

미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술 환자의 요부안정화운동과 SEBT 트레이닝이 등척성 요부근력과 동적균형능력, 관절가동범위에 미치는 영향

전호민¹, 김정훈², 이장규^{2*}

¹단국대학교 스포츠과학대학원, ²단국대학교 운동처방재활학과

Effect of Lumbar Stabilizing Exercise SEBT Training on Isometric Lumbar Strength, Dynamic Balance Ability and Range of Motion in Open Laser Lumbar Microdisectomy Patients

Ho-Min Jeon¹, Jung-Hoon Kim², Jang-Kyu Lee^{2*}

¹Graduate School of Sports Science, Dankook University

²Department of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University

요약 본 연구는 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술을 시행한 환자를 대상으로 기존의 전통적 재활프로그램인 요부안정화 운동에 SEBT 프로그램을 적용한 재활운동이 등척성 요부근력과 동적균형능력 그리고 관절가동범위에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고자 실시되었다. 연구대상자는 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술을 받은 후 6주간 보존적 치료를 받은 환자 14명을 대상으로, 요부안정화운동(Lumbar Stabilizing Exercise Group, LSG, n=7)과 SEBT+요부안정화운동그룹(SEBT Exercise +Lumbar Stabilizing Exercise Group, SLSE, n=7)을 8주간 실시하였다. 본 연구의 결과에서, 요부의 등척성 근력 비율(72°와 0°)은 LSG($p=0.007$)와 SLSE($p=0.024$) 모두 유의하게 감소하였으며 동적균형능력을 검사하기 위한 Y-balance test의 세 방향 도달 거리에 대한 결과는 SLSE와 LSG의 모든 방향에서 유의한 증가를 보였고 동적균형 능력은 좌측(LSG, $p=0.010$; SLSE, $p=0.002$)과 우측(LSG, $p=0.002$; SLSE, $p=0.002$) 모두 유의하게 증가하였다. 또한 관절가동범위는 LSG($p=0.006$)와 SLSE($p=0.017$) 두 집단 모두에서 유의하게 증가하였다. 이상의 결과에서 8주간의 재활운동 후, 전통적인 요부안정화 운동과 요부안정화운동에 SEBT프로그램을 추가한 재활운동 모두 등척성 요부근력과 동적균형능력 그리고 관절가동범위에 긍정적인 효과가 나타났으며 이후에 SEBT 프로그램만의 효과를 검증하는 후속연구가 필요할 것으로 사료된다.

Abstract This study examines the effects on isometric lumbar extension strength, dynamic balance ability, and range of motion, after administering 8 weeks SEBT exercise (dynamic balance exercise) and Lumbar Stabilizing exercise, to open laser lumbar microdisectomy patients. Totally, 14 patients who underwent preservation treatment for 6 weeks after undergoing open laser lumbar microdisectomy, were enrolled for the study. Patients were randomly assigned to the Lumbar Stabilizing Exercise Group (LSG, n=7) and SEBT Exercise + Lumbar Stabilizing Exercise Group (SLSE, n=7). Results indicate that isometric lumbar extension strength ratio significantly decreases after 8 weeks rehabilitation exercise in both the LSG ($p=0.007$) as well as SLSE ($p=0.024$) groups. Normalized reach distance of the three directions in the Y-balance test to examine the dynamic balance capability showed a significant increase in both groups. The dynamic balance capability showed significant increase to the left (LSG, $p=0.010$; SLSE, $p=0.002$) and right (LSG, $p=0.002$; SLSE, $p=0.002$). Moreover, significant increase was also obtained in the range of joint operation, in both LSG ($p=0.006$) and SLSE ($p=0.017$) groups. These results indicate that both groups of rehabilitation exercise achieve positive outcomes on the isometric lumbar extension strength, range of motion, and dynamic balance ability. However, some results suggest that the SEBT program is likely to have a better efficacy.

Keywords : Dynamic balance, Isometric lumbar extension strength, Lumbar stabilizing exercise, Range of motion, Star excursion balance test

*Corresponding Author : Jang-Kyu Lee(Dankook University)

email: kyu1216@hanmail.net

Received December 12, 2019

Accepted February 7, 2020

Revised December 31, 2019

Published February 29, 2020

1. 서론

요추는 5개의 뼈로 이루어져 머리와 상지, 몸통의 무게를 지지하고 상부 체간의 무게를 하지로 전달하는 역할을 하며 이로 인해 척수신경질환 중 많은 질환이 요추에서 발생하는 것으로 알려져 있다[1]. 요통의 원인으로 신체의 활동의 감소와 요부근력 약화, 심리적 요인, 선천적 척추이상, 퇴행성 변화, 잘못된 생활습관 등이 보고되었으며[2] 요통과 관련된 대표적 질환으로는 척추분리증과 척추전위증, 척추관협착증, 추간판탈출증 등이 있는 것으로 알려져 있다[3]. 척추질환은 국내에서 수술 빈도가 세번째로 높은 질환으로 보고되고 있으며[4], 산업재해의 질병 중, 요통이 27.4%로 2번째를 차지하고 있다고 보고하고 있다[5].

추간판탈출증은 추간판의 젤라틴성 물질인 수핵이 섬유륜을 뚫고 추체와 추체 사이로 돌출되어 신경관련 증상을 유발하며 요통 및 좌골신경통의 주요 원인이 되기도 한다[6]. 이러한 추간판탈출증은 근력 및 근지구력 감소와 관절가동범위 감소 등이 나타나며 신경근의 직접적인 압박으로 인한 통증이 요부로부터 하지로 방사되어 하지의 심부건반사에 변화가 나타나는 것으로 보고되고 있다[7].

추간판탈출증의 치료방법으로 가장 많이 사용되고 있는 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술(Open Laser Lumbar Microdissectomy, OLM)은 기존의 수술방법에 비해 정상 조직을 최대한 보존하여 빠른 상처의 치유와 회복을 기대 할 수 있는 방법으로 알려져 있다[8]. 그러나 OLM 후, 척추의 심부근육(뭇갈래근과 가장긴근) 횡단면적이 유의하게 감소하였다고 보고되었으며[9] 근횡단면적의 감소는 근력의 저하에 직접적인 영향을 미쳐 성공적인 수술 후에도 요통 및 요부경직으로 정상생활 복귀에 어려움이 있다는 이론을 지지하고 있다[10]. 이러한 결과는 수술 후의 안정요법이나 물리치료 등의 보전적 처치로는 근위축이나 근력의 감소를 예방하기 어렵다는 것을 의미하며 이러한 문제를 해결하기 위하여 수술 후에 재활운동프로그램의 필요성이 제기되고 있다[9]. 또한 요통이 장기화되면서 해부학적 요인과 생리학적인 요인이 상호복합적 작용을 일으킴으로써 인체의 균형능력을 저하시키는데 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으며 몸통 및 사지 근력 및 관절의 가동범위, 구심성 feedback, 운동 조절능력 등의 감소 또한 인체의 균형능력을 저하시키는 요인으로 보고되고 있다[11-13].

그러나 지금까지 대부분 인체의 균형능력에 대한 연구

는 정적균형능력에 초점을 맞춰 진행되어져 왔으며 [14,15] 몇몇 연구에서만 동적균형능력을 평가하거나 향상시키기 위한 평가방법 및 장비의 개발이나 관련연구, 프로그램 등의 필요성이 대두되고 있다[16]. 이러한 필요성에 따라 고가의 동적균형능력을 평가하는 장비들의 단점을 보완하고 높은 신뢰도와 타당도를 인정받고 있는 Star Excursion Balance Test(SEBT)가 개발되었으며 [17] 이는 하지의 동적균형능력을 평가하고 손상 위험성에 대한 예상치도로 사용되고 있다. 또한 SEBT는 근력과 유연성, 고유수용성감각 등을 향상시켜 부상요인을 개선할 수 있는 하나의 트레이닝 프로그램으로써 사용될 수 있다고 보고되고 있다[15].

이상의 선행연구 결과에서 보듯이 수술 후, 근횡단면적과 근력의 감소는 요통을 재발하거나 악화시키는 요인으로써 작용하며 만성적인 요통 또한 인체의 균형능력 및 관절의 가동범위 감소와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 수술 후 요부안정화 운동의 대안적 재활운동프로그램이며 동적균형능력과 근력, 관절의 가동범위를 향상시킬 수 있는 SEBT의 효과에 대한 연구가 매우 미비한 실정이다.

따라서 이 연구의 목적은 OLM을 시행한 환자를 대상으로 8주간의 기존 전통적 재활프로그램인 요부안정화 운동과 요부안정화 운동에 SEBT 프로그램을 혼합하여 적용한 재활운동이 등척성 요부근력과 동적균형능력 그리고 관절가동범위에 어떠한 영향을 미치는 지를 구명하고 이 연구의 결과를 OLM을 시행한 환자의 빠르고 효과적인 회복을 위한 재활프로그램의 작성을 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구에서는 S시 소재의 정형외과에서 추간판탈출증 진단을 받고 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술을 받은 후, 재활운동 참여에 동의한 환자 14명을 대상으로 하였으며[8], 이들은 6주간 보존적 처치 후, 요부안정화운동그룹(Lumbar Stabilizing Exercise Group, LSG)과 SEBT+요부안정화운동그룹(SEBT Exercise+Lumbar Stabilizing Exercise Group, SLSG)으로 무작위 배정하였다.

실험에 앞서 본 연구에 대한 내용을 설명하고 이해할 수 있도록 하였으며 실험 참여에 스스로 동의하고 동의

서에 직접 서명한 대상자들로부터 선정하였다. 또한 대상자가 실험 도중 통증을 호소하거나 중도하차를 결정한 경우, 어떠한 불이익도 없을 것이며 개인정보와 관련된 어떠한 내용도 공개하지 않을 것을 공지하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. The characteristics of subjects

group	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)
LSG (n=7)	32.85 ± 2.50	171.85 ± 2.88	75.28 ± 4.50	25.34 ± 1.02
SLSG (n=7)	34.57 ± 3.36	165.14 ± 3.20	64.42 ± 5.10	23.77 ± 1.59

Values = Means ± SEM. LSG; Lumbar Stabilizing Exercise Group, SLSG; SEBT Exercise + Lumbar Stabilizing Exercise Group, SEBT; Star Excursion Balance Test. BMI; Body Mass Index.

2.2 재활프로그램

이 연구에서의 요부안정화 재활운동프로그램은 Frymoyer[18]가 제안한 프로그램을 전문의와 전문가가 협의를 거쳐 수정·보완하여 사용하였으며 준비운동과 본 운동, 마무리운동으로 구성하였다(8주, 3회/주, 60~70 분/회)<Table 2>. 재활운동은 운동처방 및 운동재활을 전공하고 전문자격증을 소지한 전문가와 함께 실시하였다.

Table 2. Rehabilitation program

	LSG			SLSG		
	Type	Time (min)	Intensity	Type	Time (min)	Intensity
Warm-up	Stretch	10	Pain free	Stretch	10	Pain free
Main	Centaur	10	Pain free	Centaur	10	Pain free
	Sling	20		Sling	20	
	Bounder	10		Bounder	10	
			SEBT	10		
Cool-down	Cycle	10	Pain free	Cycle	10	Pain free

2.3 SEBT 운동프로그램

SEBT 운동은 Plisky[16]가 제안한 프로그램을 사용하였으며 바닥의 방향그림과 TRX(Total Body Resistance Exercise)를 이용하여 한쪽 발에 체중을 지지한 상태에서 진행하였으며 1-3주에는 지지 발을 기준으로 Anterior, Posterolateral, Posteromedial의 세 방향 균형운동을 수행하였다. 4-6주에는 Anteromedial, Anterolateral, Posterior의 세 방향에서, 7-8주에는 8방향으로 통증이 없는 거리 내에서 균형운동을 실시하였다. 운동의 수행은

지지 발을 교대로 실시하였으며 자세한 재활프로그램은 <Figure 1>, <Figure 2>와 <Table 3>에서 보는 바와 같다.

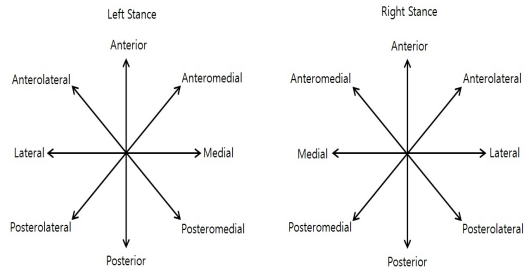


Fig. 1. SEBT directions



Fig. 2. SEBT exercise

Table 3. SEBT program

	SEBT program			
	direction	Set	Rep	Intensity
Phase-1 (1-3 week)	3	3	5	Pain free
Phase-2 (4-6 week)	3	5	5	Pain free
Phase-3 (7-8 week)	8	3	5	Pain free

2.4 등척성 요부근력 측정

요부근력은 등척성 근력측정기(MedX, USA)를 이용하였으며 실시 전, 요부에 대한 관절가동범위를 측정하였다. 측정 시, 대퇴와 무릎을 고정하여 다리의 힘이 허리로부터 전이되는 것을 최소화하였으며 측정 각도는 최대굴곡 각도인 72°와 최대신전 각도인 0°에서 3-4초간 등척성 수축을 실시하여 근력을 측정하였다. 측정된 근력은 각도(72°/0°)에 따른 근력 비율을 구하였으며 비율을 계산하는 것은 수술 후의 여러 요인에 의해 개개인의 근력 차가 너무 크기 때문에 집단의 평균값의 산출은 의미가 없다는 선행연구의 결과를 참고하였다[19].

2.5 도달거리 및 동적균형능력 측정(Y-balance)

일차적으로 Y-balance kit를 이용하여 세 방향(anterior, posteromedial, posterolateral)의 도달 길이를 측정하였으며 피험자의 신장에 따라 도달 길이가 달라지기 때문에 피험자의 다리 길이를 측정하여(anterior superior iliac spine에서 medial malleolus)[20] 아래 공식으로 표준화하였다[21].

$$\text{Excursion distance} / \text{leg length} \times 100 = \text{Normalized}$$

동적균형능력 또한 아래 공식을 이용하여 표준화하였다[16].

$$(\text{anterior} + \text{posteromedial} + \text{posterolateral excursion distance}) / (3 \times \text{leg length}) \times 100 = \text{Normalized}$$

도달거리의 측정은 발바닥 중앙을 center of grid(excursion의 중앙)에 맞추어 3회 연습을 실시한 후, 한 방향에 3번 측정하여 평균값과 일반화 값을 산출하였으며 30초의 휴식으로 피로를 최소화하고 다음 방향을 측정하였다[16].

2.6 관절가동범위 측정

관절가동범위의 측정 방법으로는 선행연구에서 타당성이 입증된 좌전굴을 이용하였다[22]. 실험대상자는 앉은 자세에서 발바닥을 수직으로 된 측정대(스카로, Korea)의 앞부분에 대고 무릎을 완전히 편상태에서 상체를 전방으로 최대한 굴곡하여 두 팔을 뻗어 가운데 손가락이 닿는 곳까지 측정하였으며 2회 반복측정하여 평균치를 기록하였다.

2.7 자료처리

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 22.0 프로그램을 이용하여 평균과 표준오차를 산출하였으며 집단 간의 동질

성은 Levene 검정을 통해 검증하였다. 요부근력과 동적균형능력, 관절가동범위에 대한 집단 간의 차이는 독립표본 T-test를, 재활운동 전·후의 변화는 대응표본 T-test를 사용하여 검증하였고 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 동질성 검사

등척성 요부근력과 도달거리, 동적균형능력, 관절의 가동범위 등의 변인에 대한 동질성을 검증한 결과, LSG와 SLSG 간 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

Table 4. Homogeneity comparisons on dependent variables by two groups

variable		P	
Isometric lumbar extension muscle strength ratio		.135	
Normalized reach distance	R	anterior	.816
		posteromedial	.786
		posterolateral	.353
	L	anterior	.629
		posteromedial	.554
		posterolateral	.927
Range of motion		R	.750
		L	.484
Active balance			.557

3.2 등척성 요부근력

요부근력 측정 각도인 72°와 0°에서의 등척성 근력비율은 8주간의 재활운동 후 LSG($p=.007$)와 SLSG($p=.024$) 모두 유의하게 감소하였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다(Table 5).

Table 5. Isometric lumbar extension muscle strength

group	pre	post
LSG(n=7)	4.35 ± 0.77	2.66 ± 0.37**
SLSG(n=7)	3.31 ± 0.66	1.91 ± 0.21*

Means±SEM. significantly different between pre and post *at $p<.05$, **at $p<.01$.

Table 6. Normalized reach distance

group	anterior		posteromedial		posterolateral		
	pre	post	pre	post	pre	post	
R	LSG	72.09±2.35	83.97±1.56**	80.77±2.44	93.31±3.87*	75.66±4.43	90.83±2.60**
	SLSG	77.34±2.04	85.23±2.46**	83.73±3.85	96.84±3.17**	81.80±2.85	93.17±2.51***
L	LSG	74.63±2.01	82.04±1.78**	88.57±4.74	94.64±3.76*	75.96±4.23	87.61±4.34*
	SLSG	77.23±1.21	82.26±1.46*	89.19±3.50	100.16±3.57**	83.64±3.16	91.76±3.87*

Means±SEM. significantly different between pre and post *at $p<.05$, **at $p<.01$, ***at $p<.001$

3.3 도달거리

동적균형능력을 검사하기 위하여 Y-balance test의 세 방향 도달 거리는 요부안정화운동과 SEBT를 함께 실시한 SLSG에서 재활 운동 후, 모든 방향에서 유의하게 증가한 것으로 나타났으며 요부안정화운동만 실시한 LSG에서도 모든 방향에서 재활운동 후 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 그러나 집단 간의 차이는 보이지 않았다(table 6).

3.4 동적균형능력(Y-balance)

Y-balance test를 이용하여 측정된 동적균형능력은 우측(LSG : $p=.002$, SLSG : $p=.002$)과 좌측(LSG : $p=.010$, SLSG : $p=.002$) 모두 운동 후, 유의하게 증가한 것으로 나타났으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다(Table 7).

Table 7. Active balance test

	group	pre	post
R	LSG(n=7)	76.17 ± 2.32	89.36 ± 2.43**
	SLSG(n=7)	80.96 ± 2.67	91.73 ± 1.89**
L	LSG(n=7)	79.70 ± 3.29	88.09 ± 3.01**
	SLSG(n=7)	83.37 ± 2.19	91.38 ± 2.32**

Means±SEM. significantly different between pre and post **at $p<.01$.

3.5 관절가동범위

관절가동범위에 대한 결과는 (Table 8)에서 보는 바와 같이 LSG($p=.006$)와 SLSG($p=.017$) 모두 8주간의 운동 후, 유의하게 증가하였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다.

Table 8. Range of motion

	group	pre	post
	LSG(n=7)	-10.28 ± 2.54	0.43 ± 2.76**
	SLSG(n=7)	-6.50 ± 3.47	2.21 ± 3.47*

Means±SEM. significantly different between pre and post *at $p<.05$, **at $p<.01$.

4. 논의

정상 조직을 최대한 보존하여 빠른 치유와 회복을 기대할 수 있는 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술은

짧은 수술시간과 높은 성공률[8]을 보이지만 단기간에 요부근육의 근력감소와 좌·우측 심부근육의 불균형을 유발시키며[9] 통증 및 요부경직, 근력저하, 활동능력 저하 등으로 인하여 요부근력이 불안정해질 수 있다고 보고하였다[23]. 이러한 근력의 감소와 체형의 불균형은 요추의 안정성을 감소시키는 것으로 보고되고 있다[24].

Carpenter 등[19]의 연구에 따르면 척추의 수술 후, 요부안정화 재활운동이 72°와 0° 모두에서 등척성 근력을 증가시켰으며 72°와 0°에서의 등척성 근력 비율이 운동 전에는 2.3 : 1에서 12주 후에는 1.6 : 1, 20주 후에는 1.4 : 1로 감소하였음을 보고하여 근력 균형비율을 위하여 재활운동이 필요함을 증명하였다. 이러한 각도(72°와 0°)의 가장 이상적인 근력 비율은 1.4 : 1로 보고되고 있으며[25], Kim 등[26]의 연구에서도 72°와 0°에서의 등척성 근력 비율이 1.4 : 1 이상일 경우, 요부신전근력이 약화된 상태이고 반대로 1.4 : 1 이하일 경우는 요부 굴곡근력이 약화된 상태일 가능성이 높다고 보고하였다. 그러므로, 앞서 언급한 선행연구의 결과를 근거로 했을 때 수술 후 재활운동이 적용될 경우에 근력균형비율이 긍정적인 방향으로 변화하는 것으로 생각된다.

이 연구의 결과에서도 LSG와 SLSG 모두 재활운동 후 72°와 0°에서의 등척성 근력 비율이 유의하게 감소하였으며 집단 간의 차이는 나타나지 않았으나 SLSG에서 1.4 : 1에 보다 가깝게 변화하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 선행연구와 유사하였으며 이는 요부안정화운동이나 SEBT를 추가한 재활운동 모두 요부의 등척성 근력 증가에 효과적인 것으로 생각된다.

균형은 신체의 움직임이나 운동수행 등의 기능적인 행동을 할 때, 신체의 흔들림을 제한하여 동적 또는 정적으로 신체의 안정성을 지속하는 능력이다[27]. 여러 선행연구에서 대부분의 디스크 환자들은 요추의 기능저하로 인해 요부근력의 약화와 신체 불균형 등이 나타나며 고유 수용성감각이 감소하여 균형능력이 현저하게 저하되는 것으로 보고되고 있다[15,16]. 이러한 신체의 불균형을 해소하고 균형능력을 향상시키기 위한 다양한 방법의 재활이 시도되어져 왔으나 비용과 장소 등에 제한을 많이 받는 동적균형 능력의 향상을 위한 재활운동프로그램이나 그 평가방법은 매우 미비한 실정이다.

최근 들어서 SEBT는 요추부의 불안정성이나 통증감소를 위해 트레이닝 프로그램으로 많이 사용되고 있는 추세이다[28]. Gray 등[29]과 Glave 등[30]은 연구를 통해 단점을 해결하고 동적균형 능력을 평가하기 위해 SEBT를 발전시켜왔으며 최근에는 SEBT가 동적균형능

력의 상실과 미래의 손상 가능성, 근력 불균형 해결을 위한 트레이닝 방법으로 효과적임을 보고하고 있다[31, 32]. 그러나 SEBT는 검사 시, 장시간에 걸쳐 진행함으로써 대상자로부터 잠재적인 피로감과 동기부여의 상실을 유발하게 하는 단점을 가지고 있어 이를 보완하기 위하여 보다 단순화한 Y-balance test가 개발되었다[33]. Plisky 등[16]과 Fullam 등[34]의 연구에서 Y-balance test가 SEBT의 결과와 유사한 결과를 나타내었다고 보고하였으며 Y-balance test의 신뢰도 또한 높은 것으로 보고되었다[33].

이 연구의 결과에서 LSG와 SLSG 모두 운동 후에 동적균형 능력이 유의하게 증가되었으며 집단 간의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 SEBT 프로그램을 추가한 재활운동이 전통적인 요부안정화운동과 유사하게 하지근력의 감소와 불균형을 예방 및 해소하여 하지근육의 안정성 및 동적균형 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러므로, SEBT 프로그램은 전통적인 요부안정화운동프로그램의 대안이 될 수 있으며, 재활운동을 위한 선택의 폭이 확대될 것으로 예상된다.

수술 후의 유연성이란 통증이 없는 상태에서의 관절가동범위를 말하며 모든 신체활동 및 스포츠에서 공통적으로 적용되는 중요한 체력적 요인이다. 관절가동범위는 수술이나 통증, 부동(immobilization), 침대휴식(bed-resting) 등으로 인하여 감소될 수 있으며 이러한 감소는 일상생활 및 신체활동에서 불편함과 상해 등의 위험성을 높이는 요인이 되는 것으로 보고되었다[35].

Lund 등[36]의 연구에서 대부분의 디스크 환자들은 통증과 같은 여러 원인에 의하여 요추부분의 움직임이 제한되며 이로 인한 관절가동범위의 감소는 여러 관절에서 근육과 결합조직 등의 상해를 증가시킬 수 있다고 보고하고 있다.

이러한 관절가동범위를 유지하고 증가시키기 위해서는 신경과 감각기관 뿐만 아니라 근육간의 조화가 필요하며 디스크 환자 및 수술 후의 환자에게 관절가동범위의 향상을 위한 재활운동은 빠르고 안전한 회복을 위한 매우 중요한 요인으로 알려져 있다[37].

이 연구 결과에서 두 집단 모두 운동 후, 관절가동범위는 유의하게 증가되었으며 SLSG가 LSG 보다 증가된 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 전통적인 요부안정화운동과 SEBT 프로그램을 추가한 재활운동 모두 관절의 가동범위 증가에 효과가 있는 것으로 생각되며 이는 재활운동을 통해 통증을 감소시키고 근육의 안정화로 인해 증가되는 것으로

사료된다[38,39].

5. 결론

이 연구는 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술을 시행한 환자 14명을 대상으로, 8주간 기존의 전통적 재활프로그램인 요부안정화 운동(LSG)과 요부안정화 운동에 SEBT 프로그램을 적용한 재활운동(SLSG)이 등척성 요부근력과 동적균형능력 그리고 관절가동범위의 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 8주간의 재활운동프로그램을 실시한 후, 요부의 등척성 근력 비율(72°와 0°)은 LSG($p=.007$)와 SLSG($p=.024$) 모두 유의하게 감소하였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다.
2. 8주간의 재활운동프로그램을 실시한 후, 동적균형 능력을 검사하기 위한 Y-balance test의 세 방향 도달 거리에 대한 결과는 SLSG와 LSG의 모든 방향에서 유의한 증가를 보였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다.
3. 8주간의 재활운동프로그램을 실시한 후, Y-balance를 이용한 동적균형 능력은 좌측(LSG, $p=.010$; SLSG, $p=.002$)과 우측(LSG, $p=.002$; SLSG, $p=.002$) 모두 유의하게 증가하였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다.
4. 8주간의 재활운동프로그램을 실시한 후, 관절가동범위는 LSG($p=.006$)와 SLSG($p=.017$) 두 집단 모두에서 유의하게 증가하였으나 집단 간의 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 8주간의 재활운동 후, 전통적인 요부안정화 운동과 요부안정화운동에 SEBT프로그램을 추가한 재활운동 모두 등척성 요부근력과 동적균형능력, 관절가동범위 향상에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 SEBT 프로그램의 외발로 선 자세에서 수행되는 스퀴트와 뺨기, 균형잡기 등의 동작들은 인체의 근력과 유연성, 고유수용성감각 등을 향상시킨다는 선행연구의 결과를 토대로[15,30], SEBT 프로그램만의 효과를 검증할 수 있는 추가연구가 필요할 것으로 사료된다. 이 연구는 추간판탈출증으로 인해 미세 현미경 레이저 요추 디스크 절제술을 받은 환자를 대상으로 하였으므로 결과를 모든 사람에게 일반화 시키는데는 제한이 있으며 대상자들의 일상생활 및 활동 등을 완전하게 통제하지 못한 제한점이 있다.

References

- [1] Neumann, D. A. "Kinesiology of the Musculoskeletal system", Jongdam-media, seoul, korea, pp. 317-328, 2004.
- [2] T. Bjerkeset, L. G. Johnsen, L. Kibsgaard, P. Fuglesang, "Surgical treatment of degenerative lumbar diseases", *Tidsskr Nor Lægeforen*, vol. 125, no. 13, pp. 1817-9, 2005.
- [3] Journal of Korean Neurosurgical Society, "Neurosurgery", Joongang-copy, seoul, korea, 2000.
- [4] National Health Insurance Corporation, "Major surgery statistics in korea", 2017.
- [5] Korea Occupational Safety and Health Agency, "Domestic industrial accidents in korea", 2019.
<http://www.kosha.or.kr>
- [6] R. A. Deyo, N. E. Walsh, D. C. Martin, L. S. Schoenfeld, S. Ramamurthy, "A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain", *The New England Journal of Medicine*, vol. 322, no. 23, pp. 1627-34, 1990.
DOI: <http://doi.org/10.1056/NEJM199006073222303>
- [7] K. Gill, M. H. Krag, G. B. Johnson, L. D. Haugh, M. H. Pope, "Repeat ability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion", *Spine*, vol. 13, no. 1, pp. 50-53, 1988.
DOI: <http://doi.org/10.1097/00007632-198801000-00012>
- [8] B. J. Kim, J. Ahn, H. Cho, D. Kim, T. Kim, B. Yoon. "Early individualized manipulative rehabilitation following lumbar open laser micro-discectomy improves early post-operative functional disability: A randomized, controlled pilot study", *The Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, vol. 29, no. 1, pp. 23-9, 2016.
DOI: <http://doi.org/10.3233/BMR-150591>
- [9] B. J. Kong, J. S. Kim, D. K. Min. "Study on the effect of post open laser lumbar micro-discectomy on the cross section area of deep muscles in patients", *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association-Korea*. vol. 10, no. 2, pp. 25-31, 2012.
- [10] N. Kahanovitz, K. Viola, M. Gallagher. "Long-term strength assessment of postoperative discectomy patients", *Spine*, vol. 14, no 4, pp. 402-3, 1989.
DOI: <http://doi.org/10.1097/00007632-198904000-00010>
- [11] C. Tsigkanos, L. Gaskell, A. Smirniotou, G. Tsigkanos, "Static and dynamic balance deficiencies in chronic low back pain", *The Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, vol. 29, no. 4, pp. 887-893, 2016.
- [12] A. Hamaoui, M. C. Do, S. Bouisset, "Postural sway increase in low back pain subjects is not related to reduced spine range of motion", *Neuroscience Letters*, vol. 357, no. 2, pp. 135-138, 2004.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.12.047>
- [13] M. V. Hurley, J. Rees, D. J. Newham, "Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects", *Age Ageing*, vol. 27, no. 1, pp. 55-62, 1998.
DOI: <http://doi.org/10.1093/ageing/27.1.55>
- [14] J. G. Jeon, M. J. Kim, "The effects of early exercise program on the pain, disability and balance on undergo single-level lumbar discectomy", *Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*, vol. 15, no. 2, pp. 80-87, 2009.
- [15] F. P. Carpes, F. B. Reinehr, C. B. Mota, "Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study", *J Bodyw Mov Ther*, vol. 12 no. 1 pp. 22-30, 2008.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.05.001>.
- [16] P. J. Plisky, M. J. Rauh, T. W. Kaminski, F. B. Underwood, "Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players", *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 36, no. 12, pp. 911-919, 2006.
DOI: <http://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>.
- [17] L. Herrington, I. Horsley, "Electromyographic analysis of selected shoulder muscles during a rugby football tackle", *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. vol. 1, no. 1, pp. 10-16, 2009.
DOI: <http://doi.org/10.1186/1758-2555-1-10>.
- [18] J. W. Frymoyer, "The Adult Spine: Principles and Practice", New York, Raven press, 1991.
- [19] D. M. Carpenter, J. E. Graves, M. L. Pollock, S. H. Leggett, D. Foster, B. Holmes, M. N. Fulton, "Effect of 12 and 20 weeks of resistance training on lumbar extension torque production", *Physical Therapy*, vol. 71, no. 8, pp. 580-588, 1991.
- [20] T. L. Hooper, C. R. James, J. M. Brismée, T. J. Rogers, K. K. Gilbert, K. L. Browne, P. S. Sizer, "Dynamic balance as measured by the Y-balance Test is reduced in individuals with low back pain: A cross-sectional comparative study", *Physical Therapy in Sport*. no. 22, pp. 29-34, 2016.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ptspt.2016.04.006>
- [21] P. A. Gribble, J. Herte, "Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test", *Measurement in Physical Education & Exercise Science*, vol. 7, no 2, pp. 89-100, 2003.
DOI: http://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0702_3
- [22] D. H. Nam. "Exercise Measurement and Evaluation", Seou, Korea : Daehan Media, 2004.
- [23] H. J. Kim, "The effects of education of postoperative exercise on postoperative admission and functional recovery in patients with herniated lumbar disc", Ewha womans university graduate school of education master's thesis, 1995.
- [24] J. M. Mens, A. Vleeming, C. J. Snijders, H. J. Stam, A. Z. Ginai. "The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints", *European Spine Journal*, vol. 8, no. 6, pp. 468-73, 1999.

- DOI: <http://doi.org/10.1007/s005860050206>
- [25] Center for Exercise Science of University of Florida, "MedX medical machine theory and operation", MedX, 1988.
- [26] K. T. Kim, J. H. Cho, "Effects of spinal stabilization training program on muscle function and gait ability for private security guard", *Korea Security Science Association*, no. 24, pp. 33-51, 2010.
- [27] G. Yavuzer, F. Eser, D. Karakus, B. Karaoglan, H. J. Stam, "The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial", *Clinical Rehabilitation*, vol. 20, no. 11, pp. 960-969, 2006.
DOI: <http://doi.org/10.1177/0269215506070315>
- [28] J. E. Lee, C. H. Lee, O. Y. Kwon, S. Y. Park, "Dynamic balance and muscle activity of the trunk and hip extensor following the wearing of pelvic compression belt", *Physical Therapy Korea*, vol. 22, no. 1, pp. 49-57, 2015.
- [29] G. W. Gray. "Lower extremity functional profile", Adrian, MI, Wynn Marketing, 1995.
- [30] A. P. Glave, J. J. Didier, J. Weatherwax, S. J. Browning, V. Fiaud, "Testing postural stability: Are the star excursion balance test and biodex balance system limits of stability tests consistent?", *Gait Posture*. no. 43, pp. 225-7, 2016.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.09.028>.
- [31] G. S. Ganesh, D. Chhabra, K. Mrityunjay, "Efficacy of the star excursion balance test in detecting reach deficits in subjects with chronic low back pain", *Physiotherapy Research International*. vol. 20, no. 1, pp. 9-15. 2015.
DOI: <http://doi.org/10.1002/pri.1589>.
- [32] E. E. Jennifer, H. Jay, "Lower-extremity Muscle activation during the star excursion balance tests", *Journal of Sport Rehabilitation*, no. 10, pp. 93-104, 2001.
- [33] P. J. Plisky, P. P. Gorman, R. J. Butler, K. B. Kiesel, F. B. Underwood, B. Elkins, "The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test", *North American Journal of Sports Medicine*. vol. 4, no. 2, pp. 92-9, 2009.
- [34] K. Fullam, B. Caulfield, G. F. Coughlan, E. Delahun, "Kinematic analysis of selected reach directions of the star excursion balance test compared with the Y-balance test", *Journal of Sport Rehabilitation*. vol. 23, no. 1, pp. 27-35, 2014.
DOI: <http://doi.org/10.1123/jsr.2012-0114>.
- [35] D. C. Jung, K. K. Lee, H. C. Lee, S. Y. Han, "The relationship between lumbar spinal curvature and flexibility(sit & reach) according to low back pain(LBP) group and non low back pain(NLBP) group", *Korean Academy of kinesiology*, vol. 9, no. 1, pp. 93-101, 2007.
- [36] T. Lund, T. Nydegger, D. Schlenzka, T. R. Oxland, "Three-dimensional motion patterns during active bending in patients with chronic low back pain", *Spine*, vol. 27, no. 17, pp. 1865-74, 2002.
DOI: <http://doi.org/10.1097/00007632-200209010-00012>
- [37] J. H. Choi, H. J. Kim, "Effect of the PNF and weight training on muscular strength and flexibility of the lower limbs in the elderly", *Journal of Physical Growth and Motor Development*, vol. 12, no. 1, pp. 125-134, 2004.
- [38] K. D. Park, W. J. Lee, S. J. Park, "The Effect of sling-exercise on lumbar back strength stabilization for lumbar hernia operation patients", *Journal of Sport and Leisure Studies*, no. 25, pp. 339-352, 2005.
- [39] B. Sekendiz, M. Cug, F. Korkusuz, "Effects of swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 24, no. 11, pp. 3032-3040, 2010.
DOI: <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82e70>

전 호 민(Ho-Min Jeon)

[정회원]



- 2016년 8월 : 단국대학교 스포츠 과학대학원 스포츠의학과(석사졸업)
- 2011년 10월 ~ 2017년 2월 : 국제나은병원 근무
- 2017년 8월 ~ 현재 : 짐사이터터 근무

<관심분야>

스포츠의학, 운동재활, 요부손상

김 정 훈(Jung-Hoon Kim)

[정회원]



- 2014년 12월 : University of Wisconsin-Madison(PhD)
- 2005년 ~ 2010년 : 체육과학연구원 연구원
- 2011년 ~ 현재 : 단국대학교 운동처방재활학과 조교수

<관심분야>

운동생리학, 트레이닝, 운동영양학

이 장 규(Jang-Kyu Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 한국체육대학교 대학원 운동생리학전공(이학 박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 단국대 학교 운동처방재활학과 강의전담 조 교수

〈관심분야〉

의·생명공학, 스포츠의학, 운동생리학