



© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 1 (17) 2010
Original article/Artykuł oryginalny

Transpedicular short-segment stabilization of thoracic and lumbar spine fractures with transepiphyseal reposition and vertebroplasty using lyophilized bone or bone substitute. Preliminary report

Transpedikularna stabilizacja krótkoodcinkowa złamań kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego z przemasadową repozycją i wertebroplastyką kością liofilizowaną lub substytutem kostnym. Doniesienie wstępne

ROMAN NOWAK, ANDRZEJ BARCZYŃSKI, WITOLD MIECZNIKOWSKI, JACEK SZPUNAR
Katedra i Oddział Kliniczny Ortopedii ŚUM
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 5 im. Św. Barbary, Sosnowiec

Address for correspondence/Adres do korespondencji:
Katedra i Oddział Kliniczny Ortopedii ŚUM
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 5 im. Św. Barbary
41-200 Sosnowiec, Pl. Medyków 1
tel.: +48 32 3682029, e-mail: nowrom@neostrada.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	2045/1676
Tables/Tabele	2
Figures/Ryciny	3
References/Piśmiennictwo	12

Received: 06.04.2009
Accepted: 16.09.2009
Published: 10.02.2010

Summary

Introduction: Short-segment stabilization with transepiphyseal screws is wide spread method of surgical care of thoracic and lumbar spine fractures. Satisfactory reposition of fractured vertebra can be obtained due to moments of forces transferred through screws on vertebral bodies. Such obtained reduction of fracture and its stabilization does not stand the test of time because of bone loss inside vertebral body and it can lead to instrumentarium destabilization and loss of correction. To avoid that problem in case of significant destruction of anterior column it is proposed to care the fractured vertebra from frontal access in isolated form or as addition to posterior stabilization. However, it is connected with elongation of operation time and much higher load for a patient, what is quite important in case of multi-organ injuries. Minimally invasive operations of kyphoplasty and lordoplasty using bone cement with transepiphyseally introduced system (balloon, expander) into vertebral body causing reconstruction of anatomical shape of the vertebra is recently more and more popular in treatment of pathological spinal fractures. However, application of bone cement in the treatment of traumatic spine fractures especially in young persons seems to be controversial.

The aim: The aim of the paper was to present treatment results and own experiences connected with surgical treatment of traumatic thoracic and lumbar spine fractures with transpedicular short-segment stabilization connected with transepiphyseal reposition of the fracture and filling the losses in vertebral body with allogenic grafts or bone substitute in group of 19 patients. Evolution of the surgical technique from transepiphyseal reposition with use of bend probe to application of a system of mechanical expander Xvoid was presented.

Material and methods: Results obtained till now allow to form following statements: 1) Fractures reposition of lamina of the vertebral bodies is possible on the basis of transepiphyseal access to the vertebra, 2) Transepiphyseal vertebroplasty with use of allogenic grafts or bone substitute allows for greatly reconstruction of mechanical competence of injured anterior spinal column, 3) Embrace instrumentation with screws of fractured vertebral pedicle additionally fills losses of bone in vertebra and increases stability of the connection.

Conclusions: 1) Fractures reposition of lamina of the vertebral bodies is possible on the basis of transepiphyseal access to the vertebra, 2) Transepiphyseal vertebroplasty with use of allogenic grafts or bone substitute allows for greatly reconstruction of mechanical competence of injured anterior spinal column, 3) Embrace instrumentation with screws of fractured vertebral pedicle additionally fills losses of bone in vertebra and increases stability of the connection.

Keywords: traumatic injuries of thoracic and lumbar spine, transpedicular stabilization, vertebroplasty, kyphoplasty.

Streszczenie

Wstęp: Stabilizacja krótkoodcinkowa śrubami przeznasadowymi jest rozpowszechnioną metodą zaopatrzenia chirurgicznego złamań odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa. Dzięki momentom siły przenoszonym za pośrednictwem śrub na trzony kręgowe można uzyskać zadowalającą pozycję złamanego kręgu. Uzyskane w ten sposób nastawienie złamania i jego stabilizacja ze względu na ubytek tkanki kostnej powstały wewnątrz trzonu często nie wytrzymuje próby czasu prowadząc do destabilizacji instrumentarium i utraty korekcji. Aby uniknąć tego problemu w przypadku znacznej destrukcji przedniej kolumny kręgosłupa proponuje się zaopatrzenie złamanego kręgu z dostępu przedniego w formie izolowanej lub jako uzupełnienie tylnej stabilizacji. Jest to jednak związane z wydłużeniem czasu operacji i znacznie większym obciążeniem dla chorego, co ma istotne znaczenie zwłaszcza w przypadku obrażeń wielonarządowych. W ostatnich latach coraz większą popularność w leczeniu złamań patologicznych kręgosłupa zyskują małoinwazyjne operacje kyfo- i lordoplastyki cementem kostnym z zastosowaniem przeznasadowo wprowadzanego do trzonu kręgowego systemu (balonik, ekspander) powodującego odtworzenie anatomicznego kształtu kręgu. Jednak wykorzystanie cementu kostnego do leczenia złamań urazowych kręgosłupa u osób młodych wydaje się kontrowersyjne.

Cel pracy: Celem pracy było przedstawienie wyników leczenia i własnych doświadczeń związanych z leczeniem operacyjnym złamań urazowych kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego krótkoodcinkową stabilizacją transpedikularną połączoną z przeznasadową pozycją złamania i uzupełnieniem ubytku w trzonie kręgowym przeszczepami alogenicznymi lub substytutem kostnym w grupie 19 chorych. Zaprezentowano ewolucję techniki operacyjnej od przeznasadowej pozycji przy użyciu wygiętej sondy do zastosowania systemu mechanicznego ekspandera Xvoid.

Materiał i metody: Dotychczasowe wyniki pozwalają stwierdzić, że: 1) W oparciu o dostęp przeznasadowy do trzonu kręgowego możliwa jest pozycja złamań blaszek granicznych kręgu, 2) Przeznasadowa werrebroplastyka przeszczepami alogenicznymi lub substytutem kostnym pozwala w znacznym stopniu odtworzyć mechaniczną wydolność uszkodzonej przedniej kolumny kręgosłupa, 3) Objęcie instrumentacją śrubami nasad złamanego kręgu dodatkowo wypełnia ubytek tkanki kostnej w trzonie kręgowym i zwiększa stabilność zespolenia.

Wnioski: 1) W oparciu o dostęp przeznasadowy do trzonu kręgowego możliwa jest pozycja blaszek granicznych złamanego kręgu. 2) Przeznasadowa werrebroplastyka przeszczepami alogenicznymi lub substytutem kostnym pozwala odtworzyć mechaniczną wydolność uszkodzonej przedniej kolumny kręgosłupa. 3) Objęcie instrumentacją śrubami nasad złamanego kręgu dodatkowo wypełnia ubytek tkanki kostnej w trzonie kręgowym i zwiększa stabilność zespolenia.

Słowa kluczowe: złamania urazowe kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego, stabilizacja transpedikularna, werrebroplastyka, kyfoplastyka

Spinal injuries with accompanying fractures of vertebral body are serious medical problem, having significant influence on the quality of patients lives. Numerous studies confirm necessity of surgical stabilization of post-traumatic thoracic and lumbar spine fractures if axial and rotary stability is significantly attenuated and in case of neurological instability [1, 2]. Short-segment stabilization with transephyseal screws is wide spread technique used in reposition and stabilization of thoracic and lumbar spine fractures. It is relatively simple procedure, which, however, allows only in a slight degree to come of to reposition of vertebral body fracture and reconstruction of frontal column. Instrumentarium destabilization and related loss of reposition can cause numerous complications resulting from mechanical failure of frontal vertebral column [3, 4]. To avoid such problems in treatment of fractures with significant destruction of vertebral body it is proposed to care them from frontal access in isolated form or as addition to posterior stabilization. Frontal access provide good visualization within the fractured area, allows for direct reposition and nervous structures decompression with filling of the bone losses. However, such procedure in comparison to transpedicular stabilization is connected with significant elongation of operation period, higher blood loss and much higher load for a patient, what is very important especially in treatment of multi-organ injuries [5, 6]. The most stable construction in treatment of thoracic and lumbar spine fractures with significant destruction of frontal spinal

Urazy kręgosłupa z towarzyszącymi złamaniami trzonów kręgów są poważnym problemem medycznym, wywierającym istotny wpływ na jakość życia chorych. Badania potwierdzają konieczność chirurgicznej stabilizacji pourazowych złamań w odcinku piersiowo-lędźwiowym kręgosłupa, jeżeli stabilność osiowa i rotacyjna jest znacznie osłabiona oraz w obliczu niestabilności neurologicznej. [1,2] Transpedikularna stabilizacja krótkoodcinkowa jest techniką szeroko stosowaną w pozycji i stabilizacji złamań kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego. Jest to stosunkowo proste postępowanie, które jednak w ograniczonym stopniu pozwala doprowadzić do pozycji złamania trzonu kręgu i odbudowy przedniej kolumny. Destabilizacja instrumentarium i związana z nią utrata pozycji mogą być przyczyną szeregu powikłań wynikających z mechanicznej niewydolności przedniej kolumny kręgosłupa [3,4]. Aby uniknąć tych problemów, w leczeniu złamań ze znaczną destrukcją trzonu proponuje się ich zaopatrzenie z dostępu przedniego w formie izolowanej lub jako uzupełnienie tylnej stabilizacji. Przedni dostęp zapewnia dobrą wizualizację w obrębie złamania, umożliwia bezpośrednią pozycję i odbarczenie struktur nerwowych z uzupełnieniem ubytku tkanki kostnej. Taki sposób postępowania w porównaniu ze stabilizacją transpedikularną jest jednak związany ze znacznym wydłużeniem czasu operacji, większą utratą krwi i większym obciążeniem dla chorego, co ma istotne znaczenie zwłaszcza w przypadku leczenia urazów wielonarządowych [5,6]. Najbardziej stabilną konstruk-

column is provided by posterior stabilization with compressive instrumentarium carried out after previous decompression from frontal access with reconstruction of frontal and middle column using bone grafts [7]. In 1986 Daniaux proposed the method of transpedicular spongionoplasty, as supplementation of stabilization from posterior access, in which bone grafts were introduced into fractured vertebral body after its reposition increasing thereby mechanical efficiency of frontal column. However, the technique is not fully reliable and often it does not prevent worsening of kiphosis [8]. It is believed that probable cause of correction loss and angular bend is penetration of the material from damaged intervertebral disc into interior of fractured vertebral body through damaged lamina of vertebral arch. Restoration of lamina's anatomy and filling of formed loss with bone graft is proposed to maintain obtained correction after fracture's reposition [9,10]. Verlaan et al. suggested reconstruction of frontal column by the method of kyphoplasty with use of balloon, introduced into vertebral body through epiphysis with filling the loss using bone cement containing calcium phosphate (CPC) that showed high compatibility in comparison to methyl polymethacrylate causing slight inflammatory reaction in surrounding tissues [11].

The aim of the paper was to present treatment results and own experiences connected with surgical treatment of traumatic thoracic and lumbar spine fractures with transpedicular short-segment stabilization connected with transepiphyseal reposition of the fracture and transepiphyseal filling the loss in vertebral body with allogenic graft or bone substitute in group of 19 patients. Evolution of the surgical technique from transepiphyseal reposition with use of bent probe to application of the system of mechanical expander Xvoid was presented.

MATERIALS AND METHODS

The study included 19 patients (15 men and 4 women) with fresh traumatic thoracic and lumbar spine fractures without neurological losses. Patients' age ranged from 41 to 59 years old. The fracture etiology in 16 (84.2%) cases was falling down from a height and traffic accident in 3 (15.8%) case. Fractures of vertebral bodies concerned Th11 level in case of one patient, L1 – in seven cases, L2 – in four, L3 – in six and L4 – in one case. Accompanying injuries included heel bone fracture in one patient and fracture of distal epiphysis of radial bone in two patients. Head injury with brain concussion occurred in case of three patients [Table 1]. Radiograms of spinal column in ap and lateral projections as well as computer tomography were performed in all patients in preoperative period to evaluate damages of the lamina, intervertebral disc and occlusion of vertebral canal. Procedure of transpedicular short-segment stabilization of spine fractures with transepiphyseal reposition and vertebroplasty

cję w leczeniu złamań odcinka piersiowo-lędźwiowego ze znacznym zniszczeniem przedniej kolumny kręgosłupa daje tylna stabilizacja instrumentarium kompresyjnym przeprowadzona po uprzednim odbarczeniu z dostępu przedniego z rekonstrukcją kolumny przedniej i środkowej przeszczepem kostnym. [7]. W 1986 r. Daniaux zaproponował, jako uzupełnienie stabilizacji z dostępu tylnego, metodę transpedikularnej spongionoplastyki, w której przeszczepy kostne są wprowadzone w trzon złamanego kręgu po jego repozycji zwiększając tym samym mechaniczną wydolność przedniej kolumny. Technika ta nie jest jednak niezawodna i często nie zapobiega pogłębieniu się kifozy [8]. Uważa się, że prawdopodobną przyczynę utraty korekcji i zagięcia kąтового stanowi przeniknięcie materiału z uszkodzonego krążka międzykręgowego do wnętrza złamanego trzonu przez uszkodzoną blaszkę graniczną. Aby utrzymać uzyskaną po repozycji złamania korekcję proponuje się przywrócenie anatomii blaszki granicznej oraz wypełnienie powstałego ubytku przeszczepem kostnym [9,10]. Verlaan i wsp. zaproponowali odbudowę przedniej kolumny metodą kyfoplastyki z użyciem balonika, wprowadzonego w trzon kręgu poprzez nasadę z wypełnieniem ubytku cementem kostnym z fosforanem wapnia (CPC), wykazującym wysoką biokompatybilność w porównaniu z polimetakrylanem metylu powodującym niewielki odczyn zapalny w otaczających tkankach [11].

Celem pracy było przedstawienie wyników leczenia i własnych doświadczeń związanych z leczeniem operacyjnym złamań urazowych kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego krótkoodcinkową stabilizacją transpedikularną w połączeniu z repozycją złamania i przemasadowym wypełnieniem ubytku w trzonie kręgu przeszczepem alogenicznym lub substytutem kostnym w grupie 19 chorych. Zaprezentowano ewolucję techniki operacyjnej od przemasadowej repozycji przy użyciu wygiętej sondy, do zastosowania systemu mechanicznego ekspandera Xvoid.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 19 pacjentów (15 mężczyzn i 4 kobiety) ze świeżymi złamaniami urazowymi kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego bez ubytków neurologicznych. Wiek chorych mieścił się w zakresie od 41 do 59 lat. Przyczyną złamania w 16 (84,2%) przypadkach był upadek z wysokości, wypadek komunikacyjny w 3 (15,8%). Złamania trzonów dotyczyły poziomu Th11 u jednego pacjenta, L1 – w siedmiu przypadkach, L2 – w czterech, L3 – w sześciu i L4 – w jednym przypadku. Uszkodzenia towarzyszące obejmowały złamanie kości piętowej u jednego pacjenta i złamanie dalszej nasady kości promieniowej u dwóch chorych. Urazy głowy ze wstrząśnięciem mózgu miały miejsce u trzech pacjentów [Tabela 1]. U wszystkich chorych w okresie przedoperacyjnym wykonano radiogramy kręgosłupa w projekcji ap i bocznej, oraz tomografię komputerową celem oceny uszkodzenia blaszki granicznej, krążka międzykręgowego i okluzji kanału kręgowego. U wszystkich pacjentów przeprowadzono zabieg transpedikularnej stabilizacji

was carried out in all patients.

The entire procedure was carried out under the control of RTG monitor. After localization of damage level, transepiphyseal screws were introduced bilaterally to vertebrae situated above and below the level of fracture. Initially the reposition of fractured laminae was performed by transepiphyseal introduction of bend probe into interior of vertebral body. Pressure on the lamina was gradually exerted with the probe to obtain appropriate reposition of the fracture. Reposition with use of bend

krótkoodcinkowej złamania kręgosłupa połączonej z przemasadową repozycją i wertebroplastyką.

Całość zabiegu przebiegała pod kontrolą monitora RTG. Po zlokalizowaniu poziomu uszkodzenia do kręgu położonego powyżej i poniżej poziomu złamania obustronnie wprowadzano śruby transpedikularne. Początkowo repozycję złamanych blaszek granicznych wykonywano wprowadzając przemasadowo do wnętrza złamanego trzonu wygiętą sondę. Za jej pomocą stopniowo wywierano nacisk na blaszkę graniczną uzyskując odpo-

Tab. 1. Patients' characteristics

No	Age	Sex	Level of injury	Classification acc. Denis in McAfee's modification	Coexisting damages	Etiology of the damage
1	41	M	L2	Type B	-	Fdfh**)
2	51	M	Th11	Type A	-	Fdfh**)
3	54	M	L2	Type B	-	Fdfh**)
4	45	M	L3	Type B	-	Fdfh**)
5	58	M	L1	Type A	Hbf*)	Fdfh**)
6	51	M	L3	Type B	-	Fdfh**)
7	47	M	L1	Type B	-	Fdfh**)
8	45	F	L2	Type A	Fderb*)	Fdfh**)
9	52	M	L1	Type A	-	Ta**)
10	56	M	L4	Type C	-	Fdfh**)
11	45	M	L3	Type B	-	Fdfh**)
12	53	M	L1	Type B	Hjbc*)	Ta**)
13	47	M	L1	Type A	-	Fdfh**)
14	52	F	L3	Type B	Hjbc*)	Ta**)
15	59	M	L1	Type C	-	Fdfh**)
16	47	M	L2	Type A	-	Fdfh**)
17	43	F	L1	Type A	-	Fdfh**)
18	52	M	L3	Type A	Fderb*)	Fdfh**)
19	43	M	L3	Type B	-	Fdfh**)

*) hbf – heel bone fracture, fderb – fracture of distal epiphysis of radial bone, hjbc – head injury, brain concussion

***) fdfh – falling down from a height, ta – traffic accident

Tab. 1. Charakterystyka pacjentów

Lp.	Wiek	Płeć	Poziom uszkodzenia	Klasyfikacja wg Denisa w modyfikacji McAfee'a	Uszkodzenia współistniejące	Przyczyna uszkodzenia
1	41	M	L2	Typ B	-	Uzw**)
2	51	M	Th11	Typ A	-	Uzw**)
3	54	M	L2	Typ B	-	Uzw**)
4	45	M	L3	Typ B	-	Uzw**)
5	58	M	L1	Typ A	Zkp*)	Uzw**)
6	51	M	L3	Typ B	-	Uzw**)
7	47	M	L1	Typ B	-	Uzw**)
8	45	K	L2	Typ A	Zdnkp*)	Uzw**)
9	52	M	L1	Typ A	-	Wk**)
10	56	M	L4	Typ C	-	Uzw**)
11	45	M	L3	Typ B	-	Uzw**)
12	53	M	L1	Typ B	Ugwm*)	Wk**)
13	47	M	L1	Typ A	-	Uzw**)
14	52	K	L3	Typ B	Ugwm*)	Wk**)
15	59	M	L1	Typ C	-	Uzw**)
16	47	M	L2	Typ A	-	Uzw**)
17	43	K	L1	Typ A	-	Uzw**)
18	52	M	L3	Typ A	Zdnkp*)	Uzw**)
19	43	M	L3	Typ B	-	Uzw**)

*) zkp – złamanie kości piętowej, zdnkp – złamanie dalszej nasady kości promieniowej, ugwm – uraz głowy, wstrząśnienie mózgu

***) uzw – upadek z wysokości, wk – wypadek komunikacyjny

probe was performed in 11 patients. In remaining 8 patients reposition of the lamina of fractured vertebra was carried out with use of the system of mechanical expander Xvoid [fig. 1a-c].

Canullas, through which the loss was gradually filled with use of impact setting tool, were introduced bilaterally in site formed after reposition across the canal in epiphyses of fractured vertebrae. For this purpose allogenic graft of spongy bone was used in case of four patients, graft of own bone taken from iliac ala in nine patients and bone substitute BoneSource® or BoneSave® in five of them. Introduction of fresh portion of bone graft additionally increased reposition of the lamina. After total filling of the site, canullas were removed and in the canal after them transepiphyseal screws were introduced under the control of RTG monitor. The transepiphyseal screws were bilaterally combined together with use of a rod with beforehand introduced screws, fixed in vertebral bodies situated above and below the level of the fracture [Fig. 2a,b].

The rods were then joined with transverse rigging screw DTT, and the site for spondylodesis was filled with bone graft collected from iliac ala or bone substitute [fig. 3a,b]. Assuming of erect position of a patient using Jevetta corset was begun in the second day after the procedure. Evaluation of obtained reposition of the fracture, filling with graft and accurateness of implants introduction was performed on the basis of postoperative radiograms. Jevetta corset was used for 8 weeks. In this period it was recommended to avoid axial load of the vertebral column and rapid torso rotations or bends. Radiological reevaluation of the patients was performed a month after the procedure. The evaluation was based on Cobb angle measurement in lateral projections and height of vertebral body of fractured vertebra in the middle of the body and on its frontal surface. Height of fractured vertebra before and after the procedure was

wiednia repozycję złamania. Z pomocą zagiętej sondy repozycję przeprowadzono u 11 pacjentów. U pozostałych ośmiu pacjentów repozycję blaszek granicznych trzonu złamanego kręgu wykonano za pomocą systemu mechanicznego ekspandera Xvoid. [ryc.1a-c]

W lożę powstałą po repozycji poprzez kanał w nasadach złamanych kręgów wprowadzano obustronnie kaniule, poprzez które za pomocą pobijaka stopniowo wypełniano ubytek. U czterech pacjentów dla tego celu wykorzystano alogeniczny przeszczep kości gąbczastej, u dziewięciu - przeszczep kości własnej pobranej z talerza biodrowego, a u pięciu - substytut kostny BoneSource® lub BoneSave®. Wprowadzanie kolejnych porcji przeszczepu dodatkowo zwiększało repozycję blaszki granicznej. Po całkowitym zapełnieniu łoży kaniule usuwano, a w kanał po nich, pod kontrolą monitora RTG wprowadzano śruby transpedikularne, które obustronnie łączono za pomocą prętów z uprzednio wprowadzonymi śrubami, zamocowanymi w trzonach kręgów położonych na poziomach leżących powyżej i poniżej. [ryc. 2a,b]

Pręty następnie łączono ściągaczem poprzecznym DTT, a lożę pod spondylodezę wypełniano przeszczepem kostnym pobranym z talerza biodrowego lub substytutem kostnym. [ryc. 3a,b] W drugiej dobie po zabiegu rozpoczynano pionizację chorych w gorsecie Jevetta. Na podstawie radiogramów pooperacyjnych dokonywano oceny uzyskanej repozycji złamania, wypełnienia przeszczepem i prawidłowości wprowadzenia implantów. Gorset Jevetta utrzymywano przez okres 8 tygodni. W tym czasie zalecano unikanie obciążeń osiowych kręgosłupa, wykonywania gwałtownych skłonów i skrętów tułowia. Po miesiącu od operacji dokonywano ponownej oceny radiologicznej chorych. Ocenę radiologiczną oparto na pomiarze kąta Cobba w projekcjach bocznych, oraz wysokości trzonu złamanego kręgu w środku trzonu i na jego przedniej krawędzi. Wysokość złamanego kręgu przed i po operacji obliczano w procentach w stosunku do średniej

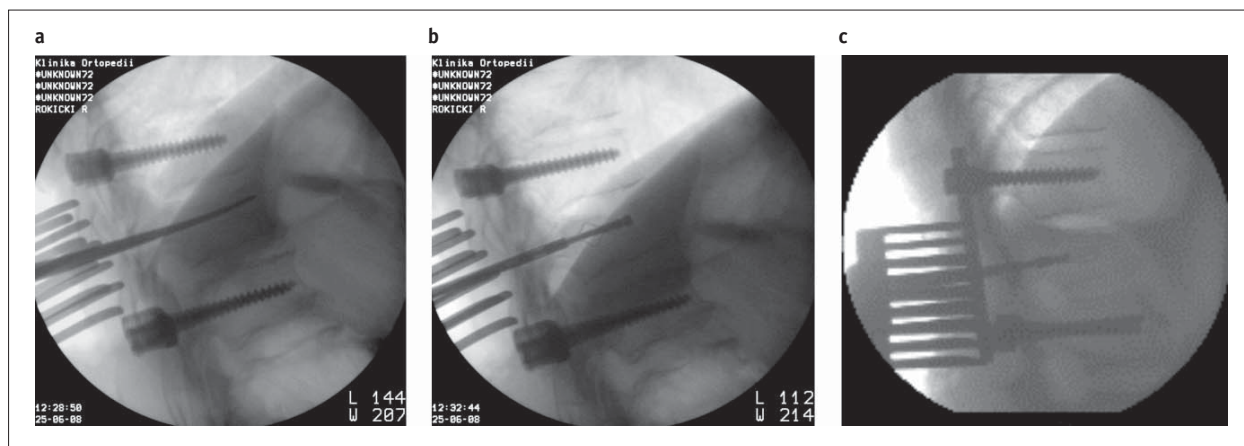


Fig. 1. a) radiogram presenting reposition of the laminas with use of bend probe; b,c) radiograms presenting reposition of the laminas with use the system of mechanical expander Xvoid

Ryc. 1. a) radiogram przedstawia repozycję blaszek granicznych za pomocą zagiętej sondy; b,c) radiogramy prezentują repozycję blaszek granicznych za pomocą mechanicznego ekspandera Xvoid

calculated in percents in proportion to average height of vertebral bodies of undamaged vertebrae situated on adjacent levels, measuring their heights in the middle of the body and on its frontal surface.

RESULTS

In average period of observation lasting 22 months (from 16 to 38 months) no complications from instrumentarium as well as dysfunctions due to compression on nervous structures were stated. Satisfactory reposition of broken lamina was obtained in all cases. Average operation time amounted to 245 min. and ranged from 105 to 390 min. Average blood loss amounted to 730 ml and ranged from 500 to 2000 ml. Postoperative roentgenograms in all patients confirmed correct set-back of transpedicular screws.

In postoperative period no serious complications were stated. In case of one patient in the second week after the operation superficial infection of the surgical wound, which receded after introduction of guided antibiotic

wysokości trzonów nieuszkodzonych kręgów, leżących na przyległych poziomach, mierząc ich wysokości w środku trzonu i na jego przedniej krawędzi.

WYNIKI

W średnim okresie obserwacji 22 miesięcy (od 16 do 38 miesięcy) nie stwierdzono żadnych powikłań ze strony instrumentarium, jak również zaburzeń funkcji wynikających z ucisku na struktury nerwowe. We wszystkich przypadkach osiągnięto zadowalającą repozycję złamanej blaszki granicznej. Średni czas trwania zabiegu wynosił 245 min. i wahał się od 105 do 390 min. Średnia utrata krwi wynosiła 730 ml i wahała się od 500 do 2000 ml. Pooperacyjne zdjęcia rentgenowskie u wszystkich pacjentów potwierdzały prawidłowe osadzenie śrub transpedikularnych.

W okresie pooperacyjnym nie stwierdzano żadnych poważnych powikłań. U jednego chorego w drugim tygodniu po operacji stwierdzono powierzchowną infekcję rany, która ustąpiła po włączeniu celowanej antybiotykoterapii.

Fig. 2. a) radiogram presenting filling of the site formed in vertebral body after reposition of bone graft with use of cannula introduced bilaterally through epiphyses of vertebrae; b) radiogram presenting fractured vertebra after reposition of the lamina and filling the site with bone graft

Ryc. 2. a) radiogram prezentuje wypełnianie łoża powstałej w trzonie kręgu po repozycji przeszczepem kostnym za pomocą kaniuli wprowadzonej obustronnie przez nasady kręgów; b) radiogram przedstawia złamany kręgu po repozycji blaszek granicznych i zapewnieniu łoża przeszczepem kostnym

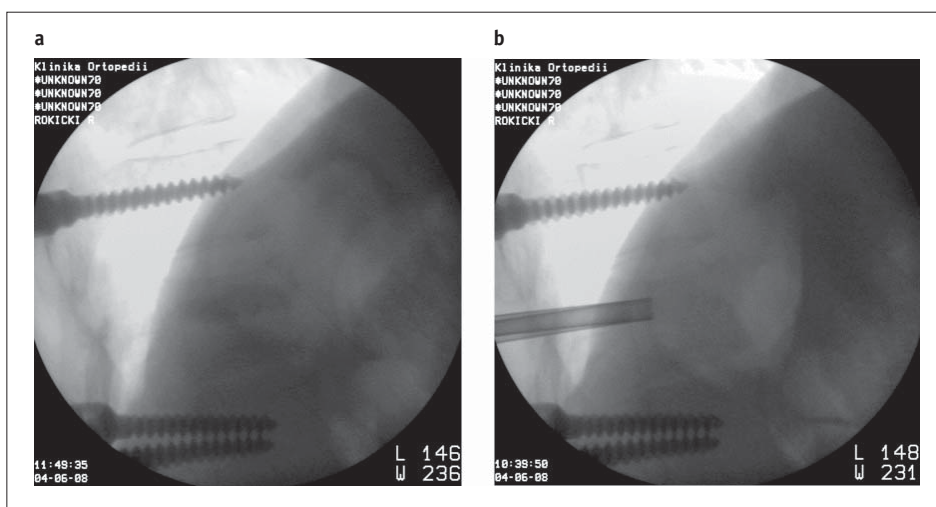
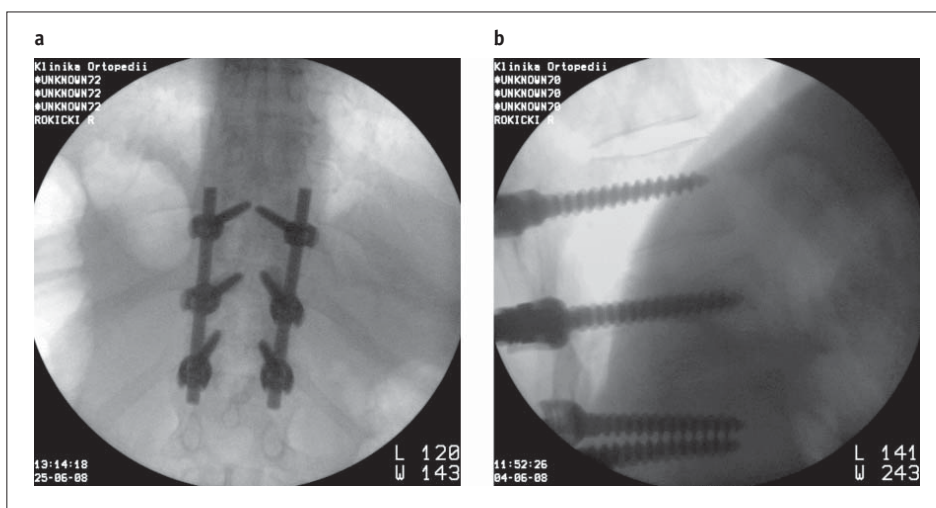


Fig. 3. a) radiogram presenting fractured vertebra after introduction of transpedicular screws; b) radiogram presenting final effect after reposition and stabilization

Ryc. 3. a) radiogram przedstawia złamany kręgu po wprowadzeniu śrub transpedikularnych; b) radiogram prezentuje efekt końcowy po repozycji i stabilizacji



therapy, was reported.

Average kiphosis angle before the operative procedure amounted to 9.1° (range from 10.3° to 13.4°) and to -1.8° after the procedure (range from -17.3° to 11.6°). Average middle height of vertebral body increased at an average from 67% before the procedure to 83% after the operation. Average frontal height of vertebral body increased after the procedure from 71% to 90% [Table 2].

Late axial bend of spinal column with instrumentarium destabilization because of too early taken full physical activity was stated in case of one patient. The patient did not apply to the recommendations, discontinued Jevetta corset after 3 weeks from the procedure and took full physical activity.

DISCUSSION

Decision of operative treatment of thoracic and lumbar spine fractures is made on the basis of various classifications, in which mechanism of injury, its influence on anatomical structures of vertebral column, risk of late mechanical and neurological instability of spinal column are evaluated [11,12].

Preliminary procedure in early posttraumatic period includes immobilization, stabilization of general state and alignment of the vertebral column axis. Final decision concerning conservative or operative treatment depends on vertebral column stability in fractured area and necessity of nervous elements decompression. Complex therapeutic process should be finished with correct rehabilitation directed into obtaining the optimal final result of the treatment.

Short-segment stabilization with transepiphyseal screws is a spread method of surgical care of thoracic and lumbar spine fractures. Satisfactory reposition of fractured vertebra can be obtained due to moments of forces transferred through the screws on vertebral bodies. Undamaged middle column is used as a rotation point to reconstruct physiological shape of spinal column. Stabilization include one level above and below the fracture. Reduction of the fracture obtained in that way and its stabilization by dint of the loss of bone tissue, occurred inside the body of fractured vertebra does not withstand the test of time leading to instrumentarium destabilization and loss of correction [4, 5, 7, 11]. The most stable construction in treatment of thoracic and lumbar spine fractures with significant destruction of frontal spinal

Średni kąt kifozy przed zabiegiem operacyjnym wynosił $9,1^\circ$ (zakres od $10,3^\circ$ do $13,4^\circ$) i $-1,8^\circ$ po zabiegu operacyjnym, (zakres od $-17,3^\circ$ do $11,6^\circ$). Przeciętna średnia środkowa wysokość trzonu kręgu wzrosła średnio od 67% przed zabiegiem operacyjnym do 83% po operacji. Średnia przednia wysokość trzonu kręgu wzrosła po operacji z 71 % do 90%. [Tabela 2]

Późne zagięcie osiowe kręgosłupa z destabilizacją instrumentarium wskutek zbyt wcześnie podjętej pełnej aktywności fizycznej stwierdzono u jednego pacjenta. Pacjent ten nie stosował się do zaleceń, odstawił gorset Jevetta po 3 tygodniach od zabiegu operacyjnego i podjął pełną aktywność fizyczną.

DYSKUSJA

Przy podejmowaniu decyzji o leczeniu operacyjnym złamań odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa podejmuje się w oparciu o różne klasyfikacje, w których podaje się ocenie mechanizm urazu, jego oddziaływanie na struktury anatomiczne kręgosłupa, ryzyko późnej niestabilności mechanicznej i neurologicznej kręgosłupa [11,12].

We wczesnym okresie po urazie wstępne postępowanie obejmuje unieruchomienie, ustabilizowanie stanu ogólnego i uzyskanie wyrównania osi kręgosłupa. Ostateczne decyzje odnośnie leczenia zachowawczego lub operacyjnego uzależnione są od stabilności kręgosłupa w uszkodzonej okolicy oraz konieczności odbarczenia elementów nerwowych. Uwieńczeniem kompleksowego procesu terapeutycznego jest właściwa rehabilitacja ukierunkowana na uzyskanie optymalnego końcowego wyniku leczenia.

Stabilizacja krótkoodcinkowa śrubami przeznaczonymi jest rozpowszechnioną metodą zaopatrzenia chirurgicznego złamań odcinka piersiowego i lędźwiowego kręgosłupa. Dzięki momentom siły przenoszonym za pośrednictwem śrub na trzony kręgowe można uzyskać zadowalającą repozycję złamanego kręgu. Jako punkt obrotu dla odtworzenia fizjologicznego kształtu kręgosłupa wykorzystuje się tu nieuszkodzoną kolumnę środkową. Stabilizacja obejmuje jeden poziom poniżej i jeden poniżej miejsca złamania. Uzyskane w ten sposób nastawienie złamania i jego stabilizacja ze względu na ubytek tkanki kostnej, powstały wewnątrz trzonu złamanego kręgu, często nie wytrzymuje próby czasu prowadząc do destabilizacji instrumentarium i utraty korekcji.

Tab. 2. Values in percentage of middle and frontal height of the body of fractured vertebra

Frontal height of fractured vertebra	
Before the operative procedure	Average: 71 % (range 49-98 %)
After the operative procedure	Average: 90% (range 80-100 %)
Middle height of fractured vertebra	
Before the operative procedure	Average: 67% (range 46-90 %)
After the operative procedure	Average: 83% (range 63-96 %)

Tab. 2. Wartości procentowe środkowej i przedniej wysokości trzonu złamanego kręgu

Przednia wysokość złamanego kręgu	
Przed zabiegiem operacyjnym	Średnio: 71 % (zakres 49-98 %)
Po zabiegu operacyjnym	Średnio: 90% (zakres 80-100 %)
Śródkowa wysokość złamanego kręgu	
Przed zabiegiem operacyjnym	Średnio: 67% (zakres 46-90 %)
Po zabiegu operacyjnym	Średnio: 83% (zakres 63-96 %)

column is provided by posterior stabilization with compressive instrumentarium carried out after previous decompression from frontal access with reconstruction of frontal and middle column using bone graft. However, this is a long procedure that requires two operative accesses and it is connected with a big blood loss what additionally worsen the state of the patient, already laden due to multi-organ injury. Minimally invasive operations of kyphoplasty and lordoplasty using bone cement with transephyseally introduced system (balloon, expander) into vertebral body causing reconstruction of anatomical shape of the vertebra is recently more and more popular in treatment of pathological spinal fractures. However, application of bone cement to fill the losses occurred after reposition in the treatment of fresh traumatic spine fractures especially in young persons seems to be controversial.

Early observations of patients operated by us seem to confirm suitability of transpedicular short-segment stabilization of spine fractures connected with transephyseal reposition and vertebroplasty using lyophilized bone or bone substitute in the treatment of fresh, one-level fractures of vertebral bodies of thoracic and lumbar spine. There are reports containing evaluation of competence and stability of lumbar spine after compressive fractures treated by the method of vertebroplasty with use of bone cement containing polymethyl methacrylate as well as calcium phosphate (CPC). Biomechanical studies performed by Mermelsteina et al. confirm that application of CPC in burst fracture reduces pressure on construction of transpedicular screws, used to stabilization of these fractures [1, 2, 5]. It confirms the thesis that vertebroplasty with use of CPC with simultaneous posterior stabilization increases instrumentarium competence, does not cause collapse of frontal column and eliminates the necessity of the fracture's stabilization from frontal access. In compressive fractures collapsed lamina allows the content of intervertebral disc to penetrate inside vertebral body, what may cause lack of adhesion and secondary instrumentarium destabilization and spinal column deformation.

Recently much attention is focused on the technique of obtaining reposition of collapsed vertebral body. Transephyseal reposition allows to correct posttraumatic deformation through elevation of squashed vertebral lamina therefore inside vertebral body a site for bone graft is formed. During reposition a balloon or expander jostles the bone and in that way it leads to increase of its density, while the graft fills the formed site increasing mechanical competence of the frontal spinal column. Due to that in case of isolated compressive fractures and some burst fractures it is possible to avoid late segmental kyphosis and instrumentarium destabilization. Our experience connected with operative treatment of traumatic thoracic and lumbar spine fractures by transpedicular stabilization connected with transephyseal reposition of the fracture and the filling of loss in vertebral body with allogenic grafts or bone substitute

[4,5,7,11] Najbardziej stabilną konstrukcję w leczeniu złamań odcinka piersiowo-lędźwiowego ze znaczną destrukcją przedniej kolumny kręgosłupa daje tylna stabilizacja instrumentarium kompresyjnym przeprowadzona po uprzednim odbarczeniu z dostępu przedniego z rekonstrukcją kolumny przedniej i środkowej przeszczepem kostnym. Jest to jednak zabieg długotrwały, wymagający dwóch dostępuów operacyjnych, związany z dużą utratą krwi, co dodatkowo pogarsza stan i tak obciążonego w wyniku obrażeń wielonarządowego pacjenta. W ostatnich latach w leczeniu złamań patologicznych kręgosłupa obserwuje się coraz większą popularność małoinwazyjnych operacji kyfo- i lordoplastyki cementem kostnym z zastosowaniem przeznaczowo wprowadzanego do trzonu złamanego kręgu różnych systemów (balonik, ekspander), powodujących odtworzenie anatomicznego kształtu trzonu kręgu. Jednak wykorzystanie cementu kostnego do uzupełnienia powstałych po repozycji ubytków w leczeniu świeżych złamań urazowych kręgosłupa, szczególnie u osób młodych, wydaje się kontrowersyjne.

Wczesne obserwacje operowanych przez nas chorych wydają się potwierdzać przydatność transpedikularnej stabilizacji krótkoodcinkowej złamań kręgosłupa połączonej z przeznaczową repozycją i vertebroplastyką kością liofilizowaną lub substytutem kostnym w leczeniu świeżych, jednopoziomowych złamań trzonów kręgow odcinka piersiowo- lędźwiowego. Istnieją doniesienia zawierające ocenę wydolności i stabilności kręgosłupa po złamaniach kompresyjnych, leczonych metodą vertebroplastyki z użyciem cementu kostnego zawierającego metaakrylan polimetylu jak i fosforan wapnia (CPC). Badania biomechaniczne przeprowadzone przez Mermelsteina i wsp. potwierdzają, że zastosowanie CPC w złamaniach wybuchowych zmniejsza nacisk na konstrukcję śrub transpedikularnych, wykorzystywanych do stabilizacji tych złamań. [1,2,5] Potwierdza to tezę, że vertebroplastyka z użyciem CPC z jednoczesną tylną stabilizacją zwiększa wydolność instrumentarium, nie powoduje zapadania się przedniej kolumny i eliminuje konieczność stabilizacji złamania z dostępu przedniego. W złamaniach kompresyjnych zapadnięta blaszka graniczna pozwala przeniknąć zawartości krążka międzykręgowego w obręb trzonu, co może być przyczyną braku zrostu oraz wtórnej destabilizacji instrumentarium i deformacji kręgosłupa.

W ostatnich latach wiele uwagi koncentruje się nad techniką uzyskania repozycji zapadniętego trzonu kręgowego. Przeznaczowa repozycja pozwala skorygować pourazową deformację poprzez uniesienie zgniecionej blaszki granicznej kręgu dzięki czemu wewnątrz trzonu wytwarzana jest łoża dla przeszczepu kostnego. Podczas repozycji balon lub ekspander rozpycha kość i w ten sposób doprowadza do zwiększenia jej gęstości, natomiast przeszczep zapełnia powstałą łożę zwiększając w ten sposób mechaniczną wydolność przedniej kolumny kręgosłupa. Dzięki temu w przypadku izolowanych złamań kompresyjnych i niektórych złamań wybucho-

seems to confirm that.

CONCLUSIONS

1. Fractures reposition of lamina of the vertebral bodies is possible on the basis of transepiphyseal access to the vertebra,
2. Transepiphyseal vertebroplasty with use of allogenic grafts or bone substitute allows for greatly reconstruction of mechanical competence of injured anterior spinal column,
3. Embrace instrumentation with screws of fractured vertebral pedicle additionally fills losses of bone in vertebra and increases stability of the connection.

wych można zapobiec powstawaniu późnej kifozy odcinkowej i destabilizacji instrumentarium. Nasze dotychczasowe doświadczenia związane z leczeniem operacyjnym złamań urazowych kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego krótkoodcinkową stabilizacją transpedikularną połączoną z przeznasadową repozycją złamania i uzupełnieniem ubytku w trzonie kręgowym przeszczepami alogenicznymi lub substytutem kostnym wydają się to potwierdzać.

WNIOSKI

1. W oparciu o dostęp przeznasadowy do trzonu kręgowego możliwa jest repozycja blaszek granicznych złamanego kręgu.
2. Przeznasadowa vertebroplastyka przeszczepami alogenicznymi lub substytutem kostnym pozwala odtworzyć mechaniczną wydolność uszkodzonej przedniej kolumny kręgosłupa.
3. Objęcie instrumentacją śrubami nasad złamanego kręgu dodatkowo wypełnia ubytek tkanki kostnej w trzonie kręgowym i zwiększa stabilność zespolenia.

References/Piśmiennictwo:

1. Amar PA: *Vertebroplasty and kyphoplasty*. *Neurosurg. Focus* 18 (3): 2005.
2. Korovessis P, Hadjipavlou A, Repantis T: *Minimal invasive short posterior instrumentation plus balloon kyphoplasty with calcium phosphate for burst and severe compression lumbar fractures*. *Spine Vol.* 33(6), 658-667, 2008.
3. McLain RF: *The biomechanics of long versus short fixation for thoracolumbar spine fractures*. *Spine Vol.* 31(11) Suppl, 570-579, 2006
4. Acosta FL, Aryan HE, Taylor WR, Ames ChP: *Kyphoplasty-augmented short-segmental pedicle screw fixation of traumatic lumbar burst fractures: initial clinical experience and literature review*. *Neurosurg Focus* 18(3):E9,2005
5. Burton AW, Rhines LD, Mendel E. *Vertebroplasty and kyphoplasty: a comprehensive review*. *Neurosurg Focus* 18 (3): E1, 2005.
6. Rao RD, Singhrakhia MD *Painful osteoporotic vertebral fracture: Pathogenesis, evaluation, and roles of vertebroplasty and roles in its management*. *J Bone Joint Surg Am.* 85: 2010-2022, 2003
7. Pradhan BB, Bae HW, Kropf MA, Patel VV, Delamarer RB: *Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebral compression fractures; correction of local kyphosis versus overall sagittal alignment*. *Spine Vol.* 31(4), 435-441, 2006
8. Singh K, Heller JG, Samartzis D, Price JS, An HS, Yoon ST, Rhee J, Ledlie JT, Philips FM: *Open vertebral cement augmentation combined with lumbar decompression of the operative management of thoracolumbar stenosis secondary to osteoporotic burst fractures*. *J Spinal Disord Tech Vol.* 18(5), 413-419, 2005
9. Lam S, Khoo LT. *A novel percutaneous system for bone graft delivery and containment for elevation and stabilization of vertebral compression fractures*. *Neurosurg Focus, Vol.* 18(3): E10, 2005
10. Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, et al: *Percutaneous transpedicular polymethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fractures*. *Neurosurgery* 49; 1105-1115, 2001.
11. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, Harris M, Chapman J, Schildhauer T, Routt Ch, Sasso RC: *Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures*. *J Bone Joint Surg* 85-A(12): 2456-2470, 2003
12. Lee JY, Vaccaro AR, Lim MR, Oner FC, Hulbert RJ, Hedlund R, Fehlings MG, Arnold P, Harrop J, Bono ChM, Anderson PA, Anderson DG, Harris MB, Brown AK, Stock GH, Baron EM: *Thoracolumbar injury classification and severity score: a new paradigm for the treatment of thoracolumbar spine trauma*. *J Orthop Sci* 10: 671-675, 2005