

Case Study

Open Access

근전도 바이오피드백을 통한 PNF운동이 긴장성 요실금 환자의 증상에 미치는 영향* -사례연구-

최수홍 · 이승윤 · 이태규 · 이민형
부산대학교병원 재활의학팀

Effects of PNF Exercise on EMG Biofeedback Symptoms of Stress Urinary Incontinence Patients -A Case Study-

Su-hong Choi · Seuong-Yun Lee · Tae-kyu Lee · Min-Hyung Rhee†
Department of Rehabilitation Medicine, Pusan National University Hospital

Received: December 5, 2017 / Revised: January 8, 2018 / Accepted: January 8, 2018

© 2018 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to investigate changes in urinary frequency, residual urine volume, and quality of life following pelvic floor exercises using proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) exercise patterns and EMG biofeedback training in patients with stress urinary incontinence.

Methods: The subjects were male patients diagnosed with stress urinary incontinence. This study used a single system design (A-B-C.) At baseline, the patients' symptoms prior to the treatment intervention were recorded (A section). Next, the patients performed the PNF exercise (B section). Thereafter, they performed the PNF exercise, with EMG biofeedback (C section). The subjects performed the exercises in each section for 1 week for a total of 3 weeks. Urinary frequency, residual urine volume, and quality of life of the subjects were measured.

Results: The frequency of urination was 9 times in A, 8 times in A' and B, and 7 times in C. The amount of residual urine decreased from 23.78ml in A to 21.85ml in A', 14.85ml in B, and 14.63ml in C. The international prostate symptom score was 16 points in A, 14 points in A', 11 points in B, and 7 points at A. The quality of life score was 4 points in A, 4 points in A', 3 points in B, and 2 points in A.

* 이 논문은 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 바이오의료기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2018M3A9E8942066)

†Corresponding Author : Min-Hyung Rhee (minhyung@gmail.com)

Conclusion: Both the PNF exercise and EMG biofeedback decreased urination frequency and residual urine volume and improved the quality of life of patients with stress urinary incontinence. EMG biofeedback training using the PNF technique was the most effective.

Key Words: PNF, EMG, Biofeedback, Stress urinary incontinence

I. 서 론

요실금은 자신의 의지와는 상관없이 소변이 배출되는 현상으로 성인 여성의 30%, 65세 이상 노인의 40~50%가 이 질환으로 인해 육체적, 정신적 스트레스를 겪는다. 이로 인해 심리적인 위축 상태가 지속되고 일상생활뿐만 아니라 사회생활 전반에 제약을 가져온다(Cho et al., 2009). 요실금은 방광용적의 감소, 잔뇨량의 증가, 불수의적 방광수축에 의해 영향을 받을 수 있다고 알려져 있고, 특히 불수의적 방광수축이 요실금의 발생률을 높일 수 있다고 보고되었다. 뿐만 아니라 요도민무늬근의 위축, 골반바닥근의 약화도 요실금을 일으키는 요인으로 작용한다고 하였다(Wetle et al., 1995).

요실금은 증상에 따라 절박성, 과용량성, 기능적, 긴장성 요실금 등으로 구분할 수 있다. 절박성요실금은 비노생식기와 중추신경의 문제, 과용량성 요실금은 방광의 요정체 및 팽창하는 요인으로, 기능적 요실금은 인지기능의 저하가 그 원인이 된다(Jirovec, 1988). 긴장성 요실금은 질환이 아닌 기침이나 재채기 또는 과도한 신체 운동성에 의해 나타나는데 이는 요도조임근, 골반바닥근 등과 같은 해부학적지지 조직의 약화 또는 기능 저하로 인해 복압이 가해질 때 방광에 비해 방광 바닥과 몸쪽 요도 압력이 약해져서 나타난다(DeLancey, 1997).

긴장성 요실금은 30% 이상에서 절박뇨, 빈뇨, 야간뇨 등의 하부요로 증상을 동반한다(de Ridder et al., 2013). 삶의 질을 악화 시키는 요인으로 절박뇨, 빈뇨, 야간뇨와 같은 하부요로 증상이 작용하고 특히, 야간뇨와 빈뇨는 정상적인 수면을 방해하여 수면박탈과

함께 일상생활에 가장 큰 지장을 주고 삶의 질을 가장 저해하는 증상으로 꼽힌다(Appell & Sand, 2008). 야간뇨와 빈뇨는 노화에 의해 유병률이 급격히 증가하지만 남성과 여성의 유병률에서 큰 차이를 보이지 않는다고 알려져 있다(Coyne et al., 2003; Jolleys et al., 1994; Schatzl et al., 2000).

긴장성 요실금과 함께 나타나는 빈뇨로 인해 일상생활에서 불편감을 느끼는 환자들은 남녀를 불문하고 나타나지만 여성의 문제에 대한 연구들이 대부분이고 남성에 대한 연구가 부족하다. 또한 긴장성 요실금의 원인으로 알려진 요도조임근, 골반바닥근 등의 훈련에 있어 근전도 바이오피드백, 삽입형 훈련기 등의 단일 장비를 이용한 연구가 있지만 실제 치료에 있어서 물리치료사의 운동치료기술과 병행한 기구 훈련이 효과적일 수 있는지에 대한 시도가 부족한 실정이다.

따라서 본 사례연구는 남성 긴장성 요실금 환자의 골반바닥근 활성을 위한 근전도 바이오피드백을 통한 고유수용성감각촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)운동을 실시하고 이를 통해 배뇨빈도, 잔뇨량, 삶의 질 등의 변화를 연구하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 연구대상자 모집 공고문을 통해서 ○○ 병원에 내원하는 외래 환자를 대상으로 긴장성 요실금 환자를 모집하였다. 본 실험의 대상자 제외 기준은 의식 상태가 명료하지 않은 자, 연구의 목적을 이해하

지 못하는 환자와 연구에 참여하기를 동의하지 않는 자, 배뇨 불편감을 응답할 수 없으며 의사소통이 불가능한 자, 합병증 혹은 기타 건강문제로 실험처치를 끝까지 시행하지 못한 자, 기저 질환 중 비뇨기와 수술 과거력이 있는 자, 연구기간 전 요로감염이 있는 자로 하였다. 연구대상자 모집 공고를 통해서 2명의 대상자를 모집하였고, 이중 1명은 본 실험이 진행되기 전에 자가회복률이 높게 측정되어 본 연구에서 제외하였다.

선정된 연구대상자는 1년 전 야간뇨와 빈뇨로 긴장성 요실금을 진단 받은 남성으로 회사원으로 일과 이후에 특별한 야간 활동은 없고, 최근 3년 간 고강도의 직업활동도 없었다. 대상자는 긴장성 요실금을 진단 받기 전까지, 잠을 자기 위해 누워서 수면에 이르기까지 평균 2회 이상 야간성 빈뇨를 경험했다. 쉽게 수면에 이르지 않는 날은 화장실에 가야한다는 압박감과 의도적인 복압상승으로 인한 추가적인 배뇨로 상당한 정신적, 육체적 스트레스를 경험하였다. 신장질환이나 비뇨기계를 포함한 기타 병력은 없었다. 환자는 야간 빈뇨 없이 편안한 숙면에 들기를 원하였다.

2. 실험 절차 및 중재 방법

본 연구는 단일 체계 설계로, A-B-C 설계를 사용하였다. 아무런 중재를 시행하지 않고 증상을 관찰하는 기초기 A, PNF개념을 기초로 중재를 실시하는 중재기

B, 근전도 바이오피드백을 강조하여 PNF 개념을 기초로 중재를 실시하는 중재기 C로 각각 1주씩, 총 3주간 실시하였다. 측정은 기초기 A의 시작 시점(초기평가: pre-test), 중재기 B의 시작 시점(기초기 A의 종료 시점: pre-test’), 중재기 C의 시작 시점(중재기 B의 종료 시점: intervention PNF), 중재기 C의 종료 시점(intervention PNFBF)에 총 4회 시행하였다. 중재 기간 동안 중재는 골반바닥근육의 근피로를 고려하여 10분간의 중재를 아침, 점심, 저녁으로 총 3회, 30분간 실시하였다. 골반바닥근육의 활성도를 높이기 위한 중재기 B의 운동방법은 다음과 같다. 첫번째 치료로, 대상자는 양쪽 무릎을 굽히고 누운 자세에서, 양쪽 무릎위에 치료사의 손을 올린 후, 양쪽 하지의 굽힘패턴을 적용하였으며, 율동적 안정화(rhythmic stabilization, RS) 기법을 적용하였다(Fig. 1-1). 두 번째 치료는, 첫번째 치료와 동일한 자세에서 시작하고, 엉덩이를 들어올려, 교각자세를 취하도록 하여, 첫 번째 치료와 동일한 패턴과 기법을 적용하였다(Fig. 1-2). 기저면을 줄여, 대상자의 골반바닥근육의 활성도를 효과적으로 높이고자 하였다. 마지막 치료로, 보다 기능적인 측면을 강조하기 위하여, 대상자는 의자에 앉은 자세로 기존 치료방법과 동일한 패턴과 기법을 적용하였다(Fig. 1-3).

중재기 C의 운동방법은 골반바닥근육의 근전도 바이오피드백훈련을 위하여 표면근전도 시스템(BS EMG V100, PhysioLab, Korea)을 이용하였고, 전극부착부위는 항문의 좌,우로 2cm 간격으로 전극을 부착



Fig. 1-1. Exercise A.



Fig. 1-2. Exercise B.



Fig. 1-3. Exercise C.

하여 운동을 실시하였다(Criswell & Eleanor, 2010). 골반바닥근육의 수축정도를 시각적으로 확인하며, 증재기 B의 운동과 동일하게 실시하였다.

3. 측정도구 및 측정 방법

1) 주간배뇨빈도

주간배뇨빈도는 낮 동안 배뇨하는 총 횟수로서, 24시간 동안 배뇨시간과 배뇨 횟수를 기록하는 방광일지를 통하여 측정하였다(Abrams et al., 2002). 본 연구에서는 아침에 잠자리에서 일어난 후 밤에 잠자리에 들기까지 배뇨하는 총 횟수로서 아침에 일어난 후의 첫 번째 배뇨와 잠자리에 들기 전의 마지막 배뇨를 포함시켰다.

2) 잔뇨량

잔뇨량은 배뇨 후 방광 내에 남아있는 소변으로(Abrams et al., 2002), 잔뇨량 측정은 배뇨감이 있는 대상자가 완전히 배뇨하게 한 후 즉시 환자를 바로누운자세를 취하고 배벽경유 초음파 스캐너(BladderScan™ BVI 6100, Diagnostic Ultrasound, USA)를 사용하여 측정하였다. 이동식 배벽경유 초음파 스캐너는 이동이 용이한 손바닥 크기의 스캐너와 디지털 방식으로 표시되는 스크린이 있으며, 스캐너 작동 시 연속적으로 scanning되면서 계산된 잔뇨량이 자동적으로 스크린에 표시된다. 환자를 바로 누운 자세에서 두덩뼈 위 정중선에 이동식 초음파 스캐너를 방광의 경도에 위치한 후 잔뇨량을 측정하였으며, 다양한 방향으로 잔뇨를 측정하여 최대 잔뇨량 부위에서 잔뇨량을 3회 측정하여, 그 중 최대량을 환자의 잔뇨량으로 정하였다.

3) 삶의 질

삶의 질에 대한 증상평가는 국제전립선 증상 점수표(international prostate symptom score, IPSS)를 통한

설문 조사와 삶의 질(quality of life, QOL)를 통해 실시하였다. IPSS 점수가 0-7점은 경증, 8-19점은 보통, 20-35점은 중증으로 판단한다. QOL 점수는 "만약 지금 같은 배뇨상태가 계속 지속된다면 어떤 느낌이 드십니까?" 질문에 0점 매우 만족한다, 1점 매우족, 2점 대체로 만족한다, 3점 만족 불만족 반반이다. 4점 대체로 불만족이다, 5점 불만이다, 6점 매우 불만족이다 라고 정의 되고, 각각 총 4번에 걸쳐 평가를 실시하였다(Boschet al., 1995).

III. 연구 결과

1. 주간 배뇨 빈도

연구대상자의 주간 배뇨 빈도 변화는 pre-test시에 9회, pre-test “과 intervention PNF에는 8회, intervention PNFBF에는 7회로 다음과 같다(Fig. 2).

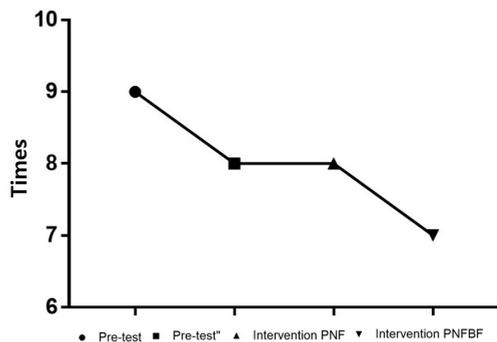


Fig. 2. Frequency of urination.

2. 잔뇨량

연구대상자의 잔뇨량 검사결과는 다음과 같다(Fig. 3). pre-test시에 23.78±2.84ml, pre-test “시에 21.85±2.98ml, intervention PNF에는 14.85±2.16ml 그리고 intervention PNFBF에는 14.63±1.73ml로 감소하였다.

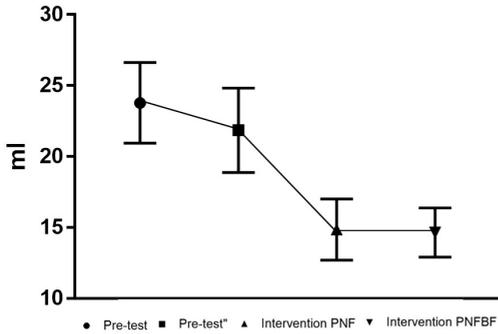


Fig. 3. Residual urine volume.

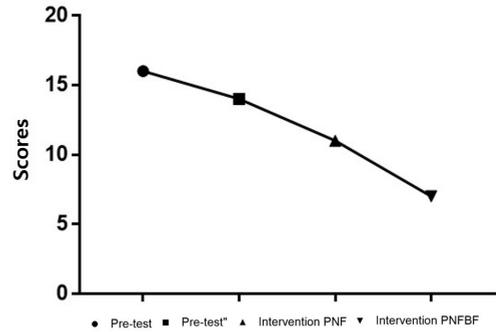


Fig. 4. International prostate symptom score.

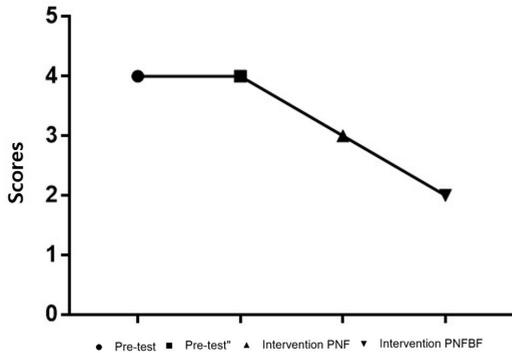


Fig. 5. Quality of life.

3. 삶의 질

연구대상자의 삶의 질 검사결과는 다음과 같다(Fig. 4, Fig. 5). IPSS점수는 pre-test시에 16점, pre-test “시에 14점, intervention PNF에는 11점 그리고 intervention PNFBF에는 7점으로 감소하였다. QOL점수는 pre-test 시에 4점, Pre-test “시에 4점, intervention PNF에는 3점 그리고 intervention PNFBF에는 2점으로 감소하였다.

IV. 고 찰

요실금은 일상생활, 여가, 여행, 성생활등은 물론 사회생활에도 불편을 초래하고 대인관계를 제한하여 육체적, 정신적 스트레스뿐만 아니라 삶의 질을 떨어

뜨리는 요인이다. 요실금은 일반적으로 절박성, 과용량성, 기능적, 긴장성 요실금 등 증상에 따라 구분 할 수 있는데 특히 긴장성 요실금은 질환이라기보다는 골반바닥근 등의 해부학적지지 조직의 약화 등의 기능저하로 인해 나타난다고 알려져 있다(Ouslander, 1981). 긴장성 요실금으로 인해 나타나는 대표적인 증상으로는 갑작스런 복부 압력 증가 시 나타나는 불수의 적인 소변유출, 야간뇨를 포함하는 빈뇨증상, 잔뇨량 증가 등이 있다(Ridder et al., 2013; Wetle et al., 1995).

긴장성 요실금으로 인해 나타나는 일상생활에서의 가장 큰 기능장애로 빈뇨, 야간뇨 등의 하부요로 증상을 꼽을 수 있으며 이러한 증상은 긴장성 요실금 환자의 30% 이상에서 나타난다(Appell & Sand, 2008). 긴장성 요실금 증상은 일반적인 요실금과는 다르게 남녀에서 모두 나타나며 유병률에서 성별에 따른 차이가 나타나지 않는다고 보고된다(Coyne et al., 2003; Jolleys et al., 1994; Schatzl et al., 2000). 그럼에도 불구하고 여성을 대상으로 하는 요실금 환자의 치료중재연구는 다양하게 이루어지고 있으나 남성에서 나타나는 긴장성 요실금 증상에 대한 치료중재에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대상자를 긴장성 요실금 진단을 받은 성인 남성을 대상으로 선정 하였다.

PNF는 치료적 개념으로서 특유의 대각선 패턴을 사용하여 근육과 힘줄 내의 고유수용기를 자극하고 이를 통해 근력, 유연성, 평형성 등의 신체기능의 향상시키는 운동요법이다(Klein et al., 2002). 특히 율동적

안정화(rhythmic stabilization, RS) 기법은 길항근의 공동수축이 일어나게 하는 것으로, 움직임이 일어나지 않도록 적절한 저항에 대응하면서 실시하는 교대적인 등척성 수축을 이용하는 방법으로서(Adler & Beckers, 2008) 본 사례연구에서 골반 저근의 수축력을 강화시키기 위해 사용되었다.

또한 근전도 바이오피드백 훈련은 임상적으로 근육의 기능악화, 기능적 재교육이 필요한 근육의 활동성 증대, 그리고 근육의 긴장도를 조절함으로써 근골격계와 신경계 재활에 유용하게 사용되고 있다(Giggins et al., 2013). 특히, 과제-지향적 반복 훈련(task-oriented repetitive training)의 개념을 통한 바이오피드백 훈련은 효율적이고 최적화된 운동기능 향상을 이끌어 낼 수 있다(Huangetal, 2006). 본 사례연구에서는 골반바닥근의 기능적 활동성 증대를 위한 PNF 패턴 운동과 함께 실제 배뇨량을 조절 하는 골반바닥근에 근전도 바이오피드백 운동을 적용하여 반복 훈련 하였다.

본 사례연구에서는 긴장성 요실금으로 진단받은 30대 남성 환자가 호소하는 증상의 양적 평가를 위해 대상자에게 중재기 A, 중재기 B, 중재기 C 기간 동안 배뇨 다이어리를 작성하게 하였다. 또한 배뇨 후 잔뇨량 측정을 실시하였고, 삶의 질 평가를 위한 설문지를 매주 배포하여 기록하였다.

중재기 A 기간 동안 대상자의 배뇨 횟수와 잔뇨량 측정에서 배뇨 횟수는 일 9회에서 8회 변화하였고, 잔뇨량은 23.78±2.84ml에서 21.85±2.98ml로 소폭 감소하였지만 평균치가 표준편차의 범위를 벗어나지 않았다. 또한 삶의 질 평가에서는 IPSS가 16점에서 14점으로 변화하였으나, QOL점수가 사전 사후 동일하게 4점으로 유의감이나 배뇨빈도는 배뇨 시 마다 주관적으로 다른 부분이 있기에 근소한 차이는 있었지만 QOL에 영향을 주지 못하였다. 이는 대상자들이 일상생활에서 연구에 영향을 미칠 수 있는 일정 이상의 행동을 통제하는 연구 절차에 맞게 잘 수행 해 주었음을 의미하고, 대상자가 본연구의 연구의도에 맞게 일주일을 보내준 것으로 판단된다.

중재기 B 기간 동안 배뇨 횟수와 잔뇨량 측정에서 각각 8회와 14.85±2.16ml로 pre-test 기간에 비해 배뇨 횟수는 차이를 보이지 않았지만 잔뇨량은 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 삶의 질 평가에서는 IPSS가 11점, QOL점수가 3점으로 증상 호전으로 삶의 질이 개선되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 골반바닥근 운동 프로그램이 긴장성 요실금 환자의 증상완화와 삶의 질을 증가시킨다고 보고한 Lee 등(2009)의 연구와 일치하는데, 율동적 안정화 기법을 통한 PNF 운동이 골반바닥근의 근력과 지구력 향상, 근재교육에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

중재기 C 기간 동안 배뇨 횟수와 잔뇨량은 각각 7회와 14.63±1.73ml로 중재기 A 기간과 중재기 B 기간에 비해 감소하는 경향을 나타냈다. 삶의 질 평가에서는 IPSS가 7점, QOL점수가 2점으로 pre-test, intervention PNF 기간과 비교하여 개선되는 경향을 나타냈다. 특히 IPSS의 경우 전립선 증상을 0-7점은 경증, 8-19점은 보통, 20-35점은 중증으로 판단한다는 점에서 증상의 개선이 나타나는 결과를 보였다. 이는 근전도 바이오피드백을 이용한 요실금 환자의 훈련에 대한 선행연구들과 일치하는 결과였다(Bae et al., 2003; Bertotto et al., 2017; Voorham et al., 2017). 근전도 바이오피드백은 수의 조절을 통해 이루어지는 생물학적인 변화를 환자에게 가르치기 위해 정보를 전달해주는 과정을 의미한다(Shin, 2009). 근전도 바이오피드백은 근육이 수축 할 때 발생하는 활동 전압을 기록하는 것인데(Han et al., 2009), 동작에 따른 생리학적 과정에 대한 정보를 실시간으로 제공하여 적절한 근 수축, 신체정렬유지 및 정상적인 움직임을 이끌어 내는데 효과적인 방법이다(Dursun et al., 2001). 중재기C 기간 동안 제공된 근전도 바이오피드백을 통한 PNF 훈련은 골반바닥근의 근력과 지구력 증가뿐만 아니라 실시간 제공된 근수축에 대한 정보 분석을 통해 더욱 효과적으로 근 재교육과 정상적인 움직임 제공에 도움을 주었을 것으로 보고 이에 따라 삶의 질에 관한 지표도 개선 될 수 있었을 것으로 사료된다.

본 연구는 단일 체계 설계로 30대 긴장성 요실금

환자 단일 대상자를 상대로 PNF 패턴 운동과 근전도 바이오피드백을 이용한 골반바닥근 훈련을 실시한 사례연구로, 그 결과를 일반화하기는 어려움이 있다. 또한 대상자의 질환이 긴장성 요실금으로 한정하여, 다양한 요실금 질환에 적용하기에는 한계가 있다. 따라서 증재의 효과를 일반화하기 위해서는 향후 연구에서는 대상자의 다양성을 확보하기 위하여, 다양한 연령, 성별 그리고 다수의 대상자를 통한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

남성 긴장성 요실금 환자를 대상으로 PNF 운동과 근전도 바이오피드백 훈련을 실시한 본 사례연구에서는 증상의 변화를 확인하기 위하여 배뇨횟수와 잔뇨량, 삶의 질을 평가 하였다. PNF 운동 증재와 근전도 바이오피드백 훈련 모두에서 배뇨횟수와 잔뇨량 감소, 삶의 질 향상이 나타났고, 특히 PNF 운동과 근전도 바이오피드백 훈련을 함께 실시하였을 때 가장 효과적인 결과를 나타냈다. 그러므로 긴장성 요실금 환자의 운동 증재방법으로 근전도 바이오피드백을 활용한 PNF 운동이 유용하게 사용될 수 있을 것이라 제안한다.

References

- Abrams P, Cardozo L, Fall M, et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the international continence society. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2002;187(1):116-126.
- Adler S, Beckers D, Buck M. Pnf in practice: an illustrated guide. Heidelberg. Springer. 2007.
- Appell RA, Sand PK. Nocturia: etiology, diagnosis, and treatment. *Neurourology and urodynamics*. 2008;27(1):34-39.
- Bae YK, Lee DH, Park SC, et al. The efficacy of biofeedback and electrical stimulation by kontinence hmt2000 in the treatment of stress urinary incontinence patients. *Yeungnam University Journal of Medicine*. 2003; 20(1):36-44.
- Bertotto A, Schwartzman R, Uchôa S, et al. Effect of electromyographic biofeedback as an add-on to pelvic floor muscle exercises on neuromuscular outcomes and quality of life in postmenopausal women with stress urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourology and Urodynamics*. 2017;36(8): 2142-2147.
- Bosch J, Hop W, Kirkels W, et al. The international prostate symptom score in a community-based sample of men between 55 and 74 years of age: prevalence and correlation of symptoms with age, prostate volume, flow rate and residual urine volume. *British Journal of Urology International*. 1995;75(5):622-630.
- Cho WJ, Oh SH, Kim IG, et al. Prevention of postsurgical tissue adhesion by a bi-layer membrane consisting of adhesion and lubrication layers. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2010;7(1):49-56.
- Coyne K, Zhou Z, Bhattacharyya S, et al. The prevalence of nocturia and its effect on health-related quality of life and sleep in a community sample in the USA. *British Journal of Urology International*. 2003;92(9):948-954.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. Burlington. Jones & Bartlett Publishers. 2010.
- De Ridder D, Roumeguere T, Kaufman L. Overactive bladder symptoms, stress urinary incontinence and associated bother in women aged 40 and above; a belgian epidemiological survey. *International Journal of Clinical Practice*. 2013;67(3):198-204.
- DeLancey JO. The pathophysiology of stress urinary incontinence in women and its implications for

- surgical treatment. *World Journal of Urology*. 1997; 15(5):268-274.
- Dursun N, Dursun E, Kiliç Z. Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(12):1692-1695.
- Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2013;10(1):60.
- Han SH, Choi YW, Kam K. Effects of emg biofeedback training on the hand functions of stroke patients. *Journal of Korean society of Occupational Therapy*. 2009;17(4):13-24.
- Huang H, Wolf SL, He J. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2006;3(1):11.
- Jirovec M. Urinary incontinence in nursing homes—inevitable or reversible? *The Michigan nurse*. 1988;61(7):13.
- Jolleys J, Donovan J, Nanachahal K, et al. Urinary symptoms in the community: how bothersome are they? *British Journal of Urology International*. 1994;74(5): 551-555.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2002;10(4): 476-488.
- Lee H, Lee S, Song C. The influence of pelvic floor muscle training program on lower urinary tract symptom, maximum vaginal contraction pressure, and pelvic floor muscle activity in aged women with stress urinary incontinence. *Korean Journal of Sport Science*. 2009;20(3):466-474.
- Ouslander JG. Urinary incontinence in the elderly. *Western Journal of Medicine*. 1981;135(6):482-491.
- Schatzl G, Temml C, Schmidbauer J, et al. Cross-sectional study of nocturia in both sexes: analysis of a voluntary health screening project. *Urology*. 2000;56(1):71-75.
- Shin HC. Introduction to biofeedback. *Korean Journal of Clinical Geriatrics*. 2009;10:332-340.
- Voorham JC, De Wachter S, Van den Bos TW, et al. The effect of emg biofeedback assisted pelvic floor muscle therapy on symptoms of the overactive bladder syndrome in women: a randomized controlled trial. *Neurology and Urodynamics*. 2017;36(7):1796-1803.
- Wetle T, Scherr P, Branch LG, et al. Difficulty with holding urine among older persons in a geographically defined community: prevalence and correlates. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1995;43(4):349-355.