

Berta Kowalska<sup>1</sup>, Marta Walentowska-Janowicz<sup>2</sup>

## Rola ultrasonografii w diagnostyce najczęstszych neuropatii obwodowych

### Role of sonography in the diagnosis of the most common peripheral neuropathies

<sup>1</sup> Indywidualna Specjalistyczna Praktyka Lekarska Berta Kowalska, Kraków, Polska<sup>2</sup> Zakład Radiologii, Instytut Reumatologii w Warszawie, Polska. Kierownik Zakładu: prof. nadzw. dr hab. n. med. Iwona Sudoł-Szopińska

Adres do korespondencji: Berta Kowalska, ul. Słomczyńskiego 12/8, 31-234 Kraków, e-mail: berta.kowalska@gmail.com

<sup>1</sup> Private Specialist Practice Berta Kowalska, Krakow, Poland<sup>2</sup> Department of Radiology, Institute of Rheumatology, Warsaw, Poland. Head of the Department: Professor Iwona Sudoł-Szopińska, MD PhD

Correspondence: Berta Kowalska, Słomczyńskiego 12/8, 31-234 Krakow, Poland, e-mail: berta.kowalska@gmail.com

#### Streszczenie

W praktyce lekarza rodzinnego najczęstszą neuropatią obwodową zgłaszaną przez pacjentów jest zespół kanału nadgarstka, a drugą co do częstości – zespół rowka nerwu łokciowego. Zespół kanału nadgarstka jest wynikiem ucisku na nerw pośrodkowy na poziomie więzadła poprzecznego nadgarstka, a zespół rowka nerwu łokciowego – ucisku na nerw łokciowy na poziomie rowka kości ramiennej. Diagnostyka tych zespołów opiera się na charakterystycznym wywiadzie, badaniu klinicznym oraz badaniach pomocniczych. W badaniu klinicznym oceniane są zaburzenia czucia, zaniki mięśniowe. Do tej pory standardem badań pomocniczych były badania elektrofizjologiczne, które obecnie coraz częściej zastępowane są badaniem ultrasonograficznym z użyciem głowic wysokiej częstotliwości. Podobnie jak w przypadku innych rodzajów badań ultrasonograficznych diagnostyka nerwów obwodowych, w tym pośrodkowego i łokciowego, ma charakter nieinwazyjny, jest dobrze tolerowana przez pacjentów, względnie tania i łatwo dostępna. Od badającego wymagana jest wiedza co do anatomii topograficznej nerwów oraz kryteriów oceny ultrasonograficznej neuropatii obwodowych. W badaniu ultrasonograficznym ocenie podlegają kształt i pole przekroju poprzecznego pnia nerwowego, jego echogeniczność, unaczynienie oraz stosunek do otaczających tkanek. Nerwy ruchowe i czuciowo-ruchowe można oceniać również pośrednio poprzez analizę obrazu ultrasonograficznego zaopatrywanych przez nie brzuśców mięśni szkieletowych. Ważnym elementem badania ultrasonograficznego jest ponadto ocena dynamiczna nerwów. Zespół kanału nadgarstka i zespół rowka nerwu łokciowego należą do grupy neuropatii tzw. uciskowych, których cechą wspólną obrazu ultrasonograficznego jest obrzęk nerwu i jego przekrwienie proksymalnie od miejsca kompresji.

**Słowa kluczowe:** ultrasonografia, diagnostyka, neuropatie uciskowe, zespół kanału nadgarstka, zespół rowka nerwu łokciowego

#### Abstract

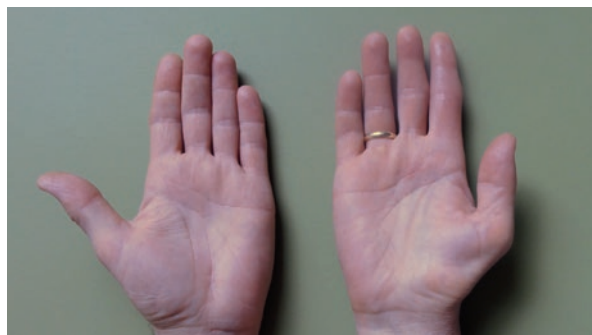
In the practice of a general practitioner, the most common peripheral neuropathy reported by patients is carpal tunnel syndrome followed by cubital tunnel syndrome. Carpal tunnel syndrome results from entrapment of the median nerve at the level of the transverse carpal ligament, and cubital tunnel syndrome is a consequence of a compression on the ulnar nerve at the level of the groove of the humerus. The diagnosis of these syndromes is based on a specific interview, clinical examination and additional examinations. The aim of a clinical examination is to assess sensory disorders and muscle atrophy. Until today, standard additional examinations have been electrophysiological tests. At present, however, they are more and more frequently replaced by high-frequency sonography. As in other types of ultrasound examinations, the assessment of peripheral nerves, including the median and ulnar nerves, is non-invasive, well-tolerated by patients, relatively inexpensive and readily available. The examiner must possess knowledge on nerve topographic anatomy and criteria for ultrasound assessment of peripheral neuropathies. During an ultrasound examination, the following are assessed: shape, cross-sectional area of the nerve trunk, its echogenicity, vascularity and relation to adjacent tissues. Motor and sensorimotor nerves may also be assessed indirectly by analysing ultrasound images of the skeletal muscle innervated by these nerves. Furthermore, an important element of an ultrasound examination is dynamic assessment of the nerves. Carpal and cubital tunnel syndromes belong to so-called entrapment neuropathies whose common sonographic features are nerve oedema and hyperaemia proximally to the compression site.

**Key words:** sonography, diagnosis, compression neuropathies, carpal tunnel syndrome, cubital tunnel syndrome

**N**europatie obwodowe są patologiami pni nerwów obwodowych o różnym charakterze, obejmującymi m.in. zespoły uciskowe, zmiany pourazowe oraz guzy nerwów. W praktyce lekarza rodzinnego najczęstszą neuropatią obwodową zgłaszaną przez pacjentów jest zespół kanału nadgarstka, a drugą co do częstości – zespół rowka nerwu łokciowego<sup>(1-3)</sup>. Obydwa zespoły dotyczą nerwów kończyny górnej. Mają jednak odmienny przebieg kliniczny i wymagają odmiennego postępowania terapeutycznego.

Zespół kanału nadgarstka (ZKN, zwany również zespołem cieśni kanału nadgarstka, *carpal tunnel syndrome*, CTS) jest wynikiem ucisku na nerw pośrodkowy na poziomie więzadła poprzecznego nadgarstka. Więzadło to stanowi dłoniowe ograniczenie kanału kostno-włóknistego, utworzonego przez kości pierwszego i drugiego szeregu nadgarstka. Przyczyna ZKN najczęściej pozostaje niewyjaśniona (tzw. idiopatyczny ZKN). W pozostałych przypadkach przyczyną wzrostu ciśnienia w kanale nadgarstka, a tym samym ucisku na nerw pośrodkowy, mogą być gangliony, łagodne zmiany rozrostowe, zmiany zapalne pochewek ścięgien zginaczy, złogi amyloidu. Na skutek ucisku nerwu dochodzi do zaburzenia przewodzenia bodźców nerwowych i postępujących zmian neuropatycznych pnia nerwowego, czego wynikiem są parestezje w zakresie unerwienia czuciowego oraz postępujący zanik mięśni kłębku kciuka (ryc. 1) i wiążąca się z tym utrata sprawności ręki. Typowym towarzyszącym zjawiskiem jest ból, początkowo nocny, a w późniejszych stadiach również dzienny, nierzadko obejmujący całą kończynę, aż do poziomu barku<sup>(1-4)</sup>.

Diagnostyka zespołu kanału nadgarstka opiera się na charakterystycznym wywiadzie, badaniu klinicznym oraz badaniach dodatkowych. W badaniu klinicznym oceniane są zaburzenia czucia, zanik mięśni kłębku kciuka. Rutynowo wykonywane są testy Tinela, Phalena. Do tej pory standardem wśród badań dodatkowych były badania elektrofizjologiczne<sup>(3,5-6)</sup>. Obecnie są coraz częściej zastępowane badaniem ultrasonograficznym (USG) z użyciem głowic wysokiej częstotliwości<sup>(2,4,6-17)</sup>. Badanie USG pozwala na ocenę morfologii nerwu pośrodkowego oraz istotnych w diagnostyce i leczeniu ZKN otaczających go tkanek.



Ryc. 1. W prawej kończynie widoczne cechy zaniku mięśni kłębku kciuka

Fig. 1. Right extremity – features of thenar muscle atrophy

**P**eripheral neuropathies are pathologies of peripheral nerve trunks with various nature. They encompass compression syndromes, posttraumatic lesions and nerve tumours. In the practice of a general practitioner, the most common peripheral neuropathy reported by patients is carpal tunnel syndrome followed by cubital tunnel syndrome<sup>(1-3)</sup>. Both entities concern the upper limb, but their clinical course and therapeutic procedures are different.

Carpal tunnel syndrome (CTS) results from entrapment of the median nerve at the level of the transverse carpal ligament. This ligament is the palmar border of the osseous and fibrous canal made up of the bones of the first and second rows of the wrist. The cause of CTS is usually unclear (so-called idiopathic CTS). In the remaining cases, the reason for increased pressure in the carpal tunnel, and thus compression of the median nerve, may be ganglion cysts, benign proliferative lesions, inflammatory lesions of the tendon sheaths of flexor muscles or amyloid collections. Due to nerve compression, nerve impulse conduction is disturbed and progressive neuropathic lesions of the nerve trunk develop. This results in paraesthesias, progressive atrophy of the thenar muscles (fig. 1) and consequently loss in function of the hand. A typical concomitant phenomenon is pain. Initially, it is experienced nightly and in subsequent stages – also during the day. Sometimes, it may be experienced along the entire extremity up to the shoulder<sup>(1-4)</sup>.

The diagnosis of carpal tunnel syndrome is based on a specific interview, clinical examination and additional examinations. The aim of a clinical examination is to assess sensory disorders and thenar muscle atrophy. Tinel's and Phalen's clinical tests are also performed on a routine basis. Until today, standard additional examinations have been electrophysiological tests<sup>(3,5-6)</sup>. At present, however, they are more and more frequently replaced by ultrasound examinations (US) with the use of high-frequency transducers<sup>(2,4,6-17)</sup>. A US examination enables assessment of the median nerve morphology and adjacent tissues that are significant in the diagnosis and treatment of CTS.

Cubital tunnel syndrome (CubTS) is a consequence of a compression of the ulnar nerve at the level of the groove of the humerus. As in CTS, the nerve runs through an osseous and fibrous canal. The roof of the tunnel is formed by the Osborne's ligament (thickened fascia), and its floor is the groove of the medial condyle of the humerus, also called ulnar nerve groove. The cause of compression may be thickened Osborne's ligament, hypertrophied arcuate ligament, accessory anconeus muscle<sup>(18)</sup> or the edge of the brachial fascia at the site where the nerve crosses it<sup>(1-3,10,15)</sup>. At this level, neuropathy may also be caused by instability of the nerve in the groove, which concerns approximately 20% of the population and predisposes to neuropathy<sup>(15,19)</sup>.

As with CTS, the diagnosis of cubital tunnel syndrome is based on a specific interview, clinical examination and additional examinations. Patients complain about paraesthesias within the sensory innervation of the ulnar nerve, i.e. ulnar part of the finger IV and finger V. Subsequently, atrophy

Zespół rowka nerwu łokciowego (ZRNL, *cubital tunnel syndrome*, CubTS) jest wynikiem ucisku na nerw łokciowy na poziomie rowka kości ramiennej. Podobnie jak w przypadku ZKN nerw przebiega tu przez tunel kostno-włóknisty. Sklepienie tunelu stanowi więzadło Osborne'a (zgrubienie powięziowe), a dno – zagłębienie kłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, zwane rowkiem nerwu łokciowego. Przyczyną ucisku nerwu może być pogrubiałe więzadło Osborne'a, przerośnięte więzadło łukowate, dodatkowy mięsień łokciowo-nadbłoczkowy<sup>(18)</sup> albo krawędź powięzi ramienia w miejscu jej przebiecia przez nerw<sup>(1-3,10,15)</sup>. Do neuropatii na tym poziomie może również prowadzić niestabilność nerwu w rowku, która dotyczy około 20% populacji i predysponuje do wystąpienia cech neuropatii<sup>(15,19)</sup>.

Diagnostyka tego zespołu – identycznie jak w przypadku ZKN – opiera się na wywiadzie, badaniu klinicznym oraz badaniach dodatkowych. Pacjent zgłasza parestezje w zakresie unerwienia czuciowego nerwu łokciowego, a więc łokciowej części palca IV oraz palca V, w późniejszym okresie dochodzi do zaniku mięśni przedramienia i ręki (ryc. 2), tj. zginacza łokciowego nadgarstka, zginacza głębokiego palców III, IV oraz mięśni kłębiku, glistowatych III, IV, międzykostnego I, odwodziciela krótkiego kciuka, zginacza krótkiego kciuka. Badaniami pomocniczymi są badania neurofizjologiczne oraz ultrasonografia.

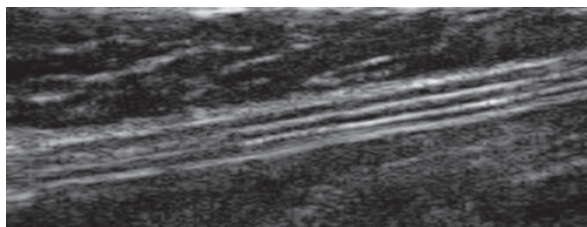
Podobnie jak w przypadku innych rodzajów badań USG diagnostyka nerwów obwodowych, w tym pośrodkowego i łokciowego, ma charakter nieinwazyjny i jest dobrze tolerowana przez pacjentów. Od badającego wymagana jest wiedza co do anatomii topograficznej nerwów oraz kryteriów oceny ultrasonograficznej neuropatii obwodowych<sup>(20)</sup>. W diagnostyce neuropatii obwodowych wykorzystuje się aparaty ultrasonograficzne wyposażone w głowice liniowe o częstotliwościach powyżej 12–14 MHz i rozdzielczości poniżej 0,3 mm.

Ocena pnia nerwowego obejmuje zarówno jego przekrój poprzeczny, jak i podłużny. Na przekroju podłużnym nerw obwodowy widoczny jest w postaci równoległych,



Ryc. 2. W prawej kończynie widoczne cechy zaniku mięśni międzykostnego I i glistowatych. Uwagę zwraca typowe ułożenie palców IV oraz V w zgięciu i odwiedzeniu

Fig. 2. Right extremity – features of atrophy of the first interosseous muscle and lumbricals. The position of fingers IV and V in flexion and abduction



Ryc. 3. Obraz ultrasonograficzny przekroju podłużnego nerwu pośrodkowego przypominający obraz kabla elektrycznego  
Fig. 3. Longitudinal section of the median nerve resembling an electric cable

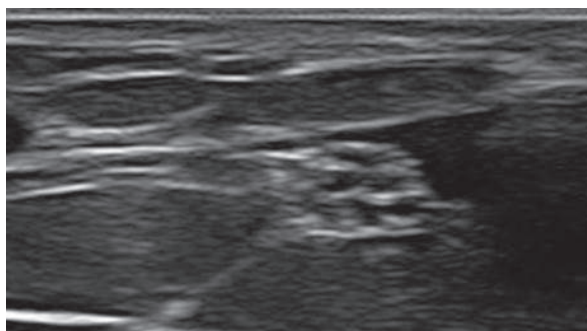
of the muscles in the forearm and hand follows (fig. 2), i.e. flexor carpi ulnaris, flexor digitorum profundus of fingers III and IV as well as hypothenar muscles, third and fourth lumbricals, first interosseous muscle, abductor pollicis brevis and flexor pollicis brevis. Neurophysiological examinations and sonography are additional examinations.

As in other types of ultrasound examinations, the assessment of peripheral nerves, including the median and ulnar nerves, is non-invasive and well-tolerated by patients. The examiner must possess knowledge on nerve topographic anatomy and criteria for ultrasound assessment of peripheral neuropathies<sup>(20)</sup>.

The ultrasound systems used in peripheral neuropathies are equipped with linear probes with the frequency of over 12–14 MHz and resolution lower than 0.3 mm.

The assessment of the nerve trunk includes its transverse and longitudinal sections. The longitudinal image of a peripheral nerve presents parallel hyperechoic lines of the perineurium between two clearer lines of the epineurium. The US image resembles an electric cable (fig. 3). The transverse US image of a nerve resembles a honeycomb (fig. 4), i.e. slight, round hypoechoic areas that correspond to nerve bundles surrounded by a hyperechoic line of the epineurium<sup>(2,4)</sup>.

During an ultrasound examination, the following are assessed: shape, cross-sectional area of the nerve trunk, its echogenicity, vascularity and relation to adjacent tissues<sup>(2,4,9,20)</sup>. One should bear in mind the anatomic variants of the nerves, including bifid or even trifid nerves<sup>(2,4,18)</sup>.



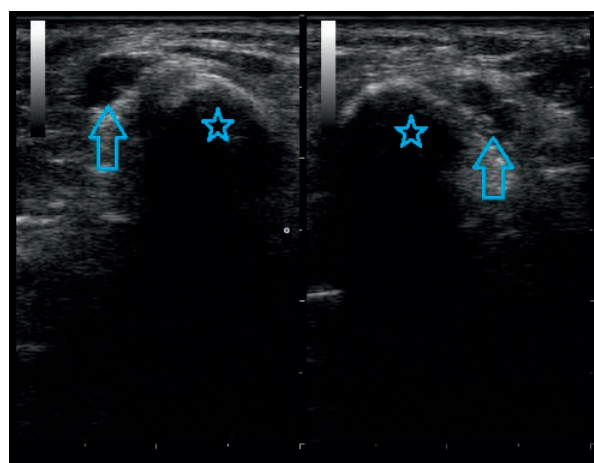
Ryc. 4. Obraz ultrasonograficzny przekroju poprzecznego nerwu pośrodkowego przypominający obraz plastra miodu  
Fig. 4. Transverse section of the median nerve resembling a honeycomb

hiperechogenicznych linii nerwia, zawartych pomiędzy dwiema wyraźniejszymi liniami nnerwia. Obraz USG przypomina wygląd kabla elektrycznego (ryc. 3). Na przekroju poprzecznym obraz USG nerwu przypomina plaster miodu (ryc. 4), tzn. widoczne są drobne, okrągłe, hipoechogeniczne obszary, odpowiadające pęczkom nerwowym, otoczone hiperechogeniczną linią nanerwia<sup>(2,4)</sup>.

W badaniu USG ocenie podlegają kształt i pole przekroju poprzecznego pnia nerwowego, jego echogeniczność, unaczynienie oraz stosunek do otaczających tkanek<sup>(2,4,9,20)</sup>. Należy pamiętać o odmianach anatomicznych nerwów, w tym o nerwach dwudzielnych, a nawet trójdzielnych<sup>(2,4,18)</sup>. Nerwy ruchowe i czuciowo-ruchowe można oceniać również pośrednio poprzez analizę obrazu USG zaopatrywanych przez nie brzuśców mięśni szkieletowych. W porównaniu z kończyną przeciwną w przypadku przewlekłego odnerwienia widoczne będą cechy zaniku mięśnia, tj. zmniejszenie jego objętości oraz podwyższenie echogeniczności<sup>(2,4,12,15-17)</sup>.

Ważnym elementem badania USG jest ponadto ocena dynamiczna nerwów, pozwalająca na rozpoznanie szeregu patologii, szczególnie istotna w ocenie stabilności nerwu łokciowego na poziomie rowka oraz w ocenie powikłań popoperacyjnych (pozwala wykluczyć obecność zrostów nerwu z przylegającymi tkankami)<sup>(2,13,15,17,19)</sup>.

Zarówno nerw pośrodkowy, jak i nerw łokciowy są doskonale widoczne w badaniu USG na prawie całej swojej długości. Można je prześledzić od poziomu korzeni splotu barkowego do poziomu gałęzi końcowych, czyli nerwów właściwych palców. Niewidoczny jest jedynie krótki odcinek splotu barkowego na poziomie obojczyka oraz dalszy odcinek gałęzi głębokiej nerwu łokciowego.



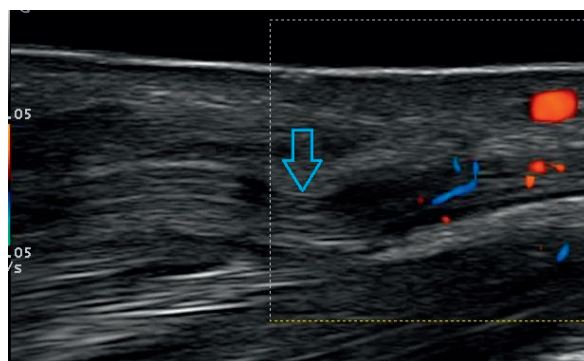
Ryc. 5. Po stronie lewej ryciny widoczne zwichnięcie nerwu łokciowego (strzałka) na przednią powierzchnię nadkłykcia (gwiazdka) – pozycja pełnego zgięcia w stawie łokciowym. Po stronie prawej – nerw w prawidłowym położeniu w rowku w pozycji wyprostowanej stawu łokciowego

Fig. 5. On the left: displacement of the ulnar nerve (arrow) to the anterior surface of the epicondyle (asterisk) – in full flexion of the elbow joint. On the right: normal location of the nerve in the groove – in full extension of the elbow joint

Motor and sensorimotor nerves may also be assessed indirectly by analysing US images of the skeletal muscle bellies innervated by these nerves. By contrast with the contralateral extremity, features of muscle atrophy will be seen in the case of chronic denervation, i.e. decrease in muscle volume and increased echogenicity<sup>(2,4,12,15-17)</sup>.

Moreover, a significant element of a US examination is dynamic assessment of the nerves. It enables diagnosis of various pathologies. It is particularly significant in the assessment of the ulnar nerve stability at the level of the groove and in assessment of postoperative complications (ruling out adhesions of the nerve with adjacent tissues)<sup>(2,13,15,17,19)</sup>. Both the median and ulnar nerves are perfectly well visible in US on almost their entire lengths. They may be traced from the level of the brachial plexus roots to their terminal branches, i.e. proper palmar digital nerves. The only invisible segments are: a short fragment of the brachial plexus at the level of the clavicle and distal fragment of the deep branch of the ulnar nerve.

The median nerve in the arm runs in direct neighbourhood of the brachial artery, and in the forearm, it runs between flat bellies of flexor digitorum superficialis and flexor digitorum profundus. Its sonographic assessment should begin at the level of the transverse carpal ligament where it is visible as an oval structure adjacent to the ligament. It divides into common palmar digital branches distally to the transverse ligament<sup>(2,4)</sup>. The ulnar nerve initially runs in the medial bicipital groove. It adheres to the brachial artery and gradually moves away from it. Further down the arm, it crosses the medial intermuscular septum and moves towards the extensor compartment to finally enter the humeral groove for the ulnar nerve. Here, the superficially located nerve is only covered by a thickened fascia and a thin layer of skin and subcutaneous tissue. After leaving this groove, the nerve runs between the flexor carpi ulnaris and flexor digitorum superficialis. Having reached the wrist, it passes through the Guyon's canal where it divides into the superficial and deep branches. The examination of the ulnar nerve should begin at the level

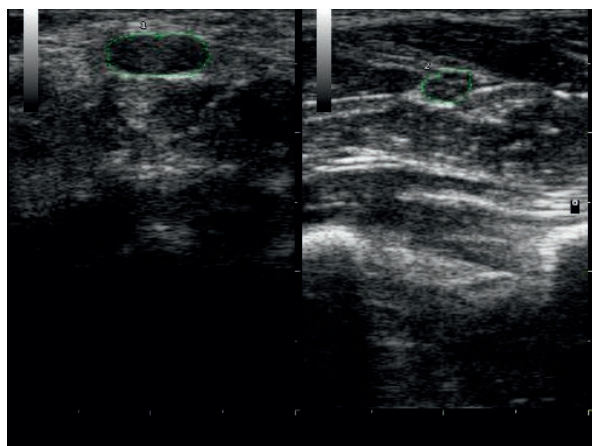


Ryc. 6. Cechy przekrwienia nerwu pośrodkowego (przekrój podłużny). Strzałką zaznaczono miejsce kompresji z widocznym klepsydrowatym przewężeniem pnia nerwowego

Fig. 6. Hyperaemia of the median nerve (longitudinal section). Asterisk marks a compression site with visible hourglass-like narrowing of the nerve trunk

Nerw pośrodkowy na ramieniu przebiega w bezpośrednim sąsiedztwie tętnicy ramiennej, a na poziomie przedramienia – pomiędzy płaskimi brzościami zginaczy palców: powierzchownym i głębokim. Jego ocenę ultrasonograficzną najwygodniej rozpocząć na poziomie więzadła poprzecznego nadgarstka, gdzie jest widoczny jako owalna struktura, przylegająca do więzadła. Dystalnie od więzadła poprzecznego nerw ulega podziałowi na nerwy palcowe wspólne<sup>(2,4)</sup>. Nerw łokciowy początkowo biegnie w bruzdzie przyśrodkowej mięśnia dwugłowego, przylegając do tętnicy ramiennej, a następnie stopniowo oddalając się od niej. W dalszej części ramienia nerw przebija przegrodę międzymięśniową przyśrodkową, przechodząc na stronę prostowników, by wejść do bruzdy nerwu łokciowego kości ramiennej. Tu leży powierzchownie, pokryty jedynie zgrubieniem powięzi, cienką warstwą skóry oraz tkanki podskórnej. Po opuszczeniu bruzdy biegnie w warstwie pomiędzy zginaczem łokciowym nadgarstka oraz zginaczami powierzchownymi palców. Osiągając poziom nadgarstka, przechodzi przez kanał Guyona, gdzie dzieli się na gałąź powierzchowną i głęboką. Badanie nerwu łokciowego najwygodniej rozpocząć na poziomie bruzdy nerwu łokciowego kości ramiennej lub na poziomie kanału Guyona<sup>(2,13)</sup>.

Stałym elementem oceny nerwu łokciowego jest badanie jego stabilności w bruzdzie nerwu łokciowego na kości ramiennej w czasie ruchu maksymalnego zgięcia stawu łokciowego z pozycji wyjściowej pełnego wyprost (ryc. 5).



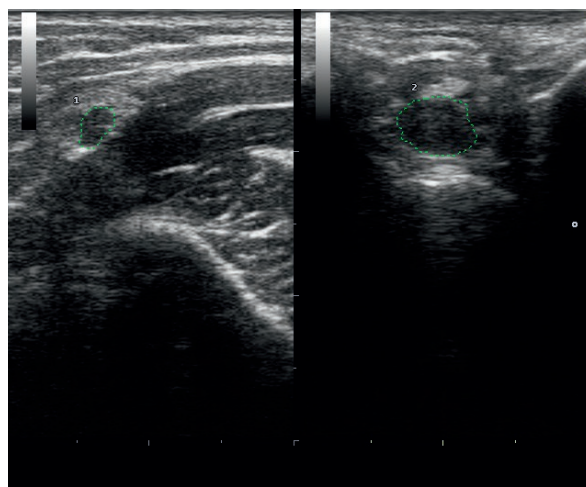
Ryc. 7. Cechy ZKN. Po stronie lewej ryciny widoczny przekrój poprzeczny nerwu pośrodkowego na poziomie wejścia do kanału nadgarstka. Jego pole powierzchni wynosi na tym poziomie 19 mm<sup>2</sup> (zaznaczono obrysem). Zwraca uwagę brak struktury pęczkowej. Po stronie prawej ryciny widoczny przekrój poprzeczny nerwu na poziomie mięśnia nawrotnego czworobocznego. Pole powierzchni przekroju wynosi na tym poziomie 6 mm<sup>2</sup> (zaznaczone obrysem). Widoczna jest budowa pęczkowa nerwu

Fig. 7. Features of CTS. On the left: cross-section of the median nerve at the level where it enters the carpal tunnel. Its area amounts to 19 mm<sup>2</sup> (encircled). No bundle structure draws attention. On the right: cross-section of the median nerve at the level of the pronator quadratus muscle. The cross-sectional area is 6 mm<sup>2</sup> (encircled). The bundle structure of the nerve is visible

of the humeral groove for the ulnar nerve or at the level of the Guyon's canal<sup>(2,13)</sup>.

A crucial element of the ulnar nerve US examination is assessment of its stability in the humeral groove for the ulnar nerve during movement of the elbow joint from initial full extension to maximum flexion (fig. 5).

CTS and CubTS belong to so-called entrapment neuropathies whose common US features are nerve oedema and hyperaemia proximally to the compression site (fig. 6)<sup>(2,9,10,12,13,15)</sup>. In the longitudinal view, the compression site is visible as an hourglass-like narrowing, and in the transverse view, it manifests a change of shape – from oval to nearly of completely round, and a loss of echogenicity corresponding to this site, which attests to the presence of oedema. An objective measure of oedema degree, and thus a degree of neuropathy, is an increase in the cross-sectional area of the nerve. For each nerve, numerical norms have been specified. In the case of the median nerve, the cross-sectional area of its segment at the level of the pronator quadratus muscle is compared to the cross-sectional area at the level where the nerve enters the carpal tunnel. If the latter value is greater by at least 2 mm<sup>2</sup>, CTS may be diagnosed<sup>(7-9)</sup> (fig. 7). In the case of the ulnar nerve, the cross-sectional area at the level of the ulnar groove should not be greater than 8.3 mm<sup>2(21)</sup> (fig. 8). It must be remembered that cross-sectional area is merely one parameter and it should be interpreted in the context of other findings.



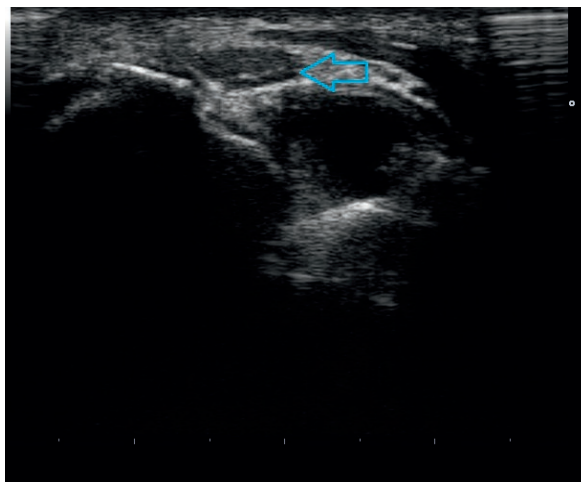
Ryc. 8. Cechy ZRNŁ. Po lewej stronie ryciny widoczny przekrój poprzeczny nerwu łokciowego na poziomie ramienia. Pole powierzchni wynosi na tym poziomie 5 mm<sup>2</sup> (zaznaczone obrysem). Widoczna jest struktura pęczkowa. Po prawej stronie ryciny – przekrój poprzeczny nerwu na poziomie rowka nerwu łokciowego. Pole powierzchni wynosi 17 mm<sup>2</sup> (zaznaczone obrysem). Brak struktury pęczkowej nerwu

Fig. 8. Features of CubTS. On the left: cross-section of the ulnar nerve at the level of the arm. The cross-sectional area amounts to 5 mm<sup>2</sup> (encircled). The bundle structure is visible. On the right: cross-section of the ulnar nerve at the level of ulnar nerve groove. The cross-sectional area is 17 mm<sup>2</sup> (encircled). No bundle structure

ZKN, jak również ZRNŁ należą do grupy neuropatii tzw. uciskowych, których cechą wspólną obrazu USG jest obrzęk nerwu i jego przekrwienie proksymalnie od miejsca kompresji (ryc. 6)<sup>(2,9,10,12,13,15)</sup>. Miejsce kompresji jest widoczne jako klepsydrowate przewężenie na przekroju podłużnym, natomiast na przekroju poprzecznym wyraża się zmianą kształtu – z owalnego na bardziej lub wręcz okrągły – oraz korespondującym z tym miejscem obniżeniem echogeniczności, świadczącym o obecności obrzęku. Obiektywną miarą stopnia obrzęku, a tym samym stopnia zaawansowania neuropatii, jest zwiększenie pola powierzchni przekroju poprzecznego nerwu. Dla każdego nerwu zostały empirycznie ustalone normy liczbowe. W przypadku nerwu pośrodkowego porównuje się wartość pola powierzchni przekroju nerwu na poziomie mięśnia nawrotnego czworobocznego oraz na poziomie wejścia do kanału nadgarstka. Jeżeli ta druga wartość jest większa przynajmniej o 2 mm<sup>2</sup>, wówczas można rozpoznać ZKN<sup>(7-9)</sup> (ryc. 7). W przypadku nerwu łokciowego wartość pola powierzchni przekroju pnia nerwowego na poziomie rowka łokciowego nie powinna przekraczać 8,3 mm<sup>2(21)</sup> (ryc. 8). Należy pamiętać, że pola powierzchni są tylko jednym z parametrów obrazu i zawsze należy je rozpatrywać w kontekście pozostałych parametrów.

W badaniu USG dodatkowo należy wykluczyć patologie bezpośredniego sąsiedztwa pnia nerwowego, które dodatkowo mogą stanowić przyczynę kompresji. Mogą to być zmiany zapalne w przylegających stawach i kaletkach, zmiany wytwórcze zwyrodnieniowe krawędzi stawowych (ryc. 9), łagodne zmiany rozrostowe (tłuszczaki, włókniaki, gangliony)<sup>(2,9-12,15,16)</sup>.

Nadal cennym uzupełnieniem oceny morfologicznej nerwu są czynnościowe badania elektrodiagnostyczne, tj. elektro-neurograficzne i elektromiograficzne. W przypadku pierwszego przez stymulację nerwu w charakterystycznych punktach anatomicznych oceniane są czas od zadziałania bodźca do pojawienia się potencjału, amplituda odpowiedzi określająca wielkość potencjału oraz szybkość przewodzenia pomiędzy dwoma punktami stymulacji. Parametry te pozwalają na wysunięcie wniosków o funkcji osłonki mielinowej oraz o liczbie czynnych aksonów w pniu nerwowym. Badanie umożliwia lokalizację miejsca zaburzenia przewodzenia oraz określenie charakteru uszkodzenia (aksonalne, demielinizacyjne czy też mieszane) i stopnia uszkodzenia<sup>(1,22,23)</sup>. Elektromiografia polega na ocenie czynności mięśnia. Umożliwia odróżnienie uszkodzenia miogenego w przebiegu pierwotnych chorób mięśniowych od neurogenego (wtórnego do uszkodzenia nerwów obwodowych). Badanie rezonansem magnetycznym (MR) jest wyjątkowo rzadko wykorzystywane w diagnostyce neuropatii obwodowych ze względu na wysokie koszty oraz niższą rozdzielczość w porównaniu z badaniem USG. Ponadto umożliwia ocenę jedynie krótkich odcinków nerwów obwodowych. W praktyce MR jest stosowane w diagnostyce odcinków nerwów niedostępnych w badaniu USG (np. nerwu kulszowego na poziomie mięśnia gruszkowatego, początkowego odcinka nerwu udowego), do oceny rozległych, złośliwych



Ryc. 9. Widoczny wysięk oraz zmiany zwyrodnieniowe wypychające nerw łokciowy (strzałka) z rowka

Fig. 9. Effusion and degenerative lesions push the ulnar nerve (arrow) out of the groove

Moreover, in the US examinations, one should rule out pathologies in the direct neighbourhood of the nerve trunk which may also cause compression. These may be inflammatory lesions in adjacent joints and bursae, proliferative degenerative lesions of the joint borders (fig. 9) and benign proliferative lesions (lipomas, fibromas or ganglion cysts)<sup>(2,9-12,15,16)</sup>.

Electrodiagnostic methods, such as electroneurography and electromyography, are valuable supplementation of morphological nerve assessment. In the former, by the stimulation of the nerve in characteristic anatomic points, the following are assessed: the time from issuing a stimulus until an action potential occurs, amplitude of response determining the size of the potential and conduction velocity between two stimulation points. These parameters enable drawing conclusions concerning the function of the myelin sheath and the number of active axons in the nerve trunk. Moreover, the examination enables establishing the localisation of the conduction disorder as well as allows the character of the damage (axonal, demyelinating or mixed) and degree of injury to be determined<sup>(1,22,23)</sup>. Electromyography consists in an assessment of muscle function. It facilitates differentiation between myogenic injury in the course of primary muscle diseases from neurogenic damage (secondary to peripheral nerve injury).

Magnetic resonance imaging (MRI) is used particularly rarely in the diagnosis of peripheral neuropathies due to high costs and lower resolution compared to sonography. Moreover, it enables assessment of only short fragments of peripheral nerves. In practice, MRI is applied to visualise the segments inaccessible by sonography (e.g. sciatic nerve at the level of the piriformis or the initial fragment of the femoral nerve), to assess extensive malignant lesions of the nerve trunks and to evaluate the degree of infiltration into the adjacent tissues<sup>(23)</sup>.

zmian nowotworowych pni nerwowych czy stopnia naciekania przylegających tkanek<sup>(23)</sup>.

Podsumowując, współcześnie badanie ultrasonograficzne stanowi obok badania klinicznego oraz badań neurofizjologicznych podstawową metodę diagnostyczną neuropatii obwodowych, w tym przedstawionych zespołów ZKN oraz ZRNŁ. Jest metodą szeroko dostępną, nieinwazyjną, dobrze tolerowaną przez pacjentów. Poza oceną nerwów pozwala na uwidocznienie ewentualnych patologii sąsiadujących z nerwem tkanek, co może mieć zasadniczy wpływ na planowanie leczenia.

### Konflikt interesów

*Autorki nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

### Piśmiennictwo/References

- Nawrot P: *Neuropatie uciskowe nerwów kończyny górnej*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
- Bianchi S, Martinoli C: *Ultrasonografia układu mięśniowo-szkieletowego*. Vol. 1, Medipage, Warszawa 2009.
- Banach M, Bogucki A (eds.): *Zespoły z ucisku – diagnostyka i leczenie*. Medycyna Praktyczna, Kraków 2003.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Normal and sonographic anatomy of selected peripheral nerves. Part I: Sonohistology and general principles of examination, following the example of the median nerve. *J Ultrason* 2012; 49: 120–130.
- Lee D, van Holsbeeck MT, Janevski PK *et al.*: Diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Ultrasound versus electromyography*. *Radiol Clin North Am* 1999; 37: 859–872.
- Pastare D, Therimadasamy AK, Lee E *et al.*: Sonography versus nerve conduction studies in patients referred with a clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Clin Ultrasound* 2009; 37: 389–393.
- Klauser AS, Halpern EJ, De Zordo T *et al.*: Carpal tunnel syndrome assessment with US: value of additional cross-sectional area measurements of the median nerve in patients versus healthy volunteers. *Radiology* 2009; 250: 171–177.
- Klauser AS, Halpern EJ, Faschingbauer R *et al.*: Bifid median nerve in carpal tunnel syndrome: assessment with US cross-sectional area measurement. *Radiology* 2011; 259: 808–815.
- Martinoli C: Imaging of the peripheral nerves. *Semin Musculoskelet Radiol* 2010; 14: 461–462.
- Jacobson JA, Fessell DP, da Gama Lobo L *et al.*: Entrapment neuropathies I: upper limb (carpal tunnel excluded). *Semin Musculoskelet Radiol* 2010; 14: 473–486.
- Bianchi S, Martinoli C: *Ultrasonografia układu mięśniowo-szkieletowego*. Vol. 2, Medipage, Warszawa 2009.
- Martinoli C, Bianchi S, Pugliese F *et al.*: Sonography of entrapment neuropathies in the upper limb (wrist excluded). *J Clin Ultrasound* 2004; 32: 438–450.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Normal and sonographic anatomy of selected peripheral nerves. Part II: Peripheral nerves of the upper limb. *J Ultrason* 2012; 49: 131–147.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Normal and sonographic anatomy of selected peripheral nerves. Part III: Peripheral nerves of the lower limb. *J Ultrason* 2012; 49: 148–163.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Ultrasound assessment on selected peripheral nerve pathologies. Part I: Entrapment neuropathies of the upper limb – excluding carpal tunnel syndrome. *J Ultrason* 2012; 50: 307–318.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Ultrasound assessment of selected peripheral nerves pathologies. Part II: Entrapment neuropathies of the lower limb. *J Ultrason* 2012; 51: 463–471.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Ultrasound assessment of selected peripheral nerve pathologies. Part III: Injuries and postoperative evaluation. *J Ultrason* 2012; 52: 82–92.
- Dekelder I, van Glabbeek F, Dijks H *et al.*: Bilateral ulnar nerve entrapment by the M. anconeus epitrochlearis. A case report and literature review. *Clin Rheumatol* 2012; 31: 1139–1142.
- Grechenig W, Mayr J, Peicha G *et al.*: Subluxation of the ulnar nerve in the elbow region – ultrasonographic evaluation. *Acta Radiol* 2003; 44: 662–664.
- Rzepecka-Wejs L, Multan A, Konarzewska A: Thrombosis of the persistent median artery as a cause of carpal tunnel syndrome – case study. *J Ultrason* 2012; 12: 487–492.
- Yoon JS, Walker FO, Cartwright MS: Ultrasonographic swelling ratio in the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 2008; 38: 1231–1235.
- Rowland LP (ed.): *Neurologia Merritta*. Vol. 1, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2008.
- Vogel P: *Neurofizjologia kliniczna*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2011.