

발기 부전에서 골반저 근육 운동의 역할

김광래 PhD

한양여자대학교 스포츠건강관리과

The Role of Pelvic Floor Muscle Exercise in Erectile Dysfunction

Kwang Lae Kim PhD

Department of Sports Health Management, Hanyang Women's University, Seoul, Korea

PURPOSE: This study aimed to determine the role or applicability of pelvic floor muscle exercise for erectile dysfunction.

METHODS: This narrative review was conducted by searching terms such as “erectile dysfunction”, “erection dysfunction”, “sexual dysfunction”, and “pelvic floor muscle training”, “pelvic floor muscle exercise”, “pelvic floor exercise”, “randomized controlled trials”, “randomized clinical trials” in PubMed, Google Scholar, Scopus, and Web of Science.

RESULTS: Seven articles met the inclusion criteria. Six studies applied pelvic floor muscle exercise, electrical stimulation, and biofeedback treatment to patients with erectile dysfunction after radical prostatectomy. Only three studies showed that treatment in the intervention group had a significant effect on erectile function. Considering these results, the study subjects who applied the three treatment methods presented above were mainly patients with erectile dysfunction caused by prostate cancer surgery.

CONCLUSIONS: Seven randomized controlled trials showed no significant effect of pelvic floor muscle exercise on erectile dysfunction. However, they are thought to have applicability as a method for treating erectile dysfunction. In studies of erectile dysfunction caused by radical prostatectomy, homogeneity in the age, duration of erectile dysfunction, and nerve-sparing surgery should be ensured between the intervention and control groups. First, future clinical research is required to determine whether existing methods and concurrent treatment with drugs, such as sildenafil (Viagra) and tadalafil (Cialis) can shorten the recovery period of erectile function. Second, clinical research is needed to analyze the differences in changes in erectile function between those performing aerobic exercise and pelvic floor muscle exercise combined and those performing only pelvic floor muscle exercise.

Key words: Erectile dysfunction, Pelvic floor muscle exercise, Erectile function

서론

만족스러운 성 관계를 누리는데 필요한 발기(erection)를 지속적으로 획득할 수 없는 상태 혹은 유지할 수 없는 상태로 정의되는 발기 부전(Erectile Dysfunction, ED) [1]은 남성들의 자신감 결여, 정신적인 스트레스, 가정생활에서의 부조화로 인한 이혼율 증가를 가져올 수 있기 때문에 삶의 질 저하를 가져오게 되는 주요한 원인으로 작용하게 된다

[2]. 이러한 ED를 발생시킬 수 있는 대표적인 위험 인자로는 노화, 대사 증후군, 부정적인 생활습관(음주, 흡연, 부족한 신체 활동), 약물 복용, 수술력 등이 있을 수 있으며 ED 환자들의 대다수는 심혈관계 질환의 위험인자인 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 비만 등을 하나 이상 공유하고 있는 것으로 제시되고 있다[3].

앞에서 제시한 ED를 발생시키는 다양한 위험 인자들 중에서 부정적인 생활 습관 요인들 즉 흡연, 음주, 부족한 신체 활동 원인들 중에서

Corresponding author: Kwang Lae Kim **Tel** +82-2-2290-2435 **Fax** +82-2-2290-2439 **E-mail** lailai66@hywoman.ac.kr

* 본 연구는 2021학년도 2학기 한양여자대학교 교내연구비 지원을 받아 수행되었음(2021-2-006).

Keywords 발기부전, 골반저 근육 운동, 무작위통제연구

Received 13 Jan 2024 **Revised** 8 Mar 2024 **Accepted** 18 Mar 2024

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

흡연, 음주보다 부족한 신체 활동이 더 높은 관련성이 존재하는 것으로 보고되어 왔는데[4-6] 그 이유는 부족한 신체 활동은 대사 증후군과 심혈관계 질환 발생률을 높이고 이러한 질환들에 노출된 사람일수록 ED 발생률이 높아지기 때문이다[7-9].

ACSM [10]에 의하면 규칙적으로 유산소성 운동을 수행하는 것은 대사증후군 및 심혈관계 질환 발생률을 낮출 수 있을 뿐만 아니라 그 질환의 증상을 완화시켜줄 수 있다고 보고하였다. 이에 따라 Kim [11]은 ED에서 유산소성 운동이 발기 능력에 어떠한 영향이 있는지를 분석하기 위해 연구 설계는 무작위 통제 연구(randomized controlled trials) 혹은 무작위 임상 연구(randomized clinical trials), 발기 능력은 international index of erectile dysfunction (IIEF) 혹은 international index of erectile dysfunction-5 item (IIEF-5)으로 적용한 연구들만을 대상으로 하여 종설(review) 연구를 진행하였다. 그 결과 일곱 편의 연구(ED 유발 인자-고혈압, 비만, 부족한 신체 활동, 대사증후군, 급성 심근경색, 이식형 제세동기)에서 유산소성 운동을 수행한 집단이 유산소성 운동을 수행하지 않는 집단보다 발기 능력에서 유의한 효과가 있는 것으로 나타났으며 두 편의 연구(ED 유발 인자-허혈성 심장 질환, 전립선 암)에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 ED 환자들에게 유산소성 운동의 수행과 ED를 위한 의학적 처치를 병행하는 것은 ED를 위한 의학적 처치만을 적용하는 것보다 잠재적으로 분명한 이점이 존

재할 것으로 제시하였다.

또한 골반저 근육(pelvic floor muscle, PFM)은 남성의 성 기능에 관여하는 필수적인 근육으로 알려져 있으며 따라서 ED를 가져오는 다양한 원인들 중 PFM의 약화가 그 한 가지 원인이 될 수 있다고 보고하였는데[12], 그 이유는 남성이 성적 자극을 받았을 때 PFM에 해당되는 구해면체근(bulbospongiosus)과 좌골해면체근(ischiocavernosus)이 강하게 수축을 함으로써 음경으로 혈류가 증가하게 되고 그로 인해 음경의 발기와 강직도가 유지되기 때문인 것으로 제시하고 있기 때문이다[13]. 이 두 가지 근육들 중에서 좌골해면체근은 수축을 통하여 음경의 발기를 촉진시키는 근육이며 음경 기저부의 약 33-50%를 둘러싸고 있는 구해면체근은 수축을 통하여 음경의 깊은 정맥을 압박함으로써 혈액이 빠져나가지 않게 하여 음경의 강직도를 유지시켜 주는 기능을 수행하게 된다[14].

이와 같이 남성 PFM의 해부 생리학적 기전 혹은 특성을 바탕으로 ED 남성들이 규칙적으로 골반저 근육 운동(pelvic floor muscle exercise, PFME)을 수행한다면 발기 능력 개선에 긍정적인 효과가 있을 것이라고 보고 하였으나[13-15], 기존에 발표된 연구들 중 의학 연구 방법에서 신뢰성이 높은 연구 방법인 무작위 통제 연구 혹은 무작위 임상 연구만을 대상으로 하여 골반저 근육 운동의 역할을 체계적으로 분석한 종설 연구는 제시된 바 없으며 이러한 시도는 ED에 있어서 골반

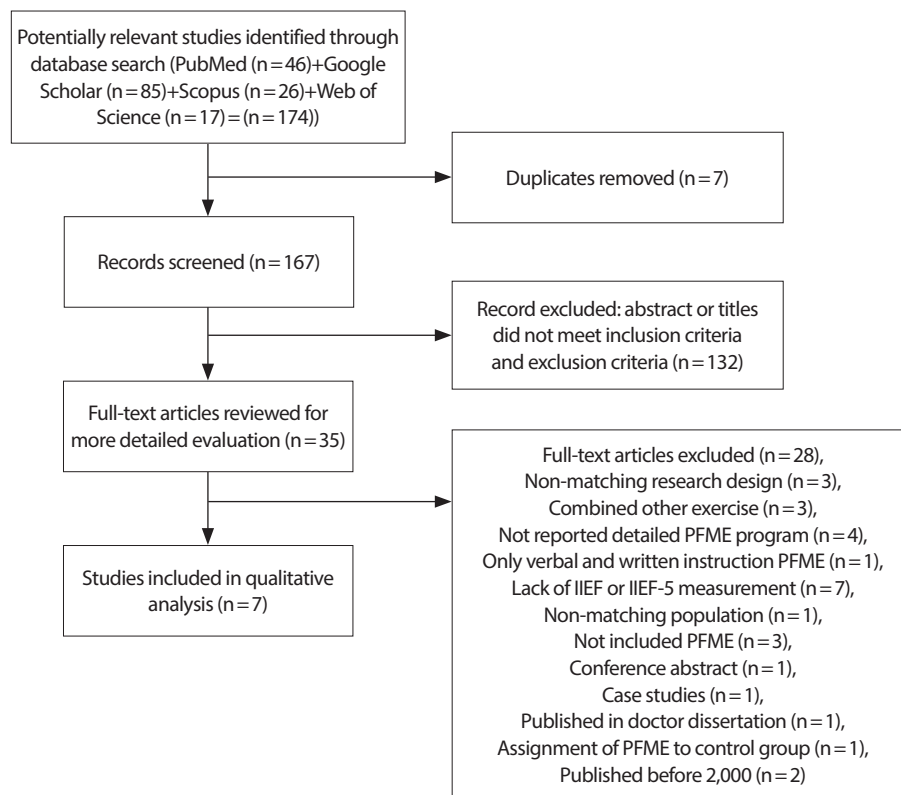


Fig. 1. Flowchart of literature collection process.

저 근육 운동의 현장 적용 가능성을 객관적으로 제시할 수 있을 것이라고 사료된다.

따라서 본 연구의 목적은 첫째, 과거부터 현재까지 ED를 가져오는 다양한 유발 인자들 중 어떠한 유발 인자로 인하여 발생된 ED 환자들을 대상으로 하여 PFME 연구를 진행해 왔으며 그 이유는 무엇인지? 둘째, 중재 집단의 처치 방법들 중 PFME를 단독적으로 혹은 PFME와 병행 처치한 방법들은 무엇이 있는지? 셋째, PFME의 수행이 발기 능력 개선에 긍정적인 효과가 존재한다고 말할 수 있는지에 대한 의문점을 파악해 보고자 선행 연구들 중 무작위 통제 연구 혹은 무작위 임상 연구들만을 대상으로 문헌 분석을 시도하여 ED 환자들의 발기 능력 개선을 위한 PFME의 역할 혹은 현장 적용 가능성과 차후 연구 방향에 대한 기초 자료를 제공하는데 있다.

연구 방법

1. 자료 검색 및 수집

2000년 1월부터 2022년 12월까지 출판된 문헌들을 학술검색 시스템인 PubMed, Google Scholar, Scopus, Web of Science 등을 통해 문헌들을 검색하였으며 영어 검색어로는 ‘erectile dysfunction’ or ‘erection dysfunction’ or ‘sexual dysfunction’ and ‘pelvic floor muscle training’ or ‘pelvic floor muscle exercise’ or ‘pelvic floor exercise’ 등의 키워드를 조합하여 검색을 실시하였으며 사용 언어는 영어로만 한정하였다. 그리고 문헌 수집을 위한 전반적인 절차는 Fig.1에 제시하였으며 또한 본 종설에서는 ED 환자들의 발기 능력 개선 효과를 파악하기 위하여 포함 기

준과 제외 기준을 다음과 같이 설정하였다.

1) 포함 기준(Inclusion criteria)

연구 설계로는 무작위 통제 연구 혹은 무작위 임상 연구 방법을 적용한 연구들과 중재 집단과 통제 집단이 설정되어 있고 독립 변인 즉 운동 중재 방법으로는 PFME 혹은 PFME와 ED 환자를 위한 보존적 치료 방법을 적용한 연구들 그리고 PFME의 효과를 검증하기 위한 측정 도구로 IIEF 혹은 IIEF-5를 적용한 연구들만을 문헌 분석 대상 자료에 포함하였다.

2) 제외 기준(Exclusion criteria)

본 종설 연구는 PFME의 효과를 분석하기 위한 것이므로 연구대상이 자발적으로 골반저 근육 수축 운동을 수행하지 못하는 척수 손상, 뇌졸중, 다발성 경화증, 근 감소증 등이 동반된 ED 환자들을 대상으로 한 연구들, ED 환자들을 위한 음경 주사 요법, 음경 보형물 삽입술을 적용한 연구들 그리고 PFME의 중재 혹은 처치가 연구대상자들이 스스로의 움직임으로 PFM에 수축 혹은 자극을 주는 것이 아니라 교육으로만 혹은 장비에 의존하여 PFM에 자극을 부여하는 연구들은 문헌 분석 대상에서 제외하였다.

결과 및 논의

1. 연구대상자 특성과 발기 부전 유발 인자

Table 1에 의하면 본 연구에서 설정한 포함 기준과 제외 기준을 적

Table 1. Characteristics of included studies

Study	Predisposing factor	Surgical approach	Number randomize (n)	Age (yr)	Intervention group (I)	Control group (C)
Dorey et al. [16]	NR	NR	I (25), C (25)	I (58), C (61), average	PFME+BFB+life style change	Life style change
Prota et al. [17]	PC	RP (open, retropubic)	I (17), C (16)	62-64, range	PFME+BFB	Verbal instruction to contract PFM
Lin et al. [18]	PC	RP (open, laparoscopic)	I (35), C (27)	52-79, range	PFME+BFB	No treatment before 3 months, same intervention as intervention group after 3 months
Geraerts et al. [19]	PC	RP (open, laparoscopic)	I (16), C (17)	I (61), C (61), average	PFME+ES	No treatment
Laurienzo et al. [20]	PC	RP (surgical approach NR)	I1 (44), I2 (45), C (43)	I1 (58), I2 (58), C (57), average	PFME(I1), PFME+ES (I2)	No treatment
de Lira et al. [21]	PC	RP (open, retropubic)	I (16), C (15)	I (67), C (63), average	PFME+BFB	Usual post RP care
Milios et al. [22]	PC	RP (open, robotic assisted)	I (50), C (47)	I (62), C (63), average	High intensity PFME+BFB	Usual care PFME+BFB

NR, not reported; I, intervention group; C, control group; ED, erectile dysfunction; PFM, pelvic floor muscle; PFME, pelvic floor muscle exercise; BFB, bio-feedback; PC, prostate cancer; RP, radical prostatectomy; ES, electrical stimulation.

용하여 문헌 검색을 실시한 결과 총 일곱 편의 연구들이 문헌 분석 대상으로 선정되었다. 총 일곱 편의 연구들 중 한 편[16]은 비뇨기과에서 6개월 혹은 그 이상 기간 동안 ED를 경험한 남성들을 연구대상으로 하였으며, 나머지 여섯 편[17-22]의 연구들은 전립선 암 환자를 대상으로 근치적 전립선 절제술 혹은 근치적 전립선 적출술(radical prostatectomy, RP) 처치를 받은 후 ED로 진단받은 남성들을 연구 대상으로 하였다. RP는 전립선 암 환자를 위한 다양한 치료 방법들 중 국소 요법의 하나로 종양이 전립선에서만 발견되거나 수술로 종양을 완전히 제거할 수 있으며 다른 심각한 건강 상태가 없는 경우 그리고 기대 수명이 10년 이상인 경우에 적용할 수 있는 표준 치료법으로 여겨지고 있다[23,24].

이러한 RP 수술 후 나타날 수 있는 부작용으로는 요실금과 ED가 있을 수 있고[25] ED가 발생하는 주된 원인으로 RP 수술 중 해면체 신경 다발(cavernosal neurovascular bundle)이 손상을 받기 때문인 것으로 보고되고 있으며[23,26] 또한 RP 수술 시행 시 해면체 신경 다발 보존 수술 여부, 편측 혹은 양측 신경 다발 보존 수술 여부가 수술 후 발기 능력의 유지 및 향상과 직접적으로 관련되어 있다고 제시하고 있다[27,28].

그리고 본 문헌 분석에 포함되어 있는 연구들이 적용한 RP 수술 방법을 살펴보면 두 편[17,21]의 연구들은 후치골 근치적 전립선 적출술(radical retropubic prostatectomy)을 적용하였으며 두 편의 연구들 중에서 Prota et al. [17]의 연구에서는 중재집단의 경우 64.7%, 통제집단의 경우 68.8%로 신경 다발 보존 %를 제시하여 두 집단 간에 차이는 없었다고 제시하였으나 각 집단별 편측 혹은 양측 신경 다발 보존 %는 구체적으로 제시하지 않았고 de Lira et al. [21]의 연구에서는 보존술에 대한 구체적인 내용은 제시하지 않았다.

2편[18,19]의 연구들은 복강경 근치적 전립선 절제술(radical laparoscopic prostatectomy)을 적용하였는데 Lin et al. [18]의 연구에서 중재 집단의 경우 신경 보존술을 받은 사람은 45.7%, 받지 않은 사람은 54.3%, 통제 집단의 경우 신경 보존술을 받은 사람은 33.3%, 받지 않은 사람은 66.7%로 제시하였으며 보존술을 받은 경우 편측 보존술과 양측 보존술 %는 제시하지 않았고 Geraerts et al. [19]의 연구에서 중재 집단의 경우 총 16명 중에서 7명은 편측 신경 보존술, 9명은 양측 신경 보존술을 처치 받았고 통제 집단의 경우 총 17명 중에서 6명은 편측 신경 보존술, 11명은 양측 신경 보존술을 받은 것으로 제시하였다. 한 편[22]의 연구는 로봇 보조 복강경 근치적 전립선 절제술(radical robotic-assisted laparoscopic prostatectomy)을 적용하였으며 중재 집단 50명 중에서 편측 12명, 양측 36명, 통제 집단의 경우 5명은 편측, 39명은 양측 보존술을 적용한 것으로 제시하였으며 한 편[20]의 연구는 구체적인 수술 방법 및 보존술 방법을 제시하지 않았다.

지금까지의 내용들을 분석해 보면 첫 번째로 유산소성 운동과 ED

의 관련성을 제시한 Kim et al. [11]의 연구에서 총 9편의 연구들 중 8편의 연구들은 ED를 발생시키는 유발 인자들이 주로 대사성 질환과 심혈관계 질환들이었으며 한 편[29]만이 전립선 암 환자를 대상으로 RP 수술로 인해 ED로 진단받은 환자들이었다. 이와 같이 유산소성 운동 유형을 적용한 이유에 대해서 연구자들은 이 연구에 참여한 연구대상자들이 비만, 대사성 질환이 동반된 상태였기 때문에 걷기와 같은 유산소성 운동을 수행하였을 때 음경으로의 혈류량 공급이 향상될 수 있다는 가설을 설정하여 연구를 진행한 것으로 제시하였다. 또한 걷기 운동 처치를 6개월간 적용한 결과 발기 기능에서 유의한 차이가 나타나지 않았다고 제시하였는데 선행 연구들의 연구 측면에서 보면 RP 수술 후 발기 기능이 자연 회복 하는데 소요되는 시간을 12-18개월 정도로 제시하고 있기 때문에[37,38] 이 연구[29]에 적용된 6개월간의 걷기 운동 처치 기간이 짧은 것이 유의한 효과가 나타나지 않은 주요 원인으로 생각된다.

ED 환자들의 대다수는 심혈관계 질환의 위험인자인 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 비만 등을 하나 이상 공유하고 있는 것으로 제시되고 있는데[3] 본 문헌 분석에 포함된 총 7편의 연구들 중 1편[19]을 제외하고 BMI를 적용하여 비만도를 평가 하였으며[16-18,20-22] 그 결과 모두 비만으로 판정된 ED 환자들이었으며 이 중 두 편[20,21]은 비만인 동시에 복부 비만인 대상자들을 포함하여 연구를 진행한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 관점에서 생각해 볼 수 있는 것은 걷기와 같은 유산소성 운동은 심혈관계 질환 위험 인자에 긍정적인 효과가 있는 것으로 제시되고 있기 때문에[10] 걷기와 같은 유산소성 운동과 골반저 근육 운동을 병행하여 운동 처치를 진행하고 또한 RP 후 발기 기능이 자연 회복 되는 기간이 12-18개월 정도 소요된다고 제시한 바[37,38] 운동 처치 기간을 최소 12개월에서 18개월을 적용하는 연구를 시도해 볼 필요가 있다.

본 종설 연구에서 나타난 ED 유발 인자들은 한 편[16]을 제외하고 여섯 편 모두 전립선 암을 대상으로 RP를 시행한 경우가 대부분인 것으로 나타났는데 이는 RP 시행 시 해면체 신경 다발이 손상을 입게 됨으로 인해 발기를 일으키고 강직도를 유지시켜 주는 PFM이 약화되기 때문에 발기 능력을 개선시키기 위해 PFME를 적용시킨 것으로 판단된다.

또한 위에서 전립선 암 환자에게 적용할 수 있는 수술법들이 제시되었는데 각 수술법에 따라 장단점이 존재하고 수술 후 어떤 수술법이 발기 능력을 유지하는데 더욱 효과적인지에 대해서는 유보되어야 한다는 연구들이 제시되었고[23] 또한 근치적 RP 후 발기 능력 회복에 영향을 주는 인자로 신경 보존술의 시행 유무가 주요한 요소이며[24,30,31] 또한 단측 신경 보존술을 적용한 경우보다 양측 신경 보존술을 적용한 경우가 RP 후 발기 능력 유지에 더욱 효과적이라고 제시하고 있기[27] 때문에 수술법 유형 차이보다는 수술 중에 신경을 편측으로 보존했는지 아니면 양측으로 보존했는지의 여부가 PFME 수행

이 발기 능력에 미치는 영향 혹은 효과를 검증하는데 있어서 주요한 부분으로 작용할 수 있을 것으로 판단되기 때문에 추후 연구에서는 단측과 양측 보존술 집단에 따른 PFME의 영향 혹은 효과를 검증해 보는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 중재 집단의 처치 방법

1) 골반저 근육 운동과 전기 자극(ES)

Table 1에 의하면 본 연구에서 분석한 선행 연구들의 중재 집단 처치 방법에서 PFME와 전기 자극(electrical stimulation)을 적용한 연구들은 두 편[19,20]인 것으로 나타났다. Gil et al. [32]은 특별한 원인이 없다고 생각하는 ED 환자 15명을 대상으로 하여 4주간 주 2회씩 총 8회 저주파 전기자극을 처치하였고 1회 치료 시간은 총 1시간 48분을 적용하였다. 전기 치료 전과 전기 치료 4주 후 IIEF를 이용하여 발기 기능을 분석한 결과 검사상 정맥 누출 등과 같이 혈관 장애가 있는 환자군에서 보다 신경 기능에 다소 장애가 있거나 특별한 원인이 없이 ED를 호소하는 환자들에게 적용 가능한 치료법이라고 제시 하였다.

그러나 연구대상자들의 인원이 15명으로 연구대상자의 수가 많지 않았을 뿐만 아니라 통계 집단도 없었고 또한 15명을 혈관 초음파 검사를 진행한 결과 5명만이 정맥성 ED로 의심되었고 7명만이 신경 기능에 다소 장애가 있는 연구대상자들을 모두 포함하여 분석을 시도한 관계로 이 결과를 일반화 시키는데는 한계가 있을 것으로 판단된다.

Carboni et al. [33]은 IIEF-5 점수에서 22 이하인 경우 해당되는 사람들 중에서 신경인성(척수 손상, 파킨슨 병, 다발성 경화증, 전립선 절제술) ED 환자를 제외한 22명을 대상으로 중재 집단 11명에게는 기능적 전기 자극을 4주 동안 처치하였고(주당 2번, 한번당 15분, 50 Hz/500 us) 통제집단에는 중재 집단에 적용한 방법을 동일하게 적용하지만 실제로는 전기 자극이 적용되지 않는 위약 처치를 4주 동안 적용하여 처치 전과 처치 후 IIEF-5를 적용하여 분석한 결과 중재 집단이 통제 집

단 보다 발기 기능에서 유의한 향상을 보여 전기 자극 요법은 평활근의 높은 재생을 가져오는 한 가지 방법이라고 제시하였다.

ED는 위에 제시된 바와 같이 다양한 원인들에 의하여 해면체 신경 손상과 혈관 내피 세포의 기능 부전이 결합되어 해면체 평활근의 소실 및 섬유화를 가져오게 됨으로 인해 음경 조직으로 산소 공급과 혈류량이 감소하게 되고 그 결과 음경 조직이 손상을 받게 되어 발생하는 것으로 보고 되고 있다[34]. 또한 ED 환자들의 음경을 전자 현미경으로 분석한 결과 해면체 평활근의 퇴화를 보고함에 따라[35] Stief et al. [36]은 기능적 전기 자극에 의하여 해면체 평활근의 재생은 유의한 효과가 있으며 ED를 가져오는 다른 요인들이 존재하지 않는다면 발기 기능의 자발적인 회복이 가능하다고 제시하고 있다. 그러나 지금까지 제시한 ED 환자만을 대상으로 하여 전기 자극만을 적용한 선행 연구들의 내용들을 분석해 보면 ED 환자들에게 전기 자극 치료가 효과적인 다라고 단정지어 말할 수는 없는 상황이며 다만 PFME만으로 PFM에 자극을 주기에는 충분하지 않기 때문에 PFM의 추가적인 자극을 부여하기 위한 수단으로 전기 자극 방법을 적용한 것으로 생각해 볼

Table 3. Results of erectile function in included studies

Study	Outcome measurement	Outcome
Dorey et al. [16]	IIEF	I > C (3 months, <i>p</i> = .004)
Prota et al. [17]	IIEF-5	I > C (12 months, <i>p</i> = .032)
Lin et al. [18]	IIEF-5	I > C (6 months, <i>p</i> = .028, 12 months, <i>p</i> = .014)
Geraerts et al. [19]	IIEF	I > C (3 months, <i>p</i> = .025)
Laurienzo et al. [20]	IIEF-5	NS (NR)
de Lira et al. [21]	IIEF-5	NS (3 months, <i>p</i> = .745)
Milios et al. [22]	IIEF-5	NS (NR)

I, intervention group; C, control group; IIEF, international index of erectile function; IIEF-5, international index of erectile function-5 item; NR, not reported; NS, not significant difference between groups.

Table 2. A description of intervention group in included studies

Study	Intervention
Dorey et al. [16]	Three 10s maximal contraction (morning, evening-standing, sitting, lying), 30-minute sessions once a week for five weeks, intervention period (3 months)
Prota et al. [17]	Daily home exercise (lying, sitting, standing-verbal & written instruction), BFB (once/week, 3 series of 10 fast contraction, 3 sustained contraction (5, 7, 10s)), 10 contraction during prolonged expiration, intervention period (12 months)
Lin et al. [18]	Three 10 seconds maximum strength contraction and relaxations, twice daily 3 positions, PFME biofeedback, home exercise (PFME DVD), intervention period (12 months)
Geraerts et al. [19]	PFME with ES (10 min) 1 time per week for 6 weeks, 1 time every 2 weeks for next 6 weeks, home program 60 contraction split between 2 sessions per day, intervention period (3 months)
Laurienzo et al. [20]	I1 (adductor muscle squeeze by press ball, pelvic floor muscle contraction 2-3 times per days for 6 months), I2 (perform same protocol I1, anal ES 2 time per week for 7 weeks), intervention period (6 months)
de Lira et al. [21]	Two pre-RP PFME sessions (exercise, electromyographic BFB until RP), intervention period (3 months)
Milios et al. [22]	Pre op (I: 6 set/day, 10 fast, 10 slow, 120 contraction/day, BFB, C: 3 set/day, 10 contraction/set, 10 seconds hold, 30 contraction/day, BFB, post op (both group perform same protocol and BFB), intervention period (12 weeks))

RP, radical prostatectomy; ES, electrical stimulation; PFME, pelvic floor muscle exercise; BFB, biofeedback; I, intervention; C, control.

수 있을 것이다.

Tables 2,3에 정리한 바와 같이 Geraerts et al. [19]은 복강경 근치적 전립선 절제술을 통한 편측과 양측 신경 보존술을 적용한 후 최소 1년간 ED 증상이 지속된 환자들을 대상으로 하여 중재 집단은 수술 후 1년이 지난 지점에서부터 3개월간 PFME와 전기 자극을 복합 처치하였다. 또한 PFME는 PFM의 근력과 근지구력 향상을 위해 다양한 자세에서 수행하였으며 처음 6주간은 1주당 1번의 PFME와 전기 자극을 다음 6주간은 2주당 1번의 PFME와 전기 자극을 처치하였다. 그리고 이외에 12주간 동안 주당 2번의 PFME를 집에서 수행하였고 통제 집단은 PFME와 전기 자극을 처치하지 않았다.

이에 처치를 하지 않은 12개월과 3개월을 처치한 15개월 지점에서 IIEF를 이용하여 분석한 결과 중재 집단이 통제 집단보다 발기 기능에서 유의한 향상을 나타냈다고 제시하였다. Laurienzo et al. [20]은 전립선 암에 대한 RP 방법을 제시하지 않았으나 RP 후 ED가 발생한 사람들을 연구대상자로 포함시켰으며 중재집단 I은 6개월간 하루에 2-3번 PFME를 중재집단 II는 중재집단 I과 동일한 방법으로 PFME와 7주간 주당 2번의 전기 자극 치료를 병행하였고 통제 집단은 아무런 처치를 적용시키지 않은 결과 세 집단 간에 발기 기능에는 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고 하였다.

본 문헌 분석에서 PFM과 전기적 자극을 병행한 두 편의 연구에서 Geraerts et al. [19]의 연구는 RP 후 1년 뒤 3개월간 중재 집단의 처치가 통제 집단보다 발기 기능에서 유의한 효과가 있는 것으로 보고하였다. 그리고 연구자들이 1년 뒤에 처치를 한 이유에 대해서 직접적인 언급은 하지 않았지만 Rossignol et al. [37]이 RP 후 6개월 후에 33%, 1년 후에 68.5%로 어떠한 처치없이 자연적으로 발기 기능이 회복되어 수술 후 12-18개월까지는 점차 회복되는 것으로 제시하였다. 또한 수술로 인하여 손상된 신경이 회복되고 재생되기 위한 과정은 1년까지 지속된다는 보고[38] 측면에서 생각해 보면 이 연구에서는 수술 후 1년간의 자연 회복 시간을 부여한 후 3개월간의 PFME와 전기자극 치료가 발기 기능을 회복시키는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 이는 ED 치료를 위한 부작용이 없는 보존적 치료 방법으로서 PFME와 전기 자극의 타당성을 제시할 수 있는 연구로 생각되지만 추후 연구에서 발기 기능 회복과 회복 기간을 단축시킬 수 있는 확률을 높이기 위한 PFME와 함께 적용할 수 있는 전기 자극의 정도, 시간, 빈도 등의 기준 등이 설정되어야 할 것이다.

그러나 1명의 중재 집단 대상자, 1명의 통제 집단 대상자들은 수술 후 3개월부터 12개월까지 저용량의 경구용 약물(PDE5-i)을 매일 섭취하였으며 또한 어느 집단에 해당되는지는 제시하지 않았으나 5명의 연구대상자들도 경구용 약물을 복용한 것으로 제시하였다. Nelson et al. [41]은 RP 후 발기 부전 환자들이 경구용 약물을 섭취했을 경우 12-17% 정도에서 6개월 안에 발기 기능 회복에 긍정적인 영향이 있는 것

으로 보고하여 적은 확률이지만 발기 기능 회복에 미치는 영향이 존재하기 때문에 집단 간에 유의한 차이가 나타난 것으로 제시하였다. 따라서 경구용 약물 섭취를 완벽하게 통제 하지 못한 Geraerts et al. [19]의 연구는 집단간 유의한 차이가 제시되었으나 경구용 약물의 섭취를 완벽하게 통제하지 못한 상태에서 연구가 진행되었고 Nelson et al. [41]이 제시한 연구 결과 측면을 고려한다면 PFME와 전기 자극의 병행 처치가 효과적이라고 그 결과를 일반화 시키기에는 제한적일 것이라고 사료된다.

Laurienzo et al. [20]의 연구에서는 세 집단 간 발기 기능에 유의한 차이가 나타나지 않았는데 그 이유에 대해서 연구자들은 중재 집단의 처치가 요실금에 긍정적인 영향이 없었고 요실금은 성 관계 시도 및 성 관계 만족도에 부정적인 영향을 미치는 인자이기 때문에 발기 기능에도 유의한 향상이 없는 것으로 보고하였다. 그러나 위에서도 언급하였듯이 수술 후 자연 회복하는데 소요되는 기간이 12개월에서 18개월 정도로 제시하고 있기[37] 때문에 6개월이 아닌 최소 12개월에서 18개월의 처치 기간을 적용하거나 또한 Dorey [39,40]는 수술 후 골반저 근육 운동의 수행이 발기 기능 회복과 요실금 증상을 개선하기 위해서는 수술 전 최소 3개월 동안 매일 두 번(아침, 그리고 점심 혹은 저녁) PFME를 수행해야 한다고 제시하고 있기 때문에 수술 3개월 전에 처치를 진행하고 수술 후 6개월, 12개월 후에 발기 기능을 분석해 보는 연구를 시도해 볼 필요가 있다.

위의 내용들을 종합적으로 분석해 본다면 우선적으로 ED 환자들을 대상으로 중재 집단에 ES만을 적용한 연구들이 누적되어 ES 처치에 대한 지침 혹은 기준이 마련될 필요가 있으며 또한 본 문헌 분석에 포함되어 있는 두 편의 연구들[19,20] 중에서 한 편은 유의한 차이가 있었고[19] 한 편은 유의한 차이가 없었는데[20] 이 두 편의 연구들에서 가장 큰 차이점은 Nelson et al. [41]이 제시한 연구 결과에서 나타난 바와 같이 연구 기간 동안 경구용 약물의 통제 여부가 가장 핵심적인 요소로 작용할 것이다.

2) 골반저 근육 운동과 바이오 피드백(BFB)

위에서 언급한 전기적 자극은 PFM의 활성화를 위해 추가적인 자극을 부여하는 보존적 치료 방법의 하나라면 바이오 피드백(BFB)의 목적은 PFM 수축에 대한 정보를 시각적으로 제공함으로써 다른 근육의 수축은 이용하지 않고 골반저 부위의 근 수축만을 최대로 유도하는 것이 목적이라고 할 수 있겠다. Table 2에 의하면 Dorey et al. [16]은 6개월 혹은 그 이상 기간 동안 ED를 경험하고 있는 사람들을 대상으로 하여 중재 집단에는 PFM의 기능을 교육하고 PFME 수행 시 항문 압력계를 이용하여 PFM 수축 정도를 파악하여 PFME 프로그램과 생활습관 변화를 적용하였고 통제 집단에는 생활 습관 변화만을 적용한 결과 3개월 후에 중재 집단이 IIEF에서 통제 집단보다 유의한 향상이 있는 것으

로 제시하였다.

그리고 Prota et al. [17]은 근치적 치골 후 전립선 절제술로 인하여 발생된 ED 환자를 대상으로 하여 수술 후 중재 집단에는 항문을 이용한 근전도 바이오 피드백 장비를 이용하여 PFME를 수행하고 집에서 PFME를 수행하도록 말과 글로 교육을 진행하였으며 통제 집단에는 말로만 PFME 교육만을 수행하여 IIEF-5를 이용하여 발기 기능을 분석한 결과 1개월, 3개월, 6개월에는 집단 간 유의한 차이는 없었지만 12개월에서 중재 집단이 통제 집단보다 발기 기능에서 유의한 향상을 보였다고 제시하였는데 이러한 결과가 나온 것은 수술 후 1년간의 처치 기간이 유의한 효과를 가져온 주된 원인으로 작용한 것으로 판단된다[37,39].

Lin et al. [18]은 복강경 근치적 전립선 절제술 수술로 인한 ED 환자들을 대상으로 중재 집단에는 12개월 동안 PFME 프로그램을 적용하였으며 구체적인 방법은 제시하지 않았으나 골반저 바이오피드백 그리고 집에서 PFME DVD를 시청하게끔 하였다. 그리고 통제 집단은 3개월 이전에는 중재 집단의 처치를 받지 않고 3개월 이후부터 12개월까지 중재 집단과 동일한 처치를 받은 후 IIEF-5를 이용하여 분석한 결과 6개월, 12개월에서 중재 집단이 통제 집단보다 발기 기능에서 유의한 차이를 보여 발기 기능 회복을 위해서는 수술 후 초기에 PFME를 수행하는 것이 발기 기능을 회복하는데 효과적이라고 제시하였다. 이 연구 또한 위에 제시된 연구와 마찬가지로 중재 집단의 처치 기간을 12개월로 적용한 것이 유의한 효과를 가져온 주된 원인으로 사료되며 de Lira et al. [21]은 전립선 암 환자들을 대상으로 근치적 치골 후 전립선 절제술을 시행하기 이전까지 중재 집단은 PFME과 근전도 바이오피드백을 처치하였고 통제 집단은 절제술 수술 후 일상 생활을 위한 일반적인 교육만을 처치하였다.

수술 후 3개월에서 IIEF-5를 이용하여 분석한 결과 두 집단 간에 발기 기능에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났는데 연구 설계상 이 연구의 목적이 수술 전 중재 집단의 처치 방법이 수술 후에 아무런 처치 없이 자연적인 발기 기능 회복에 유의한 영향이 있는지를 검증하는 것이라면 수술 전에 중재 집단에게 적용된 처치 기간이 구체적으로 제시되어야 할 것이다. 또한 RP 후 아무런 처치 없이 발기 기능이 자연 회복되는데 소요되는 시간이 12-18개월 정도 소요된다고 제시하고 있기 때문에[37,39] 수술 후 분석 기간을 3개월이 아닌 최소 12개월에서 18개월을 적용하여 3개월, 6개월, 9개월, 12개월, 15개월, 18개월에 발기 기능을 분석하는 것이 수술 전 골반저 근육 운동의 처치 필요성을 제시할 수 있는 신뢰성 있는 연구가 될 수 있을 것이다.

Milios et al. [22]은 수술 전과 수술 후 강도 높은 PFME 프로그램이 발기 기능에 어떠한 영향이 있는지를 분석하기 위하여 수술 5주 전까지 중재 집단과 통제 집단에 동일한 바이오피드백 프로그램을 적용하였다. PFME 프로그램의 처치 방법은 동일하였으나 중재 집단이 통제 집단보다 2배 정도 많은 PFME 프로그램을 적용하였고 수술 후 12주

동안 두 집단 모두 동일한 프로그램을 진행한 결과 집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다고 제시하였다. 이 연구를 진행한 연구자들이 제시한 연구의 목적은 위에서 제시했듯이 수술 전과 후에 강도 높은 PFME 프로그램의 적용이 효과가 존재하는지를 검증하기 위한 것이라고 제시하였다.

그러나 본 연구자들은 RP 후 두 집단 참여자들에게 모두 경구용 약물(PDE5-i)을 섭취시켰다고 하여 위에 제시한 연구[19]와 경구용 약물이 RP 후 발기 기능 회복에 영향을 미친다고 하는 연구[41] 측면에서 보면 두 집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았지만 만일 유의한 차이가 있다라고 한다면 이것은 순수한 강도 높은 골반저 근육 운동의 효과라고 제시하기에는 제한적일 수밖에 없을 것이라고 판단된다. 따라서 본 연구가 제시하고자 하는 목적 즉 강도 높은 골반저 운동 프로그램이 효과가 있는지를 타당성 있게 제시하고자 한다면 경구용 약물 섭취를 완벽하게 통제된 상태에서 수술 후 중재 집단의 처치 기간을 12개월로 처치하여 3개월, 6개월, 9개월, 12개월에 발기 기능 검사를 실시하여 그 결과를 제시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

위에 제시된 PFME와 전기 자극의 연구 설계와 달리 PFME와 바이오 피드백 연구 설계들은 수술 전 처치를 적용한 연구들[21,22]이 있었는데 이 수술 전 처치를 적용한 것은 Dorey [39]가 제시하였듯이 수술 후 PFME가 발기 기능 회복에 긍정적인 영향을 주기 위해서는 수술 전 PFME 프로그램을 적용해야 한다고 사실에 근거하여 실험을 진행한 것으로 판단되며 또한 PFME 프로그램 처치 방법에서 어떠한 처치 방법이 가장 효과적인지는 연구대상자들의 조건, 연구자들의 경험과 실험실 상황 등에 따라 달라질 수도 있으며 또한 현재까지 가장 효과적인 방법이 무엇인지는 제시되지 않고 있다. 그러나 2009년도에 The Men After Prostate Surgery (MAPS)를 위한 PFME 프로그램 개발[40]이라고 하는 대규모 연구를 진행하여 RP 후 발기 기능이 저하된 ED 환자들에게 적용할 수 있는 PFME 프로그램, 생활 습관, 식습관 지침을 제시한 바 총 일곱 편의 연구에서 두 편[18,22]만이 이 지침을 적용한 것으로 나타났다.

물론 이 지침을 모든 연구에 반드시 적용할 필요는 없으나 PFME 처치를 수술 전 어느 정도의 기간 혹은 수술 후 어느 정도 기간 동안 적용시킬 것인가가 후속 연구에서 중요한 부분으로 생각되기 때문에 이러한 검증된 PFME 프로그램 지침을 적용시키는 것이 보다 객관적이고 타당성 있는 연구 결과를 제시할 수 있을 것이다.

3. 골반저 근육 운동이 발기 기능에 미치는 영향

Tables 1-3에 제시되어 있듯이 본 연구를 위한 포함 기준에 해당되는 총 일곱 편의 RCT 연구들 중 한 편을 제외하고 여섯 편은 전립선 암 환자들에게 RP를 적용한 후 발생한 ED 환자를 대상으로 연구를 진행하였으며 두 편의 연구는[21,22] 수술 전과 수술 후 중재 집단에게 MAPS 프로그램 처치[40]를 진행하였다. 그리고 나머지 네 편의 연구

들은 RP 후에 중재 집단에 PFME 프로그램 처치를 진행한 결과 전립선 암 환자를 연구 대상으로 RP를 적용하지 않은 한 편의 연구[16]를 제외하고 중재 집단의 처치가 유의한 효과를 나타낸 연구들은 총 세 편[17-19]인 것으로 나타났다. 이 연구들 중에서 중재 집단과 통제 집단에 경구용 약물을 처치한 연구[19]는 유의한 효과가 있다라고 할 수 없을 것으로 판단되며 나머지 두 편의 연구 결과만을 놓고 본다면 [17,18] PFME 처치가 유의한 효과를 나타내기 위해서는 처치 기간을 최소 12개월에서 최대 18개월 정도 적용해야 할 것으로 사료된다.

다만 유의한 차이가 있다고 제시한 연구들에 대한 연구 결과도 일반화 시키거나 실제 비뇨기과 의료 현장에 적용시키기는 것에 대해서는 유보되어야 한다고 생각하는데 그 이유는 RP 후 ED 환자들의 발기 기능 회복에 영향을 미치는 인자들로 첫째, 나이 즉 나이가 많을수록 수술 후 발기 기능 회복에 부정적인 영향을 미치고 두번째, 수술 전 ED 기간 즉 RP 전에 ED 기간이 길면 길수록 RP 후 발기 기능 회복에 부정적인 영향을 미치고 세번째로 RP 중 신경 보존술 시행 여부 즉 신경 보존술을 시행하지 않은 경우에 발기 기능 회복에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있기 때문이다[24,42]. Prota et al. [17]의 연구에서는 연령에서 집단 간 차이가 없었고 신경보존술 %는 제시하여 집단 간 차이는 없었으나 편측과 양측 %에 대한 차이는 제시하지 않았으며 Lin et al. [18]의 연구에서는 연령에서 집단 간 차이가 없었으며 신경 보존술의 집단 간 차이를 중재 집단과 통제 집단에 보존술을 시행한 사람과 시행하지 않은 사람을 합하여 유의한 차이가 없음을 제시하였다.

Geraerts et al. [19]는 각 집단에 편측 보존술 시행 인원과 양측 보존술 인원만 제시했을 뿐 집단 간의 차이를 제시하지 않았고 Laurienzo et al. [20]과 de Lira et al. [21]은 집단 간 연령에서 차이가 없음을 제시하였고 Milios et al. [22]은 연령과 집단별 편측과 양측 보존술 인원을 합하여 집단 간 차이가 없음을 제시하였다. 본 연구자는 의학 연구에서 중재 집단에 처치한 방법이 유의한 효과가 존재하는지의 여부 또한 연구 결과에 대한 신뢰성을 판단할 때 연구 설계, 처치 방법, 결과 측정 방법 및 분석 방법 등과 같은 내용들이 중요한 부분으로 생각된다. 이러한 요인들 중에서 가장 중요하게 생각되는 부분으로 처치 결과에 영향을 줄 수 있는 요인들을 얼마만큼 처치 전에 통제를 잘 했는지의 여부가 그 연구의 신뢰성과 타당성을 결정짓는 가장 중요한 요인으로 생각되기 때문에 위에 제시한 조건들 즉 수술 전 연령, 수술 전 ED 기간, 신경 보존술 시행 여부 등 3가지 조건이 처치 전 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없어야 연구 결과를 일반화 시키거나 혹은 연구 결과의 신뢰성이 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

특히 연령, ED 기간 이외에 신경 보존술 시행 여부에서 시행하지 않은 집단만으로 혹은 편측 보존술 집단만으로, 양측 보존술 집단만으로 중재 집단과 통제 집단에 무선 배정하여 연구를 진행해야 할 것으로 생각되며 이러한 측면을 고려한다면 본 문헌 분석에 포함되는 연구

들의 경우 이 세 가지 조건을 충족한 연구는 하나도 제시되지 않았기 때문에 PFME 프로그램이 RP 후 발기 기능 회복을 위한 보존적 처치 방법으로 현장에 적용되기 위해서는 위에 제시한 세 가지 조건에 대한 집단 간 동질성을 확보한 뒤 후속 연구를 진행해야 할 것이다.

또한 본 연구들 중에서 PFME 처치 중에 경구용 약물(PDE-5)을 섭취한 연구들 중에서 유의한 효과가 있었다고 하는 연구[19] 그리고 유의한 효과가 없었다고 하는 연구[22]들이 있었는데 유의한 효과가 존재하건 존재하지 않건 PFME와 보존적 치료(ES, BFB)의 순수한 효과를 검증하기 위해서는 약물 섭취에 대한 철저한 통제가 적용되어야 하지만 철저한 통제가 어렵다면 전립선 암 환자를 대상으로 방사선 처치와 경구용 약물 섭취가 방사선 치료만을 적용하는 것보다 발기 능력 유지에 더욱 효과적이라고 하는 보고[43]가 있기 때문에 본 연구에 포함된 연구들이 적용한 PFME, ES, BFB와 경구용 약물 섭취를 적용했을 때 유의한 효과가 존재할지 혹은 발기 능력 회복 기간을 단축시킬 수 있는지에 후속 연구를 진행하는 것이 필요하다.

결론

본 종설 연구의 포함 기준에 해당되는 무작위 통제 연구와 무작위 임상 연구들 중에서 PFME, 전기 자극, 바이오 피드백 처치가 ED 환자들의 발기 기능 회복 혹은 발기 기능 개선에 유의한 효과가 존재하는 연구들이 있었고 유의한 효과가 존재하지 않는 연구들도 있는 것으로 나타났으나 단 7편의 연구 결과만으로 이 3가지 처치 방법이 ED 환자를 위한 효과적인 방법으로 현장에 적용하는 것이 필요한 것인지 필요하지 않은 것인지를 판단하기에는 제한적일 것으로 사료된다. 따라서 이러한 제한점을 보완하기 위해서는 본 연구에 적용한 RCT 연구만을 대상으로 분석하기 보다는 다른 연구 설계를 적용한 선행 연구들을 포함하여 연구를 진행할 필요가 있을 것이다.

특히 전립선 암 환자들에게 적용하는 RP 후 발생하는 ED 환자들에게 PFME 효과에 대한 객관성 혹은 신뢰성을 제시하고 확보하기 위해서는 연구설계에서 PFME 처치 전 연령, ED 기간, 신경 보존술 시행 여부 등과 같은 이 세 가지 조건들이 모두 집단 간 동질성이 확보된 상태에서 진행된 RCT 연구만을 대상으로 혹은 RCT 연구 이외에 다른 연구 설계를 적용한 연구들을 모두 포함하여 메타 분석(meta analysis)을 진행한다면 골반저 근육 운동의 현장 적용 가능성을 높일 수 있을 것이다.

그리고 본 연구의 선정 기준에 부합되는 선행 연구들의 분석 결과에 따른 추후 연구 방향을 제시하고자 한다. 첫째, RP 후 발생된 ED 환자들에게 골반저 근육 운동 적용에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서는 중재 집단과 통제 집단 간 연령, ED 발생 기간, 신경 보존술 유형에서 처치 전 통계적으로 유의한 차이가 없는 상태에서 연구가 진행되어야 할

것이다. 둘째, 선행 연구들에서 RP 후 최소 1년간의 시간이 경과해야 발기 기능이 자연 회복될 가능성이 높다고 제시하였던 바 본 연구에 포함된 연구들이 중재 집단에 적용했던 골반저 근육 운동, 전기 자극, 바이오 피드백 방법과 Sildenafil (Viagra), Tadalafil (Cialis) 등과 같은 약물 복용을 병행했을 때 발기 기능 회복 시간이 단축될 수 있는지의 여부를 제시하는 연구들이 필요할 것이다. 셋째, ED에서 유산소성 운동의 역할을 제시한 종설 연구에서 RP 후 발생한 ED 환자(비만, 대사성 질환 동반)를 대상으로 한 연구를 진행한 결과 유산소성 운동의 처치가 유의한 효과가 없는 것으로 보고하였고 또한 본 연구에 포함된 7개의 연구들 중에서 6개의 연구들이 모두 과체중, 비만, 당뇨 등이 동반된 ED 환자들을 대상으로 연구를 진행한 관계로 추후 연구에서는 RP 후 발생한 ED 환자들을 대상으로 하여 유산소성 운동과 골반저 근육 운동을 병행 처치한 집단과 골반저 근육 운동만을 처치한 집단 간의 발기 기능 변화 차이를 분석하는 연구들이 제시되어야 할 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization, Writing-original draft, Writing-review & editing: KL Kim.

ORCID

Kwanglae Kim <https://orcid.org/0000-0002-0210-2532>

REFERENCES

1. NIH Consensus Conference. NIH consensus development panel on impotence. *JAMA*. 1993;270(1):83-90.
2. Jonler M, Moon T, Brannan W, Stone NN, Heisey D, et al. The effect of age, ethnicity and geographical location on impotence and quality of life. *Br J Urol*. 1995;75(5):651-5.
3. Moon DG. The risk factors, diagnosis and treatment guideline of erectile dysfunction. *J Korean Med Assoc*. 2015;58(5):443-51.
4. Bacon CG, Mittleman MA, Kawachi I, Giovannucci E, Glasser DB, et al. Sexual function in men older than 50 years of age: results from the

- health professional follow-up study. *Ann Intern Med*. 2003;139(3):161-8.
5. Derby CA, Mohr BA, Glodstein I, Feldman HA, Johannes CB, et al. Modifiable risk factors and erectile dysfunction: can lifestyle changes modify risk? *Urol*. 2000;56(2):302-6.
6. Hsiao W, Shrewsbury AB, Moses KA, Johnson TV, Cai AW, et al. Exercise is associated with better erectile function in men under 40 as evaluated by the international index of erectile function. *J Sex Med*. 2012;9(2):524-30.
7. Kirby M. The circle of lifestyle and erectile dysfunction. *Sex Med Rev*. 2015;3(3):169-82.
8. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Lifestyle modifications and erectile dysfunction; what can be expected? *Asian J Androl*. 2015;17(1):5-10.
9. Hehemann MC, Kashanian JA. Can lifestyle modification affect men's erectile dysfunction? *Trans Androl Urol*. 2016;5(2):187-94.
10. Kim WS, Kang SJ, Kang HJ, GO SK, Kim MH, et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription[trans]. 10 th ed., Seoul: Hanmi Medical Publishing. 2020.
11. Kim KL. The role of aerobic exercise in erectile dysfunction: a review of randomized controlled trials. *Exerc Sci*. 2021;30(2):147-57.
12. Pischedda A, Fusco F, Curreli A, Grimaldi G, Farina FP. Pelvic floor and sexual male dysfunction. *Arch Ital Di Urol Androl*. 2013;85(1):1-7.
13. Yaacov D, Nelinger G, Kalichman L. The effect of pelvic floor rehabilitation on male with sexual dysfunction: a narrative review. *Sex Med Rev*. 2022;10(1):162-7.
14. Dorey G, Speakman MJ, Feneley RC, Swinkels A, Dunn CD. Pelvic floor muscle exercises for erectile dysfunction. *BJU Int*. 2005;96(4):595-7.
15. Dorey G. Conservative treatment of erectile dysfunction. 3: literature review. *Br J Nurs*. 2000;9:859-63.
16. Dorey G, Speakman M, Feneley R, Swinkels A, Dunn C, et al. Randomised controlled of pelvic floor muscle exercises and manometric biofeedback for erectile dysfunction. *Br J Gen Pract*. 2004;54:819-25.
17. Prota C, Gomes CM, Ribeiro LHS, Bessa JD, Nakano E, et al. Early postoperative pelvic-floor biofeedback improves erectile function in men undergoing radical prostatectomy:a prospective, randomized, controlled trial. *Int J Impot Res*. 2012;24:174-8.
18. Lin YH, Yu TJ, Lin VCH, Wang HP, Lu K. Effects of early pelvic-floor muscle exercise for sexual dysfunction in radical prostatectomy recipients. *Cancer Nurs*. 2012;35(2):106-14.
19. Geraerts L, Poppel HV, Devoogdt N, Groef AD, Fieuws S, et al. Pelvic floor muscle training for erectile dysfunction and climacturia 1 year

- after nerve sparing radical prostatectomy: a randomized controlled trial. *Int J Impot Res.* 2015;28:9-13.
20. Laurienzo CE, Magnabosco WJ, Jabur F, Faria EF, Gameiro MO, et al. Pelvic floor muscle training and electrical stimulation as rehabilitation after radical prostatectomy: a randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci.* 2018;30(6):825-31.
21. de Lira GH, Fornari A, Cardoso LF, Aranchipe M, Kretiska C, et al. Effects of perioperative pelvic floor muscle training on early recovery of urinary continence and erectile function in men undergoing radical prostatectomy: a randomized clinical trials. *Int Braz J Urol.* 2019;45(6):1196-203.
22. Milios JE, Ackland TR, Green DJ. Pelvic floor muscle training and erectile dysfunction in radical prostatectomy: a randomized controlled trials investigating a non-invasive addition to penile rehabilitation. *Sex Med.* 2020;8(3):414-21.
23. Choi DK, Seo SI. Surgical treatment for prostate cancer. *J Korean Med Assoc.* 2015;58(1):15-20.
24. National Comprehensive Cancer Network. Prostate cancer of progress stage. NCCN Guideline for patients. 2020.
25. Stanford JL, Feng Z, Hamilton AS, Gilliland FD, Stephenson RA, et al. Urinary and sexual function after radical prostatectomy for clinically localized prostate cancer: the prostate cancer outcomes study. *JAMA.* 2000;283(3):354-60.
26. Dubbelman YD, Dohle GR, Schroder FH. Sexual function before and after radical retropubic prostatectomy: a systematic review of prognostic indicators for a successful outcome. *Eur Urol.* 2006;50(4):711-20.
27. Catalona WJ, Bigg SW. Nerve-sparing radical prostatectomy: evaluation of results after 250 patients. *J Urol.* 1990;143(3):538-43.
28. Curto F, Benijts J, Pansadoro A, Barmoshe S, Hoepffner JL, et al. Nerve sparing laparoscopic radical prostatectomy: our technique. *Eur Urol.* 2006;49(2):344-52.
29. Jones LW, Hornsby WE, Freedland SJ, Lane A, West MJ, et al. Effects of nonlinear training on erectile dysfunction and cardiovascular function following radical prostatectomy for clinically localized prostate cancer. *Eur Urol.* 2014;65(5):852-5.
30. Haga N, Hata J, Matsuoka K, Koguchi T, Akaihata H, et al. The impact of nerve-sparing robot-assisted radical prostatectomy on lower urinary tract function: prospective assessment of patient-reported outcomes and frequency volume charts. *Neurourol Urodyn.* 2018;37:322-30.
31. Kim KH. Changes of sexual function after penile rehabilitation following nerve sparing robot assisted laparoscopic radical prostatectomy in the patients with localized prostate cancer[thesis]. Seoul: Yonsei Medical University. 2010.
32. Gil MC. The effect of treatment using electrical stimulation at impotence patient[thesis]. Busan: Dong-A Medical University. 1999.
33. Carboni C, Fornari A, Bragante KC, Averbek MA, da Rosa PV, et al. An initial study on the effects of functional electrical stimulation in erectile dysfunction: a randomized controlled trial. *Int J Impot Res.* 2018;30(3):97-101.
34. Sanda MG, Dunn RL, Michalski J, Sandler HM, Northouse L, et al. Quality of life and satisfaction with outcome among prostate-cancer survivors. *N Engl J Med.* 2008;358(12):1250-61.
35. Hazimouratids K, Amar E, Eardley I, Giuliano F, Hatzichristou D, et al. Guidelines on male sexual dysfunction:erectile dysfunction and premature ejaculation. *Eur Urol.* 2010;57(5):804-14.
36. Stief CG, Weller E, Noack T, Djamilian M, Meschi M, et al. Functional electromy stimulation of the corpus cavernosum penis-preliminary results of a novel therapeutic option for erectile dysfunction. *World J Urol.* 1995;13:243-7.
37. Rossignol G, Leandri P, Gautier JR, Quintens H, Gabay-Torbiero L, et al. Radical retropubic prostatectomy: complication and quality of life(429 cases, 1983-1989). *Eur Urol.* 1991;19(3):186-91.
38. Kava BR. Advances in the management of post-radical prostatectomy erectile dysfunction: treatment strategies when PDE-5 inhibitors don't work. *Rev Urol.* 2005;7(suppl 2):S39-S50.
39. Dorey GA. A clinical overview of the treatment of post-prostatectomy incontinence. *Br J Nurs.* 2007;16(19):1194-9.
40. Dorey G, Glazenger C, Buckley B, Cochran C, Moore K. Developing a pelvic floor muscle training regimen for use in a trial intervention. *Physiotherapy.* 2009;95(3):199-208.
41. Nelson CJ, Lacey S, Kenowitz J, Pessin H, Shuk E, et al. Men's experience with penile rehabilitation following radical prostatectomy: a qualitative study with the goal of informing a therapeutic intervention. *Psycho-Oncology.* 2015;24:1646-54.
42. Kim CS. Radical retropubic prostatectomy. *Korean J Uro Oncol.* 2003;1(2):132-50.
43. Zelefsky MJ, Shasha D, Branco RD, Kollmeier M, Baser RE, et al. Prophylactic sildenafil citrate improves select aspects of sexual function in men treated with radiotherapy for prostate cancer. *J Urol.* 2014;192(3):868-74.