



- 권원안, 김한수¹
- 김준정형외과·제통의원 물리치료실,¹대구보건대학 작업치료과

The Spontaneous Regression of Lumbar Disc Herniation: 3 Cases Report

Won-An Kwon, PT, PhD; Han-Soo Kim, PT, PhD

Dept. of Physical Therapy, KimJun's Orthopaedic & Pain Clinic; ¹Dept. of Occupational Therapy, Daegu Health College

Purpose: The majority of patients with radiculopathy caused by a herniated nucleus pulposus (HNP) heal spontaneously without surgery. The aim of this report is to describe the spontaneous regression of lumbar disc herniation and the results of clinical follow-up.

Methods: Three patients with radiating low back pain presented with an extruded intervertebral disc on magnetic resonance imaging (MRI). We performed follow-up with conservative treatment (epidural injection, medication, physical therapy, exercise) and clinical assessments on the 6th, 10th and 22nd months.

Results: The extruded intervertebral disc almost complete regressed, and correlated with clinical improvement and follow-up MRI.

Conclusion: Conservative treatment can be an effective approach for a herniated lumbar discs if no neurological deficits are present.

Key Words: Spontaneous regression, Herniated lumbar disc, Radiculopathy, MRI, Conservative treatment

논문접수일: 2008년 6월 6일

수정접수일: 2008년 8월 18일

게재승인일: 2008년 9월 14일

교신저자: 김한수, kimhs@mail.dhc.ac.kr

1. 서론

척추에서 발생하는 통증은 빈번하며 성인의 15~20%가 요통을 가지고, 50~80%는 일생 동안 적어도 한 번 이상 요통을 경험한다. 그리고 척추의 통증을 발생시키는 위험요소는 일반적인 의학적 건강과 심리적 상태, 사회경제적 상태, 신체적 특성, 직업환경적 요소들이며(Rubin, 2007), 원인은 추간판 탈출증이 신경근과 후근 신경절에 대한 자극으로 발생한 이차적 염증반응으로 알려져 있다(Wheeler와 Murrey, 2002).

추간판 디스크는 섬유륜이라 불리는 섬유성 연골이 바깥부분을 고리모양으로 형성하고 있고 안쪽은 수핵이라 알려진 점

액성 물질을 가지고 있다. 그리고 이것들은 섬유중판에 의해 위아래로 감싸진다(Urban과 Roberts, 2003). 하지만 성장과 골격의 성숙 동안 섬유륜과 수핵의 경계는 덜 명확해지며 나이가 들어감에 따라 일반적으로 수핵은 점차적으로 섬유화되어 겔과 같은 성질이 떨어진다(Buckwalter, 1995). 그리고 디스크 안에서 균열을 가진 틈새가 형성되며 신경과 혈관은 점차적으로 퇴행된다(Roberts 등, 1989). 디스크는 크고 무혈관이며 세포들은 가장자리에서 영양을 공급하는 혈관에 의존하며 대사산물을 제거한다(Holm, 1981). 그러므로 디스크변성의 일차적인 원인 중의 하나는 디스크 세포에 대한 영양공급의 상실이다(Nachemson, 1970). 비정상적인 기계적 부하는 디스크 변성을

일으키는 경로로 생각될 수 있으며, 많은 시간동안 요부문제의 중요한 원인들은 직업이나 손상과 관련된 것으로 제시되었고, 이것들은 구조적 손상을 일으킨다. 이러한 손상이 디스크 변성을 일으키는 경로로 시작되고 마침내 임상적 증상과 요통을 일으킨다(Allan과 Waddell, 1989).

방사선적 진단에서 사용되는 추간관 탈출(herniation)은 추간관의 변위를 설명하기 위하여 사용되며, 가장 많이 사용하는 것이 “추간관 탈출(herniated disc)”이다(Fardon과 Milette, 2001). 탈출은 변위된 추간관 물질의 형태와 양에 따라 돌출(protrusion)과 유출(extrusion)로 분류될 수 있고(Bailey, 2006; Costello와 Beall, 2007; Fardon과 Milette, 2001), 유출의 경우에는 대부분 수술적인 요법을 시행하게 된다. 하지만 대부분의 요통환자 60%가 7일 이내에 개선되고 4주 이내에 호전된다(김병성, 2002). 또한 신경근의 압박 및 신경학적 결손, 신경학적 증세의 진행, 심한 척추협착증 등이 없는 경우에는 대부분 보존적인 치료로도 좋은 결과를 기대할 수 있다. 하지만 3~6개월 정도의 충분한 기간 동안 약물치료, 물리치료 그리고 운동요법 등의 보존적인 치료로도 증상의 호전이 없는 경우, 참을 수 없는 통증이 수차례에 걸쳐 재발되거나 심해지는 경우, 신경학적 결손이 발생하는 경우, 그리고 마미충증후군의 징후나 죽하수가 발생하는 경우는 수술의 대상이 된다(박정율, 2001; Nakagawa 등, 2007). Thomas 등(2007)은 신경근병증을 일으키는 요부디스크 돌출에 대한 수술적, 비수술적 관리에서 비수술적 관리가 30.9%, 수술적 관리가 25.3%로 나타나 비수술적 관리가 우세한 것으로 나타났으나 추적조사에서 수술과 비수술이 44.6%와 43.8%로 나타나 비슷해졌다고 제시하였다.

신경근 증상을 가진 환자의 예후는 비특이성 요통보다 더 나빠며 많은 다양한 보존적 치료와 침습적 치료가 신경근 징후를 치료하기 위해 사용(Moret 등, 1998)되지만, 본 연구에서는 수술의 적응증이 될 수 있는 수핵 유출환자 3명을 대상으로 보존적인 요법만을 적용한 결과, 수핵의 자연적인 축소로 인해 임상적 징후가 성공적으로 개선된 증례를 소개하고자 한다.

II. 증례

1. 증례 1

35세의 여자 환자로 2007년 5월에 요통과 양쪽 하지 방사통을 주소로 하여 내원하였다. 내원 3주 전에 무거운 짐을 들어 올린 후부터 증상이 심해졌다고 하였다. 서 있는 자세는 2~3분을 버티기가 힘들었으며 보행 시 허리를 감싸 쥐고 절뚝거리는 보행을 하였다. 이학적 검사 상, 감각과 반사는 정상이었으나 하지직거상검사는 양측 모두 30° 이하로 매우 낮은 각도를 보

였다. MRI T2상 요추의 만곡이 펴져있고, L3-4, L4-5, L5-S1에서 디스크의 높이가 낮아져 있으며 신호강도가 낮게 나타나는 광범위한 디스크의 퇴행성 변화가 있었다. 그리고 L3-4, L5-S1은 디스크가 돌출되어 있었으며 L4-5의 디스크는 인대하 유출(subligamentous extrusion)을 보이고 있었다(Figure 1). 환자는 수술을 거부하고 보존적인 요법으로 치료 받기를 원했다. 환자는 입원 후 약물요법(진통제, 소염제, 근이완제), 물리치료(온열요법, 전기치료, 견인치료)를 4주간 매일 시행하였다. 또한 스테로이드와 국소마취제를 이용한 경막외 신경차단술을 2회 실시하였다. 4주 후에는 일상생활에 큰 불편함이 없을 정도로 회복되었으며 퇴원하였다. 퇴원 후, 주 2회씩 치료를 4주간 적용하였으며 20분 동안의 요부안정화운동도 추가적으로 실시하였다. 그리고 경과추적을 위해 6개월 뒤에 MRI를 실시한 결과, L4-5가 퇴행성으로 인해 추간관의 높이가 감소되었지만 탈출된 디스크가 시간의 경과에 따라 축소 또는 흡수되었음을 관찰할 수 있었다. 하지만 섬유륜의 후부에 증가된 신호강도가 나타나는 것으로 보아 섬유륜의 균열이 아직 남아 있는 것으로 보였다(Figure 2). 그리고 환자는 경미하고 간헐적인 요통을 제외하고 일상생활에 불편함이 없는 생활을 하였다.



Figure 1. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI showing central disc extrusion at the L₄₋₅, small disc protrusion at the L_{5-S1} and disc degeneration at the L₃₋₄, L₄₋₅ and L_{5-S1}.

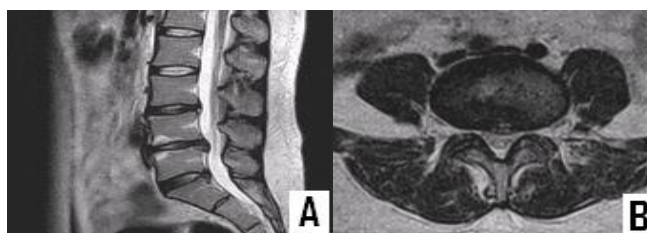


Figure 2. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI obtained 6 months after the patient's presentation showing regression of disc extrusion at the L₄₋₅ but disc degeneration in L₃₋₄, L₄₋₅ and L_{5-S1}.

2. 증례 2

41세의 남자 환자로 2006년 6월에 요통과 오른쪽 하지 방사통을 주소로 하여 내원하였다. 내원 4주 전부터 시작된 증상이

더 심해졌다고 하였다. 사무직에 종사하는 환자는 앉아있는 자세를 2~3분 이상 버티기가 힘들었으며 보행 시 허리를 감싸 쥐고 조심스런 보행을 하였다. 이학적인 검사 상, 감각과 반사는 정상이었으나 하지직거상검사는 왼쪽이 45°이고 오른쪽이 30°로 매우 낮은 각도는 보였다. MRI T2상 요추의 만곡이 퍼져있고, L4-5에서 디스크의 높이가 낮아져 있으며 퇴행성 변화가 있었다. 그리고 L4-5의 디스크가 중앙과 오른쪽으로 유출되어 있었다(Figure 3). 환자는 수술을 거부하고 보존적인 요법으로 치료 받기를 원했다. 환자는 입원 후 약물요법(진통제, 소염제, 근이완제), 물리치료(온열요법, 전기치료, 견인치료)를 4주간 매일 시행하였다. 또한 스테로이드와 국소마취제를 이용한 경막외 신경차단술을 2회 실시하였다. 4주 후에는 일상생활에 큰 불편함이 없을 정도로 회복되었다. 그리고 퇴원 후에 주 2회씩, 4주간 치료를 적용하였으며 20분정도의 요부안정화운동도 실시하였다. 그 후 경과추적을 위해 10개월 뒤에 MRI를 실시한 결과, L4-5가 퇴행성으로 인해 추간판의 높이가 감소가 발생하였고, 탈출된 디스크가 시간의 경과에 따라 축소 또는 흡수되었음을 관찰할 수 있었다(Figure 4). 또한 환자는 경미하고 간헐적인 방사통을 제외하고 일상생활에 불편함이 없는 생활을 하였다. 하지만 무거운 작업 시에는 불편감을 호소하였다.

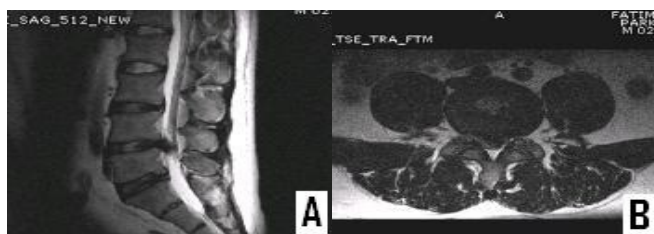


Figure 3. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI showing central disc extrusion to Rt paracentral aspects at the L₄₋₅ and disc degeneration at the L₃₋₄, L₄₋₅, L_{5-S1}.

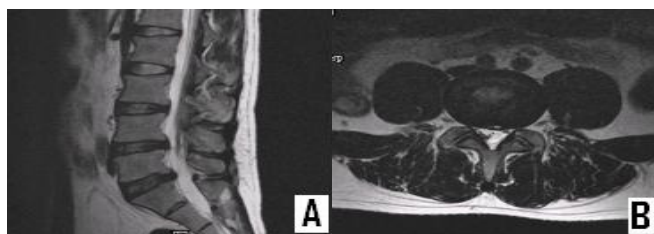


Figure 4. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI obtained 22 months after the patient's presentation showing regression of disc extrusion at the L₄₋₅ but disc degeneration in L₃₋₄, L₄₋₅, L_{5-S1}.

3. 증례 3

27세의 남자 환자로 2005년 1월에 운동 후에 요통과 왼쪽 하

지 방사통을 주소로 하여 내원하였다. 이 환자는 헬스를 주 4~5회, 2시간정도 운동을 즐겨하는 청년이었다. 내원 시에는 앉거나 서 있는 자세가 힘들었으며 보행 시 허리를 감싸 쥐고 천천히 보행을 하였다. 이학적인 검사 상, 감각과 반사는 정상이었으나 하지직거상검사는 왼쪽이 30° 이하이고 오른쪽은 40°로 매우 낮은 각도는 보였다. MRI T2상 요추의 만곡이 퍼져있고, L3-4, L4-5, L5-S1에서 디스크의 높이가 낮아져 있으며 운동으로 단련된 요근(psoas muscle)의 비대와 광범위한 디스크의 퇴행성 변화가 있었다. 그리고 L4-5의 수핵은 유출되어 신경을 압박하고 있었다(Figure 5). 환자는 수술을 거부하고 보존적인 요법으로 치료 받기를 원했다. 입원 후 스테로이드와 국소마취제를 이용한 경막외 신경차단술을 4주간 3회 실시하였으며 약물요법(진통제, 소염제, 근이완제), 물리치료(온열요법, 전기치료, 견인치료)를 4주간 매일 시행하였다. 4주 후에는 일상생활에 큰 불편함이 없을 정도로 회복되었다. 퇴원 후에는 주 2회씩, 4주간 치료를 적용하였으며 20분 정도의 요부안정화운동도 추가하였다. 그 후 경과추적을 위해 22개월 뒤에 MRI를 실시한 결과, L4-5에서 탈출된 수핵이 시간의 경과에 따라 축소 또는 흡수되었음을 관찰할 수 있었지만 섬유륜의 후부에 증가된 신호강도가 나타나는 것으로 보아 섬유륜의 균열이 아직 남아 있는 것으로 보였다(Figure 6). 그리고 환자는 경미하고 간헐적인 방사통을 제외하고 일상생활에 불편함이 없는 생활을 하였다.

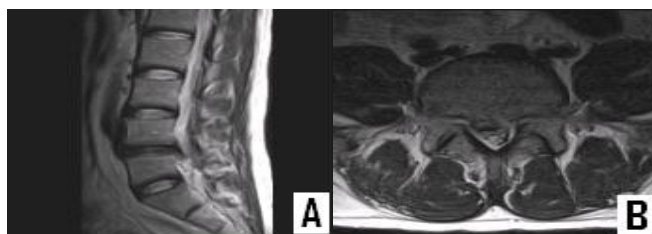


Figure 5. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI showing central disc extrusion to Lt paracentral aspect at the L₄₋₅ and disc degeneration at the L₄₋₅.

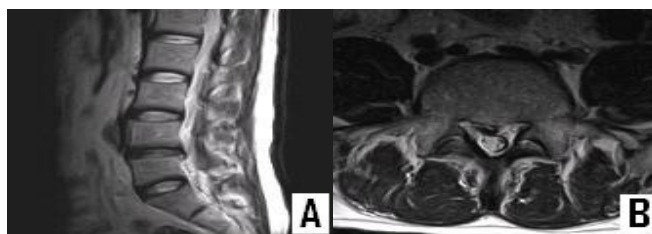


Figure 6. Sagittal(A) and axial(B) T₂ weighted MRI obtained 10 months after the patient's presentation showing regression of disc extrusion at the L₄₋₅ but disc degeneration in L₄₋₅.

III. 고찰

본 증례는 수술적 치료의 적응증이 되는 추간판 탈출증, 즉 유출의 형태에서 경막외 신경차단술, 약물요법, 물리치료, 요부안정화운동만으로 증상의 호전을 보여서, 경과를 추적한 결과 자기공명영상에서 탈출된 디스크가 흡수되거나 축소된 경우를 확인할 수 있는 예이다.

추간판 탈출증은 보존적 방법과 전통적인 수술적 방법으로 치료되어 왔으나 보존적 방법의 경우 탈출증의 자연적 축소의 가능성은 있으나 그 효과에 한계가 있으며 수술적 방법은 침습성 때문에 합병증이 생길 수 있다. 윤규태 등(2003)은 요추간판 탈출증 환자의 수술전후 및 안정 4주 뒤 최대토크의 변화에서 수술 전, 수술 후 간에는 근력의 유의한 증가가 나타나지 않은 반면 수술 후와 안정기간 사이 그리고 수술 전과 안정기간 사이에서는 유의한 근력증가를 나타내어 비수술이 예후가 더 좋은 것으로 보고하였다. 또한 성경훈 등(1999)은 추간판 탈출증 환자 중 레이저 시술과 비시술 그룹간의 12주 운동의 효과에서 레이저시술 그룹보다 비수술 그룹에서 요부신전 근력이 증가하는 것으로 보여 비수술이 운동에 효과적임을 보여주고 있어 신경학적 결손이 없는 경우에는 비수술적인 방법을 선택하는 것이 좋으리라 사료된다.

추간판 디스크는 추체사이에 위치하며 서로를 연결한다. 또한 척추에 주요한 관절들이며 척추길이의 1/3을 차지한다. 디스크의 중요한 역할은 척추를 통하여 체중과 근육의 활동으로부터 발생하는 부하를 계속적으로 전달한다. 이것은 또한 척추에 유연성을 제공하며 구부리기, 굴곡과 비틀림을 허용한다. 그리고 요부의 척추에서 디스크 전후면의 직경이 약 4 cm이고 두께는 7~10 mm이지만(Roberts 등, 1989; Twomey와 Talyor, 1987), 증례 1, 2, 3의 추적조사에서는 퇴행성으로 인해 추간판의 두께가 감소되는 것을 자기공명영상과 단순 방사선촬영으로 확인할 수 있었다.

추간판 퇴행성의 첫 징후들 중의 하나인 감소된 수분용량을(Gunzburg 등, 1992) 증례 1, 2, 3의 T2강조영상에서 신호강도가 감소되게 나타나 이를 확인할 수 있었다. 이것은 수핵의 디스크내압과 디스크 높이에서 감소를 유발하며 다른 퇴행성의 증상으로 골중식체와 편평화된 종판의 곡선이 나타난다. 이 중에서 3가지 방사선 등급 시스템은 높이감소, 골중식체 형성, 광범위한 경화이다. 또한 퇴행의 등급은 0등급에서 3등급으로 나누어진 4가지 형태이며, 0등급은 퇴행성 없음, 1등급은 경미한 퇴행성, 2등급은 중등도 퇴행성, 3등급은 심한 퇴행성으로 설명되어지며(Wilke 등, 2006), 본 증례에서는 중등도의 퇴행성을 동반한 사례이다.

종판은 척추의 기계적 부하를 유발하는 상당한 정수압을 흡

수하며(Broberg, 1983), 전형적으로 1 mm 두께보다 얇으며 수핵과 연접한 중앙부분에는 가장 얇은 경향이 있다(Edwards 등, 2001). 또한 디스크 종판은 디스크의 기능을 유지하는 기능에 있어서 증대하며 디스크의 다른 부분과 마찬가지로 변성되기 쉽다(Moore, 2006). 수핵 탈출에 의해 유발된 신경근병증으로 고통 받는 대부분의 환자들은 수술이나 화학수핵용해술(chemonucleolysis) 없이도 자연적으로 치유되며(Benoist, 2002), 수핵이 많이 탈출된 형태의 환자와 분리된 수핵을 가진 환자에서 보존적 치료를 적용한 결과 자기공명영상에서 사라졌다고 하였으며 이것은 탈수에 의해서라기보다 흡수에 기인한다고 할 수 있다(Sei 등, 1994).

Birbilis 등(2007)은 L5-S1 부위에서 많이 탈출된 디스크를 가지고, 하지직거상이 30°로 제한되며 좌골신경통을 가진 74세의 여성 환자에서 일 년 동안의 추적조사 끝에 증상과 탈출된 디스크 조각이 사라졌다고 하였으며 이러한 디스크의 축소는 탈수, 염증반응에 따르는 흡수에 기인할 수 있다고 하였다. 본 증례에서도 초기에는 하지직거상이 30° 내외로 제한되었지만 시간의 경과에 따라 하지직거상의 제한이 해소됨을 볼 수 있었다. Miller와 Casden(1998)은 32세의 남성에서 4년 후에 탈출된 디스크의 자연적 축소가 거의 완전하게 일어났다고 제시하였으며 Henmi 등(2002)에 의하면, 19세에서 57세 범위의 49명을 대상으로 자기공명영상의 강도와 수핵 탈출의 크기를 조사한 결과, 수핵 탈출 후에는 수화(hydration)에 의해 강도가 증가하고 시간이 지남에 따라 탈수에 의해 감소한다고 제시하였으며 수핵의 탈수는 요부디스크탈출의 감소에 중요한 역할을 할 수 있다고 하였다.

자기공명영상으로 흉부의 디스크 탈출에 대한 자연적 소실에 관한 연구들도 Coevoet 등(1997)과 Morandi 등(1999)에 의해서 제시되었으며 경추디스크 탈출의 자연적 축소에 관한 연구(Song 등, 1999; Reddy 등, 2003)도 있다.

척추수술을 제시하는 가장 흔한 디스크 질환은 탈출(herniated)된 추간판이다. 이런 경우에서 디스크 팽윤(bulge) 또는 파열(rupture)이 후측 또는 후외측으로 유발한다. 그리고 추공에서 신경을 압박한다(Adams와 Hutton, 1982). 하지만 신경근에서 탈출에 의한 압력이 통증의 원인이 될 수 없다. 왜냐하면 정상인의 70%이상에서 무증상인 사람들이 신경근을 압박하는 디스크 탈출을 가지고 있지만 통증이 없다(Boden 등, 1990). 따라서 수술적 중재의 역할은 비수술적 수단과 치료를 선호하는 정밀한 임상방식의 적용에 의해 지시되어야 한다. 그리고 심하고 지속적인 신경근 염증, 더 나빠지는 신경학적 결손, 지속적이고 심한 방사통이 존재할 때에는 수술적 중재를 시행하는 것이 현명할 수 있다(Zeidman과 Long, 1998). 그리고 Weber(1983)는 첫 해에 비수술적인 치료로 개선을 보인 60%

의 환자보다 수술을 적용한 90%의 환자에서 더 좋은 결과를 보였지만 4년과 10년 후의 추적조사에서는 통계학적으로 차이가 없었다고 제시하였다.

저자들이 보고한 위 증례와 본 증례는 탈출된 추간판이 축소 또는 흡수되는 경우를 보고하지만 발생기간과 탈출정도에 따른 추간판의 자연적 흡수에 관한 종합적이고 세밀한 보고는 아직도 미흡한 실정이므로 이에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

IV. 결론

디스크의 유출은 심하지만 신경학적 결손이 심하지 않는 3명의 환자에서 보존적 요법인 경막외 신경차단술, 약물요법, 물리치료, 요부안정화운동을 적용하여 추적 조사한 결과, 자기공명영상에서 유출되거나 탈출된 디스크가 축소 또는 흡수되고 임상적 징후에서 예후가 좋은 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 보존적 치료는 신경학적 증상이 없는 경우에 요추간판탈출의 치료에 효과적인 접근이 될 수 있다.

참고문헌

- 김병성. 요통의 치료. 가정의학회지, 2002;23(4):206-13.
- 박정율. 만성 요통의 진단과 치료. 가정의학회지, 2001;22(9):1349-58.
- 성경훈, 김명준, 석혜경. 추간판 탈출증 환자 중 레이저시술과 비시술 그룹간의 12주 운동의 효과. 대한스포츠의학회지, 1999;17(1):165-75.
- 윤규태, 김건도, 한길수. 요추간판 탈출증 환자의 수술전후 및 안정 회복에 따른 요부 등척성 신근력의 변화. 대한스포츠의학회지, 2003;21(1):43-51.
- Adams MA, Hutton WC. Prolapsed intervertebral disc. A hyperflexion injury. 1981 Volvo Award in Basic Science. Spine, 1982;7(3):184-91.
- Allan DB, Waddell G. An histological perspective on low back pain and disability. Acta Orthop Scand Suppl, 1989;234:1-23.
- Bailey, WM. A practical guide to the application of AJNR guidelines for nomenclature and classification of lumbar disc pathology in Magnetic Resonance Imaging (MRI). Radiography, 2006;12(2):175-82.
- Benoist M. The natural history of lumbar disc herniation and radiculopathy. Joint Bone Spine, 2002;69(2):155-60.
- Birbilis TA, Matis GK, Theodoropoulou EN. Spontaneous regression of a lumbar disc herniation: case report. Med Sci Monit, 2007;13(10):121-3.
- Boden SD, Davis DO, Dina TS et al. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A perspective investigation. J Bone Joint Surg Am, 1990;72(3):403-8.
- Broberg KB. On the mechanical behavior of intervertebral discs. Spine, 1983;8(2):151-65.
- Buckwalter JA: Aging and degeneration of the human intervertebral disc. Spine, 1995;20(11):1307-24.
- Coevoet V, Benoudiba F, Lignières C et al. Spontaneous and complete regression in MRI of thoracic disk herniation. J Radiol, 1997;78(2):149-51.
- Costello, RF, Beall, DP. Nomenclature and standard reporting terminology of intervertebral disk herniation. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2007;15(2):167-74.
- Edwards WT, Zheng Y, Ferrara LA et al. Structural features and thickness of the vertebral cortex in the thoracolumbar spine. Spine, 2001;26(2):218-25.
- Fardon, DF, Milette, PC. Nomenclature and classification of lumbar disc pathology. Spine, 2001;26(5):93-113.
- Gunzburg R, Parkinson R, Moore R et al. A cadaveric study comparing discography, magnetic resonance imaging, histology and mechanical behavior of the human lumbar disc. Spine, 1992;17(4):417-26.
- Henmi T, Sairyō K, Nakano S et al. Natural history of extruded lumbar intervertebral disc. J Med Invest, 2002;49(1-2):40-3.
- Holm S, Maroudas A, Urban JP et al. Nutrition of the intervertebral disc: solute transport and metabolism. Connect Tissue Res, 1981;8(2):101-19.
- Miller S, Casden AM. Spontaneous regression of a herniated disk. A case report with a four year follow-up. Bull Hosp Jt Dis, 1998;57(2):99-101.
- Moore RJ. The vertebral endplate: disc degeneration, disc regeneration. Eur Spine J, 2006;15(3):333-7.
- Morandi X, Crovetto N, Carsin-Nicol B et al. Spontaneous disappearance of a thoracic disc hernia. Neurochirurgie, 1999;45(2):155-9.
- Moret NC, van der Stap M, Hagmeijer R et al. Design and feasibility of a randomized clinical trial to evaluate

- the effect of vertical traction in patients with a lumbar radicular syndrom. *Manual Therapy*, 1998;3(4):203-11.
- Nachemson A, Lewin T, Maroudas A et al. In vitro diffusion of dye through the end-plates and annulus fibrosus of human lumbar intervertebral disc. *Acta Orthop Scand*, 1970;41(6):589-607.
- Nakagawa H, Kamimura M, Takahara K et al. Optimal duration of conservative treatment for lumbar disc herniation depending on the type of herniation. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2007;14(2):104-9.
- Reddy PK, Sathyanarayana S, Nanda A. MRI-documented spontaneous regression of cervical disc herniation: a case report and review of the literature. *J La State Med Soc*, 2003;155(2):97-8.
- Roberts S, Menage J, Urban JPG. Biochemical and structural properties of the cartilage end-plate and its relation to the intervertebral disc. *Spine*, 1989;14(2):166-74.
- Rubin DI. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol Clin*, 2007;25(2):353-71.
- Sei A, Nakamura T, Fukuyama S et al. Spontaneous regression of lumbar hernia of the nucleus pulposus. Follow-up study of 4 cases by repeated magnetic resonance imaging. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1994;80(2):144-9.
- Song JH, Park HK, Shin KM. Spontaneous regression of a herniated cervical disc in a patient with myelopathy. Case report. *J Neurosurg*, 1999;90(1):138-40.
- Thomas KC, Fisher CG, Boyd M et al. Outcome evaluation of surgical and nonsurgical management of lumbar disc protrusion causing radiculopathy. *Spine*, 2007;32(13):1414-22.
- Twomey LT, Talyor JR. Age changes in lumbar vertebrae and intervertebral disc. *Clin Orthop Relat Res*, 1987;224:97-104.
- Urban JPG, Roberts S. Degeneration of the intervertebral disc. *Arthritis Res Ther*, 2003;5:120-30.
- Weber H. Lumbar disc herniation. A controlled, prospective study with ten years of observation. *Spine*, 1983;8(2):131-40.
- Wheeler AH, Murrey DB. Chronic lumbar spine and radicular pain: pathophysiology and treatment. *Curr Pain Headache Rep*, 2002;6(2):97-105.
- Wilke HJ, Rohlmann F, Neidlinger-Wilke C et al. Validity and interobserver agreement of a new radiographic gradin system for intervertebral disc degeneration: Part I, Lumbar spine. *Eur Spine J*, 2006;15(6):720-30.
- Zeidman SM, Long DM. Does a herniated lumbar disk with nerve root entrapment require surgical intervention: Are alternative treatments as effective?. *Current Pain and Headache Reports*. 1998;2(2):115-9.