

신연교정치료가 요추 추간판 탈출증 환자의 통증 및 추간판 각도에 미치는 효과

마상열, 이현희, 김성학¹, 이문환²

대구대학교 대학원 물리치료전공 박사과정, ¹제주한라대학 작업치료과, ²울지대학교 보건대학원 물리치료학과

The Effects of Distraction Manipulation on the Pain and Intervertebral Disc Angle in Patients With Herniated Intervertebral lumbar Disc

Sang-Yeol Ma, PT, MS; Hyeon-Hee Lee, PT, MS; Seong-Hak Kim, PT, PhD¹; Moon-Hwan Lee, PT, PhD²

A Physical Therapy Major, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University; ¹Department of Occupational Therapy, Jeju Hala College, Department of Occupational Therapy; ²Department of Physical Therapy, Graduate School of Public Health, Eulji University;

Purpose: This study was conducted to investigate the effect of distraction manipulation on the pain and intervertebral disc angle in patients with herniated intervertebral lumbar discs. **Methods:** 30 patients who visited to receive the treatments of the physical therapy in W pain clinic in Daejeon. All subjects had been treated with flexion-distraction manipulation for 30 minutes per day and three times a week during 12 weeks period from June 10 to 19 August 2006. They were randomly divided into two groups: lumbar 4 and lumbar 5 group. **Results:** Pain of L4 and L5 group was significantly reduced after than before treatment($p<0.05$). The intervertebral lumbar disc angle was significantly improved after than before treatment($p<0.05$). **Conclusion:** These results indicated that distraction manipulation has a effectiveness in patients with herniated lumbar disc. (*J Kor Soc Phys Ther 2007;19(3):31-39*)

Key Words : Distraction manipulation, Intervertebral disc angle, VAS

I. 서론

요통의 결과가 사회적·경제적으로 중요하다는 것은 잘 알려진 사실이다. 요통은 치료비용과 요통에 의한 저생산성에 의하여 전체적인 비용이 많이 드는 것으로 알려져 있으며(Burton과

Cassidy, 1992), 특히 만성요통은 30~50세에게 가장 돈이 많이 드는 건강문제로 인식되고 있다(Spengler 등, 1986). 그리고 인구의 60~80%가 일생 중 얼마의 기간 동안 요통으로 고생하고 있는 것은 중요한 문제이다(Kelsey와 White, 1980).

근골격계의 통증은 다양한 원인으로 생긴다. 이런 점은 요통과 관련된 원인 변수가 많다는 것을 나타낸다(Troup와 Videman, 1989). 요통의 원인은 대부분 비특이성(non specific)이며(Bogduk, 1983; Waddell, 1987), 주로 앉아서 일하는 생활양

논문접수일: 2006년 12월 15일
수정접수일: 2007년 3월 12일
게재승인일: 2007년 4월 3일
교신저자: 이문환, serhan0520@nate.com

식과 점점 증가하는 사회·경제적 스트레스들이 요통 발생과 관계가 깊다(White, 1982).

이 외에도 척추구조 및 주위조직의 역학적 요인과 퇴행성 변화, 염증성 병변, 세균감염, 원발성 및 전이성 골종양, 대사성 요인, 내장기성 요인, 그리고 근력 약화 등이 있으며, 천장인대의 이상, 척추 소관절(facet joint)의 장애, 추간판의 이상, 그리고 심리적인 요인도 제시되어지고 있다. 이처럼 요통의 원인은 단일 질환이 아니라 다양한 문제점들로부터 야기된 증상이라는 것이다(Valkenburg와 Haanen, 1982).

해부학적으로는 척추의 여러 조직이 요통을 일으키지만 그 중에서도 추간판 탈출증이 일차적인 통증의 근원이 된다(Panjabi 등, 1984). 추간판탈출증은 추간판의 퇴행성 변화로 섬유륜의 파열에 의해 수핵이 파열된 섬유륜 사이를 뚫고 외부로 탈출되는 질환이다(Buranapanitkit 등, 2003). 추간판탈출증은 보통 요통 발병 후 좌골신경통과 방사통으로 진전되며, 통증은 기침 등으로 인한 척수내압이 상승할수록 더욱 심해진다(강충남 등, 1992).

호발연령은 20대 초반부터 30대 전·후이며 50대 이상의 고령층에서는 발생이 드물다. 성별은 여성에 비해 남자가 많이 발생되며, 침범부위는 4번과 5번 요추사이와 요추 5번과 천추 1번 사이에서 가장 많이 발생한다(김기택, 1997).

추간판탈출증에 대한 치료 방법으로는 보존적 치료와 수술적 치료로 대별되며, 약 5% 이내를 제외한 대부분의 환자들은 침상안정, 약물요법, 물리치료, 그리고 보조기 등과 같은 보존적 요법에 의해 회복되는 경우가 많고, 수술적 방법은 전될 수 없는 급성통증이 4주 이상 지속되거나, 신경마비가 오거나 또는 3개월 이상 보존적인 치료에 효과가 없는 경우에 실시하게 되며, 전체 추간판탈출증 환자의 10% 정도에 해당된다(이상호, 1998).

신경병증이 있는 환자의 일차적인 치료 목표는 통증을 원위에서 근위부, 즉 중심부로 이동시켜 증상을 완전히 해소하는 것이다. 이러한 과정을 중심화현상(centralization phenomenon)이라고 하

며, McKenzie가 가장 먼저 언급한 용어이다(McKenzie, 1981).

이러한 목적을 위해 임상에서는 도수치료를 통해 환자들의 증상을 개선시키게 되는데, 도수치료 기술은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 마찰, 두드리기, 그리고 주무르기 등으로 구성되는 맛사지이며, 두 번째는 정상기능을 회복시킬 목적으로 관절에 힘을 적용하는 관절가동술(mobilization)과 도수교정(manipulation)이다(Gay 등, 2005). 이 중에서 신연교정(distraction manipulation)치료는 1900년대 초 골정복의사(osteopathic physician)인 John McManis가 그 개념을 가장 먼저 언급을 했으며, 그 이후 James Cox가 1970년대에 개발된 McManis의 치료 목표표와 치료프로토콜을 수정하여 현재 카이로프락틱 학교에서 교육되는 Cox Distraction Manipulation을 개발했다(Cox, 1998).

신연교정치료는 현재 임상에 있는 카이로프락터의 50%이상이 사용하고 있으며, 그 이외에 물리치료사, 골정복사, 그리고 의사 등 수많은 전문가들이 사용하고 있는 치료기술이다(Gay 등, 2005).

신연 치료(distraction manipulation)는 단순한 염좌나 타박상에서부터 심각한 추간판탈출증에 이르기까지 다양한 요통에 적용될 수 있고 또 효과를 볼 수 있다(Shekelle 등, 1992). 굴곡 신연 치료는 추간판의 높이를 높여주어 통증에 민감한 섬유륜의 말단부가 뒤틀리는 현상을 방지하며(Brown 등 1957), 추간판 내압을 감소시켜 추간판 내에 구심력을 형성하여 바깥쪽으로 튀어나온 수핵을 중심쪽으로 환원시킨다(Ramos와 Martin, 1994). 그리고 척추후관절이 아탈구된 것을 복귀시켜 후방척추운동의 정상범위를 유지시키고, 운동기능 향상과 자세교정을 통해 통증을 줄여주고 신체기능을 향상시키며 전신상태를 호전시킨다(Adams와 Hutton, 1985).

따라서 본 연구자들은 이상과 같은 신연치료의 이점을 이용하여 요추 4번과 5번, 그리고 요추 5번과 천추 1번의 추간판 탈출증 환자를 대상으로 신연교정치료를 실시한 후 환자들의 통증과 이

두 지점의 각도를 측정해 봄으로서 신연교정치료가 추간판탈출증 환자에게 효과가 있는지 알아보 고자 이번 연구를 실시하였다.

대전 W의원에 내원한 환자 중에서 요추 추간판 탈출증으로 진단 받은 20~40세 사이의 요추 4번 추간판탈출증 환자 15명(남자 10명, 여자 5명), 요 추 5번 추간판탈출증 환자 15명(남자 10명, 여자 5명) 총 30명을 대상으로 하였다(Table 1).

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2006년 6월 10일부터 8월 19일까지

척추 수술 병력이 있는 환자, 척추 골절 병력 이 있는 환자, 그리고 요추 추간판탈출증 이외의 척추질환을 가지고 있는 자는 실험에서 제외하였 고, 30명의 대상자들은 모두 본 연구에 자발적인 참여를 원하는 자로 하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

		L4 (mean±SD)	L5 (mean±SD)	P
Gender	Male	10	10	1.00
	Female	5	5	
	Age	33.86±5.53	35.00±5.37	.57
	Height	170±7.63	170.93±6.94	.92
	Weight	68.27±11.24	65.80±9.73	.53

2. 연구방법

1) 신연교정

본 연구는 Zenith Cox elevation full spine distraction table(Zenith, USA)(Figure 1)을 사용하여

신연(20초간의 5회 반복을 1 set로 하여 3 set 실 시), 측굴(좌, 우 각각 3회 실시), 순환(시계방향, 반시계방향 각각 3회 실시), 대후두공 펌프(10회 실시)를 12주간 3회/주, 30분/1일 실시하였다.

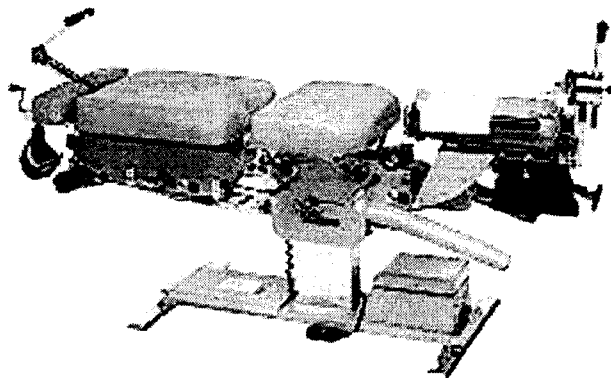


Figure 1. Zenith Cox elevation full spine distraction table.

마상렬 외 3인 : 신연교정치료가 요추 추간판 탈출증 환자의 통증 및 추간판 각도에 미치는 효과

2) 측정방법

본 연구는 단일표본 전·후 검사설계로 실험 대상자 30명 모두 치료 전·후 방사선 측면촬영 (lateral view)을 통해 요추 4번과 5번, 그리고 요추 5번과 천추 1번의 추간판 각도를 측정하였고,

시각적 유사척도(Visual analog scale)를 이용해서 통증을 평가하였다. 요추 4번과 요추 5번 디스크 각도 측정은 추체의 상·하면의 연장선을 후방으로 그어 교차한 각도를 측정하였다(Fig 2).

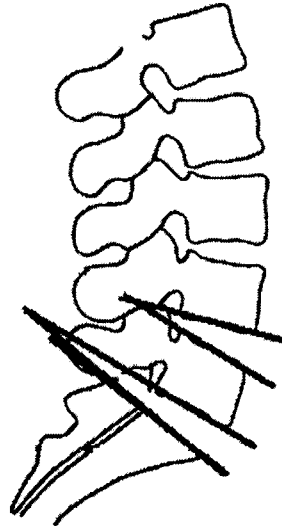


Figure 2. A method of measuring angle of intervertebral disc.

3) 분석방법

본 연구에 대한 분석은 SPSS 14.0 for windows 를 이용하여 통계 처리 하였다. 요추 4번과 요추 5번의 치료 전·후 추간판 각도 차이를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였으며, 두 군의 전·후 차이에 대한 유의성을 검정하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 유의수준은 0.05로 하였다.

1. 요추 4번 추간판 탈출증환자의 통증 및 각도에 미치는 효과

요추 4번 추간판 탈출증 환자에 대한 치료 전과 후의 유의성을 검정하기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과 통증은 치료전 3.93 ± 0.59 에서 치료후 2.80 ± 0.77 로 유의하게 감소하였으며, 각도는 치료전 11.33 ± 0.90 에서 치료후 13.40 ± 0.83 으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$)(Table 2).

III. 결 과

Table 2. The effect of distraction-manipulation on the pain and L4 intervertebral disc angle

	Pre-treatment (mean±SD)	Post-treatment (mean±SD)	t	df	p
Pain(scores)	3.93 ± 0.59	2.80 ± 0.77	4.80	14	0.00
Angle(°)	11.33 ± 0.90	13.40 ± 0.83	-13.48	14	0.00

2. 요추 5번 추간판 탈출증환자의 통증 및 각도에 미치는 효과

요추 5번 추간판 탈출증 환자에 대한 치료 전과 후의 유의성을 검정하기 위해 대응표본 t-검정

을 실시한 결과 통증은 치료전 3.87 ± 0.52 에서 치료후 2.20 ± 0.86 로 유의하게 감소하였으며, 각도는 치료전 11.47 ± 0.92 에서 치료후 13.33 ± 0.72 로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$)(Table 3).

Table 3. The effects of distraction-manipulation on the pain and L5 intervertebral disc angle

	Pre-treatment (mean±SD)	Post-treatment (mean±SD)	t	df	p
Pain(scores)	3.87 ± 0.52	2.20 ± 0.86	5.80	14	0.00
Angle(°)	11.47 ± 0.92	13.33 ± 0.72	-11.30	14	0.00

3. 요추 4번과 5번의 통증 및 추간판 각도에 대한 전·후 차이 검정

요추 4번과 5번의 치료전과 후의 차이에 대한 두 군간의 유의성을 검정하기 위해 독립표본 t-검

정을 실시한 결과 요추 4번의 통증은 1.13 ± 0.92 였고, 요추 5번의 통증은 1.67 ± 1.11 이었다. 그리고 요추 4번의 추간판 각도는 2.07 ± 0.59 이었고, 요추 5번의 추간판 각도는 1.67 ± 1.11 로 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 4).

Table 4. A difference between L4 and L5 on the pain and intervertebral disc angle

	L4 (mean±SD)	L5 (mean±SD)	t	df	p
Pain(scores)	1.13 ± 0.92	1.67 ± 1.11	-1.43	28	0.16
Angle(°)	2.07 ± 0.59	1.87 ± 0.64	0.89	28	0.38

IV. 고 찰

요통은 주로 하부 요추에 생기는 병변으로 전체 인구의 약 80% 이상이 일생에 한 번 이상 경험하며, 일상생활에 지장을 주는 가장 흔한 요인이다(DeRosa와 Portergiedl, 1992). 요통 치료의 목적은 통증을 없애고, 정상기능을 회복시켜 최대한 빠른 시간에 일상생활 동작이 가능하도록 하는 것인데, 굴곡신연 교정치료는 척추주위 인대의 협착 감소, 디스크내의 대사물질의 이동 증가, 척추후관절 개방을 통한 후방디스크에 걸리는 스

트레스 및 내압 감소, 그리고 추간공 확장 등을 통해 손상된 척추신경과 주위구조물을 회복시킬 목적으로 사용하는 치료기술이다(Burton, 1983; Onel 등, 1989).

신연 교정치료를 통해 확보할 수 있는 디스크 공간에 관한 연구는 Gudavalli(1999)가 사체의 요추에 대해 실험을 하였는데, 그 결과 요추 4번과 5번의 디스크 공간은 약 1.87mm 증가되었고, 디스크 각도는 약 3.5도 증가되었으며, 요추5번과 천추1번은 약 3mm 증가되었고, 디스크 각도는 약 6도 정도 증가되었다고 보고하였다.

마상렬 외 3인 : 신연교정치료가 요추 추간판 탈출증 환자의 통증 및 추간판 각도에 미치는 효과

이처럼 신연교정치료에 의해 디스크 공간이 넓어지는 정도는 다소 작기는 하지만 신경공에 가해지는 압박력을 제거하는 데는 충분하다 (Gudavalli, 1999).

이번 연구는 요추 4번과 5번, 그리고 요추 5번과 천추 1번 추간판 탈출증 환자 30명을 대상으로 신연교정치료를 실시하였는데, 그 결과 요추 4번과 5번 추간판 탈출증 환자들의 추간판 각도는 치료전 11.3도에서 치료후 13.4도로 유의하게 증가하였으며, 통증은 치료전 3.9점에서 치료후 2.8점으로 유의하게 감소하였다. 그리고 요추 5번과 천추 1번 추간판탈출증 환자의 추간판 각도는 치료전 11.5도에서 치료후 13.3도로 유의하게 증가하였으며, 통증은 치료전 3.8점에서 치료후 2.2점으로 유의하게 감소하였다.

이러한 연구결과는 100명의 요통환자를 대상으로 신연교정치료를 실시한 결과 환자의 73%가 "good"에서 "excellent"로 좋아졌다고 보고한 Cox 등(1983)의 연구와 일치하며, L4~L5 추간판탈출증 환자와 L5~S1 추간판탈출증 환자 총 1000명을 치료하여 80%이상이 증세가 호전되었다고 보고한 Cox(1987)의 연구결과와도 일치한다. 이 외에도 Schliesser 등(2003)은 경추디스크로 진단받은 39명의 환자를 대상으로 굴곡신연교정치료를 실시한 환자에 대해 기록한 차트를 이용한 후향성 연구결과 남자의 통증은 40점에서 3.5점으로 감소하였고, 여성은 53.8점에서 10.6점으로 감소하였으며, 이들 평균은 50.1점에서 8.7점으로 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

Wheeler와 Hanley(1995)는 굴곡신연기법을 12회 적용한 결과 염좌(sprain)나 좌상(strain)에서 good 내지는 excellent 반응이 가장 많았던 부위는 요추 4번과 5번이었고, 그 비율은 각각 83.1%와 83.5%였다고 하였으며, 요추 4번과 5번의 추간판탈출증에선 good 내지는 excellent 반응이 각각 60.7%와 65.8%였다고 보고하였다. Cox와 Trier(1991)는 10명의 척추전방전위증(spondylolisthesis)환자에게 신연교정치료를 실시한 후 체중부하상태에서 방사선 필름으로 촬영한 결과 3mm이하인 환자들은 75%이상 호전되었다고 보고한 반면에 3mm이상

인 환자는 50%이하가 호전되었다고 보고하였다고 하였다. 그리고 Browning(1989)은 골반통증과 내장기(organ) 기능부전이 있는 여성환자 6명을 대상으로 신연교정치료를 실시한 결과 모든 환자들이 통증과 기능부전이 완전히 해소되었다고 보고하였다.

신연교정치료는 체간의 상부는 안정상태를 유지하고, 체간의 하부(일반적으로 요추하부)는 수동적으로 원위부로 이동이 가능한 특수하게 제작된 치료용 테이블위에서 수행되는데, 요통치료를 목적으로 할 경우 신연은 굴곡, 혹은 측굴, 그리고 경우에 따라서는 신전 혹은 회전과 결합된다 (Gay 등, 2005). 본 연구자들은 굴곡과 결합된 신연교정치료를 실시하였는데, 이번 연구와는 달리 Taylor(1993)는 신연교정치료는 굴곡신연치료보다 척추를 중립상태나 혹은 신전상태에서 신연을 할 때 더 효과적이라고 보고하였다.

신연교정치료는 환자를 옆으로 눕힌 상태에서 척추를 회전시키는 교정술(side-posture spinal manipulation)보다 더 안전한데, 그 이유는 신연교정치료는 힘이 가해지는 회전요소가 없기 때문이다(Gay 등, 2005). 신연교정치료의 가장 심각한 합병증은 마미총 증후군(cauda equina syndrome)이다(Haldeman과 Rubinstein, 1992). 하지만 이것은 환자를 옆으로 눕힌 상태에서 척추를 회전시키는 교정술로도 거의 발생하지 않는다(Gay 등, 2005). 이러한 예로 Dougherty 등(2004)은 60명을 대상으로 경막의 스테로이드 주사와 함께 굴곡신연 교정치료를 실시한 결과 도수교정에 대한 합병증은 나타나지 않았다고 보고하였다.

신연교정치료의 효과와 관련해서 Gay 등(2005)은 척추후관절면을 싸고 있는 포착된 윤활막주름(synovial folds)을 이완시켜 유착된 관절주위 조직을 신장시키고, 역학적 수용기를 자극하며, 고정된 관절과 비정상적인 척추의 쌍운동이 정상화된 결과라고 하였다. 그리고 Bulbulian 등(2002)은 체간의 굴곡은 H-반사의 진폭이 감소하는 것으로 봐서 중추신경원의 풀이 억제된 결과라고 하였으며, 이러한 반사억제는 역학적 수용기에 대한 자극을 감소시켜서 결국 근이완을 유도하게 된다고

하였다. 그리고 Cyriax(1984)는 척추가 신연(distract)될 때 추간판에 음압이 생겨 돌출(protrusion)된 부위를 빨아들인다고 했으며, Wyke(1976)는 견인에 의한 스트레칭이 추간판, 인대, 척추후관절(apophyseal joint)에 있는 압력수용체(mechanoreceptor)에 영향을 준다고 했다.

이처럼 신경, 관절연골, 그리고 관절주위 조직에 대한 지속적인 수동적인 움직임은 관절연골의 두께를 증가시키며(Mussa 등, 1999), 이것은 상지의 수술후 관절주위 부종을 감소시킬 목적으로 흔히 사용된다(O'Driscoll과 Giori, 2000). 특히 Simkin 등(1999)은 고관절에 골관절염이 있는 환자는 지속적인 수동적인 움직임 후에 통증이 감소하였으며, 보행이 증가되었다고 보고하였다.

척추의 굴곡과 신전시 디스크의 전·후방 이동에 대해 알아보기 위해 Beattie 등(1994)은 자기공명 영상을 통해 진단한 결과 정상적인 하부 요추의 디스크는 신전시 전방으로 이동하며, 굴곡시 후방으로 이동한다고 하였다. 그리고 Fennell 등(1996)은 3명을 대상으로 요추 1번부터 5번까지 MRI를 통해 관찰한 결과 요추가 수동적으로 신전될 때 수핵은 전방으로 이동하고, 반대로 굴곡시에는 후방으로 이동하며, 디스크의 이동정도는 굴곡과 신전정도에 따라 달라진다고 하였다. 이처럼 체간의 굴곡은 후종인대와 섬유륜에 대한 장력을 증가시키고, 수핵을 후방으로 이동시키는 경향이 있기 때문에 결과적으로 굴곡은 신경근에 가하는 장력을 증가시키게 된다(Schnebel 등, 1989). 따라서 신연과 굴곡 혹은 신전이 결합된 움직임이 디스크의 후방탈출 정도를 감소시키는 지에 대해서는 명확하지가 않다(Gay 등, 2005). 따라서 신연교정치료를 통해 나타나는 통증감소 및 증상개선에 대한 이론적인 근거를 마련할 필요가 있을 것이다.

이번 연구는 요추 추간판 탈출증 환자를 대상으로 굴곡과 결합된 신연교정치료를 실시한 결과 요추4번과 5번, 그리고 요추 5번과 천추 1번 추간판 탈출증 환자군 모두 치료전에 비해 치료후에 통증과 추간판 각도가 유의한 차이가 있었다. 따라서 요추 추간판 탈출증환자를 대상으로 신연교

정치료를 실시하면 환자들의 증상개선에 효과적일 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 2006년 6월 10일부터 8월 19일까지 대전 W의원에 내원한 외래환자로서 전문의에 의해 요추 4번 추간판 탈출증, 요추 5번 추간판 탈출증 진단을 받는 만성 요통환자를 대상으로 신연교정치료가 효과적인지 알아보기 위해 남자 20명, 여자 10명 총 30명의 환자를 대상으로 실시하였다. 그리고 통증 경감에 미치는 영향을 알아보기로 하자 시각적 상사척도를 이용하여 측정하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 요추 4번 추간판탈출증 환자의 추간판 각도는 치료전에 비해 치료후에 유의하게 증가하였으며, 통증은 치료전에 비해 치료후에 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).
2. 요추 5번 추간판탈출증 환자의 추간판 각도는 치료전에 비해 치료후에 유의하게 증가하였으며, 통증은 치료전에 비해 치료후에 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).
3. 요추 4번과 5번의 통증에 대한 전·후 차이를 검정한 결과 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).
4. 요추 4번과 5번의 추간판 각도에 대한 전·후 차이를 검정한 결과 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

따라서 이상의 연구결과를 통해 알 수 있는 것은 요추 추간판탈출증 환자에게 신연교정치료를 실시할 경우 침범부위에 상관없이 추간판 각도의 증가와 통증감소가 나타난다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

강충남, 왕진만, 노권재 등. 추간판 탈출증에 있어서 추간판의 방사선학적 퇴행성 변화와 조직학

- 적 변화와의 상관관계. 대한정형외과학회지, 1992;27(5):1244-55.
- 김기택. 요통환자의 진단과 치료. 가정의학회지. 1997;18(2):106-24.
- 이상호. 허리디스크. 서울얼음사. 1998:490-5.
- Adams MA, Hutton WC. The effect of posture on the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Br.* 1985; 67(4):625-9.
- Beattie PF, Brooks WM, Rothstein JM. et al. Effect of lordosis on the position of the nucleus pulposus in supine subjects: a study using magnetic resonance imaging. *Spine.* 1994;19:2096-102.
- Bogduk N. The innervation of the lumbar spine. *Spine.* 1983;8(3):286-93.
- Brown T, Hansen R, Yorra A. Some mechanical tests on the lumbosacral spine with particular reference to the intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Am.* 1957;39A(5):1135-62.
- Browning JE. Chiropractic distractive decompression in treating pelvic pain and multiple system pelvic organic dysfunction. *J Manipulative Physiol Ther.* 1989;12:265-74.
- Bulbulian R, Burke J, Dishman JD. Spinal reflex excitability changes after lumbar spine passive flexion mobilization. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25:526-32.
- Buranapanitkit B, Tautakul K, Lim A et al. Clinical predictors for outcome of treatment of lumbar herniated nucleus pulposus. *Journal of Musculoskeletal Research.* 2003;7(1):61-9.
- Burton CV, Gravity lumbar reduction. In: Kirkaldy Willis WH, ed. *Managing Low Back Pain.* New York: Churchill Livingstone. 1983;196-9.
- Burton CV, Cassidy JD. Economics, epidemiology, and risk factors. In *Managing Low Back Pain*, 3rd edn.(eds. W.H. Kirkaldy-Willis and C.V. Burton). Churchill Livingstone, London, 1992:1-6.
- Cox JM. Chiropractic and distraction adjustments today. In: Cox JM, editor. *Low back pain: mechanisms, diagnosis and treatment.* 6th ed. Philadelphia (Pa)7 Lippincott Williams & Wilkins; 1998:1-16.
- Cox JM, Aspegren DD. A hypothesis introducing a new calculation for discal reduction: emphasis on stenotic factors and manipulative treatment. *J Manipulative Physiol Ther.* 1987;10:287-94.
- Cox JM, Fromelt KA, Shreiner S. Chiropractic statistical survey of 100 consecutive low back pain patients. *J Manipulative Physiol Ther.* 1983;6:117-28.
- Cox JM, Trier K. Chiropractic adjustment results correlated with spondylolisthesis instability. *J Man Med.* 1991;6:67-72.
- Cyriax J. *Textbook of Orthopaedic Medicine*, 8th ed. London: Bailliere Tindall. 1984;315-316.
- DeRosa CP, Portergiedl JA. A physical therapy model for the treatment of low back pain. *Phys Ther.* 1992;72(4):169-261.
- Dougherty P, Bajwa S, Burke J. et al. Spinal manipulation post epidural injection for lumbar and cervical radiculopathy: a retrospective case series. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004;27: 449-56.
- Fennell AJ, Jones AP, Hukins DWL. Migration of the nucleus pulposus within the intervertebral disc during flexion and extension of the spine. *Spine.* 1996;21(23):2753-7.
- Gay RE, Bronfort G, Evans RL. Distraction Manipulation of the Lumbar Spine: A Review of the Literature. *J Manipulative Physiol Ther.* 2005;28(4):266-73.
- Gudavalli MR. Biomechanics research on flexion-distraction procedure. In: Cox JM, editor. *low back pain: mechanisms, diagnosis and treatment.* 6th ed. Philadelphia (Pa)7 Lippincott Williams & Wilkins. 1999:263-8.

- Haldeman S, Rubinstein SM. Cauda equina syndrome in patients undergoing manipulation of the lumbar spine. *Spine*. 1992;17:1469-73.
- Kelsey JL, White AA. Epidemiology and impact of low back pain. *Spine*. 1980;5:133-42.
- McKenzie RA. The lumbar spine: mechanical diagnosis and therapy. Wikaanae, New Zealand: Spinal Publications, 1981:22-80.
- Mussa R, Hans MG, Enlow D. et al. Condylar cartilage response to continuous passive motion in adult guinea pigs: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;115:360-7.
- O'Driscoll SW, Giori NJ. Continuous passive motion (CPM): theory and principles of clinical application. *J Rehabil Res Dev*. 2000;37:179-88.
- Onel D, Tuzlaci M, Sari H, et al. Computed tomographic investigation of the effect of traction on lumbar disc herniations. *Spine*. 1989;14(1):82-90.
- Panjabi MM, Krag MH, Chung TQ. Effects of disc injury on mechanical behavior of the human spine. *Spine*. 1984;9(7):707-13.
- Ramos G, Martin W. Effects of vertebral axial decompression of intradiscal pressure. *J Neurosurg*. 1994;81:350-3.
- Schliesser JS, Kruse R and Fallon LF. Cervical radiculopathy treated with chiropractic flexion distraction manipulation: a retrospective study in a private practice setting. *J Manipulative Physiol Ther*. 2003;26(9):592-6.
- Schnebel BE, Watkins RG, Dillin W. The role of spinal flexion and extension in changing nerve root compression in disc herniations. *Spine*. 1989;14:835-7.
- Shekelle PG, Adams AA, Chassine MR, et al. Spinal manipulation for low back pain. *Ann Intern Med*. 1992;117(7):590-7.
- Simkin PA, de Lateur BJ, Alquist AD. et al. Continuous passive motion for osteoarthritis of the hip: a pilot study. *J Rheumatol*. 1999;26:1987-91.
- Spengler DM, Bigos SJ, Martin NA. et al. Back injuries in industry: a retrospective study Part 1. Overview and cost analysis. *Spine*. 1986;11:241-5.
- Taylor DN. Treatment of disc herniation and fragmentation by spinal extension distraction. *Chiropr Tech*. 1993;5:111-8.
- Troup JDG, Videman T. Inactivity and the aetiopathogenesis of musculoskeletal disorders. *Clinical Biomechanics*. 1989;4:173-8.
- Valkenburg HA, Haanen HCM. The epidemiology of low back pain. In: White AA, Gordon S, eds. *Proceedings of the American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on Low Back Pain*. St. Louis, Mo, CV Mosby Co, 1982:9-22.
- Waddell G. A new clinical model for the treatment of low back pain. *Spine*. 1987;12:632-44.
- Wheeler AH, Hanley EN. Nonoperative treatment for low back pain rest to restoration. *Spine*. 1995;20(3):375-8.
- White AA. Introduction. In *American Academy of Orthopaedic Surgeons on Idiopathic Low Back Pain*(eds. A.A. White and S.L. Gordon). CV Mosby, Toronto, 1982:1-2.
- Wyke BD. Neurological aspects of low back pain. In: Jayson M, ed. *The Lumbar Spine and Back Pain*. London: Sector Publishing. 1976;189-256.