

Received: 02.11.2006

Accepted: 28.11.2006

Published: 31.12.2006

## Zespoły uwięźnięcia nerwów obwodowych w badaniach obrazowych

### Radiology of peripheral nerves entrapments

Adres do korespondencji: dr n. med. Piotr Kordek, Zakład Radiologii ZOZ MSWiA, ul. Północna 42, 91-425 Łódź, tel.: 042 634 11 83, e-mail: polkor@vp.pl  
*Praca finansowana ze środków własnych*

#### Streszczenie

Diagnostyka uwięźnięcia nerwów obwodowych w obrębie kostno-włóknistych kanałów opiera się głównie na analizie objawów klinicznych i wynikach badań elektrofizjologicznych. Testy elektrofizjologiczne są czułe, ale mało swoiste dla przyczyny ucisku, nie umożliwiają także oceny szczegółów anatomicznych koniecznej do precyzyjnej lokalizacji zmian i planowania leczenia. Dawniej badanie radiologiczne w zespołach ucisku nerwów obwodowych było ograniczone do obrazowania zmian kostnych na zdjęciach RTG i TK niezwiązanych bezpośrednio z nerwem i jego otoczeniem z tkanek miękkich. Zdjęcia RTG są przydatne do oceny kości w kierunku zmian pourazowych i złamań, ostrego zapalenia kości i stawów oraz innych artropatii. W miarę rozwoju techniki TK umożliwiło uwidocznienie i ocenę poprzecznych warstw kanału oraz wykrywanie delikatnych zwapnień w ścięgnach tunelu. TK jest doskonałym narzędziem do oceny kości w rekonstrukcjach wielowarstwowych oraz trójwymiarowych. Po wprowadzeniu badań RM możliwe stało się wykrywanie nieprawidłowych mas w otoczeniu nerwu. Współczesny RM pozwala także na obrazowanie i ocenę samych nerwów. Udoskonalenie techniki ultrasonograficznej, polegające na wprowadzeniu szerokopasmowych głowic wysokiej częstotliwości, ogniskowania w bliskim polu, zastosowanie czułych metod badania przepływu sprawiły, iż możemy dokładnie ocenić usidlenie nerwów obwodowych w przebiegu tunelopatii.

**SŁOWA KLUCZOWE:** neuropatia z uwięźnięcia, tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny, ultrasonografia, szerokopasmowe głowice wysokiej częstotliwości

#### Summary

The diagnosis of nerve entrapment at osteofibrous tunnels relies primarily on clinical and electrodiagnostic findings. However, while electrodiagnostic studies are sensitive, they lack specificity and do not display the anatomic detail needed for precise localization and treatment planning. The radiological study of peripheral nerve disorders initially was limited to secondary skeletal changes on plain radiographs and CT. Plain radiographs are useful for evaluating bones for trauma and fractures, severe osteoarthritis, and other arthropathies. Routine CT is useful for its ability to display and evaluate the cross-sectional volume of the tunnel and for detecting subtle calcification in the tendons within the canal. CT also provides an excellent tool for evaluating bones through multiplanar and 3-dimensional reconstructions. MR imaging have been useful to exclude mass lesions in the vicinity of a peripheral nerve. Recent technical improvements in MRI have resulted in improved visualization of both normal and abnormal peripheral nerves. The refinement of high frequency broadband transducers with a range of 5-15 MHz, sophisticated focusing in the near field, and sensitive color and power Doppler technology have improved the ability to evaluate peripheral nerve entrapment in osteofibrous tunnels with ultrasonography (US).

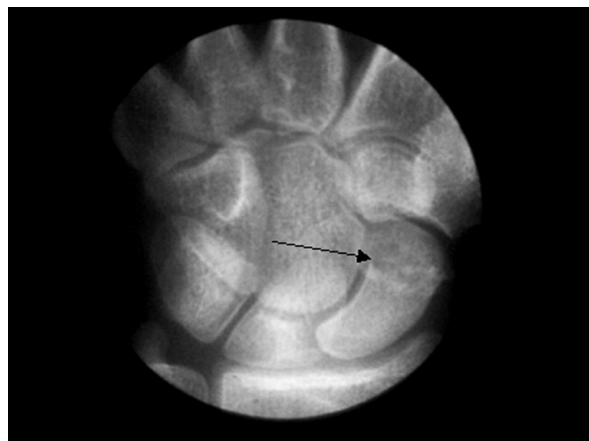
**KEY WORDS:** entrapment neuropathy, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound scan, high frequency wideband heads

**N**europatie z ucisku obejmują kilka jednostek chorobowych, w których rozpoznawaniu i określeniu sposobu leczenia znajdują zastosowanie techniki radiologiczne. Jakkolwiek nerw obwodowy może zostać uciśnięty gdziekolwiek w swoim przebiegu, to jednak niektóre lokalizacje anatomiczne są charakterystyczne. Niekiedy określenie miejsca ucisku nerwu na podstawie objawów klinicznych, a nawet elektrofizjologicznych może okazać się trudne. Przykładem jest zespół cieśni nerwu łokciowego w okolicy łokcia, wymagający różnicowania z przypadkami uszkodzenia korzeni nerwowych, splotu ramiennego i samego nerwu proksymalnie lub dystalnie od łokcia. Przyczynami kompresji proksymalnej mogą być: choroba krążka międzykręgowego C7-D1, guz szczytu płuca (Pancoasta), zespół górnego otworu klatki piersiowej. Kompresja dystalna może dotyczyć kanału Guyona na poziomie nadgarstka. Ponadto objawy kliniczne mogą wynikać z sumowania się uszkodzeń włókien nerwowych w kilku miejscach. Jest to tak zwany zespół podwójnego lub wielokrotnego zmiażdżenia (*double/multiple crush syndrome*)<sup>(1)</sup>. Teoria mówiąca o zwiększonej podatności na obwodowe uszkodzenia aksonu w przypadku współistnienia jego kompresji proksymalnej wymaga anatomicznej oceny kilku potencjalnych miejsc ucisku. Szczegółowa wiedza dotycząca trudności diagnostycznych, a także znajomość patogenetycznych zmian w poszczególnych miejscach potencjalnego uszkodzenia mają istotne znaczenie dla radiologa próbującego pomóc w ustaleniu rozpoznania.

Współistnienie mieloradikulopatii szyjnej w przebiegu spondylozy z ciasnotą tunelową odpowiedniego nerwu obwodowego z reguły utrudnia ocenę wpływu jednego z tych miejsc kompresji na obraz kliniczny<sup>(2)</sup>. Wzrasta wówczas rola badań dodatkowych, których wyniki są brane pod uwagę przy wyborze postępowania leczniczego, w tym operacyjnego. Mimo korelacji objawów klinicznych, badań elektrofizjologicznych i obrazowych nie zawsze udaje się jednoznacznie wskazać miejsce ucisku i stąd nierzadkie są przypadki, w których konieczne jest jednoczesne odbarczenie nerwu w dwóch miejscach.

Diagnostyka radiologiczna jest obok badania klinicznego i diagnostyki elektrofizjologicznej jednym z etapów rozpoznania choroby, dlatego sposób jej przeprowadzenia i interpretacja wyników powinny być ukierunkowane i skorelowane z ich wynikami<sup>(3)</sup>. Zadaniem radiologa jest poszukiwanie obrzęku zapalnego nerwu, tkanek otaczających lub zwyrodnieniowego, pourazowego czy spowodowanego obecnością mas patologicznych zacieśnienia przestrzeni kanału, w którym nerw przebiega. Jakkolwiek obecnie najczęściej sięga się po diagnostykę radiologiczną w przypadku niejednoznacznych wyników badań klinicznych i elektrofizjologicznych, to jednak rola poszczególnych technik obrazowania zmienia się wraz z wprowadzaniem i udoskonalaniem nowych metod. Na podstawie zdjęć rentgenowskich możliwe jest jedynie uwidocznienie kostnych granic kanałów, w których prze-

biegają nerwy, a także ocena zwichnięć i złamań kości (rys. 1). Dzięki współczesnemu ogromnemu postępowi w podwyższaniu rozdzielczości technik tomokomputerowych, takich jak tomografia komputerowa (TK), a zwłaszcza rezonansu magnetycznego (RM) możliwe stało się obserwowanie samych nerwów i ich otoczenia. RM umożliwia wykrycie obiektywnych cech ucisku nerwu. Polega to na ocenie zarówno samego nerwu, jak i kostnych czy zbudowanych z tkanek miękkich zmian mogących powodować ucisk. Technika ta umożliwia również ocenę wczesnych cech odnerwienia mięśni, co objawia się jako podwyższenie sygnału na obrazach T2, a także wykrycie zaniku mięśni z ich stłuszczeniem (wysoki sygnał na obrazach T1 i T2). Coraz częściej wykorzystuje się ponadto techniki czynnościowe badania RM, takie jak np. ocena dyfuzji w nerwach, co pozwala poszukiwać wczesnych cech dysfunkcji nerwu i określać stopień jego uszkodzenia. Podstawowymi sposobami obrazowania obwodowego systemu nerwowego metodą RM są sekwencje T1 i T2. Obrazy z kontrastem zależnym głównie od T1 (T1 – ważone) służą głównie do oceny struktur kostnych i nerwu z otaczającymi tkankami, a więc anatomii, podczas gdy obrazy T2 pozwalają na ocenę patologii. Stosowanie cewek powierzchniowych umożliwia uzyskiwanie obrazów o wysokiej rozdzielczości i zwiększenie stosunku sygnału do szumu. Na standardowych obrazach RM nerw jest trudno odróżnialny od otaczających struktur, dlatego wykorzystuje się technikę stłumienia sygnału tłuszczu oraz sygnału naczyń. Dzięki względnemu podwyższeniu sygnału obserwowanej okolicy uzyskuje się lepszy kontrast pomiędzy obszarami zmienionymi a prawidłowymi. Na jeszcze dokładniejszą ocenę nerwu pozwala neurografia RM. Metoda ta opiera się na obrazowaniu niewielkich różnic w uwodnieniu i zawartości tkanki łącznej, w tym tkanki tłuszczowej śródnerwia (*endoneurium*), nerwia (*perineurium*) i nenerwia (*epineurium*) na obrazach T1. Endoneuralny i aksonalny płyn wpływa głównie na sygnał pęczka, a sygnał włókniasto-tłuszczowych tkanek międzypęczkowych moż-

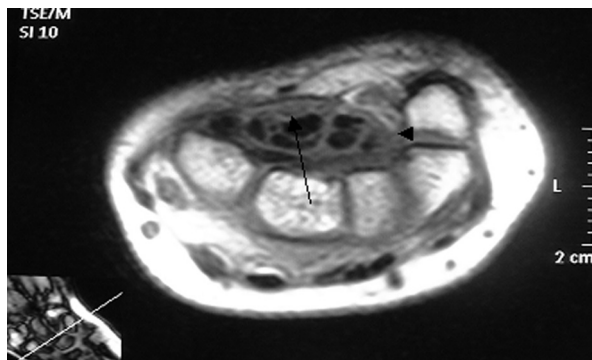


Rys. 1. Przeglądowe zdjęcie rentgenowskie uwidacznia żebro szyjne po stronie lewej

na stłumić technikami supresji sygnału z tłuszczu, takimi jak np. STIR. Metoda ta wykorzystuje różnicę w czasie relaksacji pomiędzy atomami wodoru w cząsteczkach tłuszczu i wody. Badana okolica jest na początku poddawana sekwencji *inversion recovery*, a następnie *fast spin echo* w momencie, gdy wodór w tłuszczu nie poddaje się ponownemu wzbudzeniu. W efekcie uzyskuje się obrazy T2 ze stłumieniem sygnału z tkanki tłuszczowej, także w szpiku. Rozlane i ogniskowe podwyższenie sygnału T2 nerwu i wokoło nerwu, powiększenie jego średnicy oraz zmiana położenia świadczą o patologii. Hiperintensywność jest wynikiem zwiększenia zawartości wody albo demielinizacji. Neurografia RM jest efektywna w obrazowaniu ciągłości, morfologii i obrzęku będącego reakcją na uraz. W większości przypadków dożylnie podanie środków kontrastujących zawierających gadolin nie jest konieczne – wykorzystuje się je do oceny zmian zapalnych albo nowotworowych.

Uważa się, że w miejscach dostępnych badaniu USG metoda ta oferuje podobne możliwości diagnostyczne jak RM. Kryteria obrazowe na przykład zespołu cieśni nadgarstka są dla obu tych metod podobne: podwyższenie sygnału T2 i/lub nietypowy przebieg nerwu. W związku z tym oprócz badań RM w okolicach umożliwiających to badanie stosuje się szeroko obrazowanie ultrasonograficzne.

Wynalezienie wysokorozdzielczych głowic ultrasonograficznych (7-15 MHz) umożliwiło ocenę niektórych zespołów uciskowych nerwów obwodowych, takich jak neuropatia nerwu nadłopatkowego w rejonie wcięcia łopatki, wcięcia grzebieniowo-panewkowego, neuropatii nerwu pachowego, promieniowego, łokciowego i międzykostnego przedniego (zespół Kilooha-Nevina), prawidłowych i zmienionych nerwu pośrodkowego i przylegających ścięgien. USG posiada kilka zalet w porównaniu z RM: jakkolwiek cechuje się mniejszą czułością w wykrywaniu niewielkiego obrzęku nerwu, to jednak jest względnie niedrogie, dostępne, jego przeprowadzenie nie jest też czasochłonne. Jest badaniem z częstym odświeżaniem obrazu (w czasie rzeczywistym), co umożliwia ocenę dy-

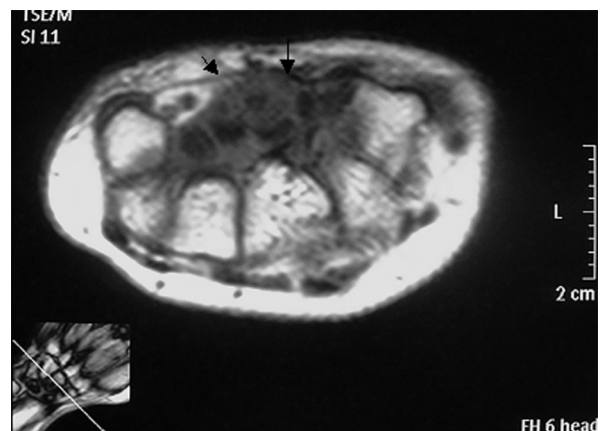


Rys. 2. KT, przekrój poprzeczny przez przestrzeń L5/S1. Widoczny wypukłony krążek międzykręgowy. Strzałka pokazuje zwapnienie w pierścieniu włóknistym. Worek oponowy nieco uciśnięty

namiczną, np. podczas ruchów kończyny. Techniki kolor-Doppler i power-Doppler pozwalają na badanie przepływu w naczyniach. Jeżeli chodzi o kończynę dolną, w badaniu USG można ocenić okolicę szyjki kości strzałkowej i nerwu strzałkowego wspólnego, kanału stępu i nerwu piszczelowego, a także przestrzeń między kośćmi śródstopia (nerwów międzypalcowych). Możliwe jest rozpoznanie takich przyczyn ucisku, jak zapalenie pochewek ścięgien, torbiele galaretowate, guzy tkanek miękkich, zmiany kości i stawów, anomalie mięśni i naczyń. Cechy obrazowe i spektrum nieprawidłowości wykrywanych w przebiegu tunelopatii są w większości przypadków podobne dla poszczególnych metod radiologicznych. Poniżej omówiono szczegółowo diagnostykę obrazową częściej występujących zespołów uwięźnięcia nerwów obwodowych.

### ZESPÓŁ CIEŚNI NADGARSTKA

W badaniu RM w warstwach poprzecznych nerw pośrodkowy można odróżnić od ścięgien zginaczy, ponieważ ma wyższy sygnał na obrazach T2 oraz bardziej owalny kształt (rys. 2). Leży tuż pod troczkiem zginaczy i przebiega powierzchownie i równoległe do drugiego i trzeciego ścięgna zginaczy oraz przyśrodkowo od ścięgna zginacza długiego kciuka. Pomocna jest ocena struktur przechodzących przez kanał nadgarstka w trzech warstwach: na poziomie dystalnego stawu promieniowo-łokciowego, na poziomie kości grochowatej i na poziomie haczyka kości haczykowatej<sup>(4)</sup>. Średnica nerwu na przebiegu kanału nadgarstka powinna być taka sama lub też powinna nieco zmniejszać się obwodowo. W badaniu należy poszukiwać przyczyny zmniejszenia miejsca dla nerwu w kanale nadgarstka. Najczęściej można uwiocznąć cechy zapalenia pochewek ścięgien zginaczy. Badanie RM jest jednak rzadko używane do diagnostyki

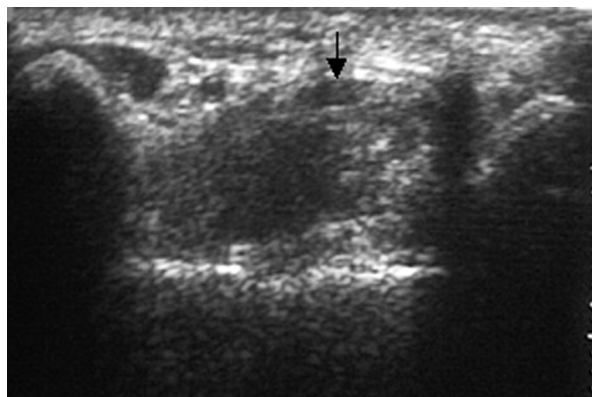


Rys. 3. KT tego samego chorego, przekrój niżej. Prawy korzeń S1 (strzałka) leży luźno, otoczony tłuszczem (tłuszcz jest hipodensyjny i ma kolor czarny). Wypadnięty w lewo krążek międzykręgowy uniemożliwia przesłanie lewego korzenia S1. Klinicznie lewostronna rwa kulszowa



zespołu cieśni nadgarstka, ponieważ ocena przewodnictwa nerwowego oraz wywiad chorobowy zwykle wystarczają do ustalenia rozpoznania. Jego zastosowanie z reguły ograniczone jest do przypadków, w których wyniki badań elektrofizjologicznych są niejednoznaczne lub występują nawroty dolegliwości po operacjach. Zmiany najlepiej widoczne są na obrazach poprzecznych. Ogniskowe lub odcinkowe obrzmienie nerwu (pseudonerwiak) ocenia się na podstawie nietypowego zwiększania średnicy nerwu obwodowo od wejścia do kanału do poziomu kości grochowatej. Wskutek ucisku na poziomie kości haczykowej następuje spłaszczenie lub utrata owalnego kształtu nerwu. Innym objawem przemawiającym za ciasnotą kanału jest uwypuklenie troczka zginaczy ograniczającego kanał (rys. 3). W celu zobiektywizowania pomiaru mierzy się odległość troczka od linii poprowadzonej od haczyka kości haczykowej do guzka kości wielokątnej większej. Cechą, która pozwala rozpoznać obrzęk nerwu, jest podwyższenie sygnału na obrazach T2. W przypadkach, w których istnieje podejrzenie anatomicznej przyczyny nawrotu dolegliwości, które mogą być wywołane pozostawieniem nieuwolnionego pasma troczka zginaczy, w badaniu RM jesteśmy w stanie uwidocznzyć niskosygnałowe bliznowacenie (włóknienie) wokół nerwu pośrodkowego oraz proksymalne obrzmienie nerwu. U niektórych chorych pooperacyjnych wykrywane są masy uciskające w kanale nadgarstka, takie jak ciała ryżowate pochewek ścięgien czy nerwiak nerwu pośrodkowego<sup>(5)</sup>.

W badaniu USG na przekrojach poprzecznych nerw pośrodkowy ma kształt elipsy i zwęża się stopniowo w kierunku obwodowym (rys. 4, 5). Ucisk rozpoznaje się na podstawie spłaszczenia przekroju nerwu w dystalnej części kanału, obrzmienia nerwu, a także dłoniowego uwypuklenia troczka zginaczy. Za pomocą USG można rozpoznać zarówno wrodzone, jak i nabyte przyczyny ucisku nerwu oraz nietypowo położony mięsień zginacz wskaziciela, przetrwałą tętnicę pośrodkową przedramienia

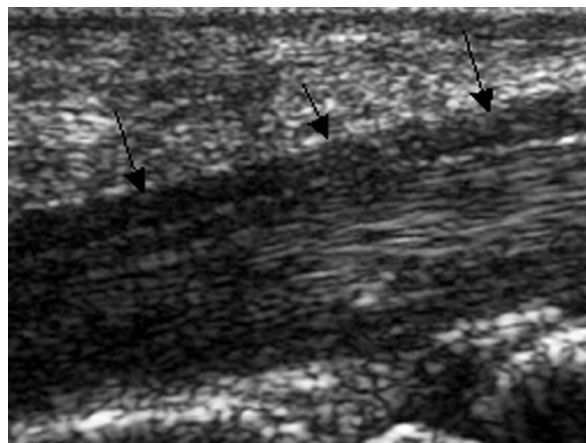


Rys. 4. MR w przekroju strzałkowym pokazuje masywnie wypadnięty krążek L4/L4. Strzałka pokazuje ucisnięty korzeń leżący wewnątrz worka oponowego. Niewielka przepuklina widoczna jest również na poziomie L5/S1

czy zapalenie pochewek ścięgien, torbiel galaretowatą, tłuszczak, zniekształcenia naczyniowe, złoży amyloidu, jak również złamania i zwichnięcia kości nadgarstka (np. okołoksiężycowate). W trakcie zginania palców lub zaciskania pięści na podłużnych obrazach USG można zaobserwować pasywne przesuwanie się nerwu pośrodkowego względem leżących głębiej ścięgien. USG wysokorozdzielcza umożliwia określenie powierzchni przekroju nerwu. Ustalono, że gdy przekracza ona 0,09 cm<sup>2</sup> na poziomie kanału proksymalnego, należy rozpoznać nerw jako nieprawidłowy<sup>(6)</sup>. Zbadano, że istnieje dobra korelacja pomiędzy tak określoną patologią nerwu a badaniami elektrofizjologicznymi<sup>(7)</sup>.

## ZESPÓŁ GÓRNEGO OTWORU KLATKI PIERSIOWEJ

W większości przypadków jest to rozpoznanie z wykluczenia innych przyczyn. Podstawowa diagnostyka różnicowa obejmuje radikulopatię szyjną spowodowaną wypukliną krążka międzykręgowego lub artrozą stawów haczykowato-trzonowych oraz tunelowy zespół obwodowy. Należy brać pod uwagę także możliwość wystąpienia rzadziej spotykanych schorzeń, takich jak guz Pancoasta, jamistość rdzenia kręgowego, zapalenie splotu ramiennego<sup>(8)</sup>. Zdjęcia RTG, TK i RM są metodami uzupełniającymi w ocenie spondylozy i artrozy szyjnej. Zdjęcia RTG dają ogólny wgląd w topografię okolicy, zachowanie fizjologicznych krzywizn, na zdjęciach skośnych można uwidocznzyć przerost wyrostków stawowych górnych i haczykowatych, które mogą powodować ucisk rdzenia i korzeni. Współczesna wielorzędowa TK nie ustępuje pod względem oceny anatomii badaniu RM (m.in. dowolność kierunku warstw), ale ma gorszą rozdzielczość kontrastową (kontrast tkankowy). W rezultacie zmiany położone w rdzeniu kręgowym, ale niezmieniające kształtu rdzenia nie są dostępne diagnostyce TK. RM jest także metodą z wyboru w obrazowaniu anatomii i patologii splotu ramiennego.



Rys. 5. MR w przekroju poprzecznym uwidoczniła centralno-prawoboczną przepuklinę na poziomie L4/L5

Niekiedy diagnoza zespołu górnego otworu klatki piersiowej stawiana jest na podstawie stwierdzonych nieprawidłowości. Okolica zdefiniowana przez przedni i środkowy mięsień pochyły oraz pierwsze żebro może być ograniczana zarówno przez zmiany kostne, jak i przerost tkanek miękkich. Żebro szyjne lub transwersomegalia C7 w korelacji z danymi klinicznymi stanowi silny argument za istnieniem tej tunelopatii. Niektórzy zalecają ocenę okolic górnego otworu klatki piersiowej zarówno po stronie chorej, jak i, porównawczo, po drugiej za pomocą badań TK i RM<sup>(9,10)</sup>.

Ograniczeniem tej metody jest fakt, że ucisk wiązki naczyniowo-nerwowej jest zwykle czasowy i zależny od ułożenia. Podobne ograniczenie niesie ze sobą badanie angiograficzne. Wady tej nie posiada ultrasonografia dopplerowska. Badanie przepływu w tętnicy podobojczykowej w różnych położeniach kończyny górnej i szyi może uwidoczniać ucisk. W badaniu TK i RM z opcją angio, a także badaniu USG można obserwować następstwa ucisku naczyń w postaci zamknięcia światła żyły, zwężenia i tętniaka tętnicy podobojczykowej.

### ZESPÓŁ UWIĘZIENIA NERWU NADŁOPATKOWEGO

Zdjęcia rentgenowskie umożliwiają wykrycie przyczyn uszkodzenia nerwu nadłopatkowego będącego następstwem urazu. Należy poszukiwać złamania łopatki, złamania obojczyka, przemieszczeń głowy kości ramiennej mogących uciskać nerw przechodzący przez wcięcie łopatki.

Ultrasonografia uznana jest za skuteczną metodę wykrywania guzów tkanek miękkich okolicy barku, takich jak torbiel galaretowata pochewek ścięgnistych (tzw.



Rys. 6. MR w przekroju strzałkowym. Widoczne jest wypadnięcie krążka międzykręgowego na poziomie C5/C6 z zaciśnięciem przestrzeni płynowej i niewielką kompresją rdzenia kręgowego

ganglion)<sup>(11)</sup>. Jest ona widoczna jako dobrze ograniczona homogenna masa hipoechogeniczna. Ponadto ultrasonografię uznaje się za dokładną metodę oceny odnerwienia mięśni łopatkowych, nawet już po dwóch tygodniach od urazu<sup>(12)</sup>.

Pewnym ograniczeniem metody jest duża zależność od osoby wykonującej i interpretującej to badanie.

W ocenie nieprawidłowych mas okolicy barku dobrą metodą jest także TK (rys. 6). Możliwe jest uwidocznienie pourazowego zwapnienia więzadła poprzecznego górnego łopatki, które może uciskać wiązkę naczyniowo-nerwową we wcięciu łopatki. Torbiel galaretowata jest widoczna jako hipo- lub izodensyjna masa w porównaniu z otaczającymi mięśniami. W badaniu TK można również obserwować cechy zaniku i stłuszczenia nieczynnych mięśni<sup>(13)</sup>. Za najlepszą metodę oceny tkanek miękkich barku uważana jest RM. Ganglion widoczny jest jako obszar hiperintensywny na obrazach T2 oraz hipointensywny na obrazach T1, ze wzmacniającą się ścianką po dożylnym podaniu gadolinu. W tej okolicy opisywano także inne masy nieprawidłowe, takie jak mięsak Ewinga, chrząstniakomięsak, przerzut raka nerki, torbiel kostna. Badaniem RM można uwidoczniać także rzadkie przyczyny ucisku, takie jak nieprawidłowo poszerzone naczynia. W przypadku objawów odnerwienia tylko mięśnia podgrzebieniowego należy poszukiwać mas nieprawidłowych w miejscu przebiegu nerwu pomiędzy wydrążeniem stawowym a grzebieniem łopatki<sup>(14)</sup>. Przewaga badania RM nad innymi badaniami obrazowymi polega ponadto na możliwości wykrycia zmian towarzyszących torbielom galaretowatym, takich jak rozzerwanie obrąbka stawowego<sup>(15)</sup>. RM pozwala też zidentyfikować zmiany w mięśniach po odnerwieniu, w postaci wydłużenia czasów relaksacji T1 i T2, oprócz tego w stanach przewlekłych stłuszczenie powoduje wysoki sygnał T1 i T2 oraz widoczna jest zmniejszona grubość mięśnia. W badaniu USG odnerwione i przerośnięte tkanką tłuszczową i włóknistą mięśnie widoczne są jako obszary hiperechogeniczne<sup>(12)</sup>.

### ZESPÓŁ ROWKA NERWU ŁOKCIOWEGO

Na obrazach osiowych RM nerw łokciowy jest dobrze widoczny w rowku łokciowym pomiędzy nadkłykiem przyśrodkowym a wyrostkiem łokciowym kości łokciowej z powodu obecności otaczającej warstwy tkanki tłuszczowej. Uciskowi mogą sprzyjać anatomiczne odmienności pasma Osborna podlegające ocenie w badaniu RM<sup>(16)</sup>. Pasma to może być pogrubiałe, co sprzyja uciskowi nerwu podczas zgięcia w stawie łokciowym. Również pogrubienie więzadła pobocznego łokciowego wraz z obecnością osteofitów kości łokciowej może być przyczyną neuropatii uciskowej. Występujący u 11% populacji przetwały mięsień łokciowy nadbłoczkowy może powodować, zwłaszcza w przypadku obrzmienia, statyczną kompresję nerwu<sup>(17)</sup>. U 10% ludzi pasmo jest nieobecne, co

podczas zgięcia stawu łokciowego sprzyja przemieszczaniu się nerwu ku przodowi, ponad nadkłykieć i prowadzi do neuropatii wskutek podrażnienia mechanicznego. W badaniu RM należy także poszukiwać mas mogących uciskać nerw, takich jak torbiele galaretowate, krwiaki, guzy kanału nerwu łokciowego: gangliony, *osteochondroma*, torbiele reumatoidalne, osteofity i wolne ciała śródstawowe, deformacje kości po złamaniach (łokieć koślawy). Tunelopatii mogą sprzyjać również takie zmiany w obrębie nerwu, jak np. *neurilemmoma*, *neurofibroma*, krwawienia i torbiele wewnątrznerwowe (kompresje śródnerwowe)<sup>(18)</sup>. W przypadku podejrzenia klinicznego ucisku lub nieznaleszenia zmian w kanale łokciowym wskazana jest ocena dystalnej części kości ramiennej (zespół wyrostka nadkłykiowego) lub kanału Guyona. W badaniu USG nerw łokciowy w kanale łokciowym jest dobrze widoczny, podobnie jak dwie głowy zginacza łokciowego nadgarstka, pomiędzy którymi leży. Do badania tej okolicy najlepiej nadają się bardzo małe głowice o wysokiej rozdzielczości, tak aby przylegały w całości do zakrzywionej powierzchni kości w tej okolicy. Głowicę taką można zastąpić torebką wypełnioną płynem, można też położyć grubą warstwę żelu lub docisnąć głowicę. Zaleca się badanie chorego w pozycji leżącej, z ręką odwiedzioną. Z powodu możliwości pomylenia nerwu z przebiegającymi w tej okolicy ścięgnami mięśnia trójgłowego oraz zginacza łokciowego nadgarstka zaleca się skanowanie tylko poprzeczne. Nerw o kształcie owalnym widoczny jest tuż przy silnie eho-genicznej warstwie korowej nadkłykcia. Niekiedy, w celu odróżnienia nerwu od przebiegających tędy żyły i tętnicy łokciowej wstecznych, konieczne jest włączenie opcji kolor-Doppler. Odmienne niż w badaniu USG nadgarstka troczek w stanach prawidłowych nie jest widoczny. Nerw może być uciśnięty w dwóch miejscach: proksymalnie w rowku kłykcia oraz dystalnie w miejscu końca rozciągniętego zginacza łokciowego nadgarstka. Obok zmian zmniejszających przestrzeń kanału łokciowego cechy kompresji nerwu widoczne są jako nagłe zwężenie i przemieszczenie nerwu. Niekiedy można uwidocznić pogrubiały troczek. Proksymalnie do poziomu ucisku nerw jest obrzmiały, wykazując utratę typowej pęczkowej ehostruktury. Pomocne w ocenie pogrubienia nerwu może być porównanie ze zdrową kończyną. Badanie USG uznaje się za skuteczne w ocenie pooperacyjnego zbliznowacenia, w przypadku nawrotu dolegliwości. W tak zwanym opóźnionym porażeniu nerwu łokciowego (*tardy ulnar palsy*), wywołanym złamaniem kłykcia bocznego kości ramiennej, konieczna jest ocena klasycznych zdjęć RTG. W tych przypadkach uszkodzenie nerwu poprzedzone jest złamaniem nadkłykiowym, do którego dochodzi zwykle u dzieci w wyniku upadku na wyprostowaną kończynę górną. Nierównomierne gojenie złamania powoduje deformację koślawą łokcia. Kąt koślawości rośnie wraz z dzieckiem, nerw łokciowy jest rozciągany i w konsekwencji dochodzi do jego uszkodzenia.

## ZESPÓŁ MIĘŚNIA NAWROTNEGO I ZESPÓŁ NERWU PRZEDNIEGO MIĘDZYKOSTNEGO

Obiektywne potwierdzenie klinicznego podejrzenia tych zespołów rzadko polega na uwidocznieniu miejsca i przyczyny kompresji, np. ucisku przez osteofit nadkłykiowy (można go uwidocznić na zdjęciu RTG). Większe znaczenie ma zobrazowanie cech odnerwienia części przedniej grupy mięśni przedramienia, co widoczne jest w postaci podwyższenia ich sygnału na obrazach T2.

## ZESPÓŁ KANAŁU GUYONA

Nerw, tętnica i żyła łokciowe przebiegają przez kanał Guyona po łokciowej stronie nadgarstka. W dystalnej części nerw łokciowy rozdzwaja się na gałąź powierzchowną czuciową oraz głęboką ruchową. Za najczęstszą przyczynę tej neuropatii uważa się powtarzający się ucisk zewnętrzny<sup>(19)</sup>.

Innymi, możliwymi do uwidocznienia w badaniach obrazowych przyczynami tunelopatii uciskowej są torbiele galaretowate związane z przestrzenią stawową grochowato-trójganiastą i inne masy nieprawidłowe, przemieszczone fragmenty kostne, np. po złamaniu kości haczykowej, nietypowe mięśnie (dodatkowy mięsień odwodzący palca małego, nietypowy przywodziciel kłębku palca małego) oraz pseudotętniaki tętnicy łokciowej. Przebieg, średnica i intensywność sygnału nerwu oraz obecność mas uciskających są obrazowane w badaniu RM w skanach osiowych. Dysponując głowicą o częstotliwości powyżej 10 MHz, można uwidocznić nerw łokciowy na poziomie kości grochowatej jako cienką okrągłą strukturę przyśrodkowo od tętnicy oraz początkowe odcinki jego rozgałęzień.

## ZESPÓŁ CIEŚNI STĘPU (KANAŁU KOSTKI PRZYŚRODKOWEJ)

Badanie RM jest cenną metodą pozwalającą wykryć i dokładnie umiejscowić zmiany odpowiedzialne za neuropatię uciskową nerwu piszczelowego i jego gałęzi w przypadku uwięźnięcia pod troczkiem zginaczy znajdującym się do tyłu i poniżej kostki przyśrodkowej. Przyczyną tej tunelopatii mogą być zapalenie pochewek ścięgien zginaczy, przegrody powięzi, nietypowe ścięgna i mięśnie (długi zginacz palców dodatkowy). Spotyka się także torbiele galaretowate i guzy osłonki nerwu (*schwannoma*)<sup>(20)</sup>. Na obrazach przeglądowych zmiany te wyglądają identycznie, mają niski homogenny sygnał na obrazach T1 i wysoki sygnał na obrazach T2. W różnicowaniu pomocne jest dożylnie podanie środka kontrastującego. W przypadku obecności ganglionu obserwuje się charakterystyczne równomierne zakontrastowanie ściany. Rzadziej stwierdza się inne zmiany, takie jak naczynek. Brak zmian w tej okolicy na obrazach RM, jakkolwiek



nie wyklucza takich patologii, jak włóknienie i bliznowacenie, uznaje się za przeciwwskazanie do operacyjnego odbarczenia nerwu.

Za pomocą głowic USG o wysokiej rozdzielczości można prześledzić cały przebieg nerwu i jego rozgałęzień w kanale kostki przyśrodkowej na poziomie kości skokowej i piętowej. Nerw piszczelowy leży do tyłu od ścięgna mięśnia zginacza długiego palców i powierzchownie do ścięgna mięśnia zginacza długiego palucha, przy tętnicy i żyły piszczelowej tylnej. W identyfikacji nerwu może okazać się pomocna opcja kolor-Doppler USG. Ultrasonografia nie tylko pomaga wykryć przyczyny ucisku, ale także pozwala na ocenę pogrubienia nerwu i utraty jego echostruktury pęczkowej.

### NERWIAK MORTONA

Dawniej uważano, że nerwiak międzypalcowy jest procesem nowotworowym jednego z nerwów wspólnych palców. Obecnie wiadomo, że jest to zmiana spowodowana przewlekłym uwięzieniem nerwu, w wyniku którego dochodzi do jego zwłóknienia i zwyrodnienia z towarzyszącym zapaleniem kaletki międzyśródstopnej. Najczęściej nerwiak Mortona umiejscawia się w drugiej lub trzeciej przestrzeni międzyśródstopnej. Niektórzy autorzy uważają, że do rozpoznania wystarczy wykonanie obrazów przezosiowych T1 na poziomie główek kości śródstopia, ale częściej zaleca się wykonanie w kilku płaszczyznach obrazów T1, T2 i T1 z podaniem środka kontrastującego. Należy jednak pamiętać, że nerwiak Mortona nie zawsze się wzmacnia. Dostępność badania RM nie zwalnia od konieczności wcześniejszego wykonania zdjęcia RTG, które może, w przypadku klinicznego podejrzenia nerwiaka międzypalcowego, uwidoczniać na przykład przewlekłe złamanie drugiej kości śródstopia (rys. 7). Istotne jest ponowne wykonanie zdjęcia, gdy dolegliwości nie ustępują po leczeniu, ponieważ pierwszym objawem złamania może być uwidocznienie na obrazie cech mineralizacji kostniny w procesie naprawczym. Na zdjęciach RTG można uwidoczniać ponadto cechy reumatoidalnego zapalenia stawów oraz stawów i kości. Nerwiak Mortona jest widoczny na obrazach RM jako masa o kształcie wydłużonej kropli pomiędzy główkami kości śródstopia, wystającej ku tkance tłuszczowej podeszwy stopy. Z reguły zmiana ma sygnał pośredni na obrazach T1 oraz dość niski na obrazach T2, z powodu nasilonego włóknienia. Można także z dużą dokładnością uwidoczniać wtórny do zapalenia płyn w przylegającej kaletce międzyśródstopnej. Widoczny jest wówczas sygnał płynu pomiędzy główkami kości śródstopia (nie poniżej nich). Prawdziwy nerwiak nerwu wspólnego palców widoczny jest jako obszar wysokosygnałowy na obrazach T2 i T1 po podaniu środka kontrastującego. Inne zmiany, które mogą go naśladować, to torbiel maziówkowa wychodząca z torebek stawowych oraz zapalenie kaletki międzyśródkostnej niezwiązane z nerwiakiem Mortona.

Chociaż nerwy wspólne palców leżą bliżej podeszwy, badanie USG przestrzeni między kośćmi śródstopia lepiej przeprowadzić od strony grzbietowej. Z powodu małej średnicy nerwów (około 2 mm) ich wizualizacja może stwarzać problemy. Pomocne jest znalezienie naczyń międzyśródstopnych metodą dopplerowską. Lokalizacja i kształt nerwiaka Mortona są analogiczne jak w badaniu RM, a zmiana jest hipoechogeniczna. Na skanach podłużnych można ponadto uwidoczniać pogrubienie nerwu proksymalnie i dystalnie do nerwiaka<sup>(21)</sup>.

Opcja power-Doppler może zwiększyć dokładność rozpoznania, ponieważ zmiana jest bogato ukrwiona. Dodatkową zaletą badania USG jest możliwość ucisku obserwowanej zmiany, a pojawienie się bolesności potwierdza obecność nerwiaka Mortona. Czułość badania USG sięga 95%<sup>(22)</sup>.

### NEUROPATIA NERWU STRZAŁKOWEGO WSPÓLNEGO

W szczycie dołu podkolanowego nerw kulszowy dzieli się na dwie gałęzie: większą – nerw piszczelowy i mniejszą – nerw strzałkowy wspólny. Nerw piszczelowy jest kontynuacją nerwu kulszowego, a nerw strzałkowy wspólny przechodzi skośnie przez dół podkolanowy, aby następnie zawinąć się wokół głowy strzałki. Przebiega pod przyczepem głowy powierzchownej mięśnia strzałkowego długiego. Współczesne aparaty USG z głowicami o częstotliwości 10-15 MHz umożliwiają ocenę tego nerwu w bocznej części dołu podkolanowego do szyjki kości strzałkowej. Tylny brzeg ścięgna mięśnia dwugłowego uda i echogeniczny profil głowy strzałki ułatwiają lokalizację nerwu. Niekiedy występują trudności w jego uwidocznieniu u chorych otyłych. Uwięzienie nerwu strzałkowego wspólnego, jakkolwiek rzadkie, może powstać pomiędzy głową strzałki a powięzią, gdzie nerw owija się wokół tylnej części szyjki kości strzałkowej. Ucisk nerwu może być spowodowany obecnością mas nieprawidłowych, takich jak torbiel galaretowata, guzy



Rys. 7. Stan po operacji Clowarda. Na poziomie C5/C6 widoczny jest kolek kostny

tkanek miękkich, zmiany kostne czy duża trzeszczka położona w ścięgnie mięśnia brzuchatego łydki (*fabella*). Może też być następstwem zwknięcia lub złamania. Torbiel galaretowata widoczna jest jako struktura hipoechogeniczna w obrębie osłonki nerwu. Powoduje odcinkowe pogrubienie wiązki nerwowej, a nerw jest pogrubiał dystalnie i proksymalnie, wykazując utratę echostruktury pęczkowej. Czasem w obrębie torbieli widoczne są przegrody<sup>(23)</sup>.

## PODSUMOWANIE

Badaniem podstawowym w ocenie zespołów uwięźnięcia nerwów obwodowych jest badanie USG wysokiej rozdzielczości, jakkolwiek obarczone jest wadami zależności od osoby badającej oraz krzywą uczenia się metody. Stosunkowo tanie, umożliwia ocenę morfologiczną i czynnościową, wykrywanie prawidłowych i zmienionych naczyń, a także cech odnerwienia mięśni. Warunki jego użyteczności stanowią rzetelna wiedza anatomiczna badającego, znajomość przyczyn neuropatii uciskowych, a także umiejętności wykorzystania danych klinicznych i wyników badań elektrofizjologicznych do odpowiedniego wykonania i interpretacji badania. Zdjęcia rentgenowskie nie umożliwiają oceny nerwów, naczyń i tkanek miękkich, ale mają duże znaczenie dla wizualizacji patologii kostnych, takich jak osteofity, wolne fragmenty kostne, zwapnienia, złamania i zwknięcia okolic tuneli nerwów obwodowych. Prostota, powtarzalność, dostępność i szybkość wykonania badania RTG powodują, że jest ono często wykonywane jako badanie pierwszego rzutu. Jako jego uzupełnienie, w celu oceny przebytych złamań i innych zmian kostnych, stosuje się niekiedy TK. Technika RM – która pozwala na dokładne obrazowanie zarówno tkanek miękkich, jak i kości, nie posiada ograniczeń USG (obrazowania blisko głowicy) – umożliwia ocenę prawidłowych i zmienionych nerwów oraz ich otoczenia anatomicznego. Możliwość stosowania wielu rodzajów kontrastu – zależnego od T1, T2, gęstości protonów oraz od dyfuzji, a także obserwacja ukrwienia z użyciem środków kontrastujących czynią badanie RM bardzo wartościowym w ocenie tunelopatii. Ograniczony dostęp i cena zniechęcają jednak do jego stosowania w szerszym zakresie.

## PIŚMIENNICTWO:

1. Monacelli G., Spagnoli A.M., Pardi M. i wsp.: Double compression of the ulnar nerve at the elbow and at the wrist (double-crush syndrome). Case report and review of the literature. *G. Chir.* 2006; 27: 101-104.
2. McGillicuddy J.E.: Cervical radiculopathy, entrapment neuropathy, and thoracic outlet syndrome: how to differentiate? Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2004. *J. Neurosurg. Spine* 2004; 1: 179-187.
3. Banach M., Bogucki A. (red.): *Zespoły z ucisku, diagnostyka i leczenie. Medycyna Praktyczna*, Kraków 2003.
4. Jarvik J.G., Yuen E., Kliot M.: Diagnosis of carpal tunnel syndrome: electrodiagnostic and MR imaging evaluation. *Neuroimaging Clin. N. Am.* 2004; 14: 93-102.
5. Bordalo-Rodrigues M., Amin P., Rosenberg Z.S.: MR imaging of common entrapment neuropathies at the wrist. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2004; 12: 265-279.
6. Duncan I., Sullivan P., Lomas F.: Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1999; 173: 681-684.
7. Lee D., van Holsbeeck M.T., Janevski P.K. i wsp.: Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography. *Radiol. Clin. North Am.* 1999; 37: 859-872.
8. Sheth R.N., Belzberg A.J.: Diagnosis and treatment of thoracic outlet syndrome. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2001; 12: 295-309.
9. Collins J.D., Disher A.C., Miller T.Q.: The anatomy of the brachial plexus as displayed by magnetic resonance imaging: technique and application. *J. Natl Med. Assoc.* 1995; 87: 489-498.
10. Remy-Jardin M., Doyen J., Remy J. i wsp.: Functional anatomy of the thoracic outlet: evaluation with spiral CT. *Radiology* 1997; 205: 843-851.
11. Szabela D.A., Zawirski M., Fabiś J.: Zespół ucisku nerwu nadłopatkowego. Opis przypadku. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2005; 39: 509-513.
12. Kullmer K., Sievers K.W., Reimers C.D. i wsp.: Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic, and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1998; 117: 228-234.
13. Fabiś J., Kordek P., Bogucki A., Mazanowska-Gajdowicz J.: Function of the rabbit supraspinatus muscle after large detachment of its tendon: 6-week, 3-month, and 6-month observation. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2000; 9: 211-216.
14. Fritz R.C., Helms C.A., Steinbach L.S., Genant H.K.: Suprascapular nerve entrapment: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1992; 182: 437-444.
15. Tirman P.F., Feller J.F., Janzen D.L. i wsp.: Association of glenoid labral cysts with labral tears and glenohumeral instability: radiologic findings and clinical significance. *Radiology* 1994; 190: 653-658.
16. Bordalo-Rodrigues M., Rosenberg Z.S.: MR imaging of entrapment neuropathies at the elbow. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2004; 12: 247-263.
17. O'Hara J.J., Stone J.H.: Ulnar nerve compression at the elbow caused by a prominent medial head of the triceps and an anconeus epitrochlearis muscle. *J. Hand Surg. [Br.]* 1996; 21: 133-135.
18. Inhofe P.D., Moneim M.S.: Compression of the ulnar nerve at the elbow by an intraneural cyst: a case report. *J. Hand Surg. [Am.]* 1996; 21: 1094-1096.
19. Dyck P.J., Thomas P.K. (red.): *Peripheral Neuropathy*. Wyd. 3, W.B. Saunders Co., Philadelphia 1993: 1354-1379.
20. Hirose C.B., McGarvey W.C.: Peripheral nerve entrapments. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9: 255-269.
21. Redd R.A., Peters V.J., Emery S.F. i wsp.: Morton neuroma: sonographic evaluation. *Radiology* 1989; 171: 415-417.
22. Sobieski G.A., Wertheimer S.J., Schulz R., Dalfovo M.: Sonographic evaluation of interdigital neuromas. *J. Foot Ankle Surg.* 1997; 36: 364-366.
23. Martinoli C., Bianchi S., Derchi L.E.: Tendon and nerve sonography. *Radiol. Clin. North Am.* 1999; 37: 691-711.