

Strokovni prispevek/Professional article

NAŠE IZKUŠNJE Z UPORABO BALONSKE KIFOPLASTIKE PRI POŠKODBAH HRBTENICE

OUR EXPERIENCE WITH BALOON KYPHOPLASTY IN TRAUMATIC VERTEBRAL FRACTURES

Drago Brilej, Miodrag Vlaović, Radko Komadina

Travmatološki oddelek, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje

Izvleček

- Izhodišča** *Številne raziskave so ugotovile zmanjšano kakovost življenja po osteoporotičnem zlomu vretenc. Minimalno invaziven kirurški poseg z uporabo balonske kifoplastike in vbrizganjem kostnega cementa v poškodovano vretenca stabilizira zlom, ga naravna in s tem pomembno zmanjša obolevnost, ki smo jo opazovali po konzervativnem zdravljenju ali odprtih metodah stabilizacije zlomov.*
- Metode** *Na Travmatološkem oddelku Splošne bolnišnice Celje smo konec leta 2004 začeli z metodo balonske kifoplastike za zdravljenje zlomov vretenc prsne in ledvene hrbtenice. Ob uvajanju metode smo naredili pilotsko študijo in v njo zajeli 9 zaporednih poškodovancev s svežim zlomom vretenca v prsno-ledvenem prehodu. Povprečna starost je bila 58 let (42–75). Pri štirih je bilo zlomljeno vretenca L1, pri treh L2, pri enem L4 in pri enem Th 12. Po Magerlovi klasifikaciji jih je 5 utrpelo zlom tipa A1, dva A2, dva pa kompresijski zlom A3. Ugotavljali smo varnost metode ter rentgenološke (višino vretenca, Cobbov kot po posegu in po enem letu opazovanja) in klinične rezultate zdravljenja (bolečino po lestvici VAS, Oswestry low back pain questionnaire, kakovost življenja po SF12 lestvici).*
- Rezultati** *Potrdili smo varnost metode, saj klinično pomembnih zapletov nismo zabeležili. Pri dveh poškodovancih je prišlo do manjšega ventralnega izteka kostnega cementa. Z rentgenološko oceno smo potrdili učinkovitost metode pri naravnavi zloma. Izmerili smo obnovitev oblike poškodovanega vretenca (iz 42 % na 89 % višine vretenca, iz 16 na 10° kifotične angulacije). Klinično smo ugotovili pomembno zmanjšanje bolečine (89 % brez pomembne bolečine). Nihče od bolnikov ni imel hudih ali težjih motenj mobilnosti. Kakovost njihovega življenja po enem letu je bila zelo dobra (SF 12 81 % optimalne vrednosti).*
- Zaključki** *Rezultati študije so potrdili, da je balonska kifoplastika učinkovita in varna metoda za zdravljenje nekaterih vrst zlomov prsno-ledvene hrbtenice.*
- Ključne besede** *zlomi vretenc; kirurško zdravljenje; kifoplastika*

Abstract

- Background** *Many investigators concluded that the burden of vertebral spine fracture can be substantial in chronic pain, a marked reduction in health-related quality of life and high health-care costs. Minimally invasive surgical techniques of bone cement injection into fractured vertebrae such as balloon kyphoplasty stabilize the fracture and partly restore vertebral height reducing kyphotic deformity. Balloon kyphoplasty has been favoured by a large number of patients because they experience significant short-term pain relief and improvement in function.*

Avtor za dopisovanje / Corresponding author:

Drago Brilej, Travmatološki oddelek, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje, E-mail: sbrcdi@guest.arnes.si

Methods	<i>In Department of Traumatology, Celje General Hospital, in 2004 we started to treat selected fractured vertebrae by standalone balloon kyphoplasty and cement augmentation. In the pilot study the effectiveness and safety of Balloon Kyphoplasty as a new method of treatment of traumatic compression fractures of the thoracolumbar spine in patients older than 40 years was assessed. We consecutively analysed nine patients (6 male and 3 female patients). The average age was 59 years (42–75). In 4 cases the fractured vertebra was L1, in 3 cases L2 and one case L4 and one Th12. According to the Magerl classification five of them were A1, two A2, and two of them were A3 burst fractures. Safety of the method was assessed and also the x-ray (vertebral body height, Cobb angle) and clinical efficacy of the method (pain measured by visual analogue pain scale, mobility measured by Oswestry low back pain questionnaire, quality of life measured by SF 12).</i>
Results	<i>No severe or clinically relevant complications were observed. The method demonstrated restoration of the vertebral body's shape (from 42 % to 89 % of predicted vertebral mid body height; from 16 to 10° kyphotic angulations). We recorded a significant decrease in pain score (89 % without or minimal pain), and improved quality of life after procedure (no severe disability, SF 12 score 81 %).</i>
Conclusions	<i>We conclude that kyphoplasty is an effective, simple and safe treatment of selected traumatic fracture of the thoracolumbar junction.</i>
Key words	<i>vertebral fracture; surgery; kyphoplasty</i>

Uvod

Kompresijski zlomi vretenc so najpogostejši zaplet zaradi osteoporoz. Verjetnost za 50 let staro žensko, da bo v življenju utrpela osteoporotični zlom vretenca, je kar 32 %. Do nedavnega smo osteoporotične kompresijske zlome vretenc zdravili z mirovanjem, analgetiki in opornicami. Bolniku smo s tem zagotovili primerno analgezijo in saniranje zloma, toda ostala je deformacija hrbtenice in se kljub uporabi zunanje opore običajno še povečevala. Ta deformacija je vodila k spremenjeni biomehaniki in posledično spremenila obremenitev ostalih vretenc. Pojavila se je nagnjenost k prelomu sosednjih vretenc z napredujočo deformacijo hrbtenice. Epidemiološke študije so pokazale, da je verjetnost nastanka novega zloma vretenca znotraj treh let po prvem zlomu 4 do 5-krat večja kot pri normalni populaciji. Posledica napredujoče deformacije hrbtenice in kronične bolečine je zmanjšana kakovost življenja, kar so ugotovile številne raziskave.¹

Leta 1987 so francoski raziskovalci objavili novo metodo – vertebroplastiko za zdravljenje bolečih hemanjomov vretenc. Kasneje je tehnika perkutane aplikacije kostnega cementa v poškodovano vretenca preplavila svet in razširila indikacije na osteoporotične in travmatske kompresijske zlome in boleče metastaze vretenc.² Za razliko od vertebroplastike uvedemo pri balonski kifoplastiki pred injiciranjem cementa balon, s katerim povrnemo vretencu višino in zmanjšamo kifotično deformacijo. Uvajanje cementa je bolj kontrolirano in povezano z manj zapleti kot pri vertebroplastiki.³

Indikacije za uporabo balonske kifoplastike so se postopno širile tudi na zlome vretenc, ki niso bili izključno povezani z osteoporozo.^{4,5} Na Travmatološkem oddelku Splošne bolnišnice Celje smo konec leta 2004 začeli uporabljati balonsko kifoplastiko za zdravlje-

nje zlomov vretenc prsno-ledvene hrbtenice. V pričujoči študiji smo želeli preveriti varnost in učinkovitost metode v naših rokah pri zdravljenju izbranih svežih prelomov vretenc prsno-ledvene hrbtenice.

Bolniki in metode

Za operacijo smo se odločili pri poškodovancih, ki so utrpeli travmatski zlom vretenca tipa A, v nivoju od Th6-L5, s kifozo poškodovanega vretenca več kot 15° ali zmanjšano višino vretenca za več kot 25 %, brez nevroloških izpadov, ki so bili starejši od 40 let. Nismo vključili poškodovance z zlomom tipa A2 in premaknitvijo odlomkov za več kot 2 mm, zlome tipa A3.3 in vse zlome tipa B in C. Izključili smo zlome starejše od tedna dni, patološke zlome politravmatizirane poškodovance ali zlome vretenc na več nivojih.

V diagnostiki zlomov smo uporabili klasično rentgensko slikanje hrbtenice v dveh projekcijah. S to preiskavo smo potrdili diagnozo, ugotovili raven zloma in postavili indikacijo za operativno zdravljenje. Pred posegom smo naredili še CT preiskavo poškodovanih vretenc in še vsaj enega zdravega nad in pod poškodbo (Sl. 1).

Operacijska tehnika

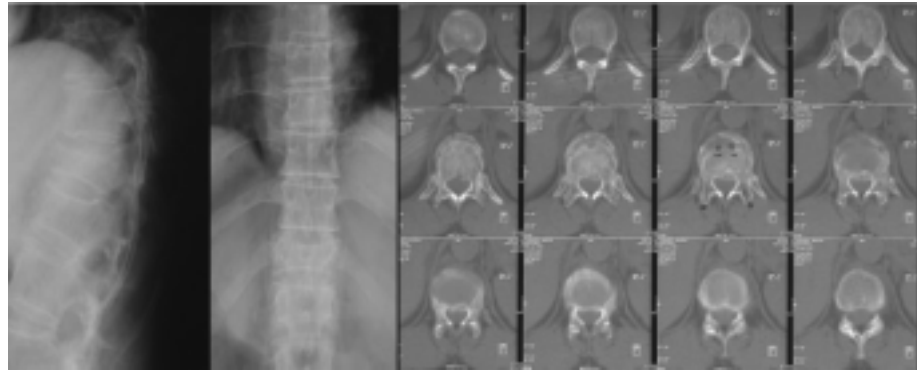
Operacije smo opravili v splošni anesteziji. Poškodovanci so ležali na trebuhu. S pomočjo dveh rentgenskih ojačevalcev smo identificirali orientacijske topografske točke. Naredili smo dva majhna, 1 cm velika reza na koži in skozi pedikel vretenca z vodilno iglo vstopili v zlomljeno telo vretenca. Pot igle smo ves čas nadzirali z ojačevalcem, da ne bi poškodovali medialne stene pedikla. Preko vodilne igle smo uvedli kanilo, povrtali in uvedli kateter z balonom. Balon smo napolnili z rentgenskim kontrastom pod pritiskom (največ 22 barov). Z napihnjema balonoma smo iz-

ravnali višino zlomljenega vretenca (Sl. 2). Ko sta balona opravila svoje delo, smo ju izvlekli in nastalo votlino izpolnili s kostnim cementom (polymetyl metakrilat - PMMA) (Sl. 3). Pozorni smo bili na morebitno uhajanje cementa zunaj telesa vretenca, saj se lahko zaradi termičnega delovanja cementa pojavijo hudi zapleti. Pri poškodovani zadnji steni vretenca smo uporabili tehniko jajčne lupine, kjer po uvedbi manjše količine cementa (2 ml) ponovno uvedemo balon, ga napihnemo in počakamo, da se cement strdi. S tem naredimo zaščitno plast trdega cementa, ki prepreči uhajanje cementa iz vretenca.

Dan po posegu smo bolnika postavili na noge brez dodatne zunanje opore. Začeli smo z intenzivno lokomotorno fizioterapijo (Sl. 4). Povprečno so bili bolniki hospitalizirani 7 dni (4-10) (Tab. 1).

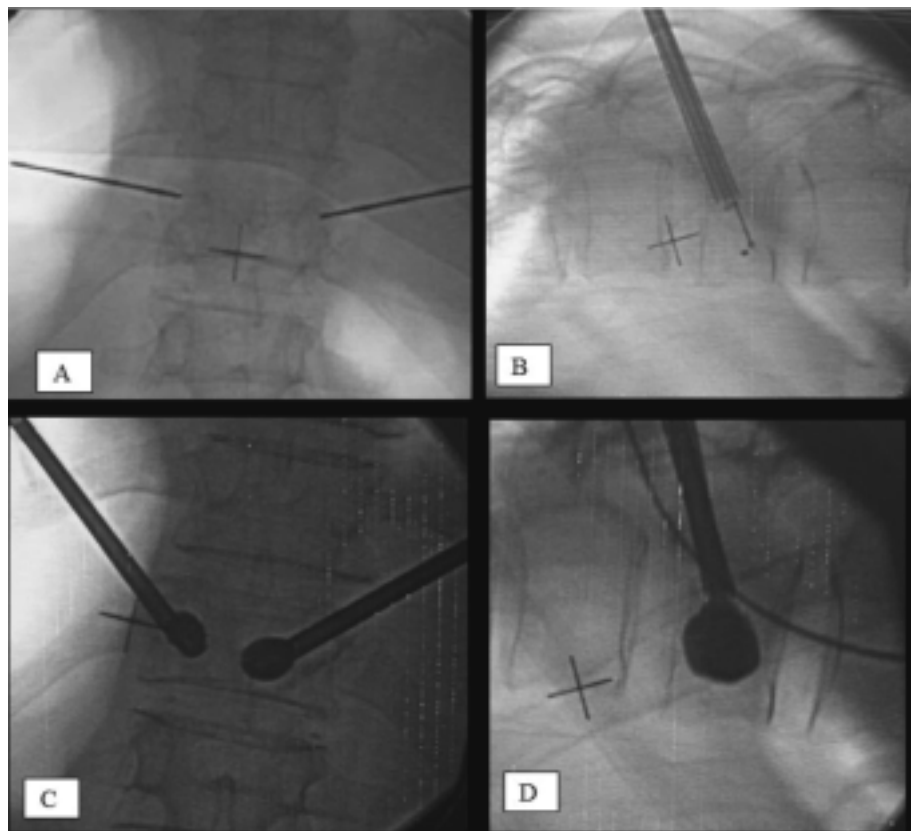
Varnost metode smo ugotavljali z beleženjem zapletov med operativnim posegom (predvsem zatekanja kostnega cementa zunaj vretenca, tehnične okvare inštrumentov) in po operaciji (celjenje rane, vnetja, klinično zaznavne pljučne embolije, alergične reakcije, nevrološke okvare).

S standardnimi rentgenskimi posnetki po operaciji smo ugotavljali višino operiranega vretenca v sprednjem in srednjem delu in ga primerjali s predvideno normalno višino vretenca (povprečna vrednost višine sosednjih vretenc). Spremljali smo kot kifoze poškodovanega vretenca pred operativnim posegom in po njem z metodo po Cobbu.⁷ Klinično učinkovitost metode smo ugotavljali z merjenjem bolečine z lestvico VAS (od 1-10), in z vprašalnikom Oswestry low back pain eno leto po poškodbi. Z njim ocenimo bolečino v hrbtu (od 1-5) in njen vpliv na 10 področjih (intenzivnost bolečine, osebna



Sl. 1. Zlom 12. prsnega vretenca (Magerl A3.1) pri 53 let stari bolnici po padcu z drevesa. Nativna rentgenska slika v dveh projekcijah in CT preiskava s preoperativnim načrtovanjem aplikacije balonskih katetrov.

Figure 1. Fracture of Th12 vertebra (Magerl A3.1) in 53-year-old woman after falling from height. AP, lateral x-ray and CT scan with preoperative planning of balloons placement.



Sl. 2. Rentgenska identifikacija pediklov (A) in uvajanje vodilne igle skozi pedikle v telo zlomljenega vretenca. Preko delovne kanile uvedemo katetra z balonom (B). Izpolnimo ju postopno s kontrastnim sredstvom pod velikim pritiskom in na ta način izravnamo višino zlomljenega vretenca (C, D).

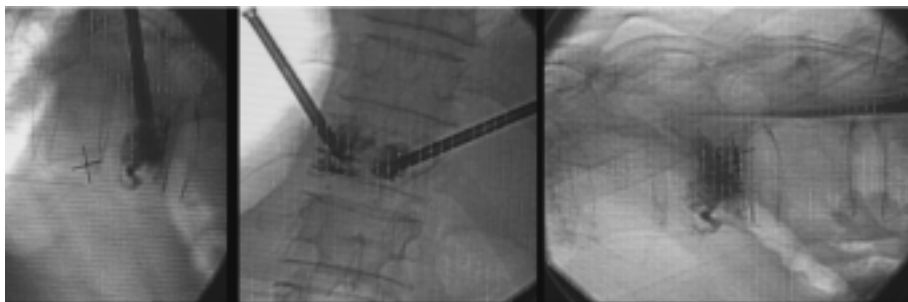
Figure 2. X-ray identification of the pedicles (A) and introduction of the bone needle into the vertebral body. Deflated kyphoplasty balloons are inserted through working cannulas (B). The gradual, pressure-controlled inflation of the balloons reduces the damaged vertebra (C, D).

negi, dvigovanje bremen, hoja, sedenje, stoja, spanje, spolno življenje, socialno življenje in potovanje).⁸ Kakovost življenja smo ocenili z lestvico SF12.⁹

negi, dvigovanje bremen, hoja, sedenje, stoja, spanje, spolno življenje, socialno življenje in potovanje).⁸ Kakovost življenja smo ocenili z lestvico SF12.⁹

Sl. 3. Votlino, ki nastane po uravnavi vretenca po odstranitvi balonov izpolnimo s kostnim cementom (običajno polimetil metakrilat).

Figure 3. The cavity (defect zone) that remains in the vertebral body after removing balloons is filled with augmentation material (usually polymethylmethacrylate) through the cannulae.



Sl. 4. 53 letna bolnica 10 dni po kompresijskem zlomu 12. prsnega vretenca in balonski kifoplastiki.
Figure 4. 53-year-old lady 10 days after burst fracture of Th 12 and balloon kyphoplasty.

Rezultati

V pričujoči študiji smo zajeli kohortno skupino prvih 9 poškodovancev (3 moški, 6 žensk s povprečno starostjo 58 let - od 42 do 72 let). Pet se jih je poškodovalo pri padcu z višine, eden pri padcu po stopnicah, ostali pri padcu pri hoji. Štirje so utrpeli zlom vretenca L1, trije L2 in po eden L4 in Th12. Po Magerlovi klasifikaciji jih je bilo pet razvrščenih v skupino A1, dva A2, dva v skupino A3. Dodatnih poškodb niso imeli.

V povprečju je preteklo 3,8 dni (2 do 6 dni) od poškodbe do operacije. Operacija je v povprečju trajala 65 minut (45-120), v povprečju smo vgradili 5,6 ml kostnega cementa (4-7 ml). Izguba krvi med operacijo ni bila pomembna. Med operacijo nismo opazili hemodinamskih zapletov.

Povprečen kot kifoze pred operacijo, merjen leže, je bil 16° (8-28). Povprečna kifoza po operaciji, merjena leže, je bila 10° (2-18). V povprečju se je kot kifoze z operacijo izboljšal za 38 % (0-83). V povprečju smo srednjo višino vretenca povečali za 47 % (4-92) in dosegli 89 % (72-100) predvidene višine vretenca (Tab. 2).

Funkcionalno zdravljenje smo ocenjevali 1 leto po poškodbi. V mirovanju je samo en poškodovanec tožil zaradi bolečin v mirovanju (VAS 5). Pri aktivnostih je poročalo o bolečini 5 poškodovancev (VAS 3-7). Le eden je redno uporabljal analgetik. Po lestvici Oswestry low back sta bila dva poškodovanca zmerno prizadeta. Z lestvico SF12 so v povprečju dosegli 81 % optimalne vrednosti (od 43 do 100) (Tab. 3).

Tab. 1. Podatki o 9 poškodovancih in operativnem posegu (balonski kifoplastiki) po zlomu prsno-ledvene hrbtenice.

Table 1. Data about 9 trauma patients and surgery (balloon kyphoplasty) after traumatic thoracolumbar fracture.

	Starost	Mehanizem	Vretence	Magerl	Čas do posega (dni)	Trajanje posega (min)	Poraba cementa (ml)	Uhajanje cementa	Rtg ekspozicija (min)
TM	53	padec-višina	L1	A3.1	4	95	5	ne	5,4
KS	44	padec-višina	L2	A1.2	4	60	6	ne	1,8
BZ	57	padec-višina	L2	A1.2	4	120	6	ne	8,4
KN	63	padec-višina	L1	A1.2	2	50	5	ne	1,6
BV	69	padec-stopnice	L1	A3.2	2	60	4	ne	1,9
KF	42	padec-višina	L2	A1.2	4	45	5	ne	1,8
ŠB	54	padec-isti nivo	TH 12	A2.3	4	65	5	ventralno	3,6
BA	72	padec-isti nivo	L1	A2.3	6	45	7	ne	2,3
RE	69	padec-isti nivo	L4	A1.2	4	50	7	ventralno	1,6

Tab. 2. Podatki o rentgenološki oceni uspešnosti operacije (višina srednjega dela vretenca in Cobbov kot) pred operacijo in po njej.

Table 2. Radiographic evaluation of surgery (height of the vertebra and Cobbs angle) before and after surgery.

	Starost	Magerl	Predvidena višina (mm)	Pred operacijo		Po operaciji		Sprememba		Predvidena višina (%)
				višina (mm)	kot ° (po Cobbu)	višina (mm)	kot ° (po Cobbu)	višine %	kota % (po Cobbu)	
TM	53	A3.1	24,5	12	28	23	10	92	-64	94
KS	44	A1.2	32	24	13	32	7	33	-46	100
BZ	57	A1.2	32	20	12	30	2	50	-83	94
KN	63	A1.2	29	18	20	28	18	56	-10	97
BV	69	A3.2	34,5	24	8	30	8	25	0	87
KF	42	A1.2	31	19	12	27	4	42	-67	87
ŠB	54	A2.3	32	24	20	25	18	4	-10	78
BA	72	A2.3	25	11	24	18	14	64	-42	72
RE	69	A1.2	31	18	10	28	8	56	-20	90

Tab. 3. Funkcionalni rezultat zdravljenja poškodovancev z zlomom vretenc prsno ledvene hrbtenice (1 leto po poškodbi).

Table 3. Functional results of treatment of patients with thoracolumbar spine fracture (1 year after surgery).

	Starost	VAS lestvica		Oswestry		SF 12 (% optimalne vrednosti)		
		mirovanje	aktivnosti	rezultat	prizadetost	fizični	mentalni	skupaj
TM	53	0	0	2	blaga	100	100	100
KS	44	0	5	9	blaga	85	100	94
BZ	57	0	0	0	blaga	90	96	94
KN	63	0	7	22	zmerna	35	48	43
BV	69	0	5	9	blaga	60	44	51
KF	42	0	0	18	blaga	80	100	91
ŠB	54	5	5	22	zmerna	65	89	79
BA	72	0	0	9	blaga	80	81	81
RE	69	0	3	16	blaga	100	100	100

V naši skupini klinično pomembnih zapletov nismo beležili. Pri dveh poškodovancih (10,5 %) je prišlo do manjšega ventralnega izteka kostnega cementa iz telesa vretenca skozi frakturno poko v mehka tkiva brez nevroloških ali drugih kliničnih zapletov. V opazovalnem času noben od poškodovancev ni utrpel dodatnega zloma vretenc.

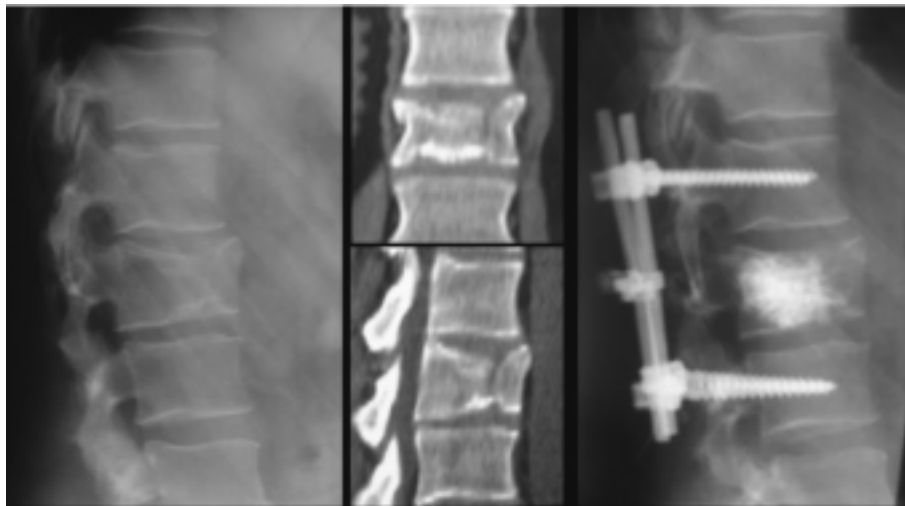
Razpravljanje

90 % zlomov hrbtenice predstavljajo zlomi vretenc v prsno-ledvenem prehodu. Dve tretjini teh zlomov so kompresijskega tipa A. Pregled literature potrjuje učinkovitost in varnost vertebroplastike in balonske kifoplastike pri zdravljenju osteoporotičnih zlomov prsno ledvene hrbtenice.¹⁰ Čimbolj anatomsko naravnava je pomemben splošni princip zdravljenja zlomov. Vretence lahko delno izravnamo že s položajem poškodovanca na operacijski mizi (manever, ki ga uporabljamo pri vertebroplastiki). Shindle s sodelavci je s prospektivno analizo poškodovancev pokazal, da lahko z uporabo balonov dodatno povečamo višino zlomljenega vretenca in zmanjšamo kot angulacije. Višina vretenca je povečal z baloni v povprečju za 4,5 krat bolj, kot pa s samim položajem telesa. V povprečju je dosegel 80 % višine nepoškodovanega vretenca.¹¹ Tudi metaanaliza, ki jo je objavila Bouza s sodelavci, je pokazala vrednosti višine vretenc po operaciji med 70 in 90 %, Cobbov kot pa se je popravil v povprečju za 7,7°.¹⁰ Učinkovitost balonske kifoplastike za naravno zlomov vretenc je bila v naših rokah povsem primerljiva s podatki iz literature. Dosegli smo korekcijo Cobbovega kota v

povprečju za 6,4° in v povprečju 89 % predvidene srednje višine vretenc.

Pomembni zapleti balonske kifoplastike in vertebroplastike so povezani z iztekanjem cementa iz poškodovanega vretenca. Pritisk na nevrološke strukture lahko povzroči parezo ali radikulopatije (0,6 % pri vertebroplastiki in 0,03 % pri kifoplastiki). Cement lahko preko venskih pletežev ob vretencu povzroči pljučne embolizme (0,6 % pri vertebroplastiki in 0,01 % pri kifoplastiki). Opisana so tudi vnetja, krvavitve, pneumoraks. Število klinično pomembnih zapletov skupaj ne dosega 2 %.¹¹ Analiza 19 študij je pokazala v povprečju 7,2 % večinoma asimptomatskega iztekanja cementa (razpon od 0–30 %).⁹ V naši seriji smo opazili iztekanje pri dveh poškodovancih (22 %). Kliničnih zapletov povezanih s tem zapletom nismo beležili. Nekoliko višji delež je lahko posledica izbire poškodovancev, saj smo zdravili le tiste s svežim zlomom vretenca, med njimi tudi takšne z zlomi tipa A3. Okrog 16 % poškodovancev utrpi v enem letu po operaciji nov zlom vretenca. Incidenca je večja pri osteoporozni in rezidualni lokalni kifozni in je podobna incidenci ponovnega zloma vretenca v splošni populaciji. V naši seriji dodatne poškodbe vretenc v opazovalnem obdobju nismo zaznali.

Bouza je s sodelavci v dosedaj največji metaanalizi o uporabi kifoplastike za zdravljenje zlomov vretenc pokazala, da metoda signifikantno trajno zmanjša bolečino, izboljša pomicnost in kakovost življenja poškodovancev. Pomembno se zmanjša vrednost ocene bolečine po VAS, poraba opiatnih analgetikov, število obiskov pri zdravniku, število dni, ko bolečina pomembno vpliva na vsakodnevne aktivnosti, in dni, ko



Sl. 5. Uporaba balonske kifoplastike in notranje stabilizacije zloma pri zdravljenju kompresijskih, neosteoporotičnih zlomov vretenc.

Figure 5. Baloon kyphoplasty and internal stabilisation in treatment of burst vertebral fractures in patients without osteoporosis.

je zaradi bolečine potreben počitek v postelji.¹⁰ Pokazali so tudi na pomembno izboljšanje kakovosti življenja (merjena z SF36) in pomičnosti poškodovancev (merjene z ODI). Rezultati analize naših poškodovancev so pokazali, da je metoda ne samo rentgenološko, ampak tudi klinično učinkovita in da so rezultati povsem primerljivi s podatki v tej metaanalizi. V povprečju so naši poškodovanci dosegli 81 % optimalne vrednosti, le dva sta bila zmerno prizadeta po lestvici ODI. Upravičena je bila nadaljnja uporaba balonske kifoplastike za zdravljenje zlomov prsno-ledvene hrbtenice.¹⁵

Z uveljavljanjem metode smo začeli širiti tudi indikacije na poškodovance, ki smo jih do tedaj zdravili operativno z uporabo pedikularne spondilofiksacije. Čeprav je učinkovita, ta tehnika neposredno ne popravi sprednjega hrbteničnega stebra. Neposredna rekonstrukcija telesa vretenca s sprednjim pristopom je zahtevna in povezana z večjo obolevnostjo in zapletmi. Glede na uspešne in vse številnejše objave v literaturi smo začeli z uporabo balonske kifoplastike tudi v kombinaciji z odprtimi tehnikami stabilizacije zlomov (Sl. 5).^{4,10,15}

Zaključki

Minimalno invazivni pristop in perkutano vbrizganje kostnega cementa v poškodovano vretenca stabilizira zlom, ga izravna in s tem pomembno zmanjša obolevnost, ki smo jo opazovali po konzervativnem zdravljenju ali odprtih metodah stabilizacije zlomov. Z raziskavo, v katero smo vključili 9 bolnikov z visokoenergetskimi zlomi vretenc, smo ugotovili, da je uporaba metode pri teh poškodovancih varna, brez klinično pomembnih zapletov, učinkovito stabilizira zlome in

popravi biomehaniko hrbtenice. Dolgoročno pomembno zmanjša bolečino, izboljša pomičnost in zadovoljstvo poškodovancev.

Literatura

1. Brilej D, Komadina R. Zlom hrbteničnih vretenc zaradi osteoporoz. In: Smrkolj V, Komadina R. Gerontološka travmatologija. Celje: Grafika Gracer; 2004.
2. Burton WA, Rhines LD, Mendel E. Vertebroplasty and kyphoplasty: A comprehensive review. *Neurosurg Focus* 2005; 18: 1-9.
3. Pateder DB, Khanna AJ, Lieberman IH. Vertebroplasty and kyphoplasty for the management of osteoporotic vertebral compression fractures. *Orthop Clin N Am* 2007; 38: 409-18.
4. De Falco R, Scarano E, Di Celmo D, Grasso U, Guarnieri L. Baloon kyphoplasty in traumatic fractures of the thoracolumbar junction. *J Neurosurg sci* 2005; 49: 147-53.
5. Maestreti G, Cremer C, Otten P, Jakob RP. Prospective study of stand-alone balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement augmentation in traumatic fractures. *Eur Spine J* 2007; 16: 601-10.
6. Shedid D, Togawa D, Lieberman I. Kyphoplasty: Vertebral augmentation for compression fractures. *Clin Geriatr Med* 2006; 22: 535-44.
7. Alanay A, Pekmezci M, Karaeminogulları Ö, Acaroglu E, Yazıcı M, Cil A, et al. Radiographic measurement of the sagittal plane deformity in patients with osteoporotic spinal fractures. Evaluation of intrinsic error. *Eur Spine J* 2007; 16: 2126-32.
8. Fairbank JCT, Davies JB. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 1980; 66: 271-3.
9. Ware JE, Jr., Kosinski M, Keller SD. A 12 Item Short Form Health Survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care* 1996; 34:220-33.
10. Bouza C, Lopez T, Magro A, Navalpotro L, Amate JM. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: a systematic review. *Eur Spine J* 2006; 15: 1050-67.
11. Shindle MK, Koob GJ, Bukata S, Cabin JA, Lane JM. Vertebral height restoration in osteoporotic compression fractures: kyphoplasty balloon tamp is superior to postural correction alone. *Osteoporos Int* 2006; 17: 1815-19.
12. McCall T, Cole C, Dailey A. Vertebroplasty and kyphoplasty: a comparative review of efficacy and adverse events. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008; 1: 17-23.
13. Vlaović M, Gajšek M, Strahovnik A, Komadina R. Balonska kifoplastika. In: Komadina R, Strahovnik A, eds. Zbornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah hrbtenice. Celje: Služba za RDI, SB Celje; Društvo travmatologov Slovenije; Združenje ortopedov SZD; Združenje za fizikalno in rehabilitacijsko medicino SZD; 2005. p. 15-22.
14. Oner FC, Dhert JAW, Verlaan JJ. Less invasive anterior column reconstruction in thoracolumbar fractures. *Injury* 2005; 36: S B82-5.
15. Maestreti G, Cremer C, Otten P, Jakob PR. Prospective study of stand-alone balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement augmentation in traumatic fractures. *Eur Spine J* 2007; 16: 601-10.