

Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa piersiowego — wyzwanie dla neurochirurgii

Włodzimierz Jarmundowicz

Katedra i Klinika Neurochirurgii Akademii Medycznej im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

STRESZCZENIE

Objawowe zespoły związane z chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa piersiowego nie należą do częstych. Wypukliny dysków, najczęściej spotykane formy choroby zwyrodnieniowej, stanowią zaledwie 0,25–1% wszystkich wypuklin dysków. Są one przyczyną silnych dolegliwości bólowych, a przede wszystkim grożą poważnym uszkodzeniem rdzenia kręgowego, do porażenia włócznie. Mimo że większość przypadków, zwłaszcza zespołów bólowych, poddaje się leczeniu zachowawczemu, część z nich wymaga operacji. Leczenie operacyjne, które zostało udoskonalone w ciągu ostatniego 50-lecia, stanowi nadal poważne wyzwanie dla neurochirurgii i nie jest całkowicie pozbawione ryzyka.

W pracy przedstawiono specyfikę choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa piersiowego, zarówno pod kątem anatomiczno-biomechanicznym oraz klinicznym, jak i pod kątem leczenia operacyjnego.

Polski Przegląd Neurologiczny 2010; 6 (2): 70–74

Słowa kluczowe: dyski piersiowe, biomechanika, zespoły kliniczne, leczenie operacyjne, powikłania

Wprowadzenie

Mimo znacznego postępu w zakresie poznania zjawisk patofizjologicznych choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa, rozwoju metod diagnostyki obrazowej

oraz technik operacyjnych, leczenie operacyjne zmian zwyrodnieniowych kręgosłupa piersiowego stanowi jedno z najpoważniejszych wyzwań w neurochirurgii. Ciągłe istnieje duże ryzyko powikłań związanych z zabiegiem operacyjnym, a niewiele jest zespołów chorobowych, których historia leczenia byłaby obciążona tak poważnymi powikłaniami, z uszkodzeniem rdzenia kręgowego włócznie [1].

Wskazania do leczenia operacyjnego powinny być rozważane bardzo ostrożnie. Wybór rodzaju operacji należy poprzedzić gruntowną analizą obrazu klinicznego, przebiegu choroby, dotychczasowego leczenia, wyników badań obrazowych, zaś sam zabieg powinien być wykonany przez doświadczanego neurochirurga.

Istota zmian patofizjologicznych, prowadzących do destrukcji zwyrodnieniowej krążka międzykręgowego, stawów międzykręgowych oraz więzadeł kręgosłupa piersiowego, jest taka sama jak w odcinku szyjnym i lędźwiowym, natomiast częstość ich występowania w kręgosłupie piersiowym jest mniejsza niż w pozostałych odcinkach [2]. Częstość występowania wypuklin dysków w odcinku piersiowym, według McInerneya i Balla [3], wynosi 0,25–1% wszystkich wypuklin dysków. Studia epidemiologiczne wykazują, że tak zwane objawowe wypukliny dysku pojawiają się z częstotliwością jednej na milion populacji w ciągu roku [4–6]. Carson i wsp. [7] podają, że w badaniach autopsyjnych wypukliny dysków w odcinku piersiowym są stwierdzane w 7–15% przypadków, natomiast przypadki ujawnione klinicznie stanowią tylko około 1% wszystkich klinicznych zespołów choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa. Jednak — ze

Adres do korespondencji: prof. dr hab. n. med. Włodzimierz Jarmundowicz
Katedra i Klinika Neurochirurgii
Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich
ul. Borowska 213, 50-556 Wrocław
tel.: 71 734 34 00
e-mail: jarmund@wp.pl
Polski Przegląd Neurologiczny 2010, tom 6, 2, 70–74
Wydawca: „Via Medica sp. z o.o.” sp.k.
Copyright © 2010 Via Medica

względu na to, że mogą one prowadzić do poważnych zaburzeń neurologicznych, których leczenie jest trudne i obciążone zwiększonym ryzykiem — ich dokładna znajomość jest niezbędna każdemu neurologowi i neurochirurgowi.

Specyfika anatomiczno-biomechaniczna choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa w odcinku piersiowym

Specyficzne cechy budowy anatomicznej sprawiają, że biomechanika kręgosłupa w odcinku piersiowym różni się istotnie od właściwości kręgosłupa w odcinkach szyjnym i lędźwiowym [3, 8]. Różnice te wynikają przede wszystkim z odmiennej budowy anatomicznej stawów i krążków międzykręgowych, kanału kręgowego oraz z połączenia kręgosłupa z klatką piersiową. Czołowe ustawienie powierzchni stawowych stawów międzykręgowych oraz zespolenie poprzez żebra z klatką piersiową sprawiają, że ruchomość kręgosłupa w odcinku piersiowym jest zdecydowanie mniejsza niż w pozostałych odcinkach. Przestrzeń między rdzeniem kręgowym a ścianami kanału kręgowego w odcinku piersiowym jest relatywnie mniejsza niż w pozostałych odcinkach kręgosłupa [2]. Rdzeń kręgowy w odcinku piersiowym jest bardziej podatny na ucisk i uszkodzenie w przebiegu procesów chorobowych powodujących zwężenie kanału kręgowego.

Wielu autorów podkreśla, że mniejsza częstość występowania zespołów klinicznych związanych ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa piersiowego nie wynika ze specyficznego „oszczędzania” przez proces zwyrodnieniowy tej części kręgosłupa [9]. Według McInerneya i Balla [3] za ten stan jest odpowiedzialna mniejsza ruchomość kręgosłupa piersiowego, zwłaszcza dotycząca ruchów zginania i prostowania. Duża liczba przypadków wypuklin dysków dotyczy kręgosłupa poniżej poziomu Th7 i wzrasta w jego dystalnych odcinkach. Przyczyną tego jest zwiększanie ruchomości w dystalnych odcinkach kręgosłupa piersiowego. Większość wypuklin dysków w odcinku piersiowym ulega kalcyfikacji i z takim stanem lekarze spotykają się zwykle w przypadkach, które ujawniają się klinicznie. Według Stillermana i wsp. [6] dotyczy to 30–70% przypadków, przy czym w 5–10% z nich obserwuje się ekspansję wewnątrzoponową. Nie pozostaje to bez znaczenia dla wyboru sposobu leczenia operacyjnego.

Kliniczne zespoły choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa w odcinku piersiowym

Zmiany patologiczne, obserwowane w chorobie zwyrodnieniowej kręgosłupa piersiowego,

mogą dotyczyć wszystkich jego anatomicznych elementów. Rozpoczynają się zwykle w jądrze miażdżystym krążka międzykręgowego, a ich charakter biochemiczno-biomechaniczny jest dość dokładnie poznany [2, 3]. Zmianom w obrębie krążka międzykręgowego towarzyszą zwykle procesy zwyrodnieniowe chrząstek stawów międzykręgowych, torebek stawowych i więzadeł kręgosłupa [3].

W zaawansowanych przypadkach dochodzi do znacznej destrukcji zwyrodnieniowej w poszczególnych segmentach ruchowych ze zwężeniem kanału kręgowego i otworów międzykręgowych, z uciskiem korzeni rdzeniowych i rdzenia kręgowego. Objawy kliniczne mogą wystąpić na każdym etapie rozwoju choroby zwyrodnieniowej, a ich charakter i stopień nasilenia zależą od wielu czynników, które nie są do końca poznane. Ogilvie [10] ustalił, że wypukliny dysków stwierdza się u 37% osób, które nie miały żadnych objawów ze strony kręgosłupa piersiowego, a 40% z nich ma wypukliny na więcej niż jednym poziomie.

Uraz kręgosłupa jako przyczynę wystąpienia pierwszych objawów choroby podaje 22–50% pacjentów [4, 10]. Objawy kliniczne choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa piersiowego mogą układać się w różne zespoły kliniczne. Można je podzielić na trzy grupy:

- ograniczony zespół bólowy kręgosłupa;
- zespół bólowy korzeniowy o charakterze neuralgii międzyżebrowej;
- zespoły mielopatii piersiowej.

Najczęściej objawy kliniczne różnych zespołów występują wspólnie, a podstawą do wyodrębnienia danego zespołu są objawy dominujące. Ograniczony zespół bólowy kręgosłupa cechuje się występowaniem ograniczonych bólów zlokalizowanych na określonym poziomie. Bóle te nasilają się zwykle podczas ruchów kręgosłupa bądź też obciążenia kręgosłupa, na przykład podczas dłuższego stania. Może się również pojawić bolesność uciskowa wyrostków kolczystych. Etiologia tych bólów nie została do końca poznana. McInerney i Ball [3], powołując się na wcześniejsze badania Hirscha [11], podają, że przyczyną tych dolegliwości jest podrażnienie bezmielinowych włókien czuciowych, których bogate zakończenia znajdują się w obrębie zewnętrznych warstw pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego w obrębie torebek stawowych, okostnej trzonów kręgowych oraz wszystkich więzadeł kręgosłupa. Znaczenie mają również uszkodzenia chrząstek stawów międzykręgowych z możliwością tworzenia się torbieli synowialnych (ryc. 1).



Rycina 1. Obraz rezonansu magnetycznego kręgosłupa piersiowego wykonany w projekcji osiowej w czasie T2- zależnym u chorego z zespołem neuralgii międzyżebrowej. Widoczna jest zmiana o charakterze torbieli synowialnej wychodząca z prawego stawu międzykręgowego Th10–Th11. Worek oponowy jest wyraźnie uciśnięty na tym poziomie

Zespoły bólowe korzeniowe o charakterze neuralgii międzyżebrowej są spowodowane uciskiem lub podrażnieniem korzeni rdzeniowych przez wypukliny dysku bądź też skutek zwężenia otworów międzykręgowych przez zmiany zwyrodnieniowo-wytwórcze.

Zespoły mielopatii piersiowej należą do najcięższych powikłań choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa piersiowego. Przyczyną ich występowania jest bezpośredni ucisk rdzenia kręgowego przez dużą wypuklinę dysku lub zmiany o charakterze zwyrodnieniowo-wytwórczym (zespoły poprzecznego uszkodzenia rdzenia kręgowego, zespół Brown-Sequarda) albo ucisk ważnych naczyń tętniczych odpowiedzialnych za ukrwienie rdzenia kręgowego (zespół tętnicy rdzeniowej przedniej). Charakter zespołów mielopatii piersiowej jest z reguły przewlekły i postępujący, ale może wystąpić gwałtowne pogorszenie z porażeniem kończyn dolnych wskutek błahego urazu kręgosłupa, a nawet bez urazu (ryc. 2).

Występowanie zespołu bólowego korzeniowego o charakterze neuralgii międzyżebrowej może sugerować dolegliwości związane z chorobami serca bądź narządów jamy brzusznej. Szczególnie podstępnie mogą przebiegać zespoły mielopatii piersiowej z brakiem dolegliwości bólowych, zwłaszcza jeśli przebieg choroby jest intermitujący. Zdarzały się pomyłki diagnostyczne i terapeutyczne związane z rozpoznaniem zespołów demielinizacyjnych, pierwotnych zespołów neuronu ruchowego lub zespołów nerwowo-mięśniowych [9]. Według Stillermana i wsp. [6] najczęstszym objawem choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa piersio-

wego są bóle, które badacze ci stwierdzili u 76% swoich pacjentów. Na drugim miejscu występowały objawy mielopatii. Interesujący w tym materiale jest brak jakichkolwiek dolegliwości bólowych w około 25% przypadków [6].

Diagnostyka obrazowa

Badaniem diagnostycznym z wyboru w chorobie zwyrodnieniowej kręgosłupa piersiowego jest rezonans magnetyczny (MR, *magnetic resonance*). Badanie to powinno być uzupełnione tomografią komputerową (TK) w celu dokładnej oceny struktur kostnych kanału kręgowego na wybranym poziomie oraz stopnia uwapnienia wypukliny dysku. Od dokładnej analizy obrazów MR i TK zależy wybór sposobu leczenia operacyjnego.

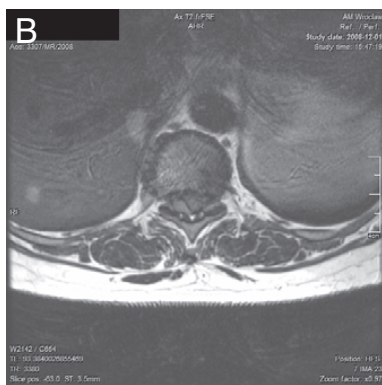
Postępowanie lecznicze

Wybór sposobu leczenia zależy od stopnia zaawansowania zmian zwyrodnieniowych stwierdzanych w obrazach MR i TK w ścisłej korelacji z aktualnym obrazem klinicznym oraz analizą dotychczasowego przebiegu choroby. Awward i wsp. [12] w jednej ze swoich wcześniejszych prac podali, że — posługując się metodą mielografii w diagnostyce choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa szyjnego bądź lędźwiowego — bezobjawowe wypukliny dysków w odcinku piersiowym wykrywali w 9,2% przypadków. Brown i wsp. [5] w swoich badaniach retrospektywnych podają, że spośród 55 chorych z objawowymi wypuklinami dysków piersiowych bezwzględnego leczenia operacyjnego wymagało tylko 15 osób. U pozostałych 40 chorych zastosowano kompleksowe leczenie zachowawcze, uzyskując zdecydowaną poprawę w 77% przypadków. Również doświadczenie własne autora niniejszej pracy wskazuje, że większość przypadków choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa, manifestujących się przede wszystkim zespołami bólowymi, można leczyć z dobrym wynikiem metodami zachowawczymi — farmakologicznymi, fizykoterapeutycznymi oraz kinezyterapią.

Leczenie operacyjne

Wskazania do leczenia operacyjnego

Wskazania do leczenia operacyjnego należy ustalać z dużą rozważą, z dokładną analizą zespołu chorobowego, jego dotychczasowego przebiegu i wyników leczenia zachowawczego oraz analizą badań MR i TK. Wskazania do leczenia operacyjnego rozpatruje się w zespołach bólowych korzeniowych o charakterze neuralgii międzyżebrowej, a zwłaszcza w zespołach mielopatii piersiowej. W zespołach



Rycina 2. Badanie rezonansu magnetycznego (MR, *magnetic resonance*) wykonane u chorej z postępującym niedowładem spastycznym kończyn dolnych: **A.** Obraz MR kręgosłupa piersiowego wykonany w czasie T2- zależnym. Widoczne są rzadko spotykane wielopoziomowe wypukliny dysków na poziomach Th6–Th7, Th7–Th8 oraz Th9–Th10 i Th10–Th11. Rdzeń kręgowy na poziomach Th9–Th10 i Th10–Th11 jest wyraźnie uciśnięty przez duże centralno-boczne wypukliny dysków; **B.** Ten sam przypadek: obraz MR wykonany w projekcji osiowej w czasie T2- zależnym uwiadcza dużą wypuklinę dysku na poziomie Th9–Th10 powodującą ucisk rdzenia kręgowego od strony przednio-bocznej lewej

bólowych korzeniowych o charakterze neuralgii międzyżebrowej leczenie operacyjne można rozważać w przypadkach, w których mimo pełnego i kompleksowego leczenia zachowawczego utrzymują się silne dolegliwości bólowe, a badania MR i TK wykazują zmiany, których operacyjne usunięcie rokuje uzyskanie poprawy. W zespołach mielopatii piersiowej leczenie operacyjne powinno być stosowane z wyboru, zwłaszcza jeśli obserwuje się progresję objawów uszkodzenia rdzenia kręgowego. Wyjątkiem są tylko przeciwwskazania wynikające z ogólnego stanu zdrowia, związane z chorobami serca, niewydolnością krążeniowo-oddechową lub innymi chorobami układowymi.

Sposoby leczenia operacyjnego

Istnieje wiele sposobów i technik leczenia operacyjnego, począwszy od tak zwanej otwartej chirurgii, na chirurgii małoinwazyjnej i endoskopowej skończywszy [13]. Wyboru określonego sposobu operacji dokonuje się indywidualnie na podstawie dokładnej analizy klinicznej oraz właściwej interpretacji obrazów MR i TK. Pewne znaczenie może mieć osobiste doświadczenie operującego neurochirurga dotyczące stosowania danej metody.

W pracy przedstawiono zasadnicze strategie wyboru różnych technik operacyjnych. Celem leczenia operacyjnego jest usunięcie zwyrodniałych mas dysku bądź zmian zwyrodnieniowo-wytwórczych o charakterze osteochondrozy, zwężających kanał kręgowy i otwory międzykręgowe, a także odbarczenie korzeni rdzeniowych, rdzenia kręgowego oraz naczyń korzeniowych i rdzeniowych. W zależności od morfologii zmian powodujących ucisk, ich wielkości oraz położenia w stosunku do rdzenia kręgowego i korzeni rdzeniowych wybiera się najwłaściwszy dostęp operacyjny:

- tylny (laminektomia);
- tylnoboczny (poprzez nasady łuków);

- boczny zewnątrzopłucnowy (kostotranswersektomia);
- przedni (drogą torakotomii);
- operacje wykonywane metodą torakoendoskopową.

Do operacji wykonywanych z dojścia tylnego należy laminektomia. Pierwszy przypadek usunięcia dysku piersiowego został opisany przez Adsona w 1922 roku [13]. Dojście drogą laminektomii nie daje dobrego wglądu w operowane struktury i obecnie jest stosowane w wyjątkowych przypadkach. Ucisk rdzenia kręgowego w czasie operacji stwarza ogromne ryzyko jego uszkodzenia, oceniane przez Pattersona i Arbata [14] na 14–40%. Duża liczba powikłań operacji drogą laminektomii była powodem poszukiwania innych technik chirurgicznych. Crafoord i wsp. [15] wprowadzili technikę dojścia tylnobocznego poprzez nasady łuków kręgowych, często z usuwaniem wyrostków poprzecznych i przylegających części żebra. Metoda ta pozwala na lepszy wgląd w zmiany położone w bocznej i przyśrodkowej części kanału kręgowego i stwarza mniejsze ryzyko uszkodzenia rdzenia kręgowego. Otani i wsp. [16] w 1988 roku opisali pierwsze przypadki usunięcia dysków piersiowych z dojścia bocznego zewnątrzopłucnowego. Zmiany zwyrodnieniowe powodujące ucisk rdzenia kręgowego od strony przedniej, zwłaszcza gdy istnieje podejrzenie ekspansji wewnątrzopłucnowej, co zdarza się w 5–10%, wymagają operacji z dojścia przedniego przez klatkę piersiową. Operacje te zostały wprowadzone przez Perota i Munro [17] oraz Ransohoffa i wsp. [18] w 1969 roku. Opracowanie nowoczesnych endoskopów umożliwiło zastosowanie techniki torakoskopowej w leczeniu operacyjnym wypuklin dysków w odcinku piersiowym kręgosłupa. Pierwsze operacje wykonali Rosenthal i wsp. [19] w latach 90. ubiegłego stulecia.

W nowoczesnych ośrodkach neurochirurgicznych zabiegi operacyjne wykonuje się zawsze pod

kontrolą monitorowania śródoperacyjnego potencjałów wywołanych czuciowych i ruchowych oraz śródoperacyjną kontrolą lokalizacji zmian przy użyciu neuronawigacji lub ramienia C.

Należy podkreślić, że o wyborze określonego sposobu leczenia operacyjnego decydują ściśle wskazania uwzględniające stan kliniczny chorego oraz wyniki badań obrazowych MR i TK kręgosłupa.

Wyniki leczenia operacyjnego

Wyniki leczenia operacyjnego powinny być zawsze oceniane w ścisłym związku ze stanem neurologicznym, który był wskazaniem do podjęcia tego leczenia. Ocenia się je pod kątem ustąpienia zespołów bólowych oraz zmniejszenia lub braku progresji objawów uszkodzenia rdzenia kręgowego.

Wyniki leczenia operacyjnego były gruntownie analizowane przez Stillermana i wsp. [6]. Autorzy ci podają ustąpienie lub wyraźne zmniejszenie objawów uszkodzenia rdzenia kręgowego w 95% przypadków oraz ustąpienie lub zmniejszenie dolegliwości bólowych w 87% przypadków.

Powikłania

Mimo znacznego postępu w chirurgii kręgosłupa piersiowego leczenie operacyjne tak zwanych dysków piersiowych stanowi poważne wyzwanie dla neurochirurga i nie jest całkowicie pozbawione ryzyka powikłań [1]. Ryzyko to było szczególnie wysokie do lat 60. ubiegłego stulecia, ponieważ większość operacji wykonywano drogą laminektomii. Wielu autorów publikujących wyniki leczenia z tamtych lat podaje pogorszenie stanu neurologicznego po operacji w granicach 18–66%, a śmiertelność — 15–50% [20–22]. Wprowadzenie operacji drogą poprzez klatkę piersiową, doświadczeń z zewnątrzopłucnowych oraz torakoskopowych zdecydowanie zmniejszyło ryzyko operacyjne oraz liczbę powikłań. Dickman i wsp. [20] na 180 przypadków operowania tymi metodami nie podali żadnego przypadku zgonu związanego z zabiegiem, a Stillerman i Weiss [23] wśród 51 chorych operowanych drogą przez klatkę piersiową podali przejściowe pogorszenie stanu neurologicznego tylko w 2% przypadków.

Podsumowanie

Mimo że objawowe wypukliny dysków należą do rzadkości — ze względu na możliwość ucisku i uszkodzenia rdzenia kręgowego — stanowią poważny problem w neurologii i neurochirurgii. Przy-

padki przebiegające głównie pod postacią zespołów bólowych można leczyć z dobrym wynikiem metodami zachowawczymi. Chorzy z objawami ucisku rdzenia kręgowego wymagają leczenia operacyjnego. Dzięki znacznemu postępowi w zakresie diagnostyki przy użyciu MR i TK chorzy mogą być wcześniej kwalifikowani do zabiegu. Rozwój nowoczesnych sposobów operacyjnych pozwolił na osiągnięcie bardzo dobrych wyników leczenia oraz ograniczył w znacznym stopniu liczbę związanych z nim powikłań.

PIŚMIENNICTWO

- McCormick W.F., Will S.F., Benzel E. Surgery for thoracic disc disease. Complication avoidance: overview and management. *Neurosurg. Focus* 2000; 9: e13.
- De Palma A.F., Rothman R.H. The intervertebral disc. W.B. Saunders, Philadelphia 1970.
- McInerney J., Ball P.A. The pathophysiology of thoracic disc disease. *Neurosurg. Focus* 2000; 9: e1.
- Arce C.A., Dohrmann G.J. Thoracic disc herniation. Improved diagnosis with computed tomographic scanning and a review of the literature. *Surg. Neurol.* 1985; 23: 356–369.
- Brown C.W., Deffer P.A., Akmakjan J. i wsp. The natural history of thoracic disc herniation. *Spine* 1992; 17 (supl. 6): 97–102.
- Stillerman C.B., Chen T.C., Marondas A. i wsp. Experience in the surgical management of 82 symptomatic herniated thoracic disc and review of the literature. *J. Neurosurg.* 1998; 88: 623–633.
- Carson J., Grumpert J., Jefferson A. Diagnosis and treatment of thoracic intervertebral disc. *J. Neurosurg.* 1971; 34: 68–77.
- Maiman D.J., Pintar F.A. Anatomy and clinical biomechanics of the thoracic spine. *Clin. Neurosurg.* 1991; 38: 296–324.
- Santiago P., Fine A., Shafron D. i wsp. Benign extradural lesions of the dorsal spine. W: Winn R. (red.). *Youmans Neurological Surgery*. Saunders, Philadelphia 2004: 4491–4505.
- Ogilvie J.W. Thoracic disc herniation. W: Bridwell K.H., De Wald R.L. (red.). *Textbook of spinal surgery*. Lippincott, Philadelphia 1997: 1495–1503.
- Hirsch C. The anatomical basis for low back pain. Studies on the presence of sensory nerve endings in ligamentous, capsule and intervertebral disc structures in the human lumbae spine. *Acta Orthop. Scand.* 1963; 33: 1–17.
- Awward F.E., Martin D.S., Smith K. i wsp. Asymptomatic versus symptomatic herniated thoracic disc: their frequency and characteristics as detected by computed tomography after myelography. *Neurosurgery* 1991; 28: 180–186.
- Burke T.G., Caputy A.J. Treatment of thoracic disc herniation; evolution toward the minimally invasive thoracoscopic technique. *Neurosurg. Focus* 2000; 9: e9.
- Patterson R.H., Arbit E. A surgical approach through the pedicle to protruded thoracic disc. *J. Neurosurg.* 1978; 48: 768–776.
- Crafoord C., Hiertonn T., Lindblom K. i wsp. Spinal cord compression caused by a protruded thoracic disc. *Acta Orthop. Scand.* 1956; 28: 103–112.
- Otani K., Yoshida M., Fuji E. i wsp. Thoracic disc herniation. Surgical treatment in 23 patients. *Spine* 1988; 13: 1262–1271.
- Perot P.L., Munro D.D. Transthoracic removal of midline disc protrusions causing spinal cord compression. *J. Neurosurg.* 1969; 31: 452–467.
- Ransohoff J., Spencer F., Siew F. i wsp. Transthoracic removal of thoracic disc. Report of three cases. *J. Neurosurg.* 1969; 31: 459–466.
- Rosenthal D., Rosenthal R., de Simone A. Removal of a protruded thoracic disc using microsurgical endoscopy: A new technique. *Spine* 1994; 19: 1087–1091.
- Dickman C.A., Rosenthal D.J., Perin N.J. Thoracoscopic microsurgical discectomy. W: Dickman C.A., Rosenthal D.J., Perin N.J. (red.). *Thoracoscopic spine surgery*. Thieme, New York 1999: 107–124.
- Loque V. Thoracic intervertebral disc prolapsed with spinal cord compression. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1952; 15: 227–241.
- Mixter W.J., Baar J.S. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal cord. *N. Engl. Surg. Soc.* 1934; 211: 210–215.
- Stillerman C.B., Weiss M.H. Management of thoracic disc disease. *Clin. Neurosurg.* 1991; 38: 325–352.