

# Stabilizacja przednia w złamaniach urazowych kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego

## Anterior Fixation of Thoracolumbar Traumatic Spinal Injuries

Mariusz Kaliciński<sup>(A,B,C,D,E,F)</sup>, Andrzej Szczęśniak<sup>(B,D)</sup>, Jakub Kalisz<sup>(B)</sup>,  
Maciej Tešiorowski<sup>(A,D,F)</sup>

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytecki Szpital  
Ortopedyczno-Rehabilitacyjny CMUJ, Zakopane, Polska  
University Department of Orthopedics and Hospital Department of Orthopedics and Rehabilitation at the Jagiellonian University Medical College  
JUMC Orthopedic & Rehabilitation University Hospital in Zakopane, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Złamania urazowe kręgosłupa wymagają leczenia chirurgicznego. Celem jest odtworzenie anatomicznych krzywizn kręgosłupa oraz uwolnienie struktur nerwowych. Nie ustalono jednak jednolitej zasady postępowania, tak więc w literaturze spotyka się opracowania oceniające wyłącznie techniki z dojścia tylnego, jak również dojścia przednie i przednio-tylne. W naszym opracowaniu przedstawiamy wyniki leczenia złamań kręgosłupa technikami stabilizacji przedniej i przednio-tylnej.

**Materiał i metody.** Do badania zakwalifikowano 48 pacjentów. Wiek w momencie urazu wynosił średnio 36,8 lat, a okres obserwacji średnio 3,8 lat. Wszystkie złamania były niestabilne i powodowały zwężenie światła kanału kręgowego. We wszystkich przypadkach zastosowaliśmy techniki przednie lub przednie i tylne z implantem tytanowym. W ocenie radiologicznej uwzględniliśmy kąt Cobba mono- i bisegmentarny, a stan neurologiczny ocenialiśmy zgodnie z klasyfikacją Frankela.

**Wyniki.** Pourazowy monosegmentarny kąt wyniósł średnio -17,1°. Po zabiegach uzyskano wartość -9,1°, a w badaniach kontrolnych -9,2°. Kąt bisegmentarny wyniósł wyjściowo -12,7°, po zabiegu -7,9°, a w badaniach kontrolnych -8°. W ocenie neurologicznej u 27 chorych nie wykazano ubytków neurologicznych, 2 miało całkowite porażenie kończyn, a pozostałych 19 wykazywało różne stopnie ubytków neurologicznych. W ostatnim badaniu kontrolnym stan neurologiczny pacjentów całkowicie porażonych nie uległ poprawie. Natomiast zanotowano poprawę przynajmniej o 1 stopień u 15 pacjentów z częściowymi ubytkami neurologicznymi.

**Wnioski.** 1. Najczęstszą przyczyną złamań urazowych kręgosłupa jest upadek z wysokości oraz wypadki komunikacyjne. 2. Najczęstszym poziomem złamania jest przejście Th-L kręgosłupa. 3. Korzystną metodą leczniczą jest przednio-tylna stabilizacja z uwolnieniem kanału kręgowego i spondylodezę. 4. Zaopatrzenie złamań odcinka lędźwiowego wymaga, poza siatką trzonową, dodatkowego zastosowania śrub trzonowych lub tylnej stabilizacji transpedikularnej. 5. Zaopatrzenie przednie zapewnia odtworzenie krzywizn fizjologicznych oraz stabilizuje kręgosłup do uzyskania pełnego zrostu kostnego, zapobiegając utracie korekcyjnej w okresie obserwacji.

**Słowa kluczowe:** złamania kręgosłupa, piersiowo-lędźwiowe złamania, chirurgia, torakotomia, dostęp przedni

### SUMMARY

**Background.** Traumatic spinal fractures require surgical treatment to restore the anatomical curvatures of the spine and release the nervous structures. However, uniform management guidelines have not been established and thus the literature includes papers focussing only on the posterior techniques as well as those assessing the anterior or anteroposterior approaches. This paper presents the outcomes of the treatment of spinal fractures with anterior and anteroposterior fixation.

**Material and methods.** The study enrolled 48 patients. The age of the patients at the time of injury was 36.8 years on average and the mean follow-up period was 3.8 years. All the fractures were unstable and caused stenosis of the spinal canal lumen. We used anterior or combined anterior and posterior approaches with a titanium implant in all the cases. Radiological assessment involved determination of the monosegmental and bisegmental Cobb angle, and the neurological status was evaluated according to the Frankel classification.

**Results.** The mean post-traumatic monosegmental angle was -17.1°, compared to -9.1° post-operatively and -9.2° at follow-up. The bisegmental angle was -12.7° at baseline, -7.9° post-operatively, and -8° in the follow-up period. Neurological assessment showed no neurological deficits in 27 patients while 2 persons had complete limb paralysis and the other 19 patients had various degrees of neurological deficits. The last follow-up examination did not show any improvement with respect to the neurological status of the patients with complete paralysis. However, an improvement of at least 1 Frankel group was noted in 15 patients with partial neurological deficits.

**Conclusions.** 1. The most common causes of traumatic spinal injuries are falls from a height and road accidents. 2. Fractures occur most often at the thoracolumbar junction of the spine. 3. Anteroposterior fixation with release of the spinal canal and spinal fusion is a beneficial treatment method. 4. Apart from vertebral body mesh, treating lumbar spine fractures requires the additional use of vertebral body screws or transpedicular posterior fixation. 5. Anterior fixation ensures the restoration of the physiological curvatures of the spine and stabilizes the spine until a complete bone union is achieved, preventing the loss of correction during the follow-up period.

**Key words:** spinal fractures, thoraco-lumbar fractures, surgery, thoracotomy, anterior approach

## WSTĘP

Złamanie kręgosłupa jest jednym z najcięższych urazów. Złamania tego typu najczęściej występują w odcinku piersiowo-lędźwiowym. Mogą być przyczyną niestabilności kręgosłupa i ubytków neurologicznych. Większość wypadków dotyczy dojrzałych i w pełni sprawnych mężczyzn.

Przyczyną urazów są najczęściej upadki z wysokości oraz wypadki komunikacyjne, stanowią one ponad połowę zdarzeń. Wśród pozostałych przyczyn wymienia się upadki z własnej wysokości, nieszczerśliwe zdarzenia, wypadki sportowe i wypadki w rolnictwie [1,2].

Celem leczenia chirurgicznego złamań urazowych kręgosłupa jest odtworzenie anatomiczne uszkodzonych fragmentów kręgów, uwolnienie struktur nerwowych i zapewnienie odpowiedniej stabilności kręgosłupa do uzyskania zrostu kostnego. Sposoby osiągnięcia powyższego celu nie są jednak jednoznacznie określone we współczesnej chirurgii kręgosłupa. Istnieją zarówno techniki stabilizacji przedniej, jak i tylnej oraz kombinacje dostępów przednio – tylnych z wykorzystaniem różnych implantów. Każda z tych metod ma swoje zalety i wady. Krótkosegmentowa spondylodeza tylna zapewnia ustabilizowanie uszkodzonego odcinka, zapobiega przeciążaniu sąsiednich segmentów, cechuje się krótkim czasem zabiegu i niewielką stratą krwi [2-10].

Zaletą technik przednich lub kombinacji przednio – tylnych jest podkreślana przez wielu autorów doskonała stabilizacja, lepsze odprowadzenie złamania i znacznie mniejsza utrata korekcji w okresie obserwacji, oraz lepsze działanie przeciwbólowe [11-16].

W pracowaniu przedstawiamy wyniki leczenia złamań urazowych kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego technikami stabilizacji przedniej i przednio-tylnej.

## MATERIAŁ I METODY

W latach 2001-2013 leczono chirurgicznie 404 chorych z powodu złamań kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego. Do badania zakwalifikowano pacjentów spełniających następujące kryteria: przyczyną złamania był uraz (wykluczono złamania patologiczne), pacjenci zostali zaopatrzeni chirurgicznie techniką przednią lub przednio-tylną, dostępna była dokumentacja radiologiczna i kliniczna, okres obserwacji wynosił przynajmniej 12 m-cy. Powyższe kryteria spełniało 48 pacjentów, 15 kobiet i 33 mężczyzn. Wiek w momencie urazu wynosił średnio 36,8 lat, zakres od 15 do 76 lat. Okres obserwacji wynosił średnio 3 lata i 8 m-cy, zakres od 1 roku do 11 lat.

## BACKGROUND

Spinal fractures rank among the most serious injuries. They usually occur in the thoracolumbar spine and may cause spinal instability and neurological deficits. The majority of the patients are adult and fully fit men.

More than half of the fractures are caused by falls from a height and road accidents. Other causes include ground-level falls, unfortunate accidents, and sports and farm accidents [1,2].

Surgical treatment of traumatic spinal fractures is aimed at the anatomical restoration of the damaged vertebral parts, release of the nervous structures, and ensuring proper spinal stability until bone union is achieved. The methods of achieving these objectives are not precisely specified in contemporary spinal surgery, which employs both anterior and posterior fixation techniques as well as methods combining anteroposterior approaches with the use of various implants. Each technique has its advantages and disadvantages. Short-segment posterior spinal fusion ensures stabilization of the injured section, prevents the neighbouring segments from being overloaded, and is characterized by a short operating time and a low blood loss [2-10].

The advantages of the posterior techniques or combined anteroposterior approaches, as pointed out by numerous authors, include perfect stabilization, better fracture reduction, and a considerably lower loss of correction in the follow-up period as well as better analgesic effects [11-16].

This paper presents the results of the treatment of thoracic and lumbar traumatic spinal fractures with the use of anterior and anteroposterior fixation.

## MATERIAL AND METHODS

A total of 404 patients were surgically treated due to thoracolumbar spinal fractures between 2001 and 2013. The study enrolled patients who met the following criteria: the fracture was caused by an injury (no pathological fractures), the patients were surgically treated via an anterior or anteroposterior approach, the clinical and radiographic documentation was available, and the follow-up period was at least 12 months. These criteria were met by 48 patients, including 15 women and 33 men. The age at the time of injury was 36.8 years on average (15-76 years). The mean follow-up period was 3.8 years (1-11 years).

### Wskazania do leczenia chirurgicznego

Wszyscy pacjenci doznali urazu typu dystrykcyjnego (B) lub rotacyjnego (C) według klasyfikacji AO i we wszystkich przypadkach stwierdzono pourazowe zwężenie światła kanału kręgowego.

### Techniki chirurgiczne

Pacjentów zaopatrywano technikami stabilizacji przedniej z dojścia przez torakotomię lub zaotrzewnowo (zależnie od poziomu urazu). Uwolnienie struktur nerwowych kanału kręgowego dokonywano przez częściową lub całkowitą korporektomię. Stabilizacji dokonywano przez implantację siatki trzonowej wypełnionej przeszczepami własnymi pobranymi z żeber lub talerza biodrowego i dodatkową stabilizacją przednią ze śrubami lub koszami trzonowymi, lub stabilizacją tylną transpedikularną. Do roku 2002 stosowano stabilizację tylną z hakami laminarnymi w układzie „całującym”. We wszystkich przypadkach stosowano implanty tytanowe. Śródoperacyjnie oceniano uwolnienie struktur nerwowych kanału kręgowego za pomocą USG (Ryc. 1).

### Ocena radiologiczna

Wszyscy pacjenci mieli wykonane przed zabiegiem badania RTG kręgosłupa AP i L oraz CT lub MR obejmujące obszar urazu i sąsiednie nieuszkodzone segmenty kręgosłupa. Na radiogramach przeglądowych AP i L oceniano kąt Cobba mono – i bi-segmentarny kifozy i lordozy. W przypadku kifotyżacji przyjmowano wartości ujemne, a przy lordotyżacji – dodatnie (Ryc. 2).

Na podstawie badania CT lub MR oceniano zwężenie kanału kręgowego, natomiast odtworzenie światła kanału oceniano na podstawie USG śródoperacyjnego.

### Indications for surgical treatment

All the patients had sustained a distraction (B) or rotation (C) injury according to the AO classification, and post-traumatic stenosis of the spinal canal lumen was noted in all cases.

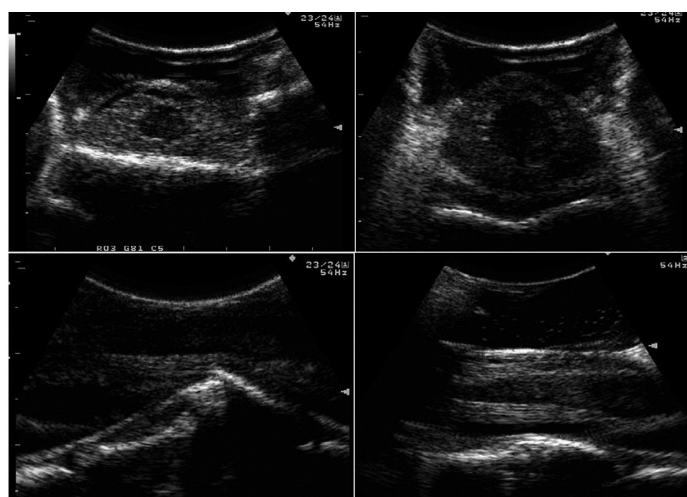
### Surgical techniques

The patients were treated with anterior fixation techniques retroperitoneally or through thoracotomy (depending on the injury level). The nervous structures of the spinal canal were released by partial or total corpectomy. Fixation involved the implantation of a vertebral body mesh filled with autografts taken from the ribs or ilium and additional anterior fixation with vertebral body screws or mesh cages or transpedicular posterior fixation. Patients operated on before 2002 underwent posterior fixation with laminar hooks placed in a “kissing” position. Titanium implants were used in all patients. The release of the nervous structures of the spinal canal was assessed with an intraoperative ultrasound (Fig. 1).

### Radiographic assessment

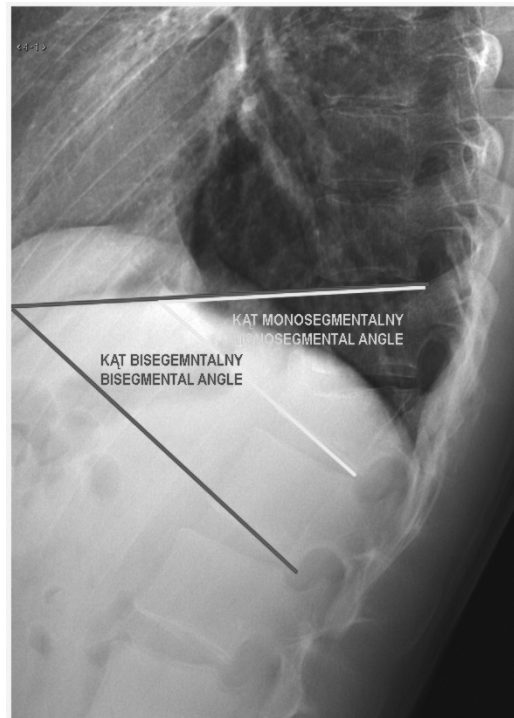
Before the surgery, all patients had AP and lateral spinal radiographs as well as CT or MR studies of the site of the injury and the neighbouring non-damaged spinal segments. The monosegmental and bisegmental kyphotic and lordotic Cobb angle was assessed in the AP and lateral plain radiographs. The values were negative for kyphosis and positive for lordosis (Fig. 2).

Spinal canal stenosis was evaluated based on CT or MR findings while the restoration of the spinal canal lumen was assessed on the basis of an intraoperative ultrasound examination.



Ryc. 1. Badanie USG śródoperacyjne – ocena przekroju kanału kręgowego na poziomie złamania

Fig. 1. Intraoperative ultrasound – direct measurement of cross-sectional area of spinal canal at level of injury



Ryc. 2. Wyznaczanie kąta mono- i bisegmentarnego  
Fig. 2. Determination of mono- and bisegmental Cobb angles

### Stan neurologiczny

Stan neurologiczny oceniano w dniu przyjęcia i w ostatnim badaniu kontrolnym według skali Frankela.

### Badania kontrolne

Pacjenci zgłaszali się do badania kontrolnego w 3 – 6 – i 12 m-cy po pierwotnym zabiegu. W trakcie badania kontrolnego wykonywano badania RTG kręgosłupa w 2 płaszczyznach oraz oceniano stan neurologiczny.

### Opracowanie statystyczne

Dane kliniczne i radiologiczne poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem testów: współczynnika korelacji rang Spearmana, współczynnika korelacji liniowej Pearsona i ANOVA Friedmana. Wyniki uznano za statystycznie istotne przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

## WYNIKI

Przyczyną urazów badanej grupy pacjentów były w 50% upadki z dużej wysokości. Pozostałą połowę przyczyn stanowiły urazy komunikacyjne, upadki z własnej wysokości, wypadki w rolnictwie i w trakcie uprawiania sportu oraz wypadki lotnicze. Zestawienie na Ryc. 3.

### Neurological status

The neurological status was assessed according to the Frankel score on the day of admission and in the last follow-up examination.

### Follow-up examinations

The patients reported for follow-up examinations at 3, 6, and 12 months after the primary procedure. During a follow-up examination, spinal radiographs were obtained in two planes and the neurological status was assessed.

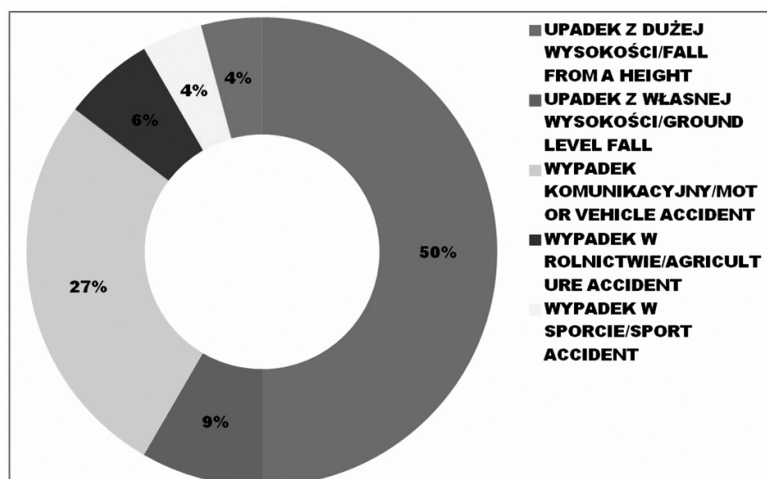
### Statistical analysis

The clinical and radiographic data was statistically analysed with the use of the following:

Spearman's rank correlation coefficient, Pearson's linear correlation coefficient and Friedman's ANOVA. The results were deemed statistically significant at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

As is shown in Fig. 3, 50% of the injuries were caused by falls from a considerable height and the other fractures resulted from road accidents, ground-level falls, sports and farm accidents, and aviation accidents.



Ryc. 3. Przyczyny urazów wysokoenergetycznych

Fig. 3. Causes of highenergy injury

Złamania występowały na poziomach od Th<sub>3</sub> do L<sub>4</sub>. Najczęstszą lokalizacją urazu był poziom L<sub>1</sub> (24%). U 10 (20%) chorych złamania wystąpiły na więcej niż jednym segmencie. W sumie złamania odcinka Th<sub>3</sub>-Th<sub>12</sub> stanowiły 55%, a L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub>, 45% grupy. Zestawienie na Ryc. 4.

U 39 (81%) chorych wykonano stabilizację przednią, w tym 9 (19%) wyłącznie z implantem siatkowym, 30 (62%) z implantem siatkowym i śrubami trzonowymi (śruby wkręcane z boku trzonu do stabilizacji międzytrzonowej), a u 9 (19%) jednocześnie stabilizację przednią z implantem siatkowym i tylną ze śrubami pedikularnymi.

W Tab. 1 przedstawiono dane okołoperacyjne poszczególnych pacjentów.

Wiek chorych w momencie zabiegu wynosił średnio 37 lat, zakres od 15 do 76 lat, czas zabiegów średnio 192 min, zakres od 86 do 425 min, strata śródoperacyjna krwi średnio 563 ml, zakres od 100 do 1300 ml, a drenaż pooperacyjny średnio 497 ml, zakres od 240 do 1250 ml. Okres hospitalizacji wyniósł średnio 23 dni, zakres od 7 do 62 dni.

W opracowaniu statystycznym danych klinicznych stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy wiekiem operowanych pacjentów a czasem hospitalizacji. Współczynnik korelacji rang Spearmana wyniósł  $r_s = 0,32$  ( $t = 2,27$ ,  $p = 0,028$ ), co oznacza dodatnią zależność średniego stopnia pomiędzy badanymi zmiennymi. Nie stwierdzono jednak korelacji liniowej pomiędzy wiekiem operowanych osób a czasem hospitalizacji, współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r_p = 0,15$  ( $p = 0,31$ ).

W grupie ze stabilizacją przednią wyłącznie z implantem siatkowym, czas zabiegu wynosił średnio  $167 \pm 43$  min. (mediana 150 min., zakres 110-240 min.),

The fractures occurred at the levels of Th<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>, with those at L<sub>1</sub> being the most common (24%). In 10 patients (20%) they involved more than one spinal segment. In total, the fractures in the Th<sub>3</sub>-Th<sub>12</sub> section constituted 55% of the cases while those at L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub> were found in 45% of the study group. This is shown in Fig. 4.

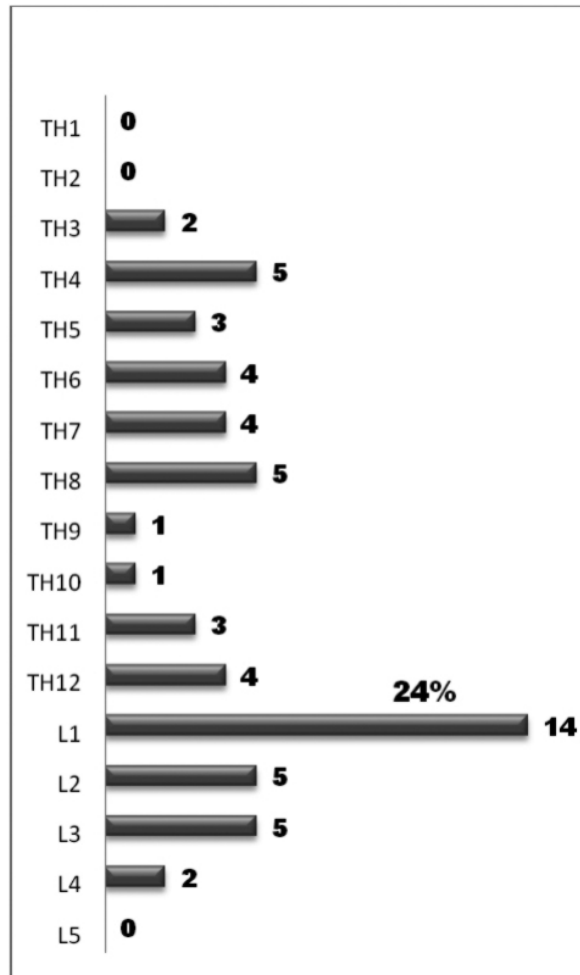
39 (81%) patients underwent anterior fixation, involving only a mesh implant (9 patients, 19%) or both a mesh implant and vertebral body screws (30 patients, 62%); the screws were screwed from the side of the vertebral body to achieve interbody fusion. 9 patients (19%) had simultaneous anterior fixation with a mesh implant and posterior fixation with pedicular screws.

Tab. 1 shows the perioperative data of individual patients.

The age at the time of injury was 37 years on average (15-76 years), the operating time was 192 min on average (86-425 min), the mean operative blood loss was 563 ml (100-1300 ml), and the drainage was 497 ml (240-1250 ml). The mean hospital stay lasted 23 days (7-62 days).

Statistical analysis of the clinical data showed a statistically significant relation between the age of the operated patients and the duration of hospital stay. Spearman's rank correlation coefficient was  $r_s = 0.32$  ( $t = 2.27$ ,  $p = 0.028$ ), which reflects a moderate positive relation between the variables. However, we found no linear correlation between the age of the patients and the duration of hospital stay; Pearson's linear correlation coefficient was  $r_p = 0.15$  ( $p = 0.31$ ).

The average operating time was  $167 \pm 43$  min in the group undergoing anterior fixation with only a mesh implant (median 150 min, range 110-240 min),



Ryc. 4. Poziomy urazów kręgow

Fig. 4. Levels of spine injury

w grupie ze stabilizacją przednią z implantem siatkowym i śrubami trzonowymi czas zabiegu wynosił średnio  $197 \pm 77$  min. (mediana 180 min., zakres 86-425 min.), natomiast w grupie ze stabilizacją przednią z implantem siatkowym i tylną ze śrubami pedikularnymi –  $199 \pm 49$  min. (mediana 190 min., zakres 120-280 min.). Posługując się testem Kruskala-Wallis nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w czasie trwania zabiegu pomiędzy różnymi technikami chirurgicznymi,  $p = 0,40$  n. s..

Śródoperacyjna strata krwi była podobnej wielkości w różnych technikach chirurgicznych:

- w grupie ze stabilizacją przednią wyłącznie z implantem siatkowym wynosiła średnio  $427 \pm 235$  ml (mediana 450 ml, zakres 100-840 ml),
- w grupie ze stabilizacją przednią z implantem siatkowym i śrubami trzonowymi wynosiła średnio  $578 \pm 229$  ml (mediana 580 ml, zakres 220-1300 ml),
- w grupie ze stabilizacją przednią z implantem siatkowym i tylną ze śrubami pedikularnymi wynosiła

$197 \pm 77$  min in the group undergoing anterior fixation with a mesh implant and vertebral body screws (median 180 min, range 86-425 min), and  $199 \pm 49$  min in the group undergoing anterior fixation with a mesh implant and posterior fixation with pedicular screws (median 190 min, range 120-280 min). The Kruskal-Wallis test revealed no statistically significant differences in the operating time between the surgical techniques ( $p = 0.40$  NS)

The operative blood loss was similar between the surgical techniques:

- in the group with anterior fixation only with a mesh implant, it was  $427 \pm 235$  ml on average (median 450 ml, range 100-840 ml),
- in the group with anterior fixation with a mesh implant and vertebral body screws, it was  $578 \pm 229$  ml on average (median 580 ml, range 220-1300 ml),
- in the group with anterior fixation with a mesh implant and posterior fixation with pedicular screws,

Tab. 1. Zestawienie parametrów klinicznych pacjentów

Tab. 1. Summary of baseline characteristics of patients

Nr Pacj./Pt. No.	CZAS HOSPITALIZACJI/ HOSPITAL STAY [dni/days]	WIEK W DNIU URAZU/ AGE AT THE TIME OF INJURY	CZAS ZABIEGU/ OPERATING TIME [min]	STRATA OPERACYJNA KRWI/ OPERATIVE BLOOD LOSS [ml]	DREN POOPERACYJNY / DRAINAGE [ml]
1	34	27	86	650	350
2	62	28	120	1200	560
3	7	30	225	700	305
4	15	18	205	500	250
5	26	76	115	650	1250
6	28	44	126	450	370
7	10	23	135	100	710
8	26	40	110	250	430
9	29	16	150	550	390
10	17	18	160	340	330
11	11	18	200	300	250
12	22	32	245	450	330
13	14	63	125	350	250
14	25	48	165	250	520
15	17	43	220	370	570
16	23	32	320	760	580
17	30	56	410	755	850
18	20	42	280	620	550
19	14	55	150	220	540
20	18	47	125	320	480
21	30	24	425	1300	360
22	16	21	120	310	460
23	21	54	180	650	740
24	22	55	185	200	795
25	28	53	265	560	720
26	22	24	195	480	330
27	23	62	150	520	360
28	20	25	160	470	580
29	31	55	240	510	670
30	24	26	180	480	530
31	21	43	185	1000	500
32	18	42	210	700	490
33	16	18	180	520	630
34	20	25	210	630	470
35	23	26	260	780	540
36	22	27	190	640	430
37	32	47	160	580	380
38	19	15	150	480	550
39	22	19	185	590	480
40	18	32	160	440	520
41	23	34	220	690	430
42	11	25	200	300	240
43	24	50	240	840	450
44	28	52	210	700	520
45	22	32	160	580	380
46	25	50	180	780	430
47	26	32	170	880	530
48	25	44	180	650	470
ŚREDNIE/MEAN	23 (7–62)	37 (15–76)	192 (86–425)	563 (100–1300)	497 (240–1250)

średnio  $651 \pm 258$  ml (mediana 620 ml, zakres 340-1200 ml).

Posługując się testem analizy wariancji, nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy pomiędzy przeciętną śródoperacyjną stratą krwi w grupach leczonych różnymi technikami chirurgicznymi,  $F(df=2, df=45) = 2,20, p = 0,12$  n. s.

it was  $651 \pm 258$  ml on average (median 620 ml, range 340-1200 ml).

Analysis of variance did not reveal statistically significant differences in the average operative blood loss with regard to the surgical technique used ( $F(df=2, df=45) = 2.20, p = 0.12$  NS).

Stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy śródoperacyjną stratą krwi u chorych a czasem hospitalizacji. Współczynnik korelacji rang Spearmana wyniósł  $r_s = 0,48$  ( $t = 3,72$ ,  $p < 0,001$ ). Stwierdzono również wysokiego stopnia dodatnią korelację liniową pomiędzy śródoperacyjną stratą krwi u pacjentów a czasem hospitalizacji, współczynnik korelacji liniowej Pearsona,  $r_p = 0,57$  ( $p < 0,001$ ).

Stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy wiekiem operowanych osób a wielkością drenażu pooperacyjnego. Współczynnik korelacji rang Spearmana wyniósł  $r_s = 0,31$  ( $t = 2,19$ ,  $p < 0,034$ ). Stwierdzono średniego stopnia dodatnią korelację liniową pomiędzy wiekiem operowanych osób a wielkością drenażu pooperacyjnego, współczynnik korelacji liniowej Pearsona,  $r_p = 0,47$  ( $p < 0,001$ ). Oznacza to, że im starsza była operowana osoba, tym większy był drenaż pooperacyjny.

Stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy czasem trwania zbiegu operacyjnego a wielkością śródoperacyjnej straty krwi. Współczynnik korelacji rang Spearmana wyniósł  $r_s = 0,39$  ( $t = 2,90$ ,  $p = 0,006$ ). Stwierdzono średniego stopnia dodatnią korelację liniową między czasem trwania zbiegu operacyjnego a wielkością śródoperacyjnej straty krwi, współczynnik korelacji liniowej Pearsona,  $r_p = 0,45$  ( $p = 0,001$ ). Oznacza to, że im dłuższy był czas operacji, tym większa była śródoperacyjna strata krwi.

### Ocena radiologiczna

Korekcja operacyjna kąta monosegmentarnego wyniosła średnio  $8,4^\circ$ , zakres od  $1^\circ$  do  $22^\circ$ , a kąta bisegmentarnego średnio  $6,7^\circ$ , zakres od  $1^\circ$  do  $18^\circ$ . W ostatnim badaniu kontrolnym zanotowano poprawę kąta monosegmentarnego u 2 pacjentów o  $1^\circ$  i  $2^\circ$ . U 3 pacjentów zanotowano pogorszenie kąta monosegmentarnego o  $2^\circ$  i  $5^\circ$ . W zakresie kąta bisegmentarnego zanotowano poprawę tylko u 1 pacjenta o  $1^\circ$ , natomiast stratę u 2 pacjentów o  $2^\circ$  i  $4^\circ$ .

Posługując się testem ANOVA Friedmana stwierdzono istotną statystycznie różnicę pomiędzy przeciętną wartością kąta monosegmentarnego:  $\chi^2$  ANOVA ( $n=48$ ,  $df=2$ ) = 84,43,  $p < 0,001$ . Przed zabiegiem operacyjnym chorzy mieli niższe wartości kąta (średnia  $-17,1^\circ \pm 11,4^\circ$ , mediana  $-15^\circ$ , zakres  $-38$ - $10^\circ$ ) w porównaniu do okresu po zabiegu operacyjnym (średnia  $-9,1^\circ \pm 9,1^\circ$  i mediana  $-8^\circ$ , zakres  $-30$ - $18^\circ$ ), jak i w badaniu kontrolnym (średnia  $-9,2^\circ \pm 9,3^\circ$ , mediana  $-8^\circ$ , zakres  $-35$ - $18^\circ$ ). Nie stwierdzono natomiast różnicy istotnej statystycznie ( $p = 0,34$  n. s.) pomiędzy przeciętnymi wartościami kąta monosegmentarnego w pomiarze po zabiegu operacyjnym i badaniu kontrolnym.

W zakresie kąta bisegmentarnego stwierdzono istotną statystycznie różnicę pomiędzy wartościami w prze-

We found a statistically significant correlation between the operative blood loss and the hospital stay; Spearman's rank correlation coefficient was  $r_s = 0.48$  ( $t = 3.72$ ,  $p < 0.001$ ). Moreover, we found a highly positive linear correlation between the operative blood loss and the hospital stay; Pearson's linear correlation coefficient was  $r_p = 0.57$  ( $p < 0.001$ ).

There was a statistically significant correlation between the age of the patients and the drainage volume; Spearman's rank correlation coefficient was  $r_s = 0.31$  ( $t = 2.19$ ,  $p < 0.0034$ ). We found a moderate positive linear correlation between the age of the operated patients and the drainage volume; Pearson's linear correlation coefficient was  $r_p = 0.47$  ( $p = 0.001$ ). This means that the older the person, the higher was the drainage volume.

There was a statistically significant correlation between the operating time and the operative blood loss; Spearman's rank correlation coefficient was  $r_s = 0.39$  ( $t = 2.90$ ,  $p < 0.006$ ). We found a moderate positive linear correlation between the operating time and the operative blood loss; Pearson's linear correlation coefficient was  $r_p = 0.45$  ( $p = 0.001$ ). This means that the longer the operating time, the higher was the operative blood loss.

### Radiographic assessment

The operative correction of the monosegmental angle was  $8.4^\circ$  on average (range:  $1^\circ$ - $22^\circ$ ) and that of the bisegmental angle was  $6.7^\circ$  on average (range:  $1^\circ$ - $18^\circ$ ). The last follow-up examination showed that the monosegmental angle improved in 2 patients by  $1^\circ$  and  $2^\circ$ . In 3 patients, the value of the monosegmental angle deteriorated by  $2^\circ$  and  $5^\circ$ . The bisegmental angle improved in only 1 patient by  $1^\circ$  while the value was worse in 2 patients by  $2^\circ$  and  $4^\circ$ .

Friedman's ANOVA revealed a statistically significant difference between the mean values of the monosegmental angle:  $\chi^2$  ANOVA ( $n=48$ ,  $df=2$ ) = 84.43,  $p < 0.001$ . Before surgery, the patients had lower values of the angle (mean:  $-17.1^\circ \pm 11.4^\circ$ , median:  $-15^\circ$ , range:  $-38^\circ$ - $10^\circ$ ) as compared with the post-operative period (mean:  $-9.1^\circ \pm 9.1^\circ$ , median:  $-8^\circ$ , range:  $-30^\circ$ - $18^\circ$ ) as well as a follow-up examination (mean:  $-9.2^\circ \pm 9.3^\circ$ , median:  $-8^\circ$ , range:  $-35^\circ$ - $18^\circ$ ). However, we found no statistically significant difference ( $p = 0.34$  NS) between mean values of the monosegmental angle measured after surgery and in a follow-up examination.

With respect to the bisegmental angle, we found a statistically significant difference between the va-



biegu leczenia:  $\chi^2$  ANOVA (n=48, df=2) = 60,02, p < 0,001. Przed zabiegiem operacyjnym wartości kąta bisegmentarnego były niższe (średnia  $-12,7^\circ \pm 11,2^\circ$ , mediana  $-10^\circ$ , zakres  $-35$ – $2^\circ$ ) w porównaniu do okresu pooperacyjnego (średnia  $-7,9^\circ \pm 8,7^\circ$ , mediana  $-6^\circ$ , zakres  $-30$ – $2^\circ$ ), jak i do badania kontrolnego (średnia  $-8,0^\circ \pm 8,7^\circ$ , mediana  $-6^\circ$ , zakres  $-30$ – $2^\circ$ ). Nie stwierdzono natomiast różnicy istotnej statystycznie (p > 0,05) pomiędzy przeciętnymi wartościami kąta bisegmentarnego w pomiarze po zabiegu operacyjnym i w badaniu kontrolnym.

W Tab. 2. i Ryc. 5. przedstawiono wartości okołoperacyjne i kontrolne kątów mono- i bisegmentarnych.

### Stan neurologiczny

Stan neurologiczny pacjentów oceniano według klasyfikacji Frankela, gdzie typ E oznacza stan prawidłowy bez ubytków neurologicznych, a typ A całkowite porażenie. W badaniu przedoperacyjnym u 27 (56%) chorych nie wykazano ubytków neurologicznych (grupa E), 2 (4%) miało całkowite porażenie kończyn (grupa A), a pozostałych 19 (40%) wykazywało różne stopnie ubytków neurologicznych (od D do B). W ostatnim badaniu kontrolnym stan neurologiczny pacjentów całkowicie porażonych nie uległ poprawie. Natomiast zanotowano poprawę przy-

lues throughout the course of treatment:  $\chi^2$  ANOVA (n=48, df=2) = 60.02, p < 0.001. Before surgery, the patients had lower values of the bisegmental angle (mean:  $-12.7^\circ \pm 11.2^\circ$ , median:  $-10^\circ$ , range:  $-35$ – $2^\circ$ ) as compared with the post-operative period (mean:  $-7.9^\circ \pm 8.7^\circ$ , median:  $-6^\circ$ , range:  $-30$ – $2^\circ$ ) and the follow-up period (mean:  $-8.0^\circ \pm 8.7^\circ$ , median:  $-6^\circ$ , range:  $-30$ – $2^\circ$ ). However, we found no statistically significant difference (p > 0.05) between the mean values of the bisegmental angle measured post-operatively and during the follow-up period.

Tab. 2. and Fig. 5 present the perioperative and follow-up values of the mono- and bisegmental angles.

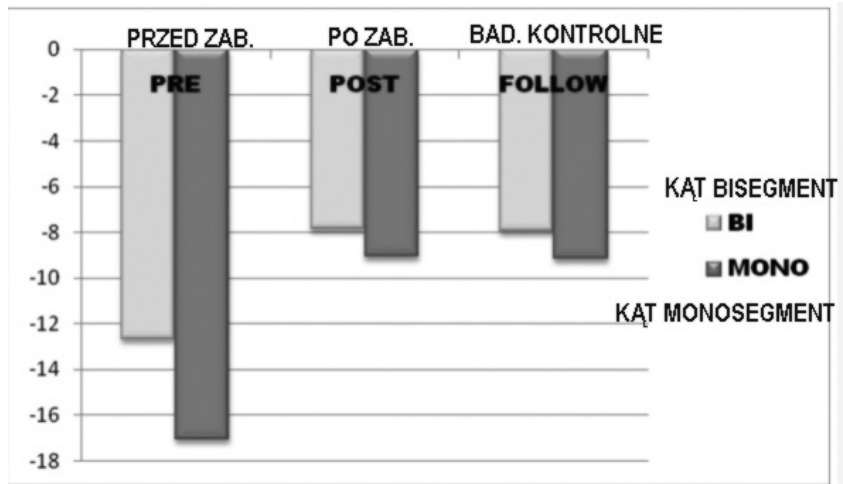
### Neurological status

The neurological status was assessed according to the Frankel score, where Type E means normal status with no neurological deficits and Type A means total paralysis. A pre-operative examination showed no neurological deficits in 27 (56%) patients (Group E). 2 patients (4%) had complete limb paralysis (Group A) and the other 19 persons (40%) showed various degrees of neurological deficits (D to B). The last follow-up examination did not show any improvement with respect to the neurological status of the patients with complete paralysis. However, an impro-

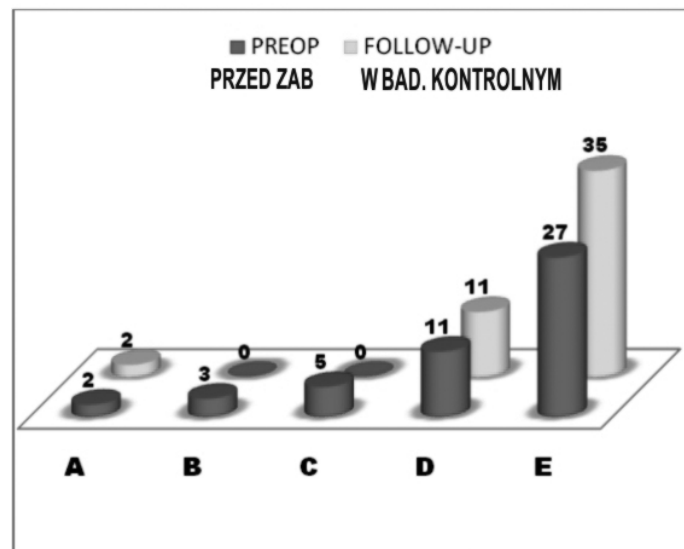
Tab. 2. Pomiary radiologiczne, zmiany kąta mono- i bisegmentarnego w trakcie leczenia i w okresie obserwacji

Tab. 2. Summary of radiological measurements (mono- and bisegmental Cobb angle) in the perioperative period and at a follow-up examination

	Mediana/ Median [°]	Minimum/Minimum [°]	Maximum/Maximum [°]	Średnia/ Mean [°]	Odchylenie Standardowe/ SD	Błąd standard/ standard error	confidence interval/ p.ufn -95%	confidence interval/ p.ufn -95%	
MONOSEGMENT	PRZED OPERACJĄ/ PRE OP	-15	-38	10	-17.1	11.4	1.65	-20.4	-13.8
	PO OPERACJI/ POST OP	-8	-30	18	-9.1	9.1	1.31	-11.7	-6.5
	BADANIE KONTROLNE/FOLLOW - UP	-8	-35	18	-9.2	9.3	1.34	-11.9	-6.5
BISEGMENT	PRZED OPERACJĄ/ PRE OP	-10	-35	2	-12.7	11.2	1.62	-15.9	-9.4
	PO OPERACJI/ POST OP	-6	-30	2	-7.9	8.7	1.26	-10.4	-5.4
	BADANIE KONTROLNE/FOLLOW - UP	-6	-30	2	-8.0	8.7	1.25	-10.6	-5.4



Ryc. 5. Zmiany wartości kąta mono- i bisegmentarnego w okresie okołoperacyjnym i w badaniu kontrolnym  
 Fig. 5. Changes of mono- and bisegmental Cobb angle in the perioperative period and at a follow-up examination



Ryc. 6. Stan neurologiczny pacjentów w klasyfikacji Frankela/ASIA przed zabiegiem i w badaniu kontrolnym  
 Fig. 6. Neurological status according to the Frankel/ASIA score on admission to the hospital and at follow-up

najmniej o 1 stopień klasyfikacji Frankela u 15 (32%) pacjentów z częściowymi ubytkami neurologicznymi. Do grupy E zaliczono 35 (73%) chorych, a do grupy D 11 (23%). Zestawienie na Ryc. 6.

### Powikłania

Powikłania okołoperacyjne wystąpiły w sumie u 7 (15%) chorych. W 3 przypadkach były związane z utratą korekcji i przemieszczeniem implantu siatkowego. U tych pacjentów złamanie było zlokalizowane w odcinku lędźwiowym. Zostali oni zaopatrzeni pierwotnie wyłącznie implantem siatkowym. W późniejszym etapie wykonano u nich stabilizację tylną transpedikularną, co pozwoliło na uzyskanie pełnego zrostu kręgosłupa. U 2 pacjentów z pourazowym uszkodze-

vement by at least 1 group in the Frankel score was found in 15 (32%) patients with partial neurological deficits. 35 patients (73%) were classified as Group E and 11 patients (23%) as Group D (Fig. 6).

### Complications

Perioperative complications were found in a total of 7 patients (15%). In 3 cases, the complications were connected with the loss of correction and mesh implant displacement. The fractures in these patients were located in the lumbar spine and were primarily treated only with a mesh implant. Later, the patients underwent posterior transpedicular fixation, which allowed for achieving complete spinal union. Two patients with post-traumatic meningeal damage had

niem opony, wystąpił płynotok bezpośrednio po zabiegu. Śródoperacyjne zaopatrzenie opony szwem i preparatem „TachoComb” okazało się niewystarczające i pacjenci wymagali ponownego zaopatrzenia chirurgicznego oraz drenażu Codmana. U pozostałych 2 pacjentów pojawił się obfity obrzęk tkanek przykręgowych i krwiak obszaru operowanego związany przypuszczalnie z rozległością urazu (złamania typu C<sub>2</sub> i C<sub>3</sub>), wymagający chirurgicznej rewizji rany.

U 1 pacjenta w 1 rok po urazie i zaopatrzeniu chirurgicznym „przód – tył” wystąpił odczyn zapalny wymagający rewizji chirurgicznej, a w 4 lata po urazie u tego samego chorego pojawiły się obfite skostnienia pozaszkieletowe okolicy stawu biodrowego prawego, zaopatrzone również chirurgicznie. Pacjent ten doznał urazu odcinka Th<sub>10</sub> typu C<sub>2</sub> z następowym całkowitym porażeniem rdzenia (Typ A Frankela) i w okresie obserwacji stan neurologiczny nie uległ poprawie.

## DYSKUSJA

Złamanie urazowe kręgosłupa należy do najcięższych urazów tego narządu.

Odtworzenie wysokości uszkodzonego trzonu kręgowego i anatomicznych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej oraz uwolnienie struktur nerwowych są głównymi celami w zaopatrzeniu chirurgicznym urazów [17].

Najczęstszą lokalizacją złamań kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego jest przejście piersiowo – lędźwiowe. W naszym materiale złamania Th<sub>12</sub> i L<sub>1</sub> stanowiły 33%. W dużej grupie (733 chorych) opracowanych pod redakcją M. Reinhold i wsp. urazy tej okolicy stanowiły aż 67% wszystkich badanych przypadków [2].

W opracowaniu Atmananda Hegde i wsp. w grupie 30 chorych – 66% złamań dotyczyło poziomów Th<sub>12</sub>-L<sub>1</sub> [1].

Metodą z wyboru w postępowaniu leczniczym jest obecnie zaopatrzenie chirurgiczne z implantem. Nie ustalono „złotego środka” w technikach chirurgicznych, tak więc w literaturze spotyka się opracowania oceniające wyłącznie techniki z dojścia tylnego, jak również dojścia przednie i przednio – tylne [3,18].

W naszym materiale wszystkie złamania były niestabilne (typ B i C według klasyfikacji AO), ze zwężeniem światła kanału kręgowego. W postępowaniu chirurgicznym nie stosowaliśmy izolowanych technik tylnych, a jedynie techniki przednie lub przednie i tylne jednocześnie. Celem zabiegów była rekonstrukcja światła kanału kręgowego z uwolnieniem struktur nerwowych, stabilizacja kręgosłupa i odtworzenie prawidłowych krzywizn. Każdy uraz powodował kifotyzację kręgosłupa niezależnie od poziomu, z następowym zaburzeniem balansu strzał-

liquorrhoea immediately after surgery. The intraoperative use of sutures and TachoComb on the dura mater turned out to be insufficient and the patients required repeat surgery and the use of a Codman drain. The other 2 patients had large oedema of the paravertebral tissues and a haematoma in the operating site, probably connected to the extent of injury (C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> fractures), requiring surgical wound exploration.

One patient had an inflammatory response requiring surgical exploration one year after the injury and anteroposterior surgery. At 4 years after the injury, the same patient developed large extraskelletal ossifications in the area of the right hip joint; these were also surgically treated. This patient had sustained a C<sub>2</sub> injury at the Th<sub>10</sub> level followed by complete spinal cord paralysis (Frankel's Type A) and his neurological status did not improve in the follow-up period.

## DISCUSSION

Traumatic fractures rank among the most serious spinal injuries.

Restoring the height of the damaged vertebral body and the anatomical curvatures of the spine in the sagittal plane as well as releasing the nervous structures are the main goals of surgical treatment of these injuries [17].

Fractures of the thoracolumbar spine usually occur at the thoracolumbar junction. In our study group, Th<sub>12</sub> and L<sub>1</sub> fractures constituted 33% of all injuries. In a large series (733 patients) studied by M. Reinhold et al., injuries in this area were present in 67% of the cases [2].

In the group of 30 patients studied by Atmananda Hegde et al., 66% of the fractures were at the Th<sub>12</sub>-L<sub>1</sub> level [1].

Nowadays, surgical treatment with an implant is a therapy of choice. Uniform surgical management guidelines have not been established and thus the literature includes papers focussing only on the posterior techniques as well as those assessing the anterior and anteroposterior approaches [3,18].

All the fractures in our series were unstable (AO type B and C) with stenosis of the spinal canal lumen. During the surgical procedures, we did not use isolated posterior techniques, but only anterior techniques or simultaneous anterior and posterior approaches. The procedures aimed to reconstruct the spinal canal lumen, release the nervous structures, stabilize the spine, and restore its normal curvatures. Regardless of the level, each injury caused spinal kyphosis and subsequent sagittal balance disturbances. As shown by radiography, the mean baseline

kowego. W wyjściowych badaniach RTG monosegmentarny kąt Cobba wynosił średnio  $-17,1^\circ$ . Po zabiegach uzyskano wartość średnią  $-9,1^\circ$ , a w badaniach kontrolnych  $-9,2^\circ$ . Podobnie kąt bisegmentarny wynosił wyjściowo  $-12,7^\circ$ , po zabiegu  $-7,9^\circ$ , a w badaniach kontrolnych  $-8^\circ$ . Przy stracie sięgającej zaledwie  $0,1^\circ$  można przyjąć, że uzyskane korekcje były trwałe. Podobne wartości przedstawiają Abeli i wsp., korekcja z  $-20^\circ$  do  $-1^\circ$  i średnia utrata korekcji w okresie obserwacji o  $2^\circ$  [19].

Steib i wsp. – korekcja z  $22^\circ$  do  $2,5^\circ$  pooperacyjnie i brak utraty korekcji w okresie obserwacji [20].

Schnake i wsp. – kąt bisegmentarny wyjściowo  $8,9^\circ$  (kifozy) i średnia korekcja operacyjna –  $9,1^\circ$ . Utrata korekcji w okresie obserwacji średnio  $2,6^\circ$  [18].

Wprawdzie autorzy ci stosują we wszystkich przypadkach techniki tył – przód jednocześnie lub wieloetapowo oraz w powyższych opracowaniach materiał obejmuje również urazy z grupy A (AO), które nie występowały w naszym badaniu, ale wyniki korekcji i odległej utraty korekcji nie odbiegają od wyników opisanych w naszym opracowaniu.

Reinhold i wsp. porównali wyniki leczenia chirurgicznego złamań wysokoenergetycznych kręgosłupa w zależności od poziomu złamania i stosowanej techniki chirurgicznej. Średni czas zabiegów „przód – tył” był znamienne dłuższy (298 min) niż w procedurach „tył” (152 min) lub „przód” (208 min). Średnia strata krwi wyniosła we wszystkich procedurach 958 ml i była najwyższa w procedurach „przód – tył” [2].

W naszych zabiegach średni czas wyniósł 192,13 min, a strata śródoperacyjna krwi 563,44 ml. Znacznie większe parametry przedstawiają również Guo-quan i wsp. [21] – 284 min (czas zabiegów) i 2453 ml (strata śródoperacyjna) [21].

Nie zanotowaliśmy różnic znamienych statystycznie w czasach zabiegów oraz straty śródoperacyjnej krwi między technikami stabilizacji wyłącznie przedniej (implant siatkowy, implant siatkowy i śruby trzonowe) oraz przednio-tylnej (implant siatkowy i śruby pedikularne), być może z powodu zbyt małej liczebności pacjentów w poszczególnych grupach technik chirurgicznych.

W naszym materiale nie było powikłań śródoperacyjnych, natomiast u 2 pacjentów, u których stwierdzono pourazowe uszkodzenie opony twardej, we wczesnym okresie pooperacyjnym wystąpił płynotok. U chorych zastosowano pierwotnie szew opony i preparat „TachoComb”. Zaopatrzenie powyższe okazało się nieskuteczne i pacjenci wymagali ponownej rewizji rany, klejenia opony klejem tkankowym oraz drenażu Codmana. W ciągu 2 tygodni po rewizji uzyskano zagojenie rany i dren usunięto.

monosegmental Cobb angle was  $-17,1^\circ$ . Post-operatively, the mean was  $-9,1^\circ$ , compared to  $-9,2^\circ$  in the follow-up period. Similarly, the bisegmental angle was  $-12,7^\circ$  at baseline,  $-7,9^\circ$  post-operatively and  $-8^\circ$  in the follow-up period. With a loss of just  $0,1^\circ$ , the correction achieved may be deemed permanent. Similar values were presented by Abeli et al., who described a correction from  $-20^\circ$  to  $-1^\circ$  and a mean loss of correction in the follow-up period of  $2^\circ$  [19].

Steib et al. reported a correction from  $22^\circ$  to  $2,5^\circ$  post-operatively and no loss of correction in the follow-up period [20].

In a study by Schnake et al., the bisegmental angle at baseline was  $8,9^\circ$  (kyphosis) and the mean surgical correction was  $-9,1^\circ$ . The loss of correction in the follow-up period amounted to  $2,6^\circ$  on average [18].

Although these authors used posteroanterior techniques either simultaneously or in stages in all patients and these reports describe also patients with AO type A injuries, which were not seen in our study, the correction outcomes and long-term loss of correction do not differ from ours.

Reinhold et al. compared the results of surgical treatment of high energy spinal fractures with regard to the injury level and surgical technique. The mean duration of anteroposterior procedures was significantly longer (298 min) than that of posterior (152 min) or anterior (208 min) surgeries. The mean operative blood loss was 958 ml in all procedures and was highest in anteroposterior surgeries [2].

In our series, the mean operating time was 192.13 min and the operative blood loss reached 563.44 ml. Markedly higher parameters were also presented by Guo-quan et al. [21], who reported a mean operating time of 284 min and mean operative blood loss of 2453 ml [21].

We found no statistically significant differences with respect to the operating time and operative blood loss between the fixation techniques using only anterior (mesh implant, mesh implant and vertebral body screws) vs. anteroposterior approaches (mesh implant and pedicular screws), possibly due to the fact that the number of patients in each group according to the surgical technique was too small.

No intraoperative complications occurred in our study group. However, there was liquorrhea in the early post-operative period in 2 patients with traumatic damage to the dura mater. The liquorrhea was primarily managed with Matrix sutures and TachoComb, which turned out to be ineffective and the patients required repeat wound exploration. The dura mater was closed with a tissue adhesive and the Codman drain was used. The wound healed in two weeks after the repeat procedure and the drain was removed.

2 inni pacjenci wymagali rewizji rany z powodu rozległego krwiaka pooperacyjnego w okresie 2 dni po zabiegu.

W 3 przypadkach doszło do przemieszczenia implantu siatkowego i utraty korekcji. Byli to pacjenci z urazem zlokalizowanym w odcinku L<sub>1</sub> do L<sub>4</sub>, i byli pierwotnie zaopatrzeni wyłącznie implantem siatkowym. Przemieszczenia implantów wystąpiły w okresie 1-6 miesięcy po pierwotnym zabiegu. Wszyscy chorzy zostali ponownie zaopatrzeni chirurgicznie (repozycja implantu przedniego i stabilizacja tylna transpedikularna). U tych chorych nie zanotowano zmian stanu neurologicznego. Podobną stabilizację przednią (wyłącznie z implantem siatkowym) zastosowano również u 6 innych chorych ze złamaniem zlokalizowanym w odcinku piersiowym (Th<sub>4</sub> – Th<sub>11</sub>) i w okresie obserwacji nie zanotowano u tych pacjentów niekorzystnych zjawisk, a korekcja była zachowana.

W sumie powikłania dotyczyły 7 (15%) chorych.

Nie zanotowaliśmy powikłań związanych z samą techniką dojścia operacyjnego (torakotomia, laparotomia) oraz infekcji w ranie pooperacyjnej, podawanych w innych opracowaniach.

Schnake i wsp. donoszą o powikłaniach u 42 (52,5%) z 80 operowanych. W tym 37,5% było związanych z dostępem przednim [18].

Zheng Guo-Quan i wsp. opisują powikłania u 6 z 14 operowanych techniką „Tył – Przód”, związanych z torakotomią (zapalenie płuc, odma, krwiak nadwardówkowy i wysięk opłucnowy) [21].

## WNIOSKI

1. Najczęstszą przyczyną złamań urazowych kręgosłupa jest upadek z wysokości oraz wypadki komunikacyjne.
2. Najczęstszym poziomem złamania kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego jest przejście Th-L kręgosłupa.
3. Złamania niestabilne bezwzględnie wymagają zaopatrzenia chirurgicznego.
4. Korzystną metodą leczenia chirurgicznego powyższych złamań jest przednia lub przednio-tylna stabilizacja z uwolnieniem kanału kręgowego i spondylodezą.
5. Zaopatrzenie złamań odcinka lędźwiowego wymaga, poza siatką trzonową, dodatkowo zastosowania śrub trzonowych lub tylnej stabilizacji transpedikularnej.
6. Zaopatrzenie przednie umożliwia rekonstrukcję kanału kręgowego, odtworzenie krzywizn fizjologicznych oraz stabilizuje kręgosłup do uzyskania pełnego zrostu kostnego, zapobiegając utracie korekcji w okresie obserwacji.

Two other patients required wound exploration due to extensive post-operative haemorrhage within 2 days after the procedure.

Mesh implant displacement and loss of correction were observed in 3 cases. These were patients with fractures located at L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub> who were primarily treated only with a mesh implant. Implant displacement occurred between 1 and 6 months after the primary procedure. All patients were re-operated (anterior implant reposition and posterior transpedicular fixation). We found no changes in the neurological status of these patients. Similar anterior fixation (only with a mesh implant) was also employed in 6 other patients with thoracic fractures (Th<sub>4</sub>-Th<sub>11</sub>); no adverse outcomes were observed in them during the follow-up period and the correction was maintained.

In total, complications occurred in 7 patients (15%).

We did not register any complications connected with the surgical approach technique (thoracotomy, laparotomy) itself or infections in the surgical wound reported in other papers.

Schnake et al. described complications in 42 (52.5%) out of 80 patients, including 37.5% connected with the anterior approach [18].

Zheng Guo-Quan et al. report complications in 6 out of 14 patients treated with the posteroanterior technique. The complications were connected with thoracotomy (pneumonia, pneumothorax, epidural haematoma, and pleural effusion) [21].

## CONCLUSIONS

1. The most common causes of traumatic spinal fractures are falls from a height and road accidents
2. Thoracolumbar fractures occur most often at the Th-L junction of the spine
3. Unstable fractures always require surgical treatment
4. Anterior or anteroposterior fixation with release of the spinal canal and spinal fusion is a beneficial treatment method of these fractures
5. Apart from vertebral body mesh, treating lumbar spine fractures requires the additional use of vertebral body screws or transpedicular posterior fixation
6. Anterior fixation allows for reconstructing the spinal canal, restoring the physiological curvatures of the spine, and stabilizes the spine until a complete bone union is achieved, preventing the loss of correction during the follow-up period.

## PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Hegde A, Babu R, Shetty A. Management of Unstable Thoraco-Lumbar Fractures with Pedicular Screw Instrumentation: A Series of 30 cases. *J Clin Diagn Res.* 2013; 7(11): 2563-6.
2. Reinhold M, Knop C, Beisse R, et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J* 2010; 19: 1657-76.
3. Canbek U, Karapınar L, İmerci A, Akgu'n U, Kumbaracı M, İncesu M. Posterior fixation of thoracolumbar burst fractures: Is it possible to protect one segment in the lumbar region? *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014; 24: 459-65.
4. Gelb D, Ludwig S, Karp JE, et al. Successful treatment of thoracolumbar fractures with short-segment pedicle instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2010; 23(5): 293-301.
5. Kim Y M, Kim DS, Choi ES, et al. Nonfusion method in thoracolumbar and lumbar spinal fractures. *Spine* 2011; 36(2): 170-6.
6. Knop C, Blauth M, Bühren V, et al. Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition—3: Follow-up examination. Results of a prospective multi-center study by the “Spinal” Study Group of the German Society of Trauma Surgery. *Unfallchirurg*; 2001; 104: 583-600.
7. Schmid R, Krappinger D, Blauth M, Kathrein A. Mid-term results of PLIF/TLIF in trauma. *Eur Spine J* 2011; 20(3): 395-402.
8. Tofuku K, Koga H, Ijiri K, et al. Combined posterior and delayed staged mini-open anterior short-segment fusion for thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech* 2012; 25(1): 38-46.
9. Xu JG, Zeng BF, Zhou W, et al. Anterior Z-plate and titanic mesh fixation for acute burst thoracolumbar fracture. *Spine* 2011; 36: 498-504.
10. Zdeblick TA, Sasso RC, Vaccaro AR, Chapman JR, Harris MB. Surgical treatment of thoracolumbar fractures. *Instr Course Lect* 2009; 58: 639-44.
11. Been HD, Bouma GJ. Comparison of two types of surgery for thoracolumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs. posterior instrumentation only. *Acta Neurochir* 1999; 141(4): 349-57.
12. Bertram R, Bessem H, Diedrich O, Wagner U, Schmitt O. Comparison of dorso-lateral and dorso-ventral stabilization procedures in the treatment of vertebral fractures. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2003; 141(5): 573-7.
13. Oner FC, Wood KB, Smith JS, Shaffrey CI. Therapeutic decision making in thoracolumbar spine trauma. *Spine* 2010; 35: 235-44.
14. Dai LY, Jiang LS, Jiang SD. Anterior-only stabilization using plating with bone structural autograft versus titanium mesh cages for two- or three- column thoracolumbar burst fractures: a prospective randomized study. *Spine* 2009; 34: 1429-35.
15. Bhat AL, Lowery GL, Sei A. The use of titanium surgical mesh-bone graft composite in the anterior thoracic or lumbar spine after complete or partial corpectomy. *Eur Spine J* 1999; 8: 304-9.
16. Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. *Spine* 2004; 29(7): 803-14.
17. Argenson C, Lassale B, Begue T, et al. Recent fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurologic disorders. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1996; 82: 61-127.
18. Schnake KJ, Stavridis SI, Kandziora F. Five-year clinical and radiological results of combined anteroposterior stabilization of thoracolumbar fractures. *J Neurosurg Spine* 2014; 20: 497-504.
19. Aebli N, Timm K, Patrick M, Krebs J. Short-segment posterior instrumentation combined with anterior spondylodesis using an autologous rib graft in thoracolumbar burst fractures. *Acta Orthopaedica* 2014; 85(1): 84-90.
20. Steib JP, Mezghani S, Charles YP, Mitulescu A. Double approach in thoraco-lumbar malunions. *Eur Spine J* 2010; 19(Suppl 1): 48-51.
21. Zheng Guo-Quan, Wang Yan, Tang Pei-Fu, et al. Early posterior spinal canal decompression and circumferential reconstruction of rotationally unstable thoracolumbar burst fractures with neurological deficit. *Chinese Medical Journal* 2013; 126(12): 2343-5.

Liczba słów/Word count: 7067

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 6

Piśmiennictwo/References: 21

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Mariusz Kaliciński

Uniwersytecki Szpital Ortopedyczno Rehabilitacyjny CMUJ,

ul. Balzera 15, 34-500 Zakopane, tel./fax: (18) 20 22 133, e-mail: mariuszk@klinika.net.pl

Otrzymano / Received

13.09.2014 r.

Zaakceptowano / Accepted

15.12.2014 r.