

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).  
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Authors 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 01.07.2017. Revised: 02.07.2017. Accepted: 31.07.2017.

## EPIDEMIOLOGIA I KLASYFIKACJA KRĘGOZMYKÓW ODCINKA ŁĘDŹWIOWO-KRZYŻOWEGO

## EPIDEMIOLOGY AND CLASSIFICATION OF LUMBOSACRAL SPONDYLOLISTHESIS

Gustaw Wójcik

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Katedra Kultury Fizycznej i Fizjoterapii, Zakład Fizjoterapii.

### STRESZCZENIE

Kręgozmyk (spondylolisthesis) jest chorobą narządu ruchu, związaną z niestabilnością kręgosłupa. Mechanizm tej patologii oparty jest na przemieszczeniu (podwichnięciu) kręgu wraz z całym odcinkiem kręgosłupa wyżej leżącym ku przodowi w stosunku do kręgów leżących poniżej. Stan ten zazwyczaj powoduje całkowitą utratę stabilności kręgosłupa, spadek sprawności chorego, pojawienie się dolegliwości bólowych z ewentualną prezentacją różnych symptomów neurologicznych. Najczęstszą lokalizacją kręgozmyku jest połączenie lędźwiowo-krzyżowe. Cechą szczególną kręgozmyku jest to, że jest on spotykany wyłącznie u rasy ludzkiej. Istnieje wiele klasyfikacji kręgozmyków, biorących pod uwagę różne zmienne, do których można zaliczyć: etiologię ich powstawania, lokalizację, stopień ześlizgu czy nasilenia dolegliwości. Każda z tych klasyfikacji daje możliwość oceny stopnia zaawansowania choroby, co pozwala na planowanie skutecznego leczenia.

**Słowa kluczowe:** kręgozmyk, kręgosłup lędźwiowo-krzyżowy, klasyfikacja kręgozmyków, niestabilność kręgosłupa

### SUMMARY

Spondylolisthesis is a disease of the locomotive organs associated with instability of the vertebral column. The mechanism of this pathology is based on the dislocation (subluxation) of the vertebrae along with the whole spine higher up front to the lower body vertebral. This condition usually causes complete loss of spine stability, decreased patient performance, appearance of pain, and possible presentation of various neurological symptoms. The most common localization of the spondylolisthesis is lumbosacral joint. The characteristic feature of the spondylolisthesis is that it is unique to the human race. There are many classification of spondylolisthesis, taking into account different variables, including the etiology of their formation, location, degree of slippage or aggravation of ailments. Each of these classifications gives you the opportunity to assess the severity of the disease, allowing you to plan for effective treatment.

**Key words:** spondylolisthesis, lumbosacral spine, spondylolisthesis classification, spine instability.

## WSTĘP

Kręgozmyk jest dość częstym zaburzeniem występującym w obrębie kręgosłupa [1]. Kręgozmyk (gr. spondylolisthesis) pochodzi od zestawienia dwóch terminów pochodzenia greckiego: spondyl – kręgosłup iolisthesis – poślizg, choć niektórzy uważają, że kręgozmyk jest wynikiem połączenia słów: spondylo (kręgosłup) i listhesis (ześlizg). Z definicji tej potologii wynika, że kręgozmyk odnosi się do zaburzeń osi kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, w taki sposób, iż trzon jednego kręgu zsuwa się z innego tracąc solidne podparcie. Kręgozmyk jest efektem nieprawidłowego połączenia sąsiadujących kręgów, co skutkuje niestabilnością kręgosłupa [2].

Kręgozmyk zwykle występuje w obrębie połączenia ledźwiowo-krzyżowego, co sprawia, że oprócz dolegliwości bólowych będących konsekwencją ucisku struktur nerwowych zawartych w kanale kręgowym i wzmożonego napięcia elementów więzadłowych, torebkowych oraz samego krążka międzytrzonowego dochodzi także do zmian statycznych związanych z przemieszczeniem środka ciężkości, czego konsekwencją są zmiany w utrzymaniu prawidłowej postawy i właściwego wzorca chodu [3].

Po raz pierwszy kręgozmyk w połączeniu ze kręgoszczeliną (spondylolysis) został opisany w połowie XIX wieku. Rola kręgozmyku w dolegliwościach bólowych kręgosłupa została potwierdzona dopiero po badaniach przeprowadzonych przez Naugebauera pod koniec 1800 roku [4].

Cechą szczególną kręgozmyku jest to, że jest on spotykany wyłącznie u rasy ludzkiej.

## EPIDEMIOLOGIA KRĘGOZMYKÓW

Ze względu na występowanie lub brak objawów klinicznych ze strony kręgozmyku można dokonać podziału tej patologii na kręgozmyki objawowe i bezobjawowe.

Objawowe kręgozmyki często pojawiają się w pierwszej i drugiej dekadzie życia. Większość przypadków występuje w wieku adolescencji, zanim pacjent osiągnie 15 rok życia. W rzadkich przypadkach objawowe kręgozmyki obserwowane są we wczesnej dorosłości. Młodzi pacjenci są najbardziej narażeni na ryzyko wystąpienia progresji choroby. U osób starszych zmiany nie powodują nasilenia dolegliwości zwłaszcza gdy patologia dotyczy okolicy L5/S1. Zmiany częściej stają się objawowe gdy występują na wyższych poziomach L4/L5 i L3/L4. Nasilenie objawów u osób dorosłych związane jest z występowaniem zwiększonych sił ścinających, pogłębieniem zgięcia bocznego i osiowym obrotem kręgosłupa.

Z wielu doniesień na temat kręgozmyku wynika, że dotyczy on 5-7% ogólnej populacji, lecz w większości przypadków zmiana ta jest bezobjawowa, co może wiązać się z pewnym niedoszacowaniem. Przypuszczalnie u 80% osób z kręgozmykiem objawy nigdy nie wystąpią, a jeśli kręgozmyk stanie się objawowy, to tylko 15 do 20% pacjentów będzie wymagało leczenia chirurgicznego [4].

Częstość występowania kręgozmyku uzależniona jest od wielu zmiennych, do których zaliczyć należy: etiologię, lokalizację, czy czynniki demograficzne. Bardzo często występowanie kręgozmyku można powiązać z licznymi czynnikami osobniczymi, takimi jak wiek, płeć, rasa, charakter wykonywanej pracy, środowisko zewnętrzne, czynniki genetyczne czy rodzaj uprawianej aktywności fizycznej.

Odnosząc się do czynników populacyjnych, w których za kryterium główne przyjmuje się płeć, kręgozmyk diagnozuje się u około 5-6% mężczyzn i 2-3% kobiet. U mężczyzn występuje on częściej, ze względu na podejmowaną przez nich cięższą pracę fizyczną.

Niektórzy autorzy zwracają uwagę, że występowanie kręgozmyków bezobjawowych jest dwa razy częstsze u mężczyzn niż u kobiet [5]

U kobiet z urazowymi kręgoszmykami skłonność do stopniowego przemieszczania się trzonów i powstawania kręgoszmyku jest większa niż u mężczyzn, co sprawia, że u kobiet częściej podejmowane są interwencje chirurgiczne.

Kręgoszmyk wrodzony występuje dwa razy częściej u mężczyzn, u których objawy prezentowane były już w okresie adolescencji. Obejmują one około 14-21% wszystkich przypadków kręgoszmyku.

Kręgoszmyk zwyrodnieniowy (degenerative spondylolisthes) występuje częściej u kobiet niż u mężczyzn w proporcji 5:1. Częstość występowania kręgoszmyku zwyrodnieniowego wzrasta wraz z wiekiem. Przestrzeń międzykręgową L4-L5 jest 6-10 razy bardziej narażona na występowanie zmiany niż na jakimkolwiek innym poziomie. Zdarza się też, że sacralizacja kręgu L5 jest postrzegana jako spondylolistheza zwyrodnieniowa L4-5.

Odnosząc się do czynnika osobniczego jakim jest wiek należy wspomnieć, że przypadki kręgoszmyku zdarzały się nawet u dzieci poniżej 5 roku życia. Kręgoszmyk wrodzony (typ dysplastyczny) został udokumentowany już u dzieci w wieku poniżej 3,5 miesiąca życia. Na szczęście częstość rozpoznawania, wrodzonych kręgoszmyków maleje wraz z wiekiem.

W wieku 5-7 lat kręgoszmyk dotyczy już 5% populacji dziecięcej. Patologia staje się bardziej powszechna wśród 7-10 latków, co można wiązać z dynamicznym rozwojem cech motorycznych i nasileniem aktywności fizycznej. Częstość występowania wzrasta do 7% w wieku 18 lat.

Zwiększona aktywność fizyczna w okresie dojrzewania, a także zwielokrotnienie czynności dnia codziennego powodują, że kręgoszmyki są najczęściej spotykane wśród nastolatków i osób dorosłych.

Kierując się kryteriami patogenezy w przypadku kręgoszmyku cieśniowego ocenia się, że częstość ta występuje na poziomie 6-7% [5,6].

Rozpatrując częstość występowania kręgoszmyków w kategorii rasy, stwierdzono, że jest ona największa u białych mężczyzn. Częstość dla tej grupy wynosi 6,4%.

Szczególnie duża liczba kręgoszmyków spotykana jest wśród niektórych rdzennych mieszkańców Ameryki Północnej (plemion Indian: Arkara Plains i Aleut), gdzie za główną przyczynę występowania tej wady podawana jest kombinacja czynników genetycznych i środowiskowych.

Kręgoszmyk zwyrodnieniowy występuje częściej u rasy czarnej niż u ludzi białych i w przypadku kręgoszmyku zwyrodnieniowego to kobiety częściej chorują niż mężczyźni. Istotne zaburzenia nerwowo-mięśniowe spotyka się u około 1,1% czarnych kobiet.

Kierując się kryterium miejsca występowania kręgoszmyków, to około 82% przypadków dotyczy przestrzeni L5-S1. Kolejne 11,3% występuje w segmencie ruchowym L4-L5 i najrzadziej (6,7%) w segmencie L3/L4 [7].

Niektórzy autorzy zwracają uwagę na współwystępowanie kręgoszmyków wraz ze skoliozą [8,9].

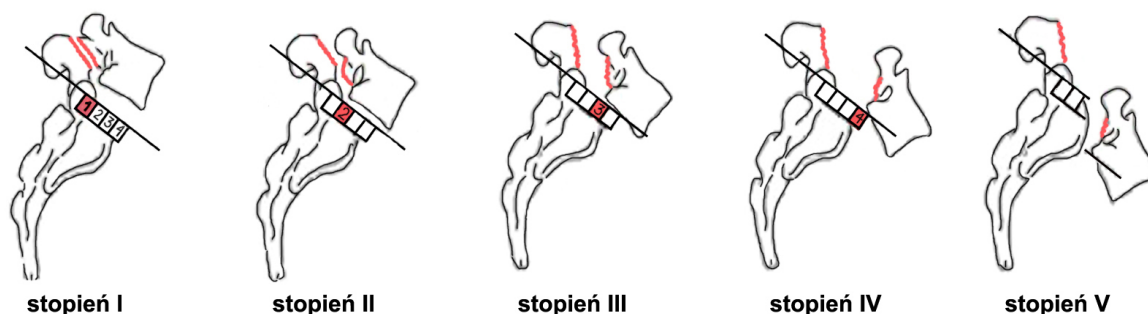
Około 50% wszystkich przypadków kręgoszmyków związanych jest ze (spondylolysis), czyli przerwaniem cieśni łuku kręgowego.

W przypadku podejmowanej aktywności sportowej kręgoszmyki pojawiają się dość często w dyscyplinach, które wykorzystują powtarzające się ruchy ekstensyjne i fleksyjne kręgosłupa, czyli częste i naprzemienne wyprosty oraz zgięcia [9]. Dotyczy to zwłaszcza gimnastyki artystycznej, futbolu, jazdy figurowej na łyżwach, podnoszenia ciężarów, skoków o tyczce i wzwyż, tańca, wioślarstwa czy zapasów, a także zawodników uprawiających judo czy rzut oszczepem. Nie oznacza to, że kręgoszmyk nie może się rozwinąć u osób uprawiających inne, mniej dynamiczne dyscypliny sportu [11-13].

## KLASYFIKACJE KRĘGOZMYKÓW

Najprostsza klasyfikacja kręgozmyków odnosi się do miejsca ich występowania. Najczęściej kręgozmyki dotyczą połączenia lędźwiowo-krzyżowego tj przestrzeni L5/S1. Lokalizacja ta odpowiedzialna jest za 82% wszystkich przypadków. Niewiele ponad 11% dotyczy segmentu ruchowego L4/L5 i najmniej, bo niecałe 7% wszystkich kręgozmyków występuje w przestrzeni kręgowej L3/L4 [14]. Klasyfikacja oparta na miejscu występowania kręgozmyku ma silny związek z objawami klinicznymi. Im wyższa lokalizacja zmian, tym objawy są bardziej odczuwalne dla pacjenta. Zależność ta wynika z pojemności kanału kręgowego na poszczególnych poziomach, która największa jest na pograniczu lędźwiowo-krzyżowym. Klasyfikacja ta nie uwzględnia jednak stopnia nasilenia zmian, dlatego jej stosowanie ma niską wartość diagnostyczną.

Najczęściej ze wszystkich stosowanym systemem klasyfikacji kręgozmyków jest ten, który zaproponował Meyerding w 1947 roku. Stopień ześlizgu jest mierzony na bocznych radiogramach kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego jako wartość odległości, o jaką przesunął się górny trzon kręgosłupa w stosunku do kręgu znajdującego się poniżej (ryc. 1).



Ryc. 1 Schemat poszczególnych stopni kręgozmyku w zmodyfikowanej klasyfikacji Meyerdinga

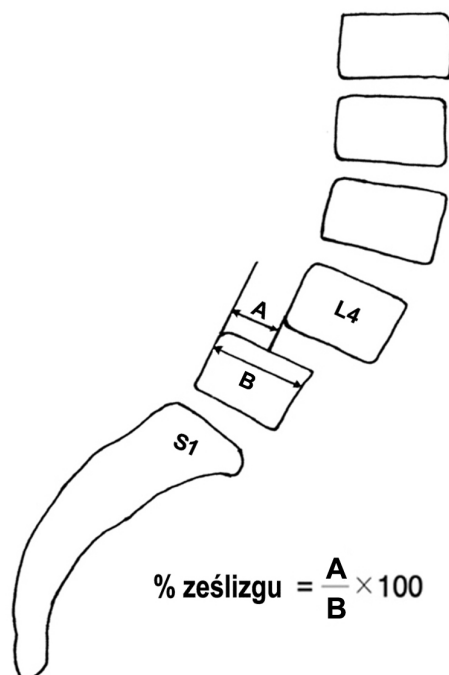
W klasyfikacji tej poszczególne stopnie ześlizgu można przedstawiać także w wartościach procentowych. I tak:

- Stopień 1: 1-25% ześlizgu,
- Stopień 2: 26-50% ześlizgu,
- Stopień 3: 51-75% ześlizgu,
- Stopień 4: 76-100% ześlizgu.

Pod względem zaawansowania wyróżnić można w klasyfikacji Mayerdinga także bardzo rzadki stopień 5, który zwany jest spondyloptozą (ang. spondyloptosis), czyli całkowitym ześlizgiem.

Ze względu na obecność objawów wyróżnić można także kręgozmyk niskiego i wysokiego stopnia. W kręgozmyku niskiego stopnia, odpowiadającemu kręgozmykowi I i II stopnia wg. Meyerdinga (do 50% ześlizgu) w obrazie chorobowym dominuje ból. Najczęściej jest to ból kręgosłupa, lecz gdy dojdzie do uciśnięcia korzeni nerwowych w zwężonych otworach międzykręgowych może wystąpić ból promieniujący do kończyn dolnych o charakterze rwy kulszowej lub rwy udowej. W kręgozmyku wysokiego stopnia, odpowiadającemu kręgozmykowi III i IV stopnia wg. Meyerdinga (ponad 50% ześlizgu) dominują objawy związane z deformacją. Ból występuje stosunkowo rzadko. U pacjentów dominują objawy związane ze zmianą sylwetki ciała, zaburzeniami chodu, osłabieniem siły mięśni kończyn dolnych. Ponieważ kręgozmyk powoduje ograniczenie światła kanału kręgowego, u niektórych pacjentów może wystąpić tzw. chromanie neurogenne, czyli ból kończyn dolnych po przejściu określonego odcinka.

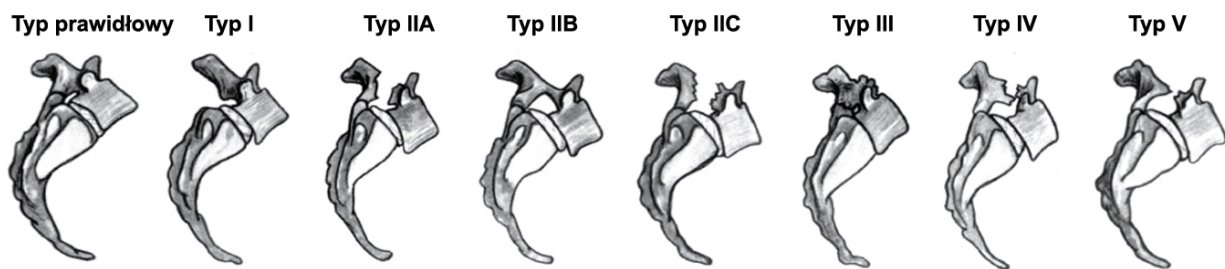
Kolejna klasyfikacja, po raz pierwszy opisana przez Taillard'a [15], wyraża stopień poślizgu w procentach (ryc. 2). Pełny ześlizg kr L5 z S1 nazywa się spondyloptozą. Metoda ta jest mniej preferowana przez większość autorów, ponieważ cechuje się mniejszą powtarzalnością [16]. Pomiar ześlizgu i jego widoczna progresja powinny być jednak traktowane z dużą ostrożnością. Badania wykazały, że błąd w pomiarach może wynosić nawet do 15%. Wartość pomiaru może wzrosnąć, jeśli kręgozmykowi towarzyszy element rotacji kręgów. Stąd też można dzięki tej typologii ocenić jedynie progresję ześlizgu przekraczającego 20% [17].



Ryc. 2 Klasyfikacja procentowego stopnia ześlizgu wg Taillarda

Inna klasyfikacja opiera się na przyczynach ześlizgu trzonów kręgosłupa w kierunku przednim. Została ona opracowana przez Wiltse'a [6]. Do tej klasyfikacji należy 5 typów kręgozmyku (ryc.3):

- Typ I: wrodzony (dysplastyczny),
- Typ II: cieśniowy (isthmic),
- Typ III: zwyrodnieniowy (degenerative),
- Typ IV: urazowy (traumatic)
- Typ V: patologiczny (pathologic).



Ryc. 3 Klasyfikacja kręgozmyków wg Wiltse'a

**Typ I:** Kręgozmyk dysplastyczny jest wtórny do wad wrodzonych górnych wyrostków stawowych kości krzyżowej lub dolnych wyrostków kręgu L5, może też dotyczyć obu struktur jednocześnie. Ten typ kręgozmyku charakteryzuje się obecnością dysplastycznych stawów połączenia lędźwiowo-krzyżowego, co umożliwia przemieszczenie odcinka lędźwiowego w stosunku do kości krzyżowej. Zaburzenie osi kręgosłupa powoduje nadmierne naprężenia łuków, co może być powodem ich pęknięcia. Jako wada rozwojowa występuje najczęściej na pograniczu trzonów kręgów L5 i S1.

**Typ II:** Występuje najczęściej i stanowi prawie 50% wszystkich przypadków. Dotyczy głównie dorosłych (między 30. a 40. rokiem życia). Kręgozmyk isthmiczny jest spowodowany złamaniem części międzystawowej, tzw wężyny łuku. Powstaje na skutek osłabienia połączenia łuku kręgu z nasadami. Dokładny mechanizm nie jest poznany, obecnie uważa się, że już od dzieciństwa, w wyniku powtarzających się mikrourazów dochodzi do rozrywania łuków i powstawania kręgoszczeliny, która w miarę postępu choroby powiększa się.

Typ II można podzielić na trzy podkategorie:

**Typ IIA** - czasami nazywany litycznym, co najprawdopodobniej spowodowane jest przez mikro-złamania w wyniku często powtarzających się przeprostów. Ten podtyp jest najbardziej powszechny u mężczyzn.

**Typ IIB** - prawdopodobnie występuje również na podłożu mikro-złamań. Jednak w przeciwieństwie do typu IIA, w wężinach łuków nie powstają kręgoszczeliny lecz zostają one rozciągnięte pozostając nienaruszone.

**Typ IIC** - występuje bardzo rzadko i jest spowodowany ostrym pęknięciem wężyny łuku.

**Typ III:** Kręgozmyk zwyrodnieniowy zwany też rzekomym jest spowodowany przez artropatię powierzchni stawowych, co prowadzi do międzykręgowej niestabilności. Przesunięcie kręgów nigdy nie przekracza 30% długości trzonu. Ta odmiana występuje zwykle u osób starszych (po 50. roku życia) i stanowi 20% wszystkich kręgozmyków. W większości przypadków nie stwierdza się kręgoszczeliny. Mechanizm jego powstawania wiąże się z procesem zmian zwyrodnieniowych stawów kręgosłupa oraz krążka międzykręgowego. Sama choroba rozwija się do pewnego momentu i prowadzi do rozwoju ciasnoty kanału kręgowego.

Szczególną postacią kręgozmyku typu III jest tyłozmyk, czyli retrolisteza. W odróżnieniu od klasycznego kręgozmyku jest to sytuacja, w której kręg znajdujący się powyżej przesuwają się ku tyłowi.

**Typ IV:** Kręgozmyk urazowy stanowi stosunkowo rzadką postać kręgozmyku. Powstaje na skutek bezpośredniego urazu kręgosłupa (ostrych naprężeń) np. kontuzji sportowych, wypadków komunikacyjnych. Patologia występuje, gdy uszkodzeniu ulegają struktury tylnej kolumny kręgosłupa (łuki lub stawy międzykręgowe).

**Typ V:** Kręgozmyk patologiczny, powodowany jest zmianami własności mechanicznych kości. Kręgozmyk ma charakter wtórny do procesu chorobowego. Przyczyną osłabienia kości są najczęściej zmiany noceplazmatyczne, infekcja lub inne zmiany metaboliczne [6,18,19].

Klasyfikacja ta może zostać rozszerzona o typ VI, w którym kręgozmyk może być wynikiem interwencji medycznych.

**Typ VI:** jatrogeny, czyli spowodowany zabiegiem operacyjnym. Wiele często wykonywanych procedur chirurgicznych może osłabić kręgosłup na tyle, aby doszło do kręgozmyku. Jedną z nich jest laminektomia.

Kolejną klasyfikację kręgozmyków opisali w 1997 roku Marchetti i Bartolozzi. Klasyfikacja ta jest zbliżona do tej opisanej przez Wiltse'a, jednak w przeciwieństwie do niej, zdecydowanie dzieli ona kręgozmyki na rozwojowe i nabyte [20]. Do kręgozmyków rozwojowych w tej typologii wlicza się kręgozmyki o wysokiej dysplazji (high dysplastic) oraz o niskiej dysplazji (low dysplastic). Natomiast do kręgozmyków nabytych wg tej klasyfikacji zalicza się: kręgozmyki urazowe (traumatic), zwyrodnieniowe (degenerative), patologiczne (pathologic) i jatrogenne (surgical).

Kręgozmyk o wysokiej dysplazji odnosi się do zaburzeń w obrębie wyrostków stawowych łączących segment ruchowy połączenia lędźwiowo-krzyżowego, co powoduje ześlizg kręgosłupa z pionowo ustawionej kości krzyżowej. Kręgozmyk o niskiej dysplazji odnosi się do zaburzeń w budowie i kształcie blaszki łuku kręgowego oraz sąsiadujących powierzchni trzonów. Najczęściej górna powierzchnia kr S1 ulega uwypukleniu, a dolna powierzchnia kr L5 dopasowując się do poprzedniej staje się wklęsła. W kręgozmykach o niskiej dysplazji powierzchnie sąsiednich trzonów pozostają względnie płaskie, a kość krzyżowa nie podpira pionowo odcinka lędźwiowego, dzięki czemu miednica pozostaje w prawidłowym położeniu nie ulegając retrowersji jak w przypadku kręgozmyków o wysokiej dysplazji. Zarówno kręgozmyki wysokiej jak i niskiej dysplazji mogą przebiegać z ześlizgiem różnego stopnia w odniesieniu do typologii Mayerdinga.

## PODSUMOWANIE

W zdecydowanej większości przypadków kręgozmyk występuje w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa. Kręgozmyk powstaje na skutek przemieszczenia sąsiednich kręgów względem siebie. Najczęściej dochodzi do przemieszczenia przedniego lecz w szczególnych przypadkach może dochodzić do przemieszczenia tylnego tzw. retrolistezy. Kręgozmyk należy do chorób kręgosłupa, które mogą spowodować znaczne pogorszenie jakości życia oraz codziennego funkcjonowania pacjenta. Nie należy zapominać o tym, iż część kręgozmyków ma przebieg bezobjawowy, zwłaszcza te, które charakteryzują się nieznacznym ześlizgiem.

Istnieje wiele klasyfikacji kręgozmyków, jednak najczęściej stosowaną jest klasyfikacja Mayerdinga, w której wyróżnia się kilka stopni ześlizgu aż po całkowite przemieszczenie dwóch kręgów względem siebie - spondyloptoza.

W użyciu funkcjonuje także inna klasyfikacja Wiltse, która uwzględnia etiologię kręgozmyków. Przyczyn ich powstawania jest kilka. Może on powstawać z powodu przerwania części międzywyrostkowej łuku kręgu tzw. wężyny (kręgozmyk wężynowy), może być spowodowany wrodzonym niedorozwojem połączenia lędźwiowo-krzyżowego (kręgozmyk dysplastyczny), także zmianami zwyrodnieniowymi, urazami a także procesami patologicznymi, do których zaliczyć można nowotwory czy chorobę Pageta.

Pomimo istnienia wielu klasyfikacji kręgozmyków, najczęściej stosowaną jest typologia Mayerdinga, określająca stopień ześlizgu w odniesieniu do nasilenia zmian.

Znajomość poszczególnych klasyfikacji kręgozmyków pozwala na wdrożenie właściwego postępowania leczniczego.

## PIŚMIENNICTWO

1. Wójcik G, Sokołowska B, Urbańczuk M, Amarowicz M. Ocena częstości występowania wybranych zmian i wad wrodzonych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego u osób zgłaszających się na badanie TK z powodu bólu grzbietu. Forum Med. Rodz. 2015; 9(3): 206-208.

2. Kalichman L, Hunter DJ. Diagnosis and conservative management of degenerative lumbar spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2008 Mar. 17(3):327-35.
3. Wójcik G, Poczarska A. Zmienność morfologii lędźwiowego kanału kręgowego w chorobie zwyrodnieniowej krążka. *Health Probl. Civiliz*. 2016;10(4):47-53.
4. Niggemann P, Kuchta J, Beyer HK, Grosskurth D, Schulze T, Delank KS. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence of different forms of instability and clinical implications. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Oct 15. 36(22):E1463-8.
5. Beutler WJ, Fredrickson BE, Murtland A, et al. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. *Spine*. 2003 May 15. 28(10):1027-35; discussion 1035.
6. Wiltse LL. Spondylolisthesis: classification and etiology. Symposium of the Spine. *Am Acad Orthop Surg*. 1969. 143.
7. Oh JY, Liang S, Louange D, Rahmat R, Hee HT, Kumar VP. Paradoxical motion in L5-S1 adult spondylolytic spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2012; 21(2): 262-7.
8. Peterson JB, Wenger DR. Asymmetric spondylolisthesis as the cause of childhood lumbar scoliosis-can new imaging modalities help clarify the relationship?. *Iowa Orthop J*. 2008. 28:65-72.
9. Wójcik G, Piskorz J, Iłżecka J, Bulikowski W. Effect of intervertebral disc disease on scoliosis in the lumbar spine. *Curr. Iss. Pharm. Med. Sci*. 2014; 27(3): 155-158.
10. Sairyo K, Katoh S, Sasa T, et al. Athletes with unilateral spondylolysis are at risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis: a clinical and biomechanical study. *Am J Sports Med*. 2005 Apr. 33(4):583-90.
11. Kruse D, Lemmen B. Spine injuries in the sport of gymnastics. *Curr Sports Med Rep*. 2009 Jan-Feb. 8(1):20-8.
12. Rossi F. Spondylolysis, spondylolisthesis and sports. *J Sports Med Phys Fitness*. 1978 Dec. 18(4):317-40.
13. d'Hemecourt PA, Gerbino PG, Micheli LJ. Back injuries in the young athlete. *Clin Sports Med*. 2000 Oct. 19(4):663-79.
14. Oh JY, Liang S, Louange D, Rahmat R, Hee HT, Kumar VP. Paradoxical motion in L5-S1 adult spondylolytic spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2011 Jun 15.
15. Taillard W. Le spondylolisthesis chez l'enfant et l'adolescent. *Acta Orthop Scand*. 1954;24:115-144.
16. Danielson B, Frennerd K, Irstam L. Roentgenologic assessment of spondylolisthesis. I: a study of measurement variations. *Acta Radiol*. 1988;29:345-351.
17. Danielson B, Frennerd K, Selvik G, Irstam L. Roentgenologic assessment of spondylolisthesis. II: an evaluation of progression. *Acta Radiol*. 1989;30:65-68.
18. Wynne-Davies R, Scott JH. Inheritance and spondylolisthesis: a radiographic family survey. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1979 Aug. 61-B(3):301-5.
19. Mac-Thiong JM, Duong L, Parent S, et al. Reliability of the Spinal Deformity Study Group classification of lumbosacral spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012 Jan 15. 37(2):E95-102.
20. Marchetti PG, Bartolozzi P. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. In: Bridwell KH, DeWald RL, editors. *Textbook of spinal surgery*. 2. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. pp. 1211-1254.