

요부신전강화 운동프로그램이 단순추간판탈출증 수술환자의 요부근육 및 통증 그리고 사회복귀에 미치는 영향

신구대학 · 우리들병원*

황성수 · 김명준*

The effects of lumbar extensors strengthening program on low back muscle power and mass, pain, return to work of patients who took Laser operation for herniated lumbar disc

Shingu College · Wooridul Hospital*

Seong-Soo Hwang, PT, PhD · Myung-Joon Kim, MS, PT*

ABSTRACT

OBJECTIVE: The objective of this study was to know the effects of the postoperative lumbar extensor strengthening exercise program on back muscles strength and volume, pain, and the time of return to work.

METHODS: A prospective controlled trial of lumbar extensor exercise program in patients who underwent microdiscectomy or percutaneous endoscopic discectomy for prolapsed lumbar intervertebral disc. Seventy-five patients were randomized into exercise

group (20 male, 15 female) and non-exercise group (18 male, 22 female). Six weeks after surgery, patients in exercise group undertook a 12-week lumbar extension exercise (MedX) program. Assessment of spinal function was performed in all patients on postoperative 6 weeks, 18 weeks. The assessment included measures of lumbar extensor power, muscle mass of erector spinalis. All patients completed the visual analog scale (VAS) for evaluation of pain, and return to work.

RESULTS: In muscle power, there were statistically significant improvements between pre and post test on muscle power in exercise group. But there were not statistically significant difference on muscle power in non-exercise group. In muscle mass, there were statistically significant difference between pre and post test on muscle mass in exercise group. But there were not statistically significant difference on muscle mass in non-exercise group. In the pain, there were statistically significant decrease between pre and post test on both group. But there were not statistically significant difference on fatty tissue and obesity in non-exercise group. The percentages of return to work in postoperative 4 months were significantly greater in the exercise group than in the non-exercise group.

CONCLUSIONS: Postoperative lumbar extensor strengthening exercise program appears to be more beneficial to the patients who underwent operation for prolapsed lumbar intervertebral disc.

Key words : Extensor strengthening exercise, Muscle power, Pain, Return to work

I. 서 론

요통의 유병률은 근골격계관련 질환의 60~80%에 달한다. 이들의 5~10%는 만성으로 수년간 또는 평생 고통을 겪게 된다. 고질적인 척추질환은 근육의 불균형과 약화를 일으켜 관절의 불안정과 퇴행성으로 발전하게 된다. Stabholz과 Grober(1988)에 의하면 외과적 수술을 했어도 5년 후에는 좋은 컨디션

을 유지하고 있는 환자는 불과 10%정도 밖에 되지 않는다고 하는 사실은 놀라운 일이다.²⁵ 이러한 진행적인 기능장애를 예방하기 위하여 임상적으로 매우 많은 노력들이 시도되었으며, 외과적 수술의 관점에서도 최소 상처, 최대 기능보존, 후유증 없는 빠른 회복을 위해 노력해 왔다. 최근에 발전된 레이저 최소상처시술도 이러한 목적에 부합되는 현대 의술의 과학적 발달을 보여주는 것

이다.²⁷

그러나 특히 허리의 경우는 수술 후에도 환경적 요소인 개인적 경험과 생활방식, 습관은 쉽게 바뀌지 않기 때문에 항상 재발의 위험이 많다.⁹ 복잡한 요통의 병인학은 동시에 전문적인 치료 프로그램을 필요로 한다.^{9,21,24} 임상적으로 널리 사용되고 있는 요통치료 운동은 요부 굴곡운동과 신전운동 및 몸통 회전운동으로 나눌 수 있다. 요부 굴곡운동을 주장한 연구자들은 요부 굴곡운동이 요추의 전만증을 감소시키고 요부신전근들을 신장시키며 복부근력을 강화시킴으로써 요추사이의 공간을 넓혀 신경근 압박을 경감시킬 수 있다고 했다. 요부 신전운동의 중요성은 척추의 디스크 모델과 관절의 역학적 작용으로 구분하고 있다. 허리굴곡과 신전 운동에 대한 우위 주장의 연구가 계속되고 있는 가운데 최근 요통에 대한 운동 신뢰도 설문에서 메켄지 요부 신전운동요법을 가장 유용한 방법으로 보고한 것은 주목할 만하다.⁵ 이것을 뒷받침하고 있는 것은 Cady 등(1979)에 의해 요통문제는 약한 허리근육이 중요한 결함요소(risk factor)임을 발견했다.⁴ 그리고 Beimbom과 Morrissey(1988)에 의한 정상인과 요통환자의 요부신전-굴곡근육을 비교한 연구에서도 요통환자의 허리신전근에 대한 많은 손실을 발견하였다.² 효과적인 요부의 신전근의 약화에 대해서는 골반을 고정하고 근육을 효과적으로 분리한 저항운동을 하였을 때 정확한 결과를 얻을 수 있다고 주장했다.^{9,22}

본 연구의 목적은 단순추간판탈출증 환자의 레이저시술(PELD & OLM) 후에 운동을 실

시한 집단과 운동을 실시하지 않은 집단간의 허리근력차이, 통증의 변화, 그리고 회복된 척추기립근의 크기를 CT에 의한 단면적 및 체성분을 서로 비교함으로써 수술 후 운동의 효과 등에 관한 것을 알아보고 나아가 수술 후 직장으로의 복귀시기 등에 대하여 알아보고자한다.

II. 방법

1. 연구대상

이 연구는 요통을 호소하고 병원에 내원하여 임상적 검사를 실시한 결과, 단순 추간판 탈출증으로 진단되어 요추디스크 레이저 시술을 받은 총 75명(남 38명, 여 37명)을 대상으로 하였으며, 운동집단은 35명(남:20, 여:15), 비운동집단은 40명(남:18, 여:22)이었다. 운동집단에서 처음에는 40명이었으나 5명이 개인사정으로 운동을 중단하여 제외되어 탈락하였다. 연구대상자는 사전에 심장 질환 및 내과적 문제와 정형외과적 금기증이 있는 경우 모두 제외하였다.

2. 운동 및 검사방법

운동은 주 2회 12주 동안 실시하였다. 운동프로그램은 메텍스 요부신전 운동기와 상지 및 하지의 웨이트 트레이닝을 유산소운동과 함께 시켰다. 운동은 먼저 통증을 고려하여 통증이 없는 자세나 운동범위에서 통증을 느끼기 전까지 또는 자의적인 피로도(voluntary submaximal effort)까지 15~18회 반복을 할 수 있는 무게를 가지고 다양한 저항

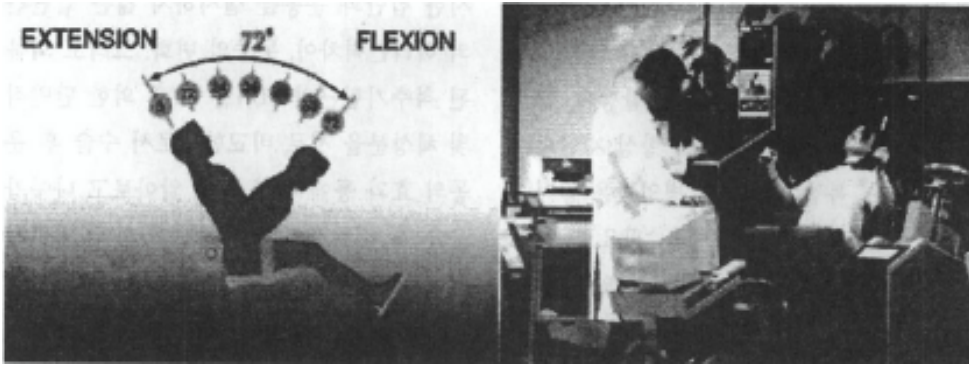


그림 1. (a) 요부 굴곡신전 각도(72도~0도). (b) 실제 측정 및 운동모습

으로 각 운동범위에서 실시되었으며, 근수축시 천천히 움직이는 방법으로 2초간 신전하고 1초 정지, 4초간 굴곡하는 동적인 운동(dynamic exercise)을 반복했다. 점진적인 저항 운동방법은 반복의 횟수가 18 또는 그 이상이 될 때 5~10%정도의 무게를 증가시켰고, 통증의 정도에 따라 허리의 가동범위를 안전한 위치에서 시작하게 하고 5%이하의 무게를 증가시켰다.

검사는 근력검사, 근육크기검사, 통증검사를 운동 전과 후에 실시하였다. 근력검사는 Medx 요부신전대 검사기로 알아보았는데 요부신전 각도는 0도, 12도, 24도, 36도, 48도, 60도, 72도의 7각도에서 시행하였다. 측정의 자세는 Medx 요부신전 운동기계의 의자에 앉아 대퇴의 기울기가 의자 시트와 평행이 되게 하고, 골반의 회전을 막기 위해 대퇴고정 벨트로 대퇴의 맨 윗부분을 고정하고 엉덩이를 고정대(pelvic restrain)에 밀착시켜 골반의 수직운동을 막았다. 환자 개인의 몸통무게(torso mass)는 카운터 웨이트(counter weight)로 고정시켰다(그림 1). 근력의 크기는

CT 단층촬영으로 L4-5 레벨의 단면적을 파이쉴 영상프로그램에 의해 면적을 두 번 실시하여 평균값을 계산하였으며, 체지방량과 비만도는 임피던스를 비만 측정기를 사용하여 알아 보았다. 통증은 VAS 평가지로 검사하였다.

3. 자료처리

이 연구의 자료처리는 운동 전과 12주 운동 후 결과를 비교하고, 운동집단과 비운동 집단 간의 평균치과 표준편차를 산출하고, 전후 또는 집단간 차이를 알아보았으며, 전후 증가율은 백분율% 로 알아보았다. 그리고 각 요인의 전후 비교는 SPSS PC를 사용하여 Paired t-test로 알아보았다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자 75명 중 운동집단 35명(남;20, 여;15), 비운동집단 40명(남;18, 여;22)의 전체

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	인 원	나이(세)	키(Cm)	체중(Kg)
운동집단	35명(남:20, 여:15)	51.05 ± 9.58	164.95 ± 8.05	63.62 ± 8.20
비운동집단	40명(남:18, 여:22)	42.02 ± 17.06	165.34 ± 7.30	67.62 ± 12.34
전체	75명(남:38, 여:37)	46.09 ± 14.69	165.44 ± 7.83	65.84 ± 10.67

평균 나이는 46.09세(운동집단: 51.05 ± 9.58, 비운동집단: 42.02 ± 17.06)이었으며, 평균 신장에서는 전체평균 165.44cm 이었고(운동집단: 164.95 ± 8.05, 비운동집단: 165.34 ± 7.30), 체중은 전체평균 65.84kg(운동집단: 63.62 ± 8.20, 비운동집단: 67.62 ± 12.34)이었다(표 1).

2. 요부신전근력 비교

요부신전의 근력 향상도는 12주 후 두 집단 모두에서 증가되었으나, 운동집단은 0도, 12도, 24도, 36도, 48도, 60도, 72도 모두에서 운동전과 후에 향상을 나타내어 통계적으로

유의한 차이를 나타내었다. 그러나 비운동 집단에서는 각 각도별 근력이 증가하였지만 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

운동집단과 비운동집단의 근력 향상의 차이는 운동집단은 51.67%가 향상된 반면, 비운동집단은 17.55%가 향상된 것으로 나타났다. 두 집단 간의 근력향상의 차이는 34.12% 차이를 보였다(표 2).

3. 기립근 단면적의 넓이 변화

L 4-5 수준의 척추기립근의 단면적의 변화를 보면 운동집단은 운동 전 3428.22에서

표 2. 요부신전 각도별 근력 비교

(N = 75)

		0도	12도	24도	36도	48도	60도	72도	향상율 (%)
운동 집단	사전	65.96 ± 31.82	83.48 ± 21.03	95.68 ± 22.32	111.20 ± 23.08	118.00 ± 28.47	130.65 ± 30.67	145.30 ± 38.45	51.67
	사후	108.31 ± 29.3*	130.40 ± 31.3*	149.22 ± 40.9*	166.25 ± 39.8*	186.11 ± 46.5*	195.94 ± 60.5*	201.74 ± 53.7*	
비운동 집단	사전	74.85 ± 34.68	94.90 ± 36.42	105.87 ± 37.15	115.70 ± 38.17	124.65 ± 37.23	130.92 ± 37.53	151.89 ± 39.64	17.55
	사후	78.05 ± 40.83	106.82 ± 39.27	125.00 ± 41.92	139.05 ± 47.40	148.36 ± 48.97	161.54 ± 63.16	180.16 ± 53.00	

* p < .05

표 3. 척추기립근의 단면적 변화

(N = 75)

	12주 전(mm2)	12주 후(mm2)	향상도(%)	Diff(%)
운동집단	3428.22 ± 665.76	4197.89 ± 980.39	29.23*	22.03
비운동집단	3316.41 ± 723.01	3555.20 ± 721.81	7.20	

* p < .05

12주 운동 후 4197.89로 평균 29.23%증가되어 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 비운동집단의 단면적은 사전 3316.41에서 12주 후 3555.20으로 7.20%의 증가를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 집단 간의 척추기립근의 단면적의 크기변화는 운동집단이 비운동집단에 비하여 20.55% 더 증가된 것으로 나타났다(표 3)(그림 2).

소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 비운동집단에서도 평균 VAS값은 12주 후에 3.8점 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 운동을 실시한 집단이나 운동을 실시하지 않은 집단이나 모두 시간이 경과하면 통증은 감소되는 경향을 보였지만 특히 두 집단간의 차이에서는 운동집단은 비운동집단에 비해 통증감소율이 1.79점 더 많이 감소되는 것으로 나타났다(표 4).

4. 통증의 변화

통증의 변화는 운동집단에서는 평균 VAS 값이 운동 전 보다 운동 후에 평균 5.77점 감

5. 체지방, 비만도 변화

체지방과 비만도의 변화는 두 집단 모두

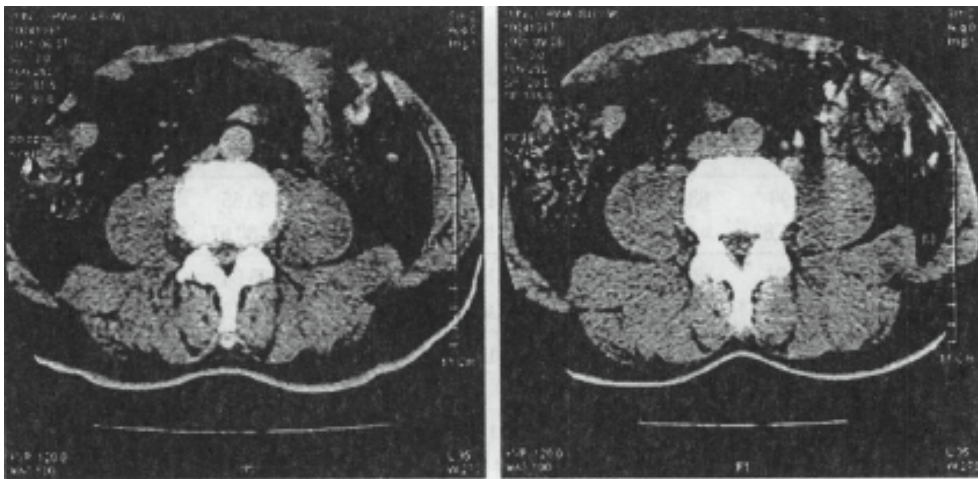


그림 2. 운동 전과 후의 L4-5 수준의 척추기립근 CT단면적

표 4. 통증변화

(N = 75)

	사 전 평균VAS값	사 후 평균VAS값	평균차이
운동집단	8.28 ± 1.34	2.51 ± 1.63*	-5.77
비운동집단	8.10 ± 1.33	4.30 ± 1.52*	-3.8

* p < .05

표 5. 체지방 및 비만도 변화

(N = 75)

	체지방		비만도		유의수준
	사전	사후	사전	사후	
운동집단	22.69 ± 5.44	22.87 ± 6.50	111.41 ± 14.93	111.47 ± 15.38	p > .05
비운동집단	25.51 ± 9.19	27.01 ± 8.93	116.12 ± 16.41	120.65 ± 15.10	p > .05

사전과 사후의 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 운동집단은 운동 전과 후의 체지방과 비만도의 측정치에서 차이를 거의 나타내지 않은 반면에 비운동집단은 12주 후에 약간의 체지방과 비만도가 증가되는 것으로 나타났다.

6. 직장복귀율의 차이

직장복귀에 관한 설문조사에서는 두 집단

모두 6개월 이내에 92%이상 다시 직장에 출근을 하였다고 응답 하였다. 이 중에서 4개월 이내에 복귀한 사람은 운동집단에서는 87%(설문응답자 23명)가, 비운동집단에서는 24%(설문응답자 25명)로 나타나 운동집단의 직장복귀율이 빠른 경우가 더 많은 것으로 나타나 수술 후 운동이 일상 활동과 직업에 복귀율을 증가시키고 정상적인 생활을 앞당기는데 기여한 것으로 나타났다(그림 3).

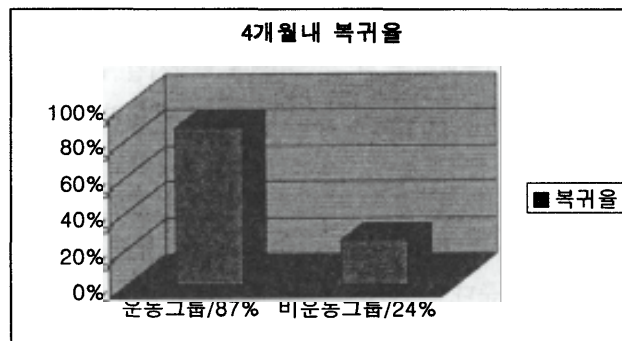


그림 3. 집단간 4개월내 직장 복귀율

IV. 고 찰

이 연구에서는 단순 추간판 탈출증에 대한 수술 후 운동을 실시하면서 회복하는 것과 자연회복을 하는 것에 어떠한 차이가 있는지를 알아보았다. 수술 후 통증이 제거되면 모든 기능이 회복된 것으로 판단하여 운동을 게을리 하거나 실시하지 않는 경우가 많은데 이런 경우 운동을 실시한 경우와 그렇지 않은 경우를 구체적인 내용 즉, 근력회복정도, 근육의 크기변화, 통증의 변화, 체지방 및 비만도의 변화, 직장복귀에 관한 예후 등으로 알아보았다.

요통 없는 일반인을 대상으로 운동을 주 2회 12주 동안 실시한 후 요부신전근력이 20.5% 증가했다고 보고하였는데 이 연구에서도 운동회수와 기간은 같은 조건에서 실시하여 얻은 결과는 운동집단은 51.67%, 비운동집단은 17.55%의 근력이 향상되었다. 이러한 결과에 대해 연구에서는 신전 각도별 향상을 추가로 분석하여 보다 그 내용을 정밀 분석하였다. 이러한 결과들은 운동을 실시하지 않고도 수술 후 자연회복에 의해 근력이 향상될 수 있지만 통계적으로 유의한 차이를 나타내기 위해서는 같은 시기에 보다 많은 근력향상을 통한 기능회복을 위해 체계적인 요부신전근력 강화운동을 실시하는 것이 필요하다고 할 수 있겠다.

허리의 신전운동은 디스크 내 부하를 줄이면서 신전근육을 수축 단련시키고 디스크의 적당한 영양분 유입을 도와준다.¹⁴ 이러한 원리 하에 일반적으로 실시하고 있는 골반 고정 없이 체간 신전운동은 둔부신전근

(hip extensor) 작용이 가장 먼저 일어난다.^{7,15,26} 이 연구에서 적용한 운동프로그램은 골반이 고정되고 요부신전근을 분리한 상태에서 운동을 실시하였는데, 이러한 고정과 분리는 점진 저항운동프로그램으로 시간을 절약하고 요부신전근의 강화를 시킬 수 있었다.¹⁵

Pope 등은 요통환자를 건강한 사람과 비교해 볼 때 신전과 굴곡의 가동범위가 감소되어 있다고 하였다.²³ 따라서 이 연구에서도 72도 각도의 전 운동범위를 통하여 요부신전근 토크량을 7각도로 구분하여 검사를 실시하였다. Florida 의과 대학의 보고서에 의하면 가장 이상적인 비율이 1.4:1을 보고하였는데^{10,11,12}), 이 연구에서는 운동집단에서는 2.2:1, 비운동집단에서는 1.9:1의 비율을 보여 12주 간의 운동 후에도 이상적인 비율을 가지지 못하는 것으로 나타나 12주 이상의 지속적이고 체계적인 운동프로그램이 요구된다 하겠다. 이러한 지속적 체계적인 운동이 필요한 근거로는 첫째, 강하고 유연한 근육은 많은 축 압력(axial compression)을 막아줄 뿐만 아니라 염좌와 만성적인 긴장을 막아주기 때문에¹⁸ 허리 근육을 강화함으로써 외부의 부하를 지지할 수 있는 척추의 능력을 향상시킬 수 있으며⁶ 둘째, 직업과 관련하여 볼 때 근력이 낮은 사람은 허리부상이 상대적으로 더 높아질 수 있기 때문에 수술을 통하여 원인을 제거하였다고 하여도 수술에 의한 통증 감소가 평생 영구적일 수는 없으므로 수술 후 정상적인 생활로 복귀하고 취미활동을 할 수 있는 근력을 가지기 위해 근력회복운동이 필요하며, 셋째 아무

리 훌륭한 근력과 지구력을 가졌다 하여도 지속적인 노력이 기울이지 않으면 조만간 많은 발달 요소들을 잃어버리게 되므로 일생을 통하여 지속적으로 운동계획이 요구된다.

약한 근육은 종종 요통발생의 위험요인(risk factor)인 것으로 믿어왔다.^{4,19} 비록 아직도 척추와 요통의 근력 사이에 대한 연구가 명확한 관계의 입증에 되지 않았지만 모든 요통의 80%이상은 허리근육이 약한 것이 원인이라고 추정되어 왔으며, 이것은 구조적 장애(structural disorder)에 반대되는 것이며,¹⁶ 체간 근육의 근력과 지구력 증가는 요통을 예방하고 치료하는데 도움을 주게 된다고 믿고 있다.^{1,3,5,17,19,20} 이러한 결론은 요추부의 근력(strength)과 운동성(mobility)을 증가시켜 주는 프로그램을 필요로 하게 한다. 능동적인 관절가동범위와 자가운동 프로그램은 대중적이면서 요통의 증세를 경감시킬 수 있다고 보고된 것으로 실시되어야 한다(5,13). 정상인과 요통환자들의 허리신전, 굴곡근육에 대한 비교연구에서 근력의 손실이 허리신전근에 많이 있음을 밝혀내었다.² 근육운동은 운동단위의 회복과 활발하고 복잡한 생리학적 절차를 향상시키며, 신경학적 적응을 발달시킨다. 저항운동에서 생리적 반응은 근력과 지구력 그리고 근육량, 골밀도 및 결합조직의 농도를 증가시킨다. 그래서 체간 근육이 요통문제에 중요한 위험요인(risk factor)으로 발견되면서,⁴ 척추치료를 위한 효과적인 운동치료의 연구가 활발해졌다. 최근 연구에서는 Pollock과 Graves 등은 요부신전근이 만성적으로 약함을 지적했으며, 골반을 고정하고 신전근을 분리하고 점

진 저항 운동프로그램을 사용하고 했을 때 토크 능력은 크게 증가되는 잠재력을 보였다고 했다. 허리근육의 역할은 마치 전신주를 받치고 있는 쇠줄과 같이 요추(lumbar spine)를 고정하고 보호하는 중요한 역할을 하기 때문에⁸ 외과적 수술은 근육의 손상을 더욱 최소화함이 요구된다. 이러한 근거에 의해 이 연구에서도 요부 신전근에 대한 운동프로그램을 적용하여 만족할 만한 결과를 나타내었다고 볼 수 있다.

결론

이 연구는 단순추간판탈출증으로 진단받고 레이저수술을 실시한 환자 총 75명을 대상으로 요부신전운동 프로그램을 주 2회 12주 동안 실시한 운동집단(35명)과 특별한 운동프로그램을 실시하지 않은 비운동집단(40명)간의 근력향상정도, 근육크기의 변화, 통증변화, 체지방 및 비만도의 변화 그리고 직장의 복귀 등의 변인을 비교하여 본 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.:

1. 연구대상자의 평균연령은 46세, 신장은 165cm 그리고 체중은 65.8kg이었다.
2. 요부 신전근력의 비교에서 운동집단에서는 모든 각도에서 운동전과 운동 후의 비교에서 평균근력이 51.67%의 향상을 보이며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나 비운동집단에서는 17.55%근력의 향상은 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

3. 척추기립근 단면적의 변화는 운동집단에서는 운동 전보다 운동 후에 29.23%의 증가변화를 보이면서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나, 비운동집단에서는 12주 후에 7.20%의 증가를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 군간의 척추기립근의 단면적의 차이는 운동집단이 비운동집단에 비하여 단면적이 22.03% 더 증가한 것으로 나타났다.
4. 통증의 변화는 두 집단 모두에서 12주 후에 통계적으로 유의한 차이를 보이며 감소되었다. 두 집단간의 비교에서는 운동집단이 비운동집단에 비해 통증감소가 1.97포인트 더 감소된 것으로 나타났다.
5. 체지방, 비만도 변화는 두 집단 모두 12주 후에 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 두 집단간의 차이에서는 운동군보다 비운동군에서 수치의 향상을 나타내었다.
6. 수술 후 직장복귀에 관한 설문조사에서는 두 집단 모두 92%이상 6개월 이내에 직장을 다시 출근 하였다고 응답하였으나, 4개월 이내에 복귀한 경우는 운동집단이 87%(설문응답 23명)로 비운동집단 24%(설문응답자 25명)에 비하여 조기에 복귀된 것으로 나타났다.

이상의 결과로 단순요추추간판탈출증 환자를 대상으로 실시된 시술 후 실시한 운동은 운동을 실시하지 않은 집단과 비교하여 볼 때 근력강화 및 척추기립근의 단면적 크기의 향상 그리고 주관적 통증의 감소 그리고 본래의 직무로의 조기 복귀에 영향을 미치는 효과를 나타내었다. 따라서 수술 후 실

시된 운동프로그램은 환자에게 상태를 빠르게 회복시키고 이차적인 재발 방지에 도움이 될 것이라고 생각되어 시술 후에도 반드시 체계적이고 지속적인 신전근강화 운동 프로그램이 요구된다 하겠다.

참고문헌

1. Alston W, Carlson K, Feldman D, et al. A quantitative study of muscle factors in the chronic low back syndrome. J Am Geriatr Soc. 14 : 1041-1047, 1996
2. Beimborn, D., and Morrissey, M. A review of the literature related to trunk muscle performance. Spine 13: 1988
3. Cady LD, Bischoff DP, O'Connell ER, et al. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. J Occup Med. 21 : 269-272, 1979
4. Cady, D. et al. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. J Occup Med 21, 1979
5. Davies HE, Gibson T, Tester L. The value of exercise in the treatment of low back pain. Rheumatol Rehabil. 179 : 39-4, 1979
6. Fafan, H. The biomechanical advantage of lordosis and hip extension for upright activity. Spine 3 : 1878
7. Farfan HF. Muscular mechanics of the lumbar spine and the position of power and efficiency. Orthop Clin North Am. 6 : 135-144, 1975

8. Fargan, H. The biomechanical advantage of lordosis and hip extension for upright activity. *Spine* 3 : 1978
9. Graves JE, Pollock ML, Foster D, et al, Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine*. 15 : 504-509, 1990
10. Graves, J. E., Pollock, M.L., Carpenter, D.M. Leggett S.H., et al : Quantitative Assessment of full range of motion Isometric lumbar extension strength. *Spine* 15 : 289-294, 1990
11. Graves, J. E., Pollock, M.L., Dan Foster, Leggett, S.H. et al : Effect of Training Frequency and Specificity on Isometric Lumbar extension strength. *Spine* 15 : 504-509. 1990
12. Graves, J. E., Webb, D.C., Pollock, M.L., et al : Pelvic Stabilization During Resistance Training: Its Effect on the Development of lumbar extension strength. *Arch phys Med*. 75 : 210-215, 1994.
13. Jackson CP, Brown MD. Is there a role for exercise in the treatment of patients with low back pain? *Clin Orthop* 179 : 39-45, 1983
14. Jackson, C. and M. Brown. Analysis of current approaches and a practical guide to prescription of exercise. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 179 : 135-144, 1983
15. Jones A, Pollock M, Graves H, et al. The Lumbar Spine. Santa Barbara, Calif: Sequoia Communications : 1988
16. Kraus H. Clinical Treatment of Back and Neck Pain. New York, NY: McGraw-Hill Inc : 1970
17. Lankhorst GJ, Van der Stadt RJ, Vogelaar TW, et al. The effect of the Swedish back school in chronic idiopathic low back pain. *Scand Rehabil Med* 15 : 141-145, 1983
18. Liemohn, et al. Unsolved controversies in back management-a review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9 : 239-244, 1988
19. Manniche C, Hesselsoe G, Bentzen L, et al. Clinical trial of intensive muscle training for chronic low back pain. *Lancet* 1 : 1473-1476, 1988
20. Mayer T, Gatchel R, Kishino N, et al. Objective assessment of spine function following industrial injury: a prospective study with comparison group and one-year follow-up. *Spine* 10 : 482-493, 1985
21. Petersen CM, Amundsen LR, Schendel MJ. Comparison of the effectiveness of two pelvic stabilization systems on pelvic movement during maximal isometric trunk extension and flexion muscle contractions. *Phys Ther* 67 : 534-539, 1987
22. Pollock ML, Leggett SH, Graves JE, et al. Effect of resistance training on lumbar extension strength. *Am J Sports Med* 17 : 624-629, 1989
23. Pope, et al. : Occupational Low Back Pain, St. Louis, Mosby Year Book, 1991
24. Rich, SV., Norvell, N.K., Pollock, M.L., Rich E.D., et al : Lumbar Strengthening in Chronic low back pain patients. *Spine* 18 :

- 232-238, 1993
25. Stabholz, LM., Grober, A: Our Aching back. The simple way to stay healthy and fit, May, 1988
26. Suzuki N, Endo S.: A quantitative study of trunk muscle strength and fatigability in the low back pain syndrome. Spine 8 : 69-74, 1983
27. Lee, Sang-Ho: Comparison of Percutaneous Manual and Endoscopic Laser Discectomy with Chemonucleolysis and Automated Nucleotomy. Springer-Verlag, Orthopade 25: 49-55, 1996