

TRANSPEDIKULARNI FIKSATOR POJAČAN KRATKIM ŠIPKAMA I KUKICAMA U LIJEČENJU NESTABILNIH PRIJELOMA KRALJEŽNICE

TRANSPENDICULAR FIXATOR INFORCED WITH SHORT HOOKS IN THE TREATMENT OF INSTABLE SPINAL VERTEBRAL FRACTURES

Dejvis Močenić, Marin Stančić, Ivica Fedel, Rajko Čelović, Luka Stančić

Descriptors: Emergency Treatment; Fracture Fixation; Lumbar Vertebrae; Paraparesis; Spinal Injuries; Decompression; Surgical.

Summary: Objectives. Clinical trial to compare HR-P with anterior fixation technique in neurological outcome and preoperative parameters in the emergency treatment of unstable burst thoracolumbar fracture.

Patients and methods. Twenty nine patients with burst fracture underwent either anterior neurodecompression and fixation (n=13) or posterior reposition and fixation with HR-P (n=16) depending on the type of implants available at the time of operation. Neurologically injured patients were operated within the first 8 hours and neurologically intact patients within the first 2 days after fracture. Neurological improvement was assessed according to the Frankel scale and the Prolo economic/function outcome scale. We recorded operation time, blood loss, hospital stay and cost, complication and donor site pain.

Results. There were no significant differences between the groups in either neurological improvement (p=0.789), economic and functional outcome (p=0.294, p=0.163), operative time was shorter in the HR-P posterior approach group than in the anterior group (median 172 min, range 145-220, vs. Median 255 min, range 200-295, p<0.001). Blood loss, hospital cost and complication rate was significantly lower in the posterior fixation group (p<0.001).

Conclusion. Both surgical techniques were equally effective in neurological improvement. HR-P can be recommended in emergency neurodecompression and fixation of unstable lumbar and thoracolumbar fractures because of the shorter operation time and smaller blood loss.

Skraćenica

HR-P – izvedena je iz engleskog naziva *Hook-rod and Pedicle Screw Fixation* – transpedikularni fiksator pojačan kratkim šipkama i kukicama.

1. UVOD

Danas ne postoji jedinstvena definicija kliničke nestabilnosti. Iz svih definicija proizlazi da se nestabilnost događa kad kralježnica izgubi sposobnost nošenja fiziološkog tereta. Abnormalni pomaci vode daljnjem ozljeđivanju, a nestabilnost onemogućuje zaštitnu funkciju kralježnice (1).

Posljednjih 200 godina vode se rasprave među znanstvenicima o tome treba li nestabilne prijelome slabinske kralježnice liječiti konzervativno ili operacijski.

Shen je pokazao prednosti konzervativnoga liječenja na većem broju bolesnika (2). Nedostatak konzervativnog liječenja jest u nemogućnosti zadržavanja reponiranog položaja te progresije nestabilnosti (3).

Operacijsko liječenje je indicirano zbog: 1. mehaničke nestabilnosti kralježnice; 2. tlačenja živčanog tkiva koštanim ulomcima i posljedičnoga neurološkog deficita; 3. nastanka deformacije i pojave bolova (1, 4). Operacijsko liječenje uspostavlja fiziološki odnos anatomskih struktura kralježnice, skraćuje rehabilitaciju a popraćeno je manjim brojem

komplikacija (5). Najbolja dekompresija postiže se prednjim pristupom. Njime se koristimo u postavljanju prednjega fiksacijskog sustava (6).

Prednjim pristupom postavlja se i kombinirani prednje/stražnji sustav (7). U prednje/stražnjem sustavu umjesto metalne fiksacije kod prednjega fiksatora postavlja se kratki stražnji distrakcijski sustav kukicama (8). Danas kombinirani sustav predstavlja najstabilniji biomehanički sustav (9). Post traumatska kifoza javlja se u manjem postotku.

Zakašnjela dekompresija sprječava dobar neurološki oporavak. Korpektomija s vađenjem susjednih diskova i postavljanjem kalema ima za posljedicu trajni gubitak pokretljivosti najmanje triju kralješaka. Za mnoge kirurge stražnji kratki sustav transpedikularnih vijaka i šipki predstavlja sredstvo izbora (1, 15). Međutim indirektna neurodekompresija koja se postiže stražnjim pristupom pomoću ligamentotaksije obično je nedovoljna i može se popraviti laminektomijom. Laminektomija dalje destabilizira kralježnicu i pogoršava deformitet (16). Dobro je poznata činjenica da su stražnji fiksatori nedovoljno čvrsti za anatomsku repoziciju i zadržavanje tog položaja do koštanog cijeljenja (18, 19). Nedovoljna čvrstoća fiksatora vodi u povratnu patološku kifoza, a kifoza zbog velikog momenta sile dovodi do daljnjeg deformiteta (19).

Pojava rekurentne kifoze pokušala se riješiti dugim sustavom kukica i šipki, poznatim pod imenom Harrington sustav, gdje se uz prelomljeni kralježak učvrstilo i velik broj zdravih kralježaka, pet susjednih prelomljenom kralješku (20).

Naša je hipoteza da se kombinacijom sustava kratkih šipki s kukama i transpedikularnog fiksatora (HR-P) stvorio dovoljno čvrst stražnji fiksacijski sustav koji bi zamijenio prednji i kombinirani prednje/stražnji fiksator. HR-P bi uz to omogućio anatomsku repoziciju, zadržavanje željenoga položaja i, uz provedenu laminektomiju, očuvanje međukralježničnih diskova.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Usporedba kliničkih rezultata liječenja bolesnika HR-P metodom i prednjom fiksacijom.

3. ISPITANICI I METODE

3.1. Ispitanici

U istraživanje uključeni je 29 bolesnika koji su operirani radi nestabilnog prijeloma slabinske kralježnice.

Nestabilnost se ocijenila pomoću *Load-schering* ljestvice (22). Ocjenjuje se: 1. veličina razmrskanosti trupa prelomljenog kralješka; 2. raspršenost ulomaka i ispunjenost kralježničnog kanala na osnovi srednjih vrijednosti susjednih nepromijenjenih kralješka (y). Stupanj suženja kralježničnog kanala određen je jednadžbom $(1 - x/y) \times 100 \%$; 3. stupanj traumatske kifoze po Cobbu (22).

Kriteriji uključivanja u istraživanje su: 1. nestabilni prijelom kralješka *Load-schering* vrijednosti, sedam i više; 2. slobodno razdoblje od operacije najmanje godinu dana. Kriteriji isključivanja su: 1. osobe s potpunim neurološkim deficitom Frankel A gdje nema neurološkog oporavka; 2. dekompresija kralježničnog kanala učinjena nakon dvadeset i četiri sata od ozljeđivanja; 3. osobe s prijelomom kralješka *Load-schering* vrijednosti, manjim od sedam; 4. slobodno

razdoblje od operacije kraće od godine dana. Svakom bolesniku pri primitku određena je nestabilnost kralježnice pomoću *Load-schering* ljestvice i stupanj neurološkog deficita. Neurološki deficit odredio se *Frankelovom* ljestvicom (tablica 1) (12).

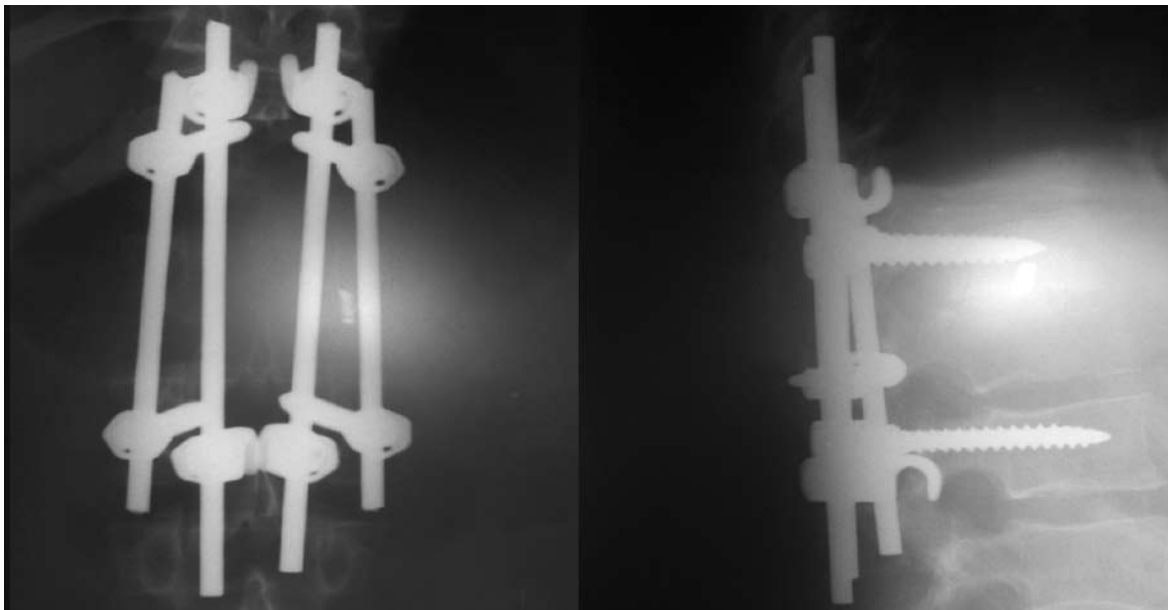
Tablica 1.	Frankelova paraplegijska ljestvica
STUPANJ	OPIS
A	potpuni senzorni i motorni deficit
B	osjet očuvan uz potpuni motorni deficit
C	motorika prisutna bez snage za pokret
D	hod uz pomagalo
E	potpuna senzorna i motorna funkcija.

3.2. Operacijska tehnika

Stražnji pristup postavljanja HR-P fiksacije

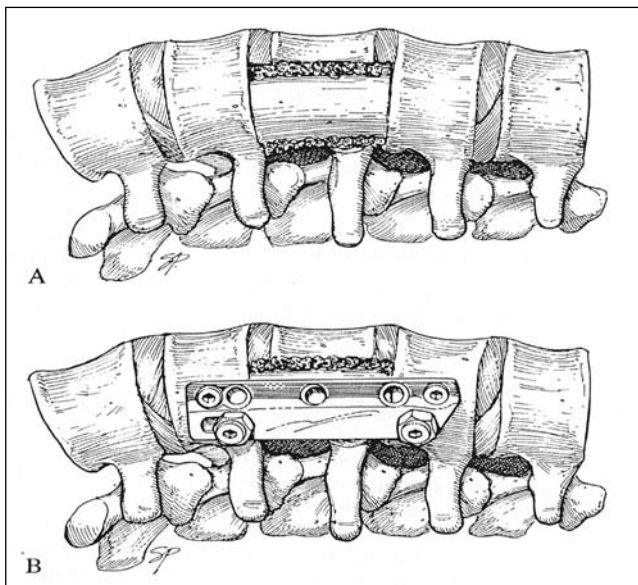
Napravi se rez kože iznad trnastih nastavaka prelomljenog kralješka te dva kralješka iznad i jednog kralješka ispod prijeloma. Paravertebralna muskulatura se odmakne i prikažu lukovi kralježaka, mali zglobovi i poprečni nastavci. Dvije laminarne kukice postavljaju se infralaminarno dva segmenta iznad prelomljenog kralješka, a dvije kukice supralaminarno jedan segment ispod prelomljenog kralješka. Kukice su povezane pomoću dviju šipki. Provedena je distrakcija. Potom se postavljaju dva transpedikularna vijaka u susjedne kralješke prelomljenom i povežu se šipkama (Moss-Miami, DePuy, Warsaw, IL, USA). Parcijalna ili totalna laminektomija se učini ako je ispunjenost kanala viša od 50 %. Obostrano intertransferzalno se učini spondilodeza slomljenog kralješka sa susjednim kralješcima, uz pomoć autogeničnog koštanog kalema popetog s grebena zdjelične kosti. Sustav vijaka poveže se poprečnom vezom (slika 1).

Slika 1. Transpedikularni fiksator pojačan kratkim šipkama i kukicama (HR-P)



Prednja fiksacija

Prednja fiksacija se postavlja prednjim pristupom uz lijevo jedanaesto ili dvanaesto rebro. Ekstrapleuralno, retroperitoneano prikaže se slomljen kralježak. Provede se subtotalna korpektomija kako bi se rasteretio kralježnični kanal od koštanih ulomaka. Nakon živčane dekompresije postavlja se trikortalni ili jačni autologni kalem na mjestu koštanog defekta (slika 2).



Slika 2. Prednja fiksacija. A. Prikaz postavljenog koštanog autolognog kalema na mjestu prelomljenog kralješka. B. Prikaz postavljenog sustava vijaka i pločice uz koštani kalem.

Nakon operativnog zahvata zabilježene su vrijednosti gubitka krvi, trajanje i komplikacije operativnog zahvata, vrijeme boravka u bolnici i troškovi liječenja.

Neurološki status zabilježen je nakon godinu dana u *Frankelovoj* i *Prolo* ljestvici ekonomske/aktivnosti (E) i funkcionalno/bolnog (F) stanja ocjenom od 1 (loše) do 5 (izvršno) (tablica 2) (12).

3.3. Statistička obrada

U obradi rezultata liječenja bolesnika operiranih HR-P sustavom i prednjom fiksacijom, perioperativnih pokazatelja i uspješnosti neurološkog oporavka korištena je statistička metoda testiranja značajnosti razlika između proporcija.

4. REZULTATI

Trideset i pet bolesnika u razdoblju od 1. rujna 1997. do 1. siječnja 2001. operirano je zbog nestabilnog prijeloma slabinske kralježnice.

Iz istraživanja su isključena: dva bolesnika koja su imala neurološki deficit Frankel A; tri bolesnika s *Load-schering* vrijednošću ispod sedam; jedan bolesnik koji je primljen u bolnicu nakon dvadeset i četiri sata od ozljeđivanja.

Od dvadeset i devet bolesnika koji su zadovoljili uvjete uključivanja, šesnaest bolesnika operirano je HR-P fiksacijskom tehnikom, dok su ostali u nedostatku implantanta za HR-P iz tehničkih razloga operirani prednjom fiksacijskom tehnikom i čine kontrolnu skupinu.

Četiri bolesnika operiranih HR-P sustavom, od kojih su trojica imala slobodno razdoblje od operacije kraće od godinu dana i jedan bolesnik koji se nije odazvao istraživanju, isključeni su iz eksperimentalne grupe u usporedbi uspješnosti neurološkog oporavka. Svi su bolesnici dali informirani pristanak i uključeni su u istraživanje.

Kod pacijenata tretiranih HR-P sustavom prilikom operativnog zahvata zabilježen je značajno manji gubitak krvi uz kraće trajanje operacije ($p < 0,001$).

Hospitalizacija i troškovi liječenja značajno su veći kod bolesnika operiranih prednjom fiksacijom ($p < 0,001$). Zabilježena su dva slučaja postoperativnih komplikacija u kontrolnoj skupini i jedan slučaj u eksperimentalnoj skupini. Samo jedan je pacijent imao površinsku infekciju koja se uspješno tretirala parenteralnom primjenom antibiotika. Pacijent operiran prednjom fiksacijom imao je hematotoraks na mjestu operacijske rane ali je uspješno liječen bez torakocenteze (tablica 3).

Tablica 2. Prolo ekonomska i funkcionalna ljestvica.			
Ekonomska / aktivnost		Funkcionalna / bol	
STUPANJ	OPIS	STUPANJ	OPIS
E1	potpuno nesposoban za rad	F1	potpuno nesposoban
E2	nije potpuno nesposoban	F2	srednja do jača bol
E3	radi ali ne kao prije operacije	F3	niska razina dnevnog bola
E4	radi kao prije ali s ograničenjem	F4	povremene epizode boli
E5	radi kao prije bez ograničenja	F5	bez boli

Grupe bolesnika međusobno su uspoređene prema podacima o gubitku krvi za vrijeme operacije, komplikacijama, dužini boravka u bolnici, troškovima liječenja i uspješnosti neurološkog oporavka.

Tablica 3.	Usporedba vrijednosti zabilježenih postoperativno, trajanja hospitalizacije i troškova liječenja bolesnika tretiranih prednjom fiksacijom i stražnjim transpedikularnim fiksatorom pojačanim kratkim šipkama i kukicama (HR-P).		
N = 29	Prednja fiksacija n = 13 Medijan (raspon)	p	Stražanja fiksacija n = 16 Medijan (raspon)
Trajanje operacije (minute)	250 (200-295)	<0,001	172 (145-220)
Gubitak krvi (ml)	1362 (1150-1500)	<0,001	660 (500-1100)
Trajanje hospitalizacije (dan)	17(12-25)	<0,001	10 (7-16)
Komplikacije	2	0,21	1
Troškovi liječenja (Euro)	3500 (3100-3800)	<0,001	2600 (2300-3050)

Kod obje tehnike nalazimo podjednak neurološki oporavak određen *Frankelovom* i *Prolo* ljestvicom u ekonomsko/aktivnosti (E4 i E5) i funkcionalno/bolnom dijelu (F4 i F5) (tablica 4).

Tablica 4.	Uspješnost neurološkog oporavka bolesnika tretiranih prednjom fiksacijom i stražnjim transpedikularnim fiksatorom pojačanim kratkim šipkama i kukicama (HR-P).		
N=25	Prednja fiksacija n=13	p	HR-P n = 12
Bolesnici sa E stupnjem Frankelove ljestvice kod primitka			
Promjene u stupnjevima			
Medijan (raspon)	0 (0-2)	0,79	0,5 (0-3)
Pacijenti s E4 i E5 Prolo ekonomske ljestvice	11/13	0.30	11/12
Pacijenti s F4 i F5 Prolo funkcionalne ljestvice	12/13	0.16	12/12

5. RASPRAVA

HR-P i prednja fiksacija su kirurške tehnike u kojima je neurološki oporavak podjednak, bez značajnih razlika u *Frankelovoj* i *Prolo* ljestvici vrijednosti (ekonomsko/aktivnosti i funkcionalno/bolni). Međutim radi gotovo dvostruko manjeg trajanja operacije, gubitka krvi te troškova liječenja, što statistički nisu slučajni, podaci ($p < 0,001$) daju prednost HR-P sustavu. Rechtine i Chow sa suradnicima u usporedbi konzervativnog i kirurškog liječenja daju prednost ranoj mobilizaciji hiperekstenzijske ortoze (3, 23).

Klasični Harrington distrakcijski fiksator dobrih je biomehaničkih osobina. Međutim, sustav uključuje i velik broj zdravih kralježaka smanjujući pokretljivost slabinske kralježnice, uz gubitak fiziološke zakrivljenosti kralježnice vodi u *fenomen ravnih leđa*, što je okarakterizirano dugotrajnom križoboljom (24). Kako bi se spriječila bol u leđima uveden je kratki sustav kukica sa šipkama. Sustav fiksira kraći seg-

ment kralježnice, ali je lošijih biomehaničkih karakteristika što često rezultira ispadanjem, čupanjem kukica iz svog ležišta (25). Naša hipoteza bila je da se prednji kalem izrazito stabilna prednje/stražnjeg fiksatora, koji služi opiranju fleksijskim silama, zamijeniti sustavom vijaka i šipki. Kod HR-P-a transpedikularni fiksator sprječava prednje pomake trupa kralješka.

Oda i Fredrickson tvrde kako distrakcije učinjene nakon ili prije ekstenzijskog korigiranja patološke kifoze stvaraju najveće korekcijske sile koje vode k ispravljanju prelomljenog kralješka i boljoj prohodnosti kralježničnog kanala (1, 15). Zou je utvrdio kako instrumentalna distrakcija uz dobivanje lordoze uspostavlja normalnu anatomsku zakrivljenost uz indirektnu neurodekompresiju (4).

HR-P predstavlja pravi distrakcijsko/ekstenzijski sustav koji distrakciju neovisno vrši kratkim sustavom kukica te

ekstenziju prijeloma transpedikularnim fiksatorom gdje se težina dijeli među mnogim fiksacijskim komponentama stražnjeg fiksacijskog sustava.

Rasterećenje ispunjenog kralježničnog kanala pomoću ligamentotaksije nije zadovoljavajuće. Laminektomijom destabiliziramo kralježnicu te tako provociramo njeno daljnje deformiranje (16). HR-P sustav omogućuje laminektomiju bez utjecaja na kralježničnu ravnotežu učinjenu stražnjom redukcijom te tako uz pomoć spontanog oblikovanja kralježničnog kanala nastaje dovoljno prostora za neurološki oporavak.

Prednja neurodekompresija učinjena nakon nekoliko dana od ozljede i dalje se primjenjuje u mnogim ustanovama zbog svojih dobrih biomehaničkih osobina. Schreen i suradnici u svom revijalnom članku daju joj prednost, iako se prosječno načini za 4,7 dana (12). Kod prednjih fiksacija zabilježeno je i do 30 % perioperativnih komplikacija (10). To se tumači time što prednjom fiksacijom dolazimo u uski kontakt s mogućnošću ozljeđivanja unutarnjih organa pa je veći postotak perioperativnih komplikacija (9). Sama korpantomija vodi većem gubitku krvi, a onda i dužem trajanju operacije (12). Ta tehnika nikada nije učinjena unutar osam sati od ozljeđivanja kako se preporučuje u eksperimental-

nim radovima (13, 14). Dobar neurološki oporavak nalazi se kod osoba tretiranih unutar 48 sati. Nakon toga ne nalazi se statistički značajno poboljšanje ovisno o vremenu operacije (13). Kratko vrijeme operacije, te manji gubitak krvi treba uzeti u obzir kad se operacija obavlja u hitnoći, jer incidenca višestrukih ozljeda može biti veća od 50 % (26). Dužina boravka u bolnici sukladna je stupnju neurološkog ozljeđivanja (3, 13).

Povratak poslu i normalnim aktivnostima što predstavlja glavni cilj istraživanja postignut je kod operiranih HR-P sustavom. Periodični lagani bolovi kod samo jednog pacijenta u bolesnika operiranih HR-P uspoređujući ih sa snažnijom boli kod istraživanja sa rekurentnim kifoza 10° (17) ili više sugerira da promjena kralježnične ravnoteže može biti uzrok pojavi boli kod pacijenata tretiranih s prijelomom kralježnice. Vađenjem fiksacijskog sustava nakon godine dana sprječavamo pojavu degenerativnih promjena diskova (27). Dobru pokretljivost očekujemo kod ne fuzioniranog segmenta dok je ograničeni pokret na segmentu s postavljenim kalemom (28).

Adresa za dopisivanje: mr. Dejvis Močenić, dr. med.
Djelatnost za kirurgiju, Opća bolnica Pula.

IZVORI / REFERENCES

- Oda T, Panjabi M.M. *Pedicle screw adjustments affect stability of thoracolumbar burst fracture*. Spine 2001; 26:2328-33.
- Shen W-J, Liu T-J, Shen Y-S. *Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit*. Spine 2001; 26:1038-45.
- Rechtine G.R, Cahill D, Chrin A.M. *Treatment of thoracolumbar trauma: comparison of complications of operative versus nonoperative treatment*. J Spinal Disord 1999; 12:406-9.
- Zou D, Yoo J.U, Edwards W.T. i sur. *Mechanics of anatomic reduction of thoracolumbar burst fractures: Comparison of distraction versus distraction plus lordosis, in the anatomic reduction of the thoracolumbar burst fracture*. Spine 1993; 18:195-203.
- Shaffrey C.I, Shaffrey M.E, Whitehill R, Nockels R.P. *Surgical treatment of thoracolumbar fractures*. Neurosurgery Clin N Am 1997; 8:519-40.
- Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M. *Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fracture associated with neurological deficit*. J Bone Joint Am 1997; 79:69-83.
- Gertzbein S.D, Court-Brown C.M, Jacobs R.R. i sur. *Decompression and circumferential stabilization of unstable spinal fractures*. Spine 1988; 13:892-5.
- Dimar J.R, Wilde P.H, Glassman S.D, Puno R.M, Johnson J.R. *Thoracolumbar burst fractures treated with combined anterior and posterior surgery*. Am J Orthop 1996; 25:159-65.
- Wilke H.J, Kemmerich V, Claes L.E, Arand M. *Combined anteroposterior spinal fixation provides superior stabilisation to a single anterior or posterior procedure*. J Bone Joint Surg (Br) 2001; 83:609-17.
- McDonnell M.F, Glassman S.D, Dimar J.R, Puno R.M, Johnson J.R. *Perioperative complications of anterior procedures on the spine*. J Bone Joint Surg (Am) 1996; 78:839-47.
- Been H.D, Bouma G.J. *Comparison of two types of surgery for thoracolumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs. posterior instrumentation only*. Acta Neurochir (Wien) 1999; 141:349-57.
- Schnee C.L, Ansel L.V. *Selection criteria and outcome of operative approaches for thoracolumbar burst fractures with and without neurological deficit*. J Neurosurg 1997; 86:48-55.
- Ng W.P, Fehlings M.G, Cuddy B. *Surgical treatment for acute spinal cord injury study pilot study #2: evaluation of protocol for decompressive surgery within 8 hours of injury*. Neurosurg Focus 1999; 6:Article3.
- Savitsky E, Votey S. *Emergency department approach to acute thoracolumbar injury*. J Emerg Med 1997; 15:49-60.
- Oda T, Panjabi M.M, Kato Y. *The effects of pedicle screw adjustments on the anatomical reduction of thoracolumbar burst fractures*. Eur Spine J 2001; 10:505-11.
- Lida Y, Kataoka O, Sho T. i sur. *Postoperative lumbar spinal instability occurring or progressing secondary to laminectomy*. Spine 1990; 15:1186-9.
- Knop C, Fabian H.F, Bastian L, Blauth M. *Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting*. Spine 2001; 26:88-99.
- Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Ozgur A, Surat A. *Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures. Does transpedicular intercorporeal grafting prevent early failure?* Spine 2001; 26:213-7.
- Speth M.J, Oner F.C, Kadic M.A, De Klerk L.W, Verbout A.J. *Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5-4 years*. Acta Orthop Scand 1995; 66: 406-10.
- Dekutoski M.B, Conlan E.S, Saliccioli G.G. *Spinal mobility and deformity after Harrington rod stabilization and limited arthodesis of thoracolumbar fractures*. J Bone Joint Surg (Am) 1993; 75:168-75.
- McCormack T, Kraikovic E, Gaines R.W. *The load-sharing classification of spine fractures*. Spine 1994; 19:1741-4.
- Kuklo T.R, Polly D.W, Owens B.D, Zeidman S.M, Chang A.S, Klemme W.R. *Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis. Evaluation of intraobserver, interobserver and technique variability*. Spine 2001; 26:61-6.
- Chow G.H, Nelson B.J, Gebhard J.S, Brugman J.L, Brown C.W, Donaldson D.H. *Functional outcome of thoracolumbar burst fractures managed with hyperextension casting or bracing and early mobilisation*. Spine 1996; 21:2170-5.
- Chen W.J, Niu C.C, Chen L.H, Chen J.Y, Shih C.H, Chu L.Y. *Back pain after thoracolumbar fracture treated with long instrumentation and short fusion*. J Spinal Disord 1995; 8:474-8.
- Krag H.M. *Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. A review*. Spine 1991; 16(suppl):S84-S98.
- Hartman M.B, Chrin A.M, Rechtine G.R. *Non-operative treatment of thoracolumbar fractures. Paraplegia 1995; 33:73-6*.
- Vornanen M, Bostman O, Keto P, Myllynen P. *The integrity of intervertebral disks after operative treatment of thoracolumbar fractures*. Clin. Orthop. 1993; 297:150-4.
- Shono Y, Kaneda K, Abumi K, McAfee P.C, Cunningham B.W. *Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine*. Spine 1998; 23:1550-8.