

*Lechosław F. Ciupik¹, Daniel Zarzycki²,
Bogusław Bakalarek², Jakubowski Julian¹,*

MECHANIZM REPOZYCJI DUŻYCH ZEŚLIZGÓW

Biomechaniczne uwarunkowania, instrumentarium i przykłady kliniczne

***Streszczenie:** Leczenie kręgozmyków ciągle stanowi duży problem, który wynika ze skomplikowanego patologicznie zmiennego układu kostno-więzadłowo-mięśniowego, który jest przyczyną trudności w dokonaniu repozycji, niejednokrotnie z powodu braku odpowiedniego instrumentarium lub też dostosowanej do potrzeb przypadku procedury operacyjnej uwzględniającej biomechanikę. Znajomość biomechaniki kręgozmyku, a zwłaszcza mechanizmu repozycji przesuniętego kręgu (kolumny kręgosłupa) pozwala zastosować odpowiednią procedurę operacyjną, której realizację winno uwzględniać instrumentarium. Opierając się o proste zależności geometryczne wyjaśniono mechanizm reponowania za pomocą śrub transpedikularnych zwłaszcza dużych ześlizgów. Wskazano funkcje jakie winno spełniać instrumentarium repozycyjne i wskazano na nowe możliwości blokowania ześlizgu popierając to przykładem klinicznym.*

Wprowadzenie

Kręgozmykiem nazywa się przemieszczenie ku przodowi wzdłuż płaszczyzny rozdziału kręgów (przestrzeni międzykręgowej) górnej części kręgosłupa lub prościej „kręgozmyk jest to ześlizg wprzód jednego kręgu względem drugiego” [6].

Do rozwoju wiedzy o kręgozmykach przyczyniło się wielu badaczy poczynawszy od Belga Herbinaux'a (1782), który stwierdził, że wysunięcie się kręgosłupa w przód w stosunku do kości krzyżowej powoduje problemy u pacjenta. Obecnie

idąc za Wiltse (1969) wyróżnia się dwa typy kręgozmyków stwierdzonych u dzieci i dorosłych: I-dysplastyczny, II-ciśnieniowe, zwyrodnieniowe, urazowe i patologiczne.

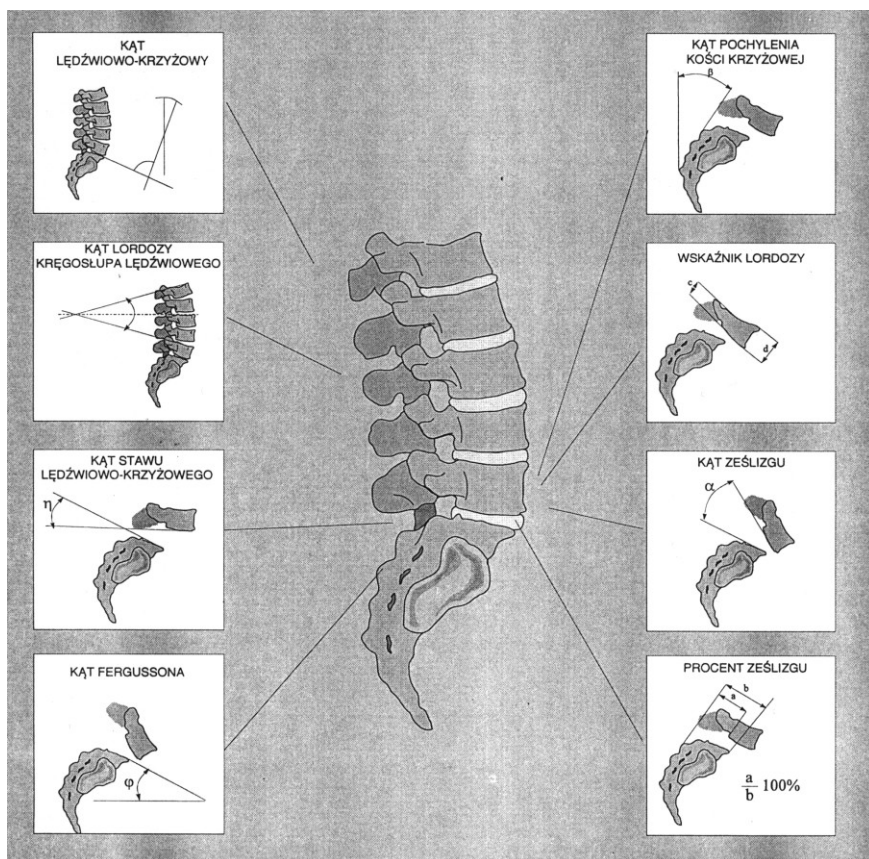
Pomijając teorie wyjaśniające etiologię kręgozmyku, [6] można kręgozmyk potraktować jako defekt geometryczny wynikający z przebudowy przede wszystkim układu kostnego i towarzyszących mu zmianom układu więzadłowo-mięśniowego. Z tego punktu widzenia kręgozmyk odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa w ocenie radiologicznej można opisać: kątem

¹ Lechosław F. Ciupik, Julian Jakubowski, LfC Sp. z o.o. Zielona Góra, Prezes: Lechosław F. Ciupik.

² Daniel Zarzycki, Bogusław Bakalarek, Specjalistyczny Zespół Rehabilitacyjno-Ortopedyczny dla Dzieci i Młodzieży w Zakopanem. Dyrektor Zespołu: prof. dr hab. med. Daniel Zarzycki.

lędźwiowo-krzyżowym, kątem lordozy kręgosłupa lędźwiowego, kątem stawu lędźwiowo-krzyżowego, kątem Fergussona, kątem pochylenia kości krzyżowej,

wskaźnikiem lordozy i wreszcie kątem ześlizgu oraz procentowym wskaźnikiem ześlizgu [2,5,6].



Rys.1 Parametry geometryczne kręgozmyku oceniane w oparciu o zdjęcia radiologiczne

Szczegółowość, a tym samym, ilość zaproponowanych parametrów geometrycznych wskazuje z jednej strony na duże znaczenie przypisywane zmianom tych parametrów, z drugiej zaś strony samo podanie parametrów bez podania wartości „normalnych” (brzegowych/krytycznych) nie wnosi zbyt wiele przy ocenie schorzenia. Najpowszechniej wykorzystywanym parametrem geometrycznym do opisu kręgozmyku jest

procentowy stopień ześlizgu, w oparciu o wartości którego dokonano podziału ześlizgu na stopnie: stopień „0” oznacza stan bez przemieszczenia, stopień I odpowiada (1-25)% przemieszczenia i odpowiednio: stopień II (26-50) %, stopień III (51-75) %, stopień IV (75-100)%, natomiast stopień V oznacza spondylopatię lub kompletny ześlizg poza granicę kości krzyżowej lub trzonu kręgowego. Ciągłe trwają nie

mające większego znaczenia dyskusje, czy procentowy stopień ześlizgu w zakresie L_5-S_1 określa się biorąc pod uwagę przednio-tylny wymiar kości, czy też wymiar z kręgu L_5 [6].

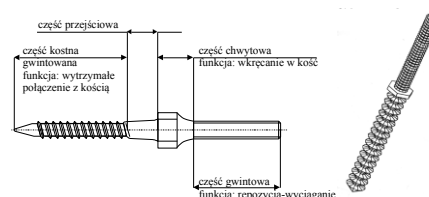
W praktyce ześlizg określa się jego stopniem, a błąd w ocenie procentowej stopnia ześlizgu jest porównywalny z błędem wynikającym z tego, czy dane do obliczeń pochodzą z pomiarów kości krzyżowej, czy z kręgu L_5 .

Leczenie operacyjne kręgosłupa

W praktyce chirurgicznej do określenia kręgozmyków zwykle wykorzystuje się stopień ześlizgu. W związku z powyższym przyjęło się nazywać stopień I i w większości kręgozmyków stopień II jako "ześlizgi niskostopniowe", natomiast stopień III, IV i V jako tzw. "ześlizgi wysokostopniowe" [5,6,7]. Niemniej decyzji o leczeniu operacyjnym kręgozmyków nie podejmuje się na podstawie wielkości stopnia ześlizgu, ale w oparciu o objawy bólowe lub inne dolegliwości pacjenta. Stopień ześlizgu jest jedynie parametrem geometrycznym, który pośrednio może tłumaczyć źródło dolegliwości przy zasadzie, że im większy stopień ześlizgu, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia dolegliwości spowodowanych ześlizgiem.

W leczeniu operacyjnym stosuje się różne podejścia w celu usunięcia dolegliwości pacjenta. Przy mniejszych ześlizgach zdarzało się, że wystarczyło odciążenie strefy ześlizgu, np. poprzez dystrakcję z użyciem pręta Harringtona [3], lub symetryczną dystrakcję wykonaną na dwóch prętach mocowanych do śrub transpedikularnych osadzonych poniżej i powyżej ześlizgu [4]. Upowszechnienie stosowania śrub transpedikularnych [4,14] spowodowało dalszy postęp w leczeniu

kręgozmyków [7,8,9,11,13]. Z jednej strony śruby transpedikularne jako dobrze zakotwiczone elementy w kręgu stanowiły bazę do budowy układów stabilizujących wybrany odcinek kręgosłupa, z drugiej umożliwiały efektywne dokonywanie czynności korekcyjnych jak: kompresje, dystrakcje i rotacje [9,14]. Duża wytrzymałość nasady łuku sprawiła również, że podjęto próbę wykorzystania zakotwiczonych obustronnie śrub transpedikularnych w kręgu do dokonania czynności przemieszczenia kręgu do pozycji naturanej, a więc dokonania czynności korekcyjnej, którą nazwano "repozycją". W leczeniu operacyjnym kręgozmyków sama repozycja nie wystarcza, gdyż zdefektowany ześlizgiem układ kostny ma tendencję do powrotu do stanu ześlizgu. Aby zapobiec wtórnemu ześlizgowi należy zreponowany krąg dodatkowo ustabilizować.



Rys. 2. Śruba transpedikularna repozycyjna:
a) podział śruby na część "kostną" i gwintowaną do mechanicznej repozycji
b) widok śruby w modelowaniu komputerowym: z wyraźnym wysokim gwintem kostnym tzw. "talerzykowym".

Szczególnie trudny staje się problem repozycji przy dużych ześlizgach, np. III, IV i V stopnia, zwłaszcza w zakresie L_5-S_1 . Repozycja jest utrudniona zwykle „sklinowaceniem” trzonu i jest dopiero możliwa wtedy, gdy przestrzeń dla zsuniętego kręgu „zostanie otwarta” albo dystrakcją, albo częściową resekcją kości krzyżowej.

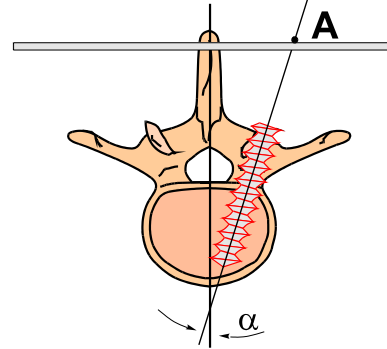
Śruba repozycyjna i jej osadzenie

Dotychczas nie znaleziono lepszego sposobu repozyycji dużych ześlizgów jak poprzez wyciągania kręgu specjalną śrubą repozycyjną, osadzoną w każdym pedikulum kręgu. Śruba taka w każdym przypadku ma część osadzoną w kości oraz część chwytową do mechanicznego podciągania kręgu, jak np. śruba DERO pokazana poglądowo na rys. 2. Istotnym parametrem decydującym o możliwościach repozyycji jest osiowa siła wyrwania osadzonej śruby w kręgu. Wartość siły wyrwania śruby zależy od właściwości kości, geometrii śruby oraz sposobu i geometrii jej osadzenia. Aby uzyskać największą siłę wyrwania zaproponowano specjalny gwint kostny tzw. „talerzykowy” charakteryzujący się dużą wysokością przy relatywnie małej średnicy rdzenia. W pracy [14] zestawiono wyniki przeprowadzonych badań i obserwacji z zastosowań śrub repozycyjnych. Z badań tych wynika, że siła wyrwania śruby jest tym większa, im większa średnica zewnętrzna gwintu kostnego i im większy stosunek średnicy gwintu do średnicy rdzenia. Ponadto badania wykazały, że o sile wyrwania decyduje wytrzymałość na ścinanie gwintu w obszarze pedikulum. Wydłużenie części gwintowanej poza pedikulum w sposób nieznaczny wpływa na wartość siły wyrwania.

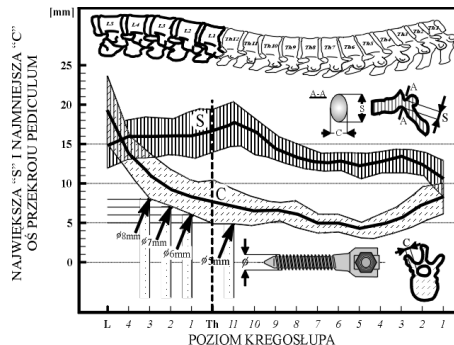
Geometria każdego kręgu jest inna, w związku z tym geometria osadzania śruby transpedikularnej śruby repozycyjnej zależy od kąta nachylenia pedikulum. W tablicy 1 zestawiono za B.A. Ferree (Spine, V.8, 8/92) wartość kąta nachylenia pedikulum; wyniki otrzymano z pomiarów 203 przypadków.

Tab. 1. Wartości kąta nachylenia pedikulum w [°].

	Th ₁₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	S ₁
Kąt średni	6	7	8	10	13	25	43
zakres	(-4÷11)	(0÷13)	(0÷11)	(3÷20)	(2÷28)	(11÷40)	(30÷60)



Głównym parametrem decydującym o wyborze średnicy gwintu śruby repozycyjnej jest geometria najmniejszego przekroju pedikulum. Na rys.3 przedstawiono rozkład wartości oraz wartości średnic dla najmniejszego i największego przekroju poprzecznego piersiowo-lędźwiowego odcinka kręgosłupa [14].



Rys.3. Zakresy zastosowań śrub transpedikularnych w zależności od najmniejszego wymiaru „C” przekroju poprzecznego pedikulum w odcinku piersiowo-lędźwiowym kręgosłupa [5,14].

Z rys.3 wynika, że w zakresie najczęściej występujących kręgozmyków L₅/S₁ i L₄/L₅, od poziomu L₃ można względnie bezpiecznie stosować śruby o średnicy

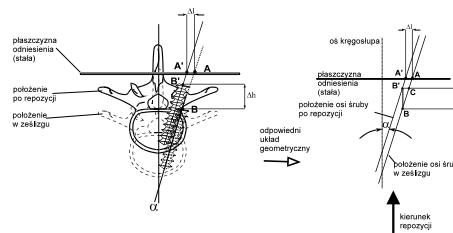
8mm, od poziomu L_2 o średnicy 7 mm, od poziomu L_1 o średnicy 6 mm i od poziomu Th_{11} o średnicy 5 mm. Biorąc pod uwagę średnie wartości najmniejszego wymiaru pedikulum zakres zastosowania śrub zmienia się następująco: $\phi 8$ - od L_{1-2} , $\phi 7$ - od Th_{11-12} , $\phi 6$ - od Th_{8-10} , $\phi 5$ - od Th_{7-8} .

Mechanizm repozycji dużych ześlizgów

Ramowa procedura operacyjna leczenia dużych ześlizgów III, IV i V stopnia składa się z następujących elementów:

- odciążenie strefy ześlizgu,
- „otwarcie” przestrzeni i przygotowanie miejsca na zsunięty krąg łącznie z resekcją kości klinujących,
- wyciągnięcie kręgu za pomocą śruby repozycyjnej,
- ustabilizowanie układu z przeciwdziałaniem wtórnemu ześlizgowi.

Krąg w ześlizgu z zakotwiczoną w nim śrubą repozycyjną tworzą sztywny układ. Aby zreponować zsunięty krąg w praktyce wykorzystuje się układ korekcyjno-stabilizujący służący realizacji odciążenia strefy ześlizgu. Zwykle tworzą go dwa pręty nośne układu dystrykcyjno-kompresyjnego, stanowiące jednocześnie stały element oporowy, względem których następuje repozycja. Mechanizm repozycji polega na tym, że na skutek działania siły ciągnącej krąg poprzez śruby z jednej strony w nim zakotwiczone, a z drugiej wsparte na stałej belce-płytki poprzecznej „H” następuje przemieszczanie się kręgu ku stałej belce według schematu przedstawionego na rys.4. Przemieszczenie kręgu o wartość Δh powoduje zmianę położenia punktu przecięcia osi śruby repozycyjnej ze stałą podporą, którą można potraktować jako płaszczyznę odniesienia.



Rys. 4. Geometria repozycji kręgu śrubą ciągnącą transpedikularną.

Biorąc pod uwagę geometrię zmiany położenia B w B' i A w A', z prostych zależności geometrycznych wynika, że jest związek między wielkością repozycji (Δh), kątem osadzenia śruby w pedikulum (α) i przemieszczeniem punktu przecięcia osi śruby z płaszczyzną odniesienia (Δl) ma postać:

$$\Delta l = \Delta h \cdot \tan \alpha$$

Przyjmując na podstawie danych literaturowych wartości repozycji Δh kręgu L_5 w ześlizgu L_5-S_1 dla poszczególnych stopni ześlizgu można wyliczyć wartość Δl ; wyniki zestawiono w tabl. 2.

Tabl. 2. Wartości przemieszczenia Δl w ześlizgach w zależności od repozycji Δl dla danego stopnia ześlizgu

Stopień ześlizgu	Δh (mm)	Δl (mm)	$\Delta l_{\text{śr}}$ (mm)
I	0 ÷ 7,7	0 ÷ 6,5	3,25
II	7,8 ÷ 15,5	1,5 ÷ 13	7,25
III	15,6 ÷ 23,3	3 ÷ 19,5	11,25
IV	23,4 ÷ 31	4,6 ÷ 26	13,3
V	> 31	> 26	26

Znaczenie praktyczne "geometrii repozycji"

Wyjaśniony mechanizm repozycji ma duże znaczenie praktyczne dla realizacji procedury operacyjnego leczenia kręgo-

zmyku oraz dla konstrukcji układu korekcyjno-repozycyjnego i stabilizującego kręgozmyk. Najważniejszy wniosek płynący z przytoczonych w tab. 2. danych mówi, że nie można utożsamiać kierunku działania siły repozycyjnej i osi śruby z przemieszczeniem śruby repozycyjnej w stosunku do podpory oporowej. Wielkość Δl_{sr}^I zmniejszająca się od wartości $\Delta l_{sr}^{IV}=3,25$ mm dla ześlizgu I stopnia do wartości $\Delta l_{sr}^{IV}=26$ mm, dla ześlizgu IV stopnia przy repozycji kręgu L_5 stanowi poważną wartość, którą należy uwzględnić przy projektowaniu i realizacji repozycji. Szczególnie jest ono ważne w rozwiązywaniu konstrukcji instrumentarium repozycyjnego. Uwzględnienie w instrumentarium dośrodkowego przemieszczenia poprzecznego punktu A do A' powoduje przy sztywnym układzie kręg-śruba-belka poprzeczna następujące skutki:

- pojawienie się poprzecznej siły rozciągającej łuki kręgu aż do ich rozzerwania
- wyrwanie śruby z nasady łuku,
- wygięcie śruby repozycyjnej i niemożność prowadzenia repozycji,
- złamanie nasady łuku i poważne ograniczenie szans na leczenie kręgozmyku.

System DERO od początku swego istnienia uwzględniał potrzebę przemieszczania się punktu przecięcia śruby z płytką oporową wyposażając układ w specjalnie uprofilowaną płytkę H oraz wahliwą, przesuwaną "kołyskę" oporową wypełniającą reguły płynące z mechanizmu repozycji.

Obecnie do praktycznego użycia dopuszczono wiele instrumentariów nieuwzględniających mechanizmu i obowiązujących reguł "geometrii repozycji". Są to zwykle mechaniczne "przesztynnione"

układy korekcyjne, które prowadzą już śródoperacyjnie do komplikacji i stwierdzenia "niemożności dokonania repozycji" lub do powikłań pooperacyjnych.

Oddzielny problem to ostatnia faza leczenia kręgozmyku, która dotyczy ustabilizowania układu po repozycji i przeciwdziałania wtórnemu ześlizgowi. Zreponowanie kręgu i pozostawienie kręgu "zawieszonego" na śrubie repozycyjnej stanowi układ niestabilny, a ruchliwość pacjenta w pooperacyjnym okresie zrostu kostnego stwarza potencjalne zagrożenie wyrwania się śrub z nasad łuków i powstanie ześlizgu wtórnego. Doświadczenia wykazały, że zabezpieczeniem tego niestabilnego układu winna być stabilizacja od przodu dodatkowym układem stabilizacyjnym lub zablokowanie np. przeszczeniem kostnym.

Obserwacje kliniczne

Duże siły statyczne i dynamiczne obciążając lędźwiowy odcinek kręgosłupa i ruchliwość pacjenta są zagrożeniem w utrzymaniu zreponowanego kręgu. Na rys. 5 przedstawiono przykład stopniowego wysuwania się śrub repozycyjnych z kręgu L_4 ześlizgu L_4-L_5 u młodego ruchliwego mężczyzny.

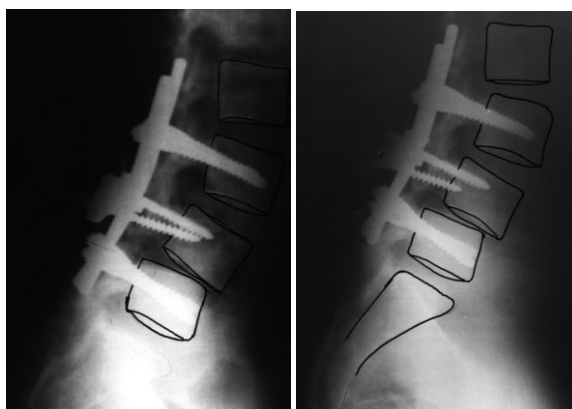
Zastosowane śruby o średnicy $\phi 6$ mm okazały się niewystarczające do utrzymania stabilności układu.

Przy obecnym stanie wiedzy kręgozmyk taki winien być reponowany śrubą repozycyjną o średnicy $\phi 8$ mm z ewentualną dodatkową stabilizacją.

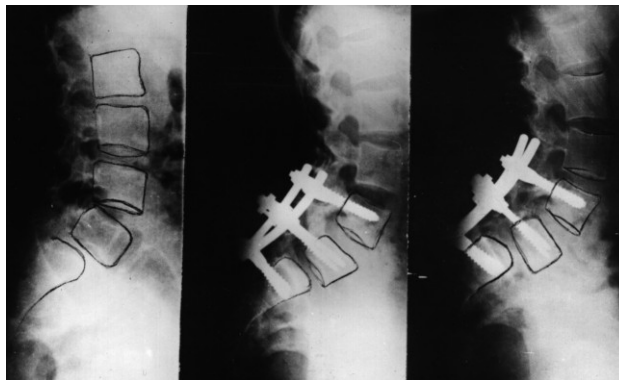
Kręgozmykom wysokostopniowym L_5-S_1 zwykle towarzyszą znaczące pogłębienia się lordozy. W związku z tym leczenie takiego kręgozmyku polega nie tylko na repozycji kręgu, ale również zmniejszeniu lordozy.

Wymaga to zastosowania układy stabilizującego dystrykcyjno-kompresyjnego osadzonego na kości krzyżowej. Obciążenie takiego układu jest bardzo duże zwłaszcza, że rozkład sił jest niekorzystny i składowa siła obciążająca śrubę zakotwiczoną w kości krzyżowej duża. Na rys. 6. pokazano przykład ześlizgu L_5-S_1 , układ po dystrykcji i repozycji kręgu L_5 z korekcją "in situ" lordozy oraz lekkie wygięcie silnie obciążonych śrub osadzonych

w kości krzyżowej i w L_5 prowadzące do utraty korekcji. Doświadczenia wskazują, że w przypadku dużych ześlizgów z silnie pogłębioną lordozą stabilizacja wsparta na kości krzyżowej, że względu na duże występujące tam siły, winna być dokonywana przy pomocy dwóch par śrub, a zmniejszenie sił wywołujących ześlizg wtórny można obniżyć blokując strefę ześlizgu międzytrzonowo.



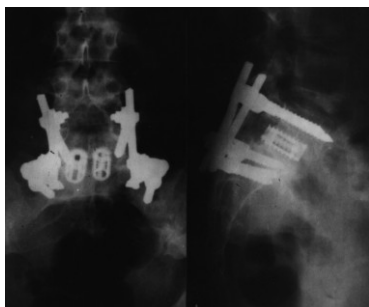
Rys. 5. Stopniowe wysuwanie się śrub repozycyjnych w urazowym kręgozmyku L_4-L_5 w kilka miesięcy po operacji.



Rys. 6. Kręgozmyk L_5-S_1 po dystrykcji, repozycji kręgu L_5 i korekcji lordozy (a) oraz zgięcie śrub osadzonych w kości krzyżowej i kręgu L_5 powodujące częściową utratę korekcji.

Prowadzone badania biomechaniczne i obserwacje kliniczne, w tym równoległe prace dotyczące stabilizacji międzytrzonowej wskazują, że leczenie kręgozmyków to nie tylko repozycja operacyjna ześlizgu i stabilizacja, ale również zablokowanie strefy przemieszczania przed wtórnym ześlizgiem. Z biomechanicznego punktu widzenia, przy obecnym stanie wiedzy i techniki, wydaje się wysoce uzasadnione blokowanie strefy ześlizgu metalowymi czopami międzytrzonowymi.

Na rys. 7 przedstawiono ześlizg L₅-S₁ zreponowany na śrubach transpedikularnych układem korekcyjno-stabilizującym wspartym na dwóch blokach, z których każdy mocowany jest do kości krzyżowej dwoma śrubami wprowadzanymi pod różnymi kątami. Odciążona strefa ześlizgu i zreponowany krąg zabezpieczono dodatkowo przed wtórnym ześlizgiem dwoma tytanowymi czopami wypełnionymi przeszczepami kostnymi.



Rys. 7. Zreponowany i ustabilizowany kręgozmyk L₅-S₁ systemem DERO z dwoma parami śrub osadzonych w kości krzyżowej i zabezpieczony przed wtórnym ześlizgiem czopami międzytrzonowymi.

Wnioski:

1. Kręgozmyki III, IV, V stopnia, tzw. wysokostopniowe w zakresie L₄-L₅

i L₅-S₁ są szczególnie trudne do leczenia operacyjnego.

2. Dotychczas jedynym skutecznym narzędziem do repozycji dużego ześlizgu są tzw. śruby transpedikularne-repozycyjne.
3. Siła wyrwania śruby repozycyjnej zależy od właściwości kości i geometrii kręgu, konstrukcji śruby i geometrii jej osadzenia; siła wyrwania jest tym większa im wytrzymalsza kość, im większy stosunek średnicy gwintu kostnego do średnicy rdzenia śruby i im lepiej dobrana średnica śruby do wymiarów pedikulum.
4. Mechanizm repozycji "szytywnego układu kręg-śruba repozycyjna" determinuje rozwiązanie konstrukcji instrumentarium korekcyjno-repozycyjnego i stabilizującego. DERO dobrze spełnia wymogi "geometryczne repozycji".
5. Zabezpieczeniem przed wtórnym ześlizgiem jest zablokowanie strefy ześlizgu poprzez międzytrzonowe zespalanie np. przy pomocy czopów międzytrzonowych.

Piśmiennictwo

1. Sijbrandij, S.; *Reposition und Stabilisation der schweren Spondylolisthesis*. Orthop. Praxis, 10/85, 798-801.
2. Penjabi, M. M., K. Takata, V. Goel, D. Federico, T. Oxand, J. Duranceeau, M. Krag; *Thoracic Human Vertebrae. Quantitative Three-Dimensional Anatomy*. Spine, vol. 16, nr 8, 1991, p. 887-901.
2. Halawaty, A., A. Smoczyński, J. Drożdż; *Przydatność nastawienia i usztywnienia w leczeniu kręgozmyków*. Chir. Narz. Ruchu Ortop. 1990, LV, 4-6, s. 299-307.
3. Hopf, Ch., H. Wolterning, J. Heine; *Erweiterte Anwendungsgebiete des SD-*

- Instrumentariums*. Orthop. Praxis, 7/88, s. 432-436. **4. Globler L. J., J. E. Novotny, D. G. Wilder, J. W. Frymoyer, M. W. Pope;** *L4-L5 Isthmic Spondylolisthesis. A Biomechanical Analysis Comparing Stability in L4-L5 and L5-S1 Isthmic Spondylolisthesis*. Spine, vol. 19, No 2, p. 222-227. **5. Biadford D. S., S. S. Hu.** *Spondylolysis and Spondylolisthesis. The Pediatric Spine*. Principles and Practice, S. L. Weinstein ed., Raven Press. Ltd. N.Y. 1994, p. 585-601. **6. Ani, N., L. Koppler, R. S. Biscup, D. Steffee;** *Reduction of High Grade Slips (Grades III-V) with VSP Instrumentation*. Spine. Vol. 16, No 6 suppl., 1991, S302-S307. **7. Wagner, T., W. Bronson, W. Osebold;** *Instrumentated Reduction of High- Grade L5-S1 Spondylolisthesis*. Pap. No 13, 3-rd Internat. Meeting of Advanced Spine Techniques, Munich, June 20-22, 1996. **8. Zarzycki, D., B. Bakalarek, B. Jasiewicz;** *Wyniki leczenia operacyjnego kręgozmyków z zastosowaniem stabilizacji transpedikularnej*. [w:] Systemu DERO: rozwój technik operacyjnego leczenia kręgosłupa pod red. D. Zarzyckiego i L. F. Ciupika, Zielona Góra czerwiec 1997. **9. Ciupik L. F., D. Zarzycki, S. Bołoczko;** *Czopy międzytrzonowe w leczeniu niestabilności kręgosłupa lędźwiowego; nowa procedura i instrumentarium DERO*. ibid. **11. Zarzycki, D., B. Bakalarek, M. Tęśiorowski, B. Jasiewicz;** *Instrumentarium DERO w leczeniu złamań i kręgozmyków kręgosłupa*. [w:] Uniwersalnym systemu korekcyjno-stabilizacyjnym DERO do operacyjnego leczenia kręgosłupa. pod red. D. Zarzyckiego i L. F. Ciupika, LfC, Zielona Góra, 1995, 199-208. **12. Marciniak, Z., A. Szulc, M. Głowacki;** *Kręgozmyk - etiologia, obraz kliniczny, zasady leczenia*. [w:] Uniwersalny system korekcyjno - stabilizacyjny DERO do operacyjnego leczenia kręgosłupa, pod red. D. Zarzyckiego i L. F. Ciupika, LfC, Zielona Góra, 1995, 185-191 **13. Pucher, A., P. Stryczyński;** *Przeznasadowa stabilizacja kręgosłupa w leczeniu kręgozmyków*. [w:] System DERO: rozwój technik operacyjnego leczenia kręgosłupa, pod red. D. Zarzyckiego i L. F. Ciupika, LfC Zielona Góra, 1997. **14. Zarzycki D., L. Ciupik, J. Jakubowski;** *Śruby transpedikularne w stabilizacji kręgosłupa: funkcje, konstrukcje i zasady osadzania*. ibid.