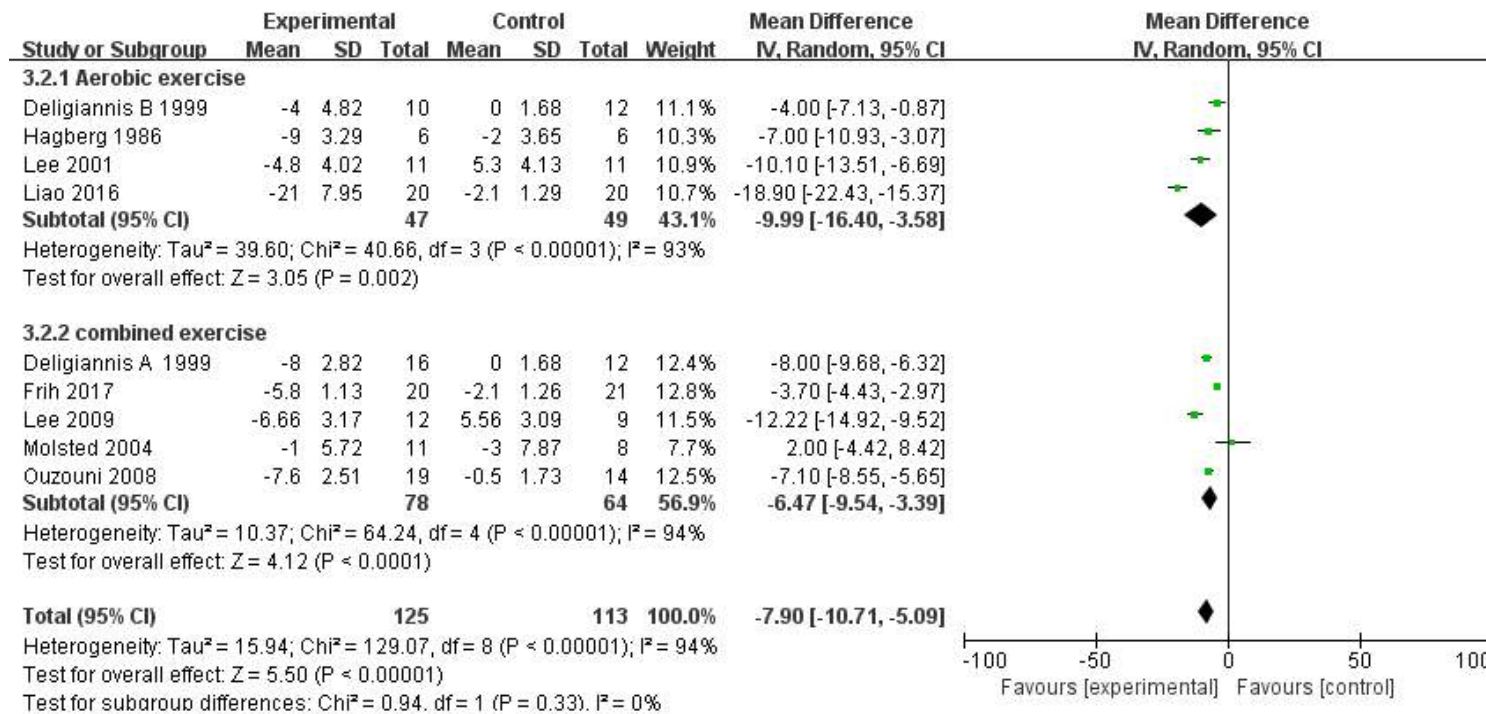


Figure 14. Forest plot of comparison: 3 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 3 results by exercise method, outcome: 3.2 DBP.

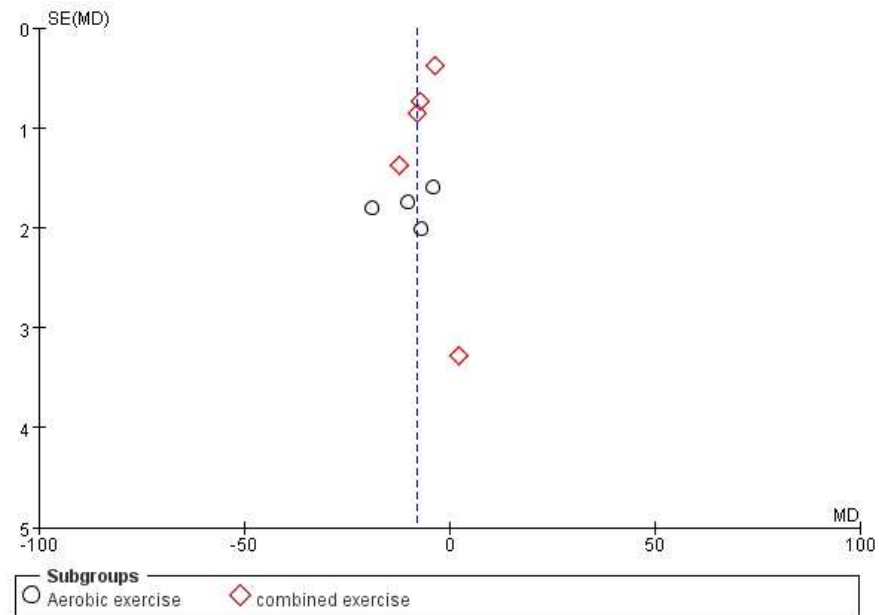


Figure 15. Funnel plot of comparison: 3 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 3 results by exercise method, outcome: 3.2 DBP.

(4) 운동 프로그램 시간에 따른 혈압의 효과크기

운동 프로그램 시간은 30분, 30~60분으로 나누어 수축기 혈압과 이완기 혈압의 효과크기를 비교하였다. 운동 시간이 30분인 문헌은 3편(Hagberg, 1983; Deligiannis B,1999; Liao 2016)이고 30~60분인 문헌은 6편(Deligiannis A,1999; Lee, 2001; Molsted, 2004; Ouzouni, 2008; Lee, 2009; Frih 2017)이었다.

① 수축기 혈압의 효과크기

<Figure 16>에서 제시한 바와 같이 운동 시간이 30분인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -24.61mmHg (95% CI= $-46.49, -2.72$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=2.20, P=0.03$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =98\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

운동 시간이 30~60분인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -11.57mmHg (95% CI= $-15.21, -7.93$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=6.22, P<.001$), 효과크기는 (Lee, 2009; Frih 2017; Lee, 2001; Deligiannis A,1999; Ouzouni, 2008; Molsted, 2004) 순으로 그 크기가 큰 것으로 나타났다. 각 문헌 간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =89\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 수축기 혈압의 운동 프로그램시간에 따른 전체 효과크기는 평균 -15.39mmHg (95% CI= $-20.35, -10.42$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=6.07, P<.001$), 하위그룹 간 이질성 ($I^2 =24.6\%, P=0.25$)은 낮은 것으로 나타났다. 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압에 대한 보고 비뮴립을 나타낸 결과는 <Figure 17>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의

중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뚤림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

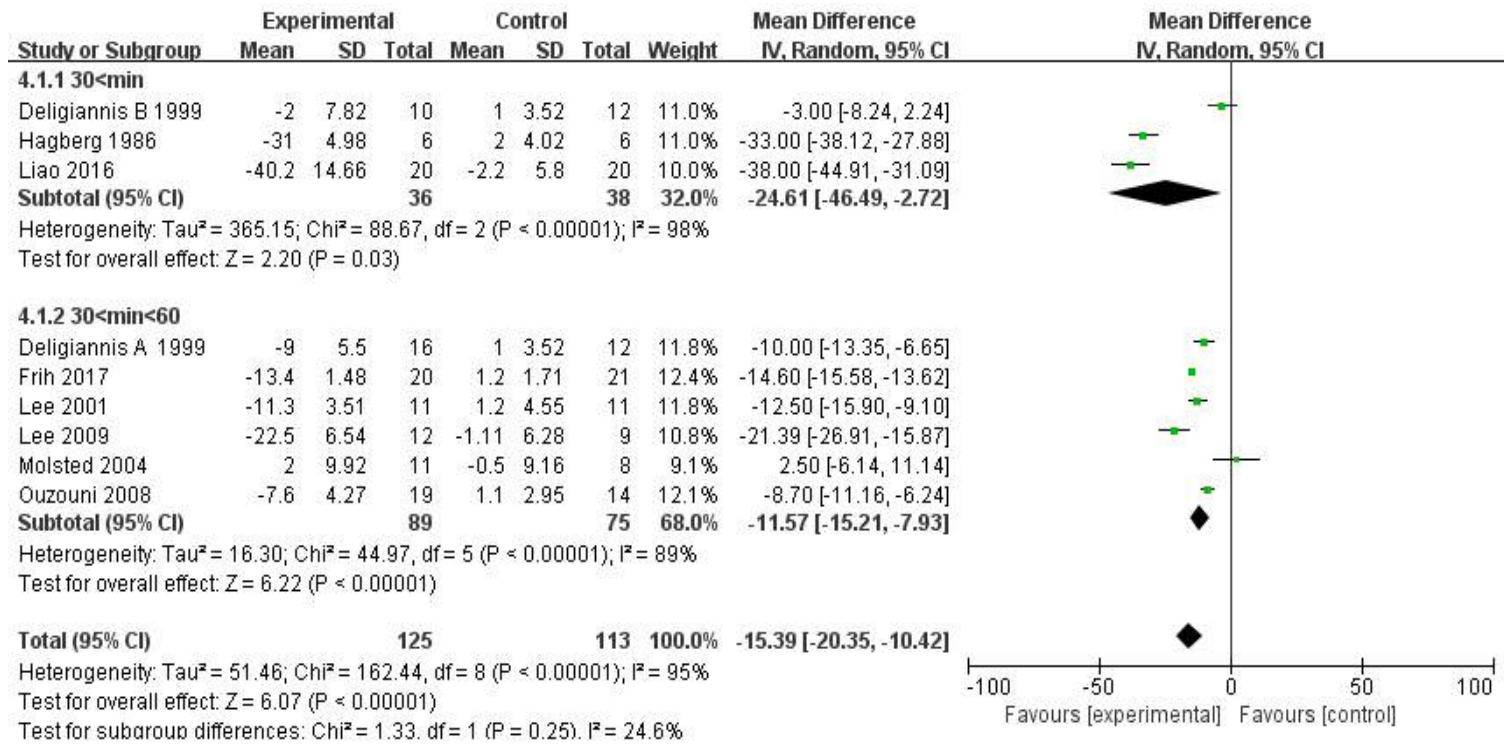


Figure 16. Forest plot of comparison: 4 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 4 results by exercise time, outcome: 4.1 SBP.

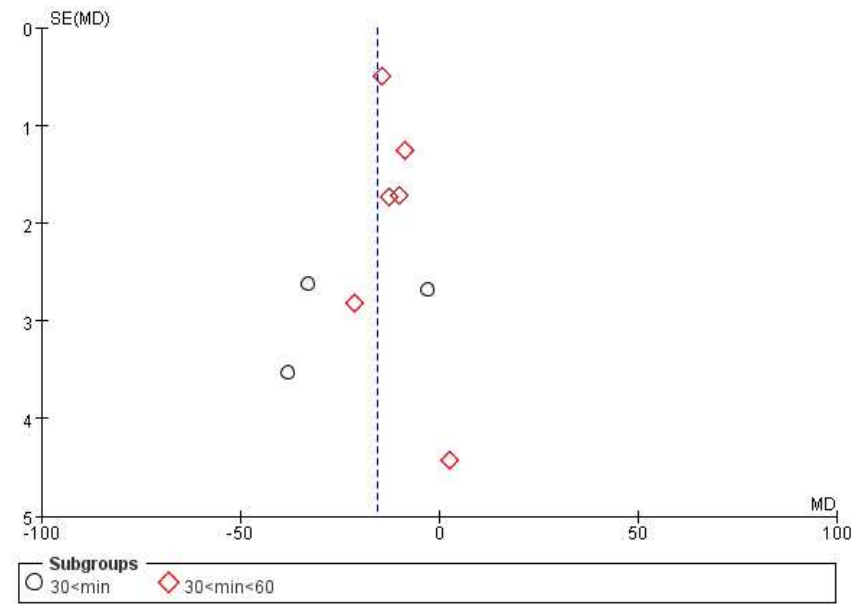


Figure 17. Funnel plot of comparison: 4 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 4 results by exercise time, outcome: 4.1 SBP.

② 이완기 혈압의 효과크기

<Figure 18>에서 제시된 바와 같이 운동 시간이 30분인 문헌의 이완기 혈압은 평균 -9.96mmHg (95% CI = $-19.11, -0.80$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=2.13, P=0.03$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 = 95\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

운동 시간이 30~60분인 문헌의 이완기 혈압은 평균 -7.03mmHg (95% CI = $-9.23, -1.32$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=4.81, P<.001$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 = 98\%, P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 이완기 혈압의 운동 프로그램 시간에 따른 전체 효과크기는 평균 -7.90mmHg (95% CI = $-10.71, -5.09$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=4.81, P<.001$), 하위그룹 간 이질성 ($I^2 = 0\%, P=0.55$)은 없는 것으로 나타났다. 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압에 대한 보고 비뚤림을 나타낸 결과는 <Figure 19>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뚤림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

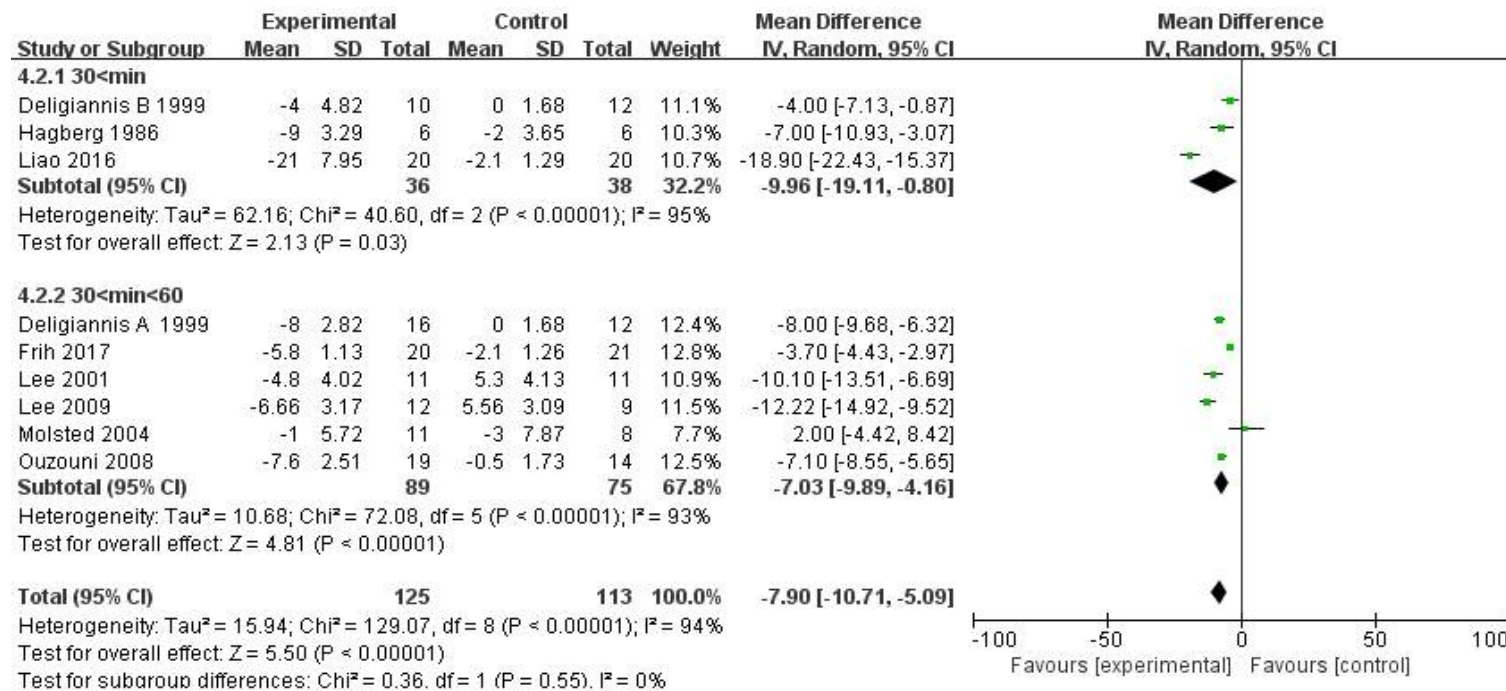


Figure 18. Forest plot of comparison: 4 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 4 results by exercise time, outcome: 4.2 DBP.

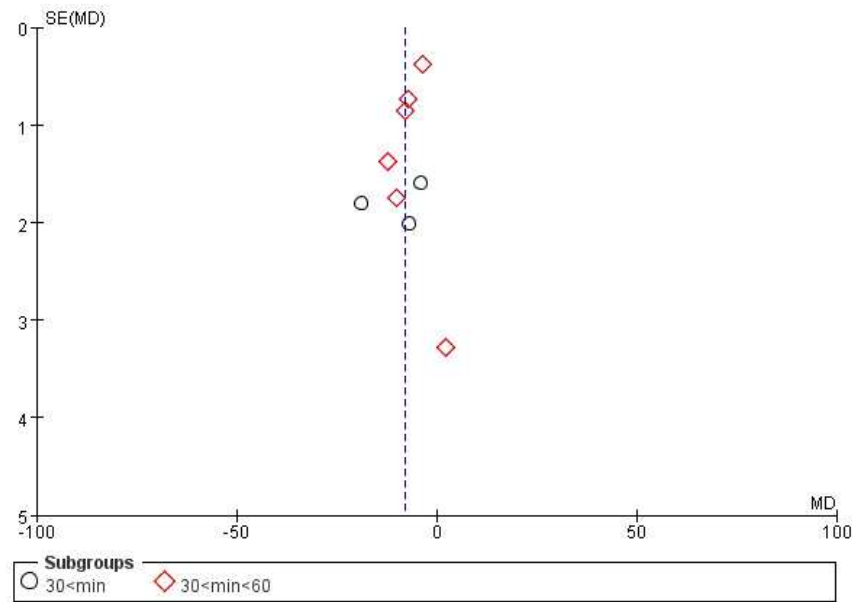


Figure 19. Funnel plot of comparison: 4 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 4 results by exercise time, outcome: 4.2 DBP.

(5) 운동 프로그램 기간에 따른 혈압의 효과크기

운동 프로그램 기간은 3개월, 3~6개월, 6~12개월로 나누어 수축기 혈압과 이완기 혈압의 효과크기를 비교하였다. 운동 프로그램 기간이 3개월인 문헌은 2편(Lee, 2001, Liao 2016), 3~6개월은 2편(Molsted, 2004; Frih, 2017), 6~12개월은 5편(Hagberg, 1983; Deligiannis A,1999; Deligiannis B,1999; Ouzouni, 2008; Lee, 2009)이었다.

① 수축기 혈압의 효과크기

<Figure 20>에서 제시한 바와 같이 운동 프로그램 기간이 3개월인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -25.07mmHg (95% CI= $-50.05, -0.08$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=1.19$, $P=0.05$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =98\%$, $P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

운동 프로그램 기간이 3~6개월인 문헌의 수축기 혈압은 평균 6.61mmHg (95% CI= $-23.33, -10.11$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 없으며 ($Z=0.77$, $P=0.44$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 =93\%$, $P<.01$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

운동 프로그램 기간이 6~12개월인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -15.10mmHg (95% CI= $-23.82, -6.38$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=3.39$, $P=0.0007$), 효과크기는 (Hagberg, 1983; Lee, 2009; Deligiannis A,1999; Ouzouni, 2008; Deligiannis B,1999) 순으로 크기가 나타났다. 각 문헌 간 이질성이 존재하여 ($I^2 =96\%$, $P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 운동 프로그램 기간에 따른 수축기 혈압의 전체 효과크기는 평균 -15.39mmHg (95% CI= $-20.35,$

-10.42)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며($Z=6.07$, $P<.001$), 하위그룹 간 이질성($I^2 =0\%$, $P=0.46$)은 없는 것으로 나타났다. 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압에 대한 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 21>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

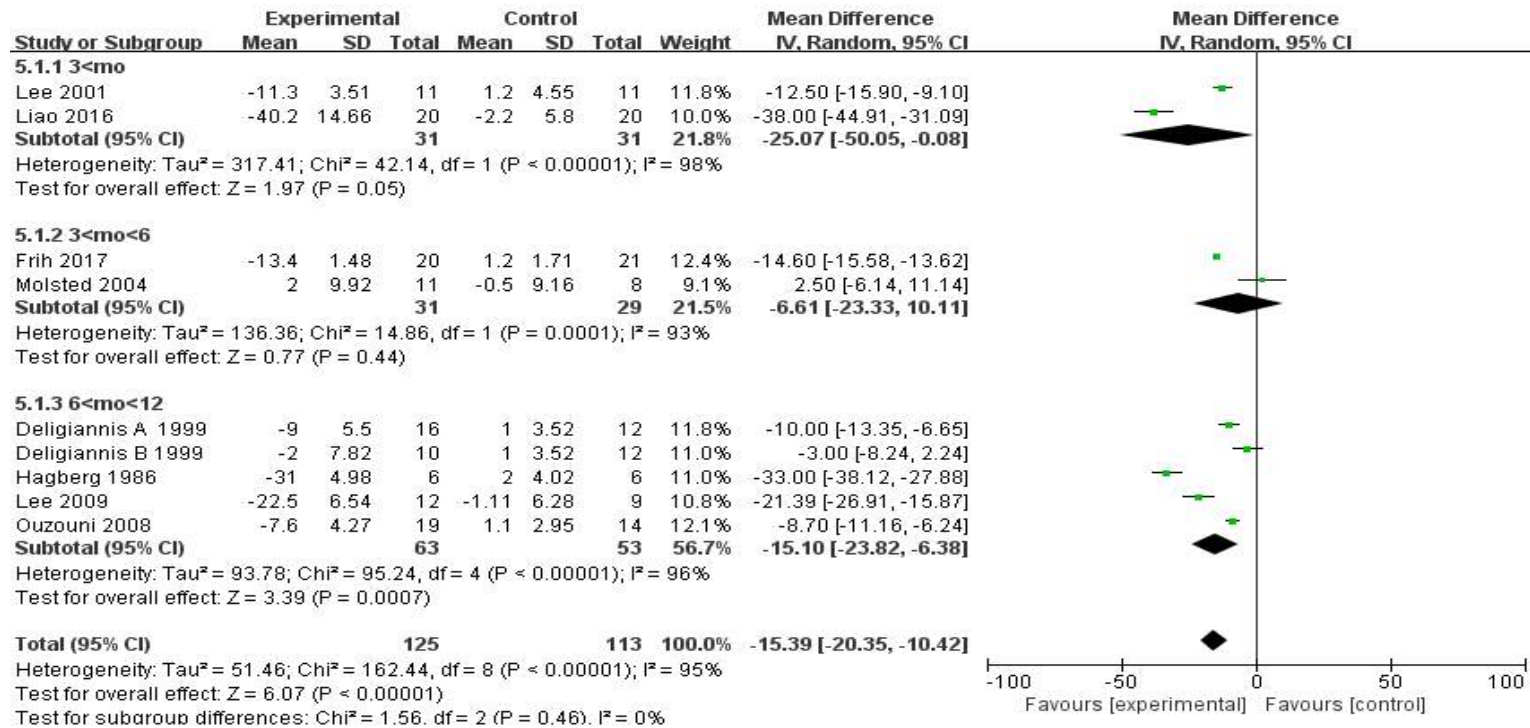


Figure 20. Forest plot of comparison: 5 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 5 results by exercise duration, outcome: 5.1 SBP.

② 이완기 혈압의 효과크기

<Figure 22>에서 제시한 바와 같이 운동 프로그램 기간이 3개월인 문헌의 이완기 혈압은 평균 -14.49mmHg (95% CI= $-23.11, -5.86$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=3.29$, $P=0.0010$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 = 92\%$, $P=0.0004$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다.

운동 프로그램 기간이 3~6개월인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -1.78mmHg (95% CI= $-7.06, 3.50$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 없으며 ($Z=0.66$, $P=0.51$), 각 문헌간의 이질성이 존재하여 ($I^2 = 67\%$, $P=0.08$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 운동 프로그램 기간이 6~12개월인 문헌의 수축기 혈압은 평균 -7.75mmHg (95% CI= $-9.89, -5.61$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=7.10$, $P<.001$), 각 문헌 간 이질성이 존재하여 ($I^2 = 76\%$, $P<.001$) 랜덤효과 모형으로 분석하였다. 운동 프로그램 기간에 따른 이완기 혈압의 전체 효과크기는 평균 -7.90mmHg (95% CI= $-10.71, -5.09$)로 낮아져 실험군과 대조군 간의 효과크기는 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($Z=5.50$, $P<.001$), 하위그룹 간 이질성 ($I^2 = 71.6\%$, $P=0.03$)은 중간정도 있는 것으로 나타났다. 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압에 대한 보고 비뿔림을 나타낸 결과는 <Figure 23>에서 제시된 바와 같이 Funnel plot의 중심선을 기준으로 심한 비대칭이 관찰되지 않으므로 보고 비뿔림은 일어나지 않은 것으로 판단하였다.

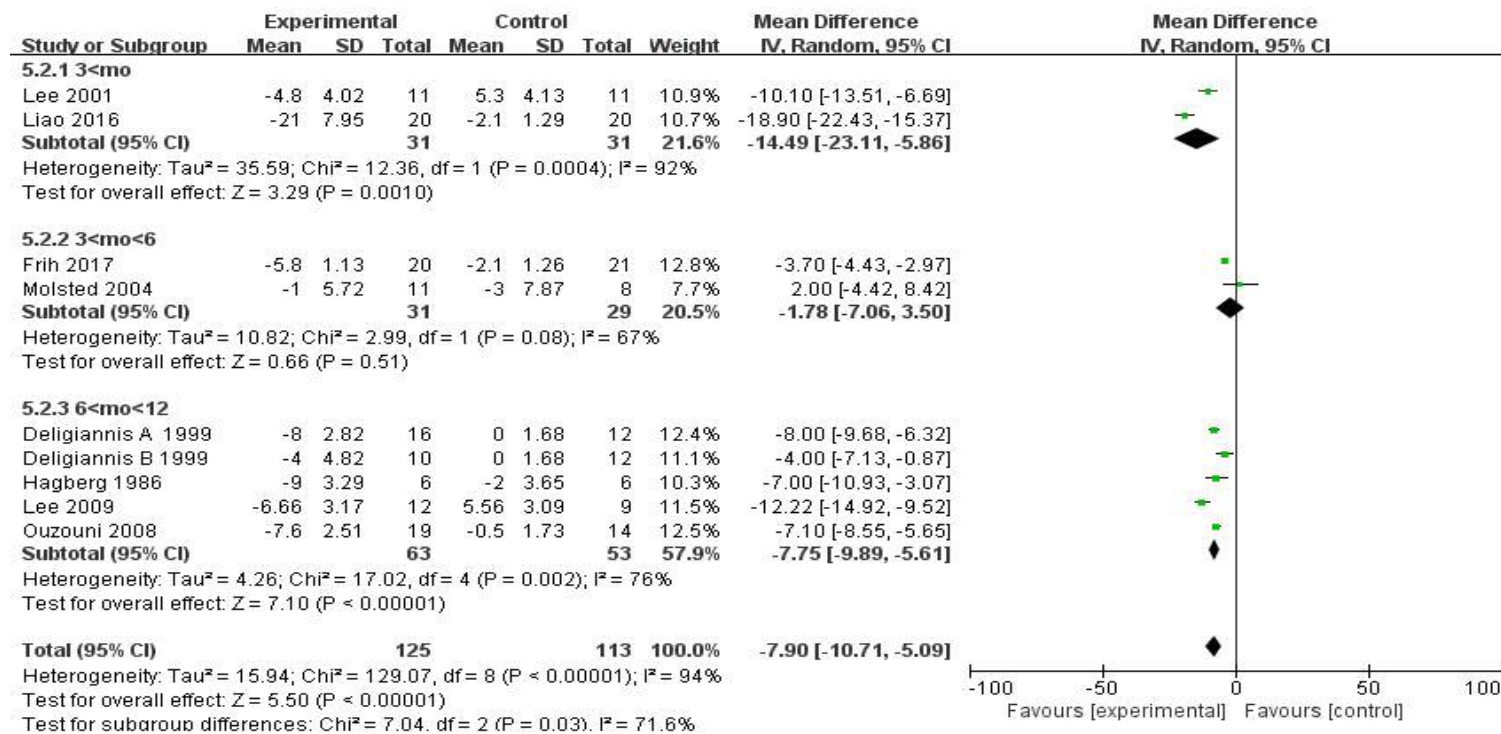


Figure 22. Forest plot of comparison: 5 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 5 results by exercise duration, outcome: 5.2 DBP.

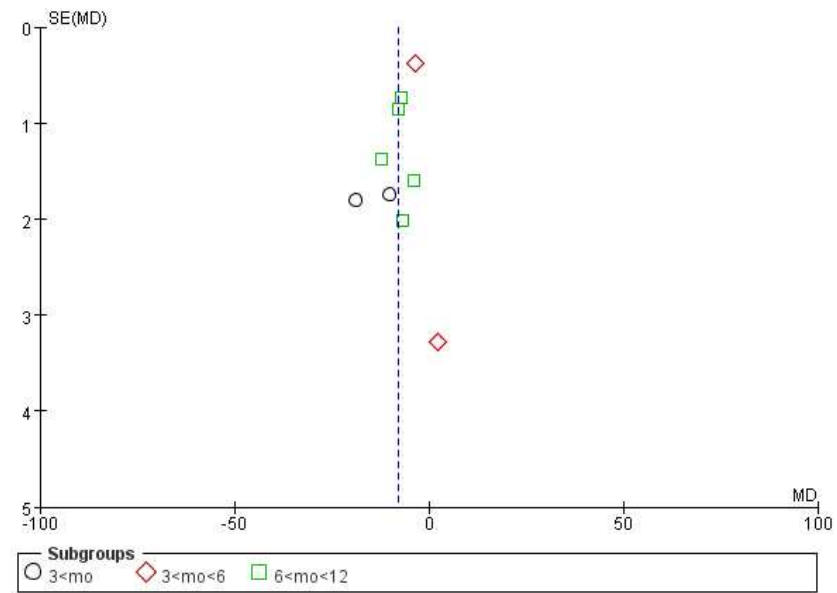


Figure 23. Funnel plot of comparison: 5 The effects of exercise on blood pressure in HD patients. Comparison 5 results by exercise duration, outcome: 5.2 DBP.

V. 논 의

본 연구는 국내·외 선행논문을 대상으로 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통해 혈액투석 환자의 운동이 환자의 혈압에 미치는 영향을 분석하여 환자의 혈압 관리에 필요한 구체적이고 실용적인 기초자료를 제시하고자 하였다.

최종 선정된 메타분석 대상 문헌은 8편으로 그 효과크기를 분석하였다. 체계적 문헌고찰로 혈액투석 환자를 대상으로 한 운동 프로그램이 양적, 질적 면에서 아직 미흡함을 알 수 있었고 이는 환경적, 윤리적 요인이 많이 작용하기 때문이라 사료되었다. 국외 문헌은 그 양적, 질적 면에 있어 국내 문헌보다 우수하였으나 혈압에 대한 연구 문헌은 역시 아직 부족하였고 대조군이 없는 문헌(Anderson, 2004; henrique et al, 2010)이 많아 좋은 연구 결과임에도 불구하고 분석대상에 포함되지 못하였다. 국내에서는 2000년 이후 본격적인 연구 진행이 이루어지고 있는 상황이었다.

8편의 연구유형은 3편을 제외한 5편이 무작위 대조군 전 후 실험설계(Randomized Controlled Trial)이며 3편은 비 무작위 대조군 실험설계(Non-Randomized Controlled Trial)였다.

운동 프로그램 시기는 혈액투석 일정에 맞추어 투석 시작 후 1~2시간 안에 운동을 하는 혈액투석 중(intradialytic)과 비 투석일에 실시하는 혈액투석 간(Interdialytic) 운동으로 나뉘어져 있었다. 문헌검색 과정에서 혈액투석 중 운동 프로그램 실험 연구 문헌이 훨씬 많았음을 알 수 있었으나 대조군 부재나 결과변수에 혈압을 포함하지 않아 본 연구의 메타분석 대상에는 혈액투석 간 운동 프로그램이 5편으로 더 많았다.

운동 프로그램 유형으로는 유산소 운동이나 유산소 운동과 저항 운동이 결합된 복합 운동으로 구성되었다. 유산소 운동은 고정 자전거나 트레드밀 걷기

가 가장 많이 이용되었고 주로 30분 미만이었다. 저항 운동은 밴드나 모래 주머니 등 간단한 도구를 사용하여 연구자들이 각자 개발한 운동을 실시하거나 선행연구 지침에 따라 실행하였다. 대부분의 연구에서 아주 낮은 저항을 이용한 근력 운동으로 시작하여 점진적으로 늘려가는 방식을 취하고 있었는데 이는 혈액투석 환자의 극히 낮은 신체 수행능력 때문으로 사료된다. 운동 빈도는 주 2회, 주 5회로 시행된 경우도 있으나 대부분의 연구는 주 3회였다.

운동 프로그램 기간은 3개월, 4개월, 6개월, 12개월 등으로 다양하지만 4~6개월의 기간이 가장 많았고 운동을 지속한 시간은 30분과 60분이었다. 유산소와 저항 운동을 함께 시행한 경우 60분을 운동하였고 유산소 운동만을 실시한 경우 30분을 운동하였다. 체계적 문헌고찰을 통해 초기 연구에 비해 최근에는 유산소 운동과 저항 운동을 결합한 복합 운동을 실시하여 60분 정도로 운동 지속 시간이 증가함을 분명히 알 수 있었다. 이는 체력적으로 약한 혈액투석 환자가 지속적인 운동을 통해서 근력과 운동수행능력이 향상될 수 있다는 사실을 반영해 주는 결과로 생각되며 혈액투석 중 운동은 투석으로 인해 신체의 움직임이 매우 제한적이므로 이에 적합한 저항 운동의 구체적인 프로그램이 개발되어야 할 것으로 사료된다. 메타분석 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 전체적으로 매우 긍정적인 영향을 미쳐 수축기 혈압이 평균 -15.39mmHg , 이완기 혈압이 -7.90mmHg 로 낮아져, 운동 프로그램 후 실험군과 대조군 사이에는 유의한 평균차이가 나타나 그 효과크기 또한 통계적 유의성을 띄고 있었다. 단, 1편(Molsted, 2004)의 문헌에서 그 효과가 나타나지 않았는데 이는 적은 운동 빈도 때문으로 사료된다.

둘째, 운동 프로그램 시기에 따른 혈압의 효과크기는 혈액투석 중 운동이 혈액투석 간 운동 보다 크게 나타났고, 실험군과 대조군 간의 효과크기가 통

계학적으로 유의한 차이를 보였는데 이는 Lee(2009)의 연구와 Liao(2016), Omzuni(2008) 등의 선행연구에서 일치하는 결과를 보였다. 따라서 혈액투석 중 운동이 혈액투석 환자의 혈압관리에 더욱 효과적일 것으로 사료된다.

셋째, 운동 프로그램 유형에 따른 혈압의 효과크기는 유산소 운동 프로그램이 더 컸지만 실험군과 대조군 간의 효과크기는 복합 운동이 통계적으로 더 큰 유의차를 보였다. 이는 Delliginnis(1999), Hagberg(1986), Lee(2001), Liao(2016) 등의 선행 연구에서 그 결과가 일치하였다. 따라서 유산소 운동과 복합운동 모두 혈액투석 환자의 혈압을 개선시키는 효과가 있으며, 복합운동이 조금 더 유효한 것으로 사료된다.

넷째, 운동 프로그램 시간에 따른 혈압의 효과크기는 30분 운동이 30분~60분 운동한 연구 문헌보다 효과가 큰 것으로 나타났으나 실제 실험군과 대조군 간의 통계적 유의한 차이는 30~60분이 더 큰 것으로 분석되었다. 따라서 운동 시간 또한 혈액투석 환자의 운동 프로그램에 반드시 고려하여야 할 사항으로 사료된다.

다섯째, 운동 프로그램 기간에 따른 혈압의 평균 차는 3개월, 6~12개월, 3~6개월 순으로 그 효과 크기가 큰 것으로 나타났다. 하지만 실험군과 대조군 간 통계적으로 유의한 차이는 6~12개월이 가장 큰 것으로 분석되었다. 따라서 혈액투석 환자 대상 운동 프로그램 기간은 6개월 이상 일 때 그 효과가 더욱 크게 나타나는 것으로 사료된다. 이는 Delliginnis(1999), Hagberg(1986), Lee(2009), Omzuni(2008) 등의 연구 결과에서 일치한다. 또한, 메타분석 결과 해석에 있어 중요한 보고 비뚤림이 일어나지 않은 것으로 나타났다.

결론적으로 혈액투석 환자의 운동 프로그램은 운동 프로그램의 시기, 유형, 시간, 기간, 빈도 등을 충분히 고려하여 혈액투석 중에 유산소 운동과 저항 운동을 6개월 이상 주 3회 실시하는 것이 가장 효과적이라 사료된다. 아울러 아

직 혈액투석 환자를 대상으로 한 연구 문헌이 매우 부족한 실정이라 폭넓은 연구 분석과 검증을 위해서는 무엇보다 질적으로 우수한 후속연구가 끊임없이 수행되어야 할 것을 제언하는 바이다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 혈액투석 환자의 운동이 환자의 혈압에 미치는 효과를 체계적으로 고찰하고 메타분석하여 그 효과크기를 파악함으로써 환자의 혈압관리에 필요한 자료를 제시하고 그 근거를 바탕으로 향후 연구 방향을 제시하고자 하였다.

체계적 문헌고찰을 위한 문헌 검색은 2017년 6월부터 2017년 8월 말 까지 수행하였다. 주요 검색어는 ‘exercise & hemodialysis’, ‘혈액투석 & 운동’ 으로 확정하고 국외 문헌은 Pubmed, 국내 문헌은 한국교육학술정보원 (KISS), 국회전자도서관에서 검색한 결과 총 497편의 문헌이 검색되어 이중 연구 목적에 맞는 8편의 문헌을 최종 선정하여 메타분석을 수행하였다. 선정문헌 중 6편은 국외 문헌, 2편은 국내 문헌이었고, 국외 문헌 중 1편은 각각 다른 운동 프로그램을 한 두 그룹의 실험군이 존재하여 각기 다른 독립된 연구로 간주하여 최종 9편을 대상으로 메타분석이 수행되었다.

선정된 문헌은 Cochrane Review Manager software 5.3(RevMan)을 이용하여 분석하였으며 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 운동 프로그램에 따른 전체 혈액투석 환자의 수축기 혈압은 평균 -15.39 mmHg, 이완기 혈압은 평균 -7.90mmHg로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

둘째, 운동 프로그램 시기에 따른 수축기 혈압은 혈액투석 간이 평균 -12.26 mmHg, 혈액투석 중이 평균 -22.45mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압

은 혈액투석 간이 평균 -5.61mmHg, 혈액투석 중이 평균 -12.58mmHg 으로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

셋째, 운동 프로그램 유형에 따른 수축기 혈압은 유산소 운동이 평균 -21.48mmHg, 복합 운동이 평균 -11.27mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압은 유산소 운동이 평균 -9.99mmHg, 복합 운동이 평균 -6.47mmHg로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

넷째, 운동 프로그램 시간에 따른 수축기 혈압은 30분이 평균 -24.61mmHg, 30~60분이 -11.57mmHg로 낮아졌고, 이완기 혈압은 30분이 평균 -9.96mmHg, 30~60분이 평균 -7.03mmHg으로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

다섯째, 운동 프로그램 기간에 따른 수축기 혈압은 3개월이 평균 -25.07mmHg, 6~12개월이 -15.10mmHg으로 낮아졌고, 이완기 혈압은 3개월이 평균 -14.49mmHg, 6~12개월이 평균 -7.75로 낮아져 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

이와 같이 운동 프로그램이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 효과는 매우 긍정적이므로 운동이 혈액투석 환자의 미약한 체력과 혈압관리에 중요한 역할을 하는 것으로 분석결과 그 근거를 확인할 수 있었다. 따라서 운동 프로그램의 시기, 유형, 시간, 기간, 빈도를 충분히 고려하여 혈액투석 환자의 운동 프로그램 지침이 마련되어야 하며 이를 토대로 올바른 운동 프로그램이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강성귀 (2001). 혈액 투석 과정에서 혈압 변동의 문제점. 대한신장학회지: 제 20권 제 2호 2001호
- 김문실, 김선자, 김애경, 박봉희, 신미자, 양성자 등(2006). 혈액투석 간호. 서울 : 군자출판사.
- 김문재 이경주 송준호 이승우 박경수(2001). 혈액투석 환자에서 투석액의 소듐 농도 변화에 따른 투석 간 혈압의 변화(Kidney Research and Clinical Practice, Vol.20 No.2, [2001]) [KCI등재].
- 김소영 (2015) 혈액투석 중 세포내액과 세포외액 및 혈압의 변화: 다주파수 생체 전기 임피던스를 이용한 분석 <건국 대학교 석사학위 논문>
- 김영훈 (2009).특집-만성 콩팥병, 적극적 치료가 필요하다 ;만성 콩팥병 단계에 따른 치료의 최신 경향.
[Special Review : Recent therapeutic strategies based on the stage of chronic kidney disease].
- 대한신장학회 (2017). 우리나라 신대체 요법의 현황. 대한신장학회지
- 박재석, 문재곤,김창현,이호국, 황도윤(2001). 혈액투석을 받고 있는 환자에서 자발성 뇌출혈. 대한신경외과학회지, 30 (Suppl), S115- S119.
투석전문의를 위한 연수강좌 : 혈액투석 환자에서 혈압조절
- 박철휘. 투석 중심혈관 합병증. 대한신장학회, <Kidney Research and Clinical Practice (대한신장학회지)> 28권4호 (2009), pp.385-390
- 서미래. 이은범, 양원석, 김순배, 박수길, 이상구, 방전식, 홍창기. 혈액투석 환자의 생존 분석 - 단일 임상 기관 연구. 대한신장학회지 제21권

제4호 2002년; 636~646

서울대학교 병원 의학정보 <http://www.snuh.org/>에서 인출.

송경애 (1986) 장기 혈액투석 환자의 기질불안 정도와 합병증 발생과의 관계. 最新醫學, Vol.29 No.2, [1986]

송지숙, 김은숙, 이유나(2013) 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용에 미치는 효과.(임상간호연구, Vol.19 No.1)

양철우 (2004) 대한신장학회, <대한신장학회 춘계학술대회 초록집> 24권 1호 2004 pp.356-359

이정혜 (2003, June 18).투석길잡이.2012.1.20. <http://www.drkidney.co.kr/edu/edu.asp?Imod=Read&Num=30&Page=3&Div=&Key=http://www.ksn.or.kr/journal/2011/index.html>에서 인출.

이재영 (2001). 비 투석일 운동프로그램이 혈액투석 환자의 심폐기능에 미치는 영향. 한국체육대학교 대학원. 석사학위논문.

이지연 (2009). 혈액투석 중 복합운동프로그램이 체력 및 혈압, 동맥경화에 미치는 영향.(국내석사학위논문),성신여자대학교 대학원, 서울.

오성삼 (2002). 메타분석 이론과 실제.서울: 건국대학교출판부.

원지연 (2007) 혈액투석 중 저혈압 발생 환자에서 운동 재활의 효과. (한림대학교 대학원 석사학위논문.)

정혁준, 신규태, 김승정, 마경애, 김홍수, 김도현 (2000). 제 20 차 대한신장학회 춘계학술대회: 혈액투석 중 혈압이 상승하는 환자의 혈압추적 및 비교, 대한신장학회(The Korean Society of Nephrology).

조원용 (2002).기획특집 :혈액투석중인 환자의 합병증 관리. 신장과건강, 3(0),12-15.

Afshar R, Shegarfy L, Shavandi N & Sanavi S.(2010). Effects of

aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis.

Indian Journal of Nephrology,20(4),185–189.

Agarwal R, Nissenson A R, Battle D, Coyne DW, Trout JR & Warnock DG.(2003). Prevalence, treatment and control of hypertension in chronic hemodialysis patients in the United States. The American Journal of Medicine, 115(4), 291–297.

Agarwal R. Role of home blood pressure monitoring in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis. 1999 Apr;33(4):682–7.

Anderson JE, Boivin MR Jr, Hatchett L. Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment–related blood pressure in hemodialysis patients. Ren Fail. 2004 Sep;26(5):539–44.

Bechir Frih, Hamdi Jaafar, Wajdi Mkacher, Zohra Ben Salah, Mohamed Hammami, and Ameer Frih. The Effect of Interdialytic Combined Resistance and Aerobic Exercise Training on Health Related Outcomes in Chronic Hemodialysis Patients: The Tunisian Randomized Controlled Study. Front Physiol. 2017 May 31;8:288.

Bjorklund K, Lind L, Zethelius B, Andren B & Lithell H.(2003).

Isolated ambulatory hypertension predicts cardiovascular morbidity in elderly men. Circulation,107:1297–1302.

Bohannon RW, Smith J, Barnhard R. Grip strength in end stage renal disease. Percept Mot Skills 1994;79:1523–6.

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion.

Medical Science Sports Exercise,14(5),377–381.

- Bregman H. Complications during hemodialysis. In: Daugirdas J, Blake PG, Ing TS, editors. Handbook of dialysis. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p 148–68.
- Carlini R, Obialo CI, Rothstein M. Intravenous erythropoietin (rHuEPO) administration increases plasma endothelin and blood pressure in hemodialysis patients. *Am J Hypertens*. 1993 Feb;6(2):103–7.
- Carney R, Templeton B, Hong B, et al: Exercise training reduces depression and increases the performance of pleasant activities in hemodialysis patients. *Nephron* 1987; 47: 194–198.
- Castaneda C, Gordon PL, Parker RC, Uhlin KL, Roubenoff R & Levey AS(2004). Resistance training to reduce the malnutrition–inflammation complex syndrome of chronic kidney disease. *American journal of kidney diseases*,43(4),607–616.
- Cheema B, Abas H, Smith B, O'Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, Lloyd B. (2007). Progressive exercise for anabolism in kidney disease(PEAK):a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *Journal of the American Society of Nephrology*,18(5),1594–1601.
- Chen JL, Godfrey S, Ng TT, Moorthi R, Liangos O, Ruthazer R,et al. Effect of intra–dialytic, low–intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25:1936–43.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL

Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT Jr, Roccella EJ; Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*. 2003 Dec;42(6):1206–52. Epub 2003 Dec 1.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Curtin RB, Sitter DC, Schatell D, Chewning BA. Self-management, knowledge, and functioning and well-being of patients on hemodialysis. *Nephrol Nurs J*. 2004 Jul–Aug;31(4):378–86, 396; quiz 387.
- Curtin RB, Johnson HK, Schatell D. The peritoneal dialysis experience: insights from long-term patients. *Nephrol Nurs J*. 2004 Nov–Dec;31(6):615–24.
- Daugirdas JT. Dialysis hypotension: a hemodynamic analysis. *Kidney Int*. 1991 Feb;39(2):233–46.
- Deligiannis A1, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A. Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol*. 1999 Aug 31;70(3):253–66.
- DePaul V, Moreland J, Eager T, Clase CM. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving

- hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2002;40:1219–29.
- Diaz–Buxo J, Lowrie E, Lew N, Zhang H, Lazarus J. Quality–of–life evaluation using Short Form 36: comparison in hemodialysis and peritoneal dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2000;35:293–300.
- Fagard RH. Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2006 Sep;33(9):853–6.
- Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Cahitman B, et al. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. *Circulation.* 1996; 94 (4): 857–62.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary and meta–analysis of research. *Educational Researcher*, 10, 3–8.
- Goldberg AP, Hagberg JM, Delmez JA, HaynesME, Harter HR: Metabolic effects of exercise training in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1980; 18: 754–761.
- Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM, et al: Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int* 1983; 24:S303–S309.
- Goldberg AP, Geltman EM, Gavin JR 3rd, Carney RM, Hagberg JM, Delmez JA, Naumovich A, Oldfield MH, Harter HR. Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients *Nephron.* 1986;42(4):311–6.

- Himmelfarb, J. Hemodialysis complications. *Am J Kidney Dis.* 2005; 45(6):1122–31.
- Hagberg JM, Goldberg AP, Ehsani AA, Heath GW, Delmez JA, Harter HR. Exercise training improves hypertension in hemodialysis patients. *Am J Nephrol.* 1983 Jul–Aug;3(4):209–12.
- Haidich, A. B.(2010). Meta–analysis in medical research. *Hippokratia,* 14(1),29–37.
- Headley S, Germain M, Mailloux P, et al. Resistance training improves strength and functional measures in patients with end–stage renal disease. *Am J Kidney Dis.* 2002; 40:355–364.
- Henrique DM1, Reboredo Mde M, Chaoubah A, Paula RB. Aerobic exercise improves physical capacity in patients under chronic hemodialysis. *Arq Bras Cardiol.* 2010 Jun;94(6):823–8. Epub 2010 May 28.
- Higgins J. P. & Green, S. (2008). *Cochrane Handbook for systematic Reviews of Interventions.* version 5.0.0. Retrieved October 21, 2012, from <http://www.cochrane-handbook.org>
- Hörl MP1, Hörl WH. Hemodialysis–associated hypertension: pathophysiology and therapy. *Am J Kidney Dis.* 2002 Feb;39(2):227–44.
- Johansen KL. Physical functioning and exercise capacity in patients on dialysis. *Adv Renal Replace Ther* 1999;6:141–8.
- Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK & Kent–Braun JA.(2003). Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality, and physical

- function. *Kidney international*, 63(1),291–297.
- Johansen, K. L. (2007). Exercise in ESRD population. *Journal of the American Society of Nephrology* , 18(6), 1845–1854.
- Johansen, K. L. (2008)Exercise and dialysis. *Hemodialysis International* 2008;12:290–300
- Kolff WJ, Berk HT, ter Welle M, van der LEY AJ, van Dijk EC, van Noordwijk J. The artificial kidney: a dialyser with a great area: 1944. *J Am Soc Nephrol* 1997;8:1959–1965.
- Kong, C. H., Tattersall, J. E., Greenwood, R. N., & Farrington, K. (1999). The effect of exercise during hemodialysis on solute removal. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 14(12), 2927–2931.
- Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E, Deligiannis A & Tourkantonis A.(2002). Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis : comparison of three rehabilitation programs. *Journal of Rehabilitation Medicine*,34(1) ,40–45.
- Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, et al: Exercise renal rehabilitation program: Psychological effects. *Nephron* 1997; 77: 152-158.
- Kouidi E1, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba–Tziampiri O, Tourkantonis A, Deligiannis A. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1998 Mar;13(3):685–99.
- KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease: chapter 5: referral to specialists

- and models of care. *Kidney Int Suppl* 2013;3:112–119.
- Miller BW, Cress CL, Johnson ME, Nichols DH, Schnitzler MA. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 2002;39:828–33.
- Min–Tser Liao, Wen–Chih Liu, Fu–Huang Lin, Ching–Feng Huang, Shao–Yuan Chen, Chuan–Chieh Liu, Shih–Hua Lin, Kuo–Cheng Lu, Chia–Chao Wu. Intradialytic aerobic cycling exercise alleviates inflammation and improves endothelial progenitor cell count and bone density in hemodialysis patients. *Medicine (Baltimore)* 2016 Jul; 95(27): e4134.
- Moug S, Grant S, Creed G, Boulton Jones M: Exercise during haemodialysis: West of Scotland pilot study. *Scott Med J* 2004; 49: 14–17.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J & Altman DG. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta–analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264–269.
- Moore GE, Parsons DB, Stray–Gundersen J, Painter PL, Brinker KR, Mitchell JH. Uremic myopathy limits aerobic capacity in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 1993 Aug;22(2):277–87.
- Moore GE, Painter PL, Brinker KR, Stray–Gundersen J, Mitchell JH. Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1998;31:631–7.

- Molsted S, Eidemak I, Sorensen HT, Kristensen JH: Five months of physical exercise in hemodialysis patients: effects on aerobic capacity, physical function and self-rated health. *Nephron Clin Pract* 2004;96:76-81.
- Mustata S, Chan C, Lai V, Miller JA. Impact of an exercise program on arterial stiffness and insulin resistance in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:2713-8.
- Mustata S, Groeneveld S, Davidson W, Ford G, Kiland K & Manns B (2011). Effects of exercise training on physical impairment, arterial stiffness and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a pilot study. *International urology and nephrology*, 43(4),1133-1141.
- Moinuddin I, Leehey DJ. A comparison of aerobic exercise and resistance training in patients with and without chronic kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2008;15:83-96.
- National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency [NECA] (2011). NECA 체계적 문헌고찰 매뉴얼. 한국보건의료연구원.
- National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002;39(2 Suppl 1):S1-266.
- NK Man, JJ Zingraff, P Jungers Long-term hemodialysis - 2012 - books.google.com
- O'Hare, Ann M, Tawney K, Bacchetti P & Johansen KL.(2003). Decreased survival among sedentary patients undergoing dialysis: results from the dialysis morbidity and mortality study

- wave2. American journal of kidney diseases,41 (2),447–454.
- Oh–Park M, Fast A, Gopal S, Lynn R, Frei G, Drenth R, et al.
 Exercise for the dialyzed: aerobic and strength training during hemodialysis. Am J Phys Med Rehabil. 2002;81:814–821.
- Painter P, Moore GE, Carlson L, et al: Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health–related quality of life. Am J Kidney Dis 2002; 39: 257–265.
- Painter PL, Nelson–Worel JN, Hill MM, Thornbery DR, Shelp WR, Harrington AR, Weinstein AB.Effects of exercise training during hemodialysis. Nephron. 1986;43(2):87–92.
- Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J. Low–functionin hemodialysis patients improve with exercise training. Am J Kidney Dis 2000;36:600–8.
- Park J, Rhee CM, Sim JJ, Kim YL, Ricks J, Streja E, Vashistha T, Tolouian R, Kovesdy CP, Kalantar–Zadeh K. A comparative effectiveness research study of the change in blood pressure during hemodialysis treatment and survival. Kidney Int. 2013 Oct;84(4):795–802.
- Parsons, T.L., Toffelmire, E.B., and King–Van Vlack, C.E. The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure, and quality of life in end–stage renal disease patients. Clin Nephrol. 2004; 61: 261–274View in Article
- Parsons, T. L., Toffelmire, E. B., & King–Van Vlack, C. E. (2006).

Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(5), 680–687.

Pescatello LS, Guidry MA, Blanchard BE, Kerr A, Taylor AL, Johnson AN, Maresh CM, Rodriguez N, Thompson PD. Exercise intensity alters postexercise hypotension. *J Hypertens*. 2004 Oct;22(10):1881–8.

Rhee CM, Unruh M, Chen J, Kovesdy CP, Zager P, Kalantar-Zadeh K. Infrequent dialysis: a new paradigm for hemodialysis initiation. *Semin Dial*. 2013 Nov–Dec;26(6):720–7.

Rhee CM, Alexander EK, Bhan I, Brunelli SM. Hypothyroidism and mortality among dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013 Apr;8(4):593–601.

Santos SF, Peixoto AJ: Hypertension in dialysis. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 14:111–118, 2005.

Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, Mc-Murray RG, Dennis VW: Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int*. 1984 Jun;25(6):958–63

Smart N & Steele M.(2011). Exercise training in haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *Nephrology*, 16(7),626–632.

Stack AG, Molony DA, Rives T, Tyson J & Murthy BV. (2005). Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *American journal of kidney diseases*, 45(4),690–701.

- Stavroula Ouzouni, Evangelia Kouidi, Athanasios Sioulis, Dimitrios Grekas, Asterios Deligiannis, Greece. Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clinical Rehabilitation* 2009; 23: 53-63
- Storer TW, Casaburi R, Sawelson S, Kopple JD. Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20:1429-37.
- van Vilsteren, Marieke C, de Greef, Mathieu H & Huisman, Roel M.(2005). The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: results of a randomized clinical trial. *Nephrology Dialysis Transplantation*,20(1),141-146.
- Vascular Access Work Group. Clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006;48(Suppl 1): S248-273.
- Zabetakis PM, Gleim GW, Saraniti A, Nicholas JA, Michelis MF: Long-duration submaximal exercise conditioning in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 1982; 18: 17-22.
- Zaluska A, Zaluska WT, Bednarek-Skublewska A, Ksiazek A. Nutrition and hydration status improve with exercise training using stationary cycling during hemodialysis (HD) in patients with end-stage renal disease (ESRD). *Ann Univ Mariae Curie Sklodowska Med*2002;57:342-6.

Zawada ET. Initiation of dialysis. In: Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS, editors. Handbook of dialysis. 3rd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins; 2001. p 3–11.

ABSTRACT

The effect of Exercise Program on Blood Pressure in Hemodialysis Patients –Systematic Review and Meta Analysis–

Yoo, Hyang Sook

Department of Physical Education

Graduate school of

Sungshin Women' s University

The purpose of this study was to investigate the effect of exercise program on hemodialysis patients 'blood pressure in a systematic way and to analyze the effect of hemodialysis on patients' blood pressure.

A systematic review of literature was conducted from June 2017 to the end of August 2017. The main search terms were set as 'exercise & hemodialysis', Pubmed as foreign documents, KISS as Korean documents, and 497 documents of National Diet Library. 8 meta - analyzes were performed by final selection of the literature. Of the selected articles, 6 were foreign documents, 2 were domestic documents, and one of the foreign literature had a different group of

experimental groups with different exercise programs. The selected literature was analyzed using Cochrane Review Manager software 5.3 (RevMan). The results of the study can be summarized as follows.

First, after exercise program, total systolic blood pressure decreased by -15.39mmHg in the whole hemodialysis patients, and diastolic blood pressure decreased to -7.90mmHg in average, which was statistically significant.

Second, The effect of exercise program was shown at the timing. exercise program on non-hemodialysis days decreased the mean systolic blood pressure by -12.26mmHg and diastolic blood pressure by -5.61mmHg . During the hemodialysis, the mean systolic blood pressure decreased to -22.45mmHg and the diastolic blood pressure decreased to -12.58mmHg , which was statistically significant.

Third, The effect of exercise program was shown at the type. After an aerobic exercise program, The systolic blood pressure decreased to -21.48mmHg and the diastolic blood pressure decreased to -9.99mmHg on average. After the combined exercise program, systolic blood pressure decreased to -11.27mmHg and mean diastolic blood pressure decreased to -6.47mmHg , which was statistically significant.

Fourth, The effect of exercise program was shown at the time. systolic blood pressure decreased by -30.61mmHg in 30 minutes,

-11.57mmHg in 30-60 minutes, and diastolic blood pressure decreased by -9.96mmHg in 30 minutes and -7.03 mmHg in 30-60minutes. There was a significant effect.

Fifth, The effect of exercise program was shown at the duration. The systolic blood pressure was reduced by an average of -25.07mmHg for 3 months and -15.10mmHg for 6 to 12 months by duration of exercise program. The diastolic blood pressure was statistically significant as the mean of -14.49mmHg for 3 months and -7.75mmHg for 6 to 12 months.

The effect of the exercise program on the blood pressure of the hemodialysis patients is very positive. Therefore, it is proved that the exercise plays an important role in the management of the blood pressure and the weak physical strength of the hemodialysis patients. Therefore, considering the timing, type, time, duration and frequency of exercise program, guidelines for exercise program for hemodialysis patients should be prepared.