



VIA MEDICA

www.fr.viamedica.pl

Aleksander Kisala¹, Wojciech Pluskiewicz², Piotr Adamczyk³

¹Oddział Chirurgii Ogólnej Szpitala Powiatowego w Strzelcach Opolskich

²Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Diabetologii i Nefrologii, Zakład Chorób Metabolicznych Kości, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

³Katedra i Klinika Pediatrii, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Stan kośćca u kobiet z zespołem cieśni nadgarstka — badanie retrospektywne

Skeletal status in females with carpal tunnel syndrome — a retrospective study

STRESZCZENIE

Wstęp: Zespół cieśni nadgarstka jest najczęstszą obwodową neuropatią uciskową powodującą upośledzenie czucia oraz zanik mięśni ręki, co prowadzi do ograniczenia funkcji ruchowych kończyny. Celem badania było sprawdzenie, czy zespół cieśni nadgarstka ma wpływ na stan kości przedramion i paliczków rąk.

Materiał i metody: Retrospektywne badanie przeprowadzono w grupie 32 kobiet w średnim wieku $59,0 \pm 8,43$ lata z rozpoznaniem zespołu cieśni nadgarstka, leczonych operacyjnie. Do oceny stopnia nasilenia objawów klinicznych przed operacją zastosowano skalę Levine'a oraz badanie elektroneurograficzne (ENG). Po operacji wykorzystano skalę Levine'a, a stan kośćca oceniano za pomocą badania densytometrycznego (DXA) kości przedramion, szyjki kości udowej i kręgosłupa lędźwiowego oraz badaniem prędkości fali ultradźwiękowej (Ad-SoS, m/s) metodą ultradźwiękową (QUS) w obrębie paliczków

złów proksymalnych obu rąk. Metoda DXA mierzy gęstość mineralną kości. Wynik pomiaru metodą QUS jest odzwierciedleniem cech strukturalnych tkanki kostnej. Wyniki dla kończyny operowanej porównano z wynikami kończyny zdrowej.

Wyniki: W porównaniu wyników badania DXA przedramion nie uzyskano istotnych statystycznie różnic pomiędzy stroną zdrową i chorą. Prędkość fali ultradźwiękowej dla strony operowanej i nieoperowanej wyniosła odpowiednio $1993,4 \pm 64,0$ m/s i $2006,7 \pm 66,2$ m/s, i była istotnie wyższa po stronie nieoperowanej ($p < 0,05$).

Wnioski: Przeprowadzone badanie potwierdza hipotezę, że zespół cieśni nadgarstka może mieć negatywny wpływ na cechy jakościowe tkanki kostnej odzwierciedlone badaniem QUS paliczków, choć nie prowadzi do zaburzeń mineralizacji szkieletu w obrębie dystalnej części kończyny górnej.

Forum Reumatol. 2018, tom 4, nr 2: 126–134

Słowa kluczowe: densytometria; ilościowa metoda ultradźwiękowa; ręka; zespół cieśni nadgarstka

WSTĘP

Zespół cieśni nadgarstka (ZCN [CTS, *carpal tunnel syndrome*]) jest najczęstszą obwodową neuropatią uciskową. Pierwsze opisy dotyczące parestezji w obrębie nerwu pośrodkowego pochodzą z opisów Pageta w 1865 roku [1]. Określenie zespołu cieśni nadgarstka zostało wprowadzone przez Pierre-Marie i Charles Foix w 1913 roku [2].

Częstość występowania zaburzenia w populacji ogólnej oceniana jest z dużą zmiennością, 0,1–9,2% [3–5]. Szczyt zachorowań podawany jest według różnych autorów na piątą–szóstą dekadę życia [5, 6] lub na siódmą dekadę życia [7]. Częściej występuje u kobiet [5–8]. Istotą choroby jest wzrost ciśnienia działającego na nerw pośrodkowy. Ocenia się, że podwyższenie ciśnienia wewnątrz kanału

Adres do korespondencji:
lek. Aleksander Kisala
Oddział Chirurgii Ogólnej
Szpitala Powiatowego
w Strzelcach Opolskich
ul. Opolska 36
47–100 Strzelce Opolskie
tel.: +48 692 002 519
e-mail: akisala@wp.pl

nadgarstka powyżej 20 mm Hg powoduje zespół objawów klinicznych ze strony nerwu pośrodkowego [5, 9]. Najczęstsze dolegliwości zgłaszane przez chorych pochodzą z włókien czuciowych i mają charakter drętwień i bólów ręki umiejscowionych w obszarze unerwienia nerwu pośrodkowego. Charakterystyczne dla zespołu są parestezje w godzinach nocnych. W miarę postępu choroby i uszkodzenia włókien ruchowych nerwu dochodzi do zaniku mięśni ręki, a chorzy zauważają obniżenie jej sprawności, szczególnie w zakresie ruchów precyzyjnych. Patologia w obrębie układu wegetatywnego może powodować obniżenie wydzielania potu i dawać objawy suchości skóry. Zauważalne też może być powstawanie samostnych pęknięć skóry lub utrudnienie gojenia powstałych często nieświadomie ran. W ocenie klinicznej najbardziej czułym objawem jest ubytek czucia w obrębie unerwienia nerwu pośrodkowego. Wśród licznych testów prowokacyjnych największą czułością ocenianą na 46–71% charakteryzuje się objaw Tinela, czyli wywołanie parestezji przy opukiwaniu nadgarstka w rzucie nerwu pośrodkowego [10].

Osobnymi narzędziami diagnostycznymi są kwestionariusze, wśród których najpopularniejszym jest kwestionariusz Levine'a opracowany w 1993 roku [11–15]. W badaniach dodatkowych najczęściej wykorzystywana jest elektroneurografia (ENG [NCS, *nerve conduction study*]) [16–18]. Zdaniem neurofizjologów klasyczne badanie szybkości przewodzenia potwierdza diagnozę zespołu cieśni nadgarstka w około 70% [16, 17]. Badaniem obrazowym użytecznym zarówno w procesie diagnostycznym, jak i w ocenie pooperacyjnej nerwów jest ultrasonografia [17, 19–26].

Wśród metod leczniczych najwyższy odsetek trwałych wyleczeń uzyskuje się po leczeniu operacyjnym polegającym na przecięciu więzadła poprzecznego nadgarstka. Skuteczność zabiegu uzależniona jest od czasu trwania choroby. Brak poprawy dotyczy od 3% chorych z wywiadem chorobowym krótszym niż 6 miesięcy do 25% u osób z wywiadem długoletnim [27]. Powikłania i niepowodzenia leczenia operacyjnego dotyczą 1–25% pacjentów [28]. Nawroty wymagające ponownego leczenia operacyjnego dotyczą 1–3% przypadków [8].

Zespół cieśni nadgarstka jest zwykle chorobą przewlekłą powodującą destrukcję struktur nerwowo-mięśniowych i obniżenie sprawności ręki. Destrukcję tkanki nerwowej i mięśniowej już udowodniono [16, 21, 29, 30], natomiast wystąpienia na skutek tej neuropatii

ewentualnych zmian w obrębie kośćca było dotychczas przedmiotem tylko jednego znanego autorom pracy badania [31].

CEL

Sprawdzenie, czy przebycie, a następnie skuteczne leczenie zespołu cieśni nadgarstka ma wpływ na stan kośćca paliczek rąk i przedramion.

Ustalenie, czy parametry określające czas trwania choroby, czas rekonwalescencji pooperacyjnej i stopień zaawansowania zespołu cieśni nadgarstka mają wpływ na stan kośćca dystalnej części kończyn górnych.

MATERIAŁ I METODY

Badanie przeprowadzono w grupie osób, które w przeszłości miały rozpoznany zespół cieśni nadgarstka oraz przeszły leczenie operacyjne z tego powodu.

Kryteriami włączenia do badania były: ukończony 18. rok życia, płeć żeńska, przebyty zabieg operacyjny z powodu zespołu cieśni nadgarstka jednej z kończyn górnych przy braku występowania objawów ze strony drugiej kończyny, wypełnienie przez pacjentkę przed operacją kwestionariusza Levine'a z wynikiem wskazującym na nieprawidłowości charakterystyczne dla zespołu, przedoperacyjne potwierdzenie zaburzeń funkcji nerwu pośrodkowego na poziomie kanału nadgarstka badaniem ENG oraz dokonanie powtórnej oceny stanu czynnościowego i objawowego operowanej ręki z wykorzystaniem kwestionariusza Levine'a po 6 miesiącach od zabiegu.

Z badania wyłączono osoby z objawami obustronnego zespołu cieśni nadgarstka, przebytymi złamaniami osteoporotycznymi oraz z chorobami przewlekłymi mającymi istotny wpływ na ruchomość kończyn lub wpływających na stan metabolizmu kostnego (reumatoidalne zapalenie stawów, endokrynopatie, choroby nerek i wątroby) lub stosujące aktualnie oraz w przeszłości leki z grupy glikokortykosteroidów, leki przeciwdrgawkowe, antykoagulanty, inhibitory pompy protonowej. Ostatecznie w badaniu wzięły udział 32 osoby. Liczba operowanych osób, które zostały wykluczone z badania na podstawie wyżej wymienionych kryteriów wynosiła 173.

Średni wiek w grupie badanej wynosił $59,0 \pm 8,43$ lata, wzrost $158,25 \pm 5,75$ cm, wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*) $30,06 \pm 4,34$ [kg/m²], czas trwania choroby od

wystąpienia pierwszych objawów do leczenia operacyjnego $1,98 \pm 1,94$ lat, a czas od operacji $2,24 \pm 1,94$ lata.

Zgodę na przeprowadzenie badań wyraziła Komisja Bioetyczna Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Wszystkie pacjentki wyraziły świadomą, pisemną zgodę na udział w badaniu.

Od wszystkich pacjentek zebrano wywiad, w którym uwzględniono następujące informacje: czas trwania choroby, obecność chorób towarzyszących i stosowanych leków (w celu ustalenia ewentualnych przyczyn wtórnych zaburzeń metabolicznych kości). Odnotowano także wiek menopauzy.

Ocenę stanu zaburzeń czynnościowych przed leczeniem zespołu cieśni nadgarstka przeprowadzono za pomocą kwestionariusza Levine'a i badania ENG. Badania elektroneurograficzne obejmowały ocenę następujących parametrów dla włókien ruchowych i czuciowych: latencję wyrażaną w milisekundach [ms], amplitudę w miliwoltach [mV], szybkość przewodzenia fali w metrach na sekundę [m/s]. Do oceny statystycznej wykorzystano zgodnie ze standardem gradacji elektroneurograficznej stopnia zaawansowania choroby latencję dla włókien ruchowych i szybkość przewodzenia we włóknach czuciowych [32].

Ocenę stanu klinicznego po leczeniu przeprowadzono za pomocą kwestionariusza Levine'a po 6 miesiącach od przeprowadzonego zabiegu.

BADANIA DENSYTOMETRYCZNE

W celu oceny ewentualnego zaawansowania uogólnionych zaburzeń mineralizacji tkanki kostnej pacjentki poddano badaniu densytometrycznemu (DXA, *Dual Energy-X-ray Absorptiometry*) odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bliższego końca kości udowej (BKKU) (szyjka i cały BKKU). Wyniki były wyrażone jako gęstość mineralna kości (BMD, *bone mineral density* [g/cm²]) oraz wskaźnik T-score, czyli liczba odchyleń standardowych w odniesieniu do szczytowej wartości BMD.

Badanie DXA przedramion dotyczyło obszaru obejmującego około trzeciej części dystalnej kości łokciowej i promieniowej. Obszar poddany badaniu podzielony został na trzy pola:

- obejmujący około 5–6 cm² obu kości przedramion położony w okolicy jednej trzeciej dalszej przedramienia, opisywany skrótowo jako 1/3;
- obejmujący około 5–6 cm² nasad dalszych obu kości przedramion, opisywany skrótowo jako UD (*ultra-distal*);

— obejmujący około 10–11 cm² obszar położony pomiędzy wyżej wymienionymi obszarami, opisywany skrótowo jako MID (*mid-distal*).

Badania DXA wykonano w Pracowni Densytometrii Zakładu Chorób Metabolicznych Kości przy Klinice Chorób Wewnętrznych, Diabetologii i Nefrologii Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 1 im. Prof. Stanisława Szyszko Śląskiego Uniwersytetu Medycznego za pomocą aparatu Hologic Explorer. Precyzja pomiaru została określona poprzez wyliczenie wskaźnika zmienności dla badań powtarzanych (CV, *coefficient of variation*), który wynosił dla kręgosłupa 1,6%, dla całego biodra 2,4%, dla szyjki kości udowej 1,8%, a dla badań przedramienia 1,6%.

BADANIE ULTRADŹWIĘKOWE

Pomiaru ilościową metodą ultradźwiękową (QUS, *quantitative ultrasound*) dokonano w obrębie nasad dalszych trzonów paliczków proksymalnych palców 2–5 obu rąk za pomocą aparatu DBM Sonic 1200 IGEA (Carpi, Włochy). Aparat mierzy szybkość fali ultradźwiękowej zależną od amplitudy (*Ad-SoS, Amplitude-dependent Speed of Sound*). Badania wykonano w Pracowni Densytometrii Zakładu Chorób Metabolicznych Kości przy Klinice Chorób Wewnętrznych, Diabetologii i Nefrologii Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 1 w Zabrze. Precyzja pomiaru (CV%) wynosiła 0,64%.

W pracy zastosowano model oceny wyników pomiarów szkieletu kończyny leczonej operacyjnie w przeszłości w porównaniu z wynikami dla kończyny zdrowej. Wszystkie pacjentki zakwalifikowane do udziału w badaniu były leczone operacyjnie przez jednego operatora (A.K.). Wszystkie badania DXA były wykonane i opracowane przez tego samego doświadczonego technika. Także wszystkie badania QUS były wykonane i opracowane tę samą doświadczoną osobą (W.P.).

ANALIZA STATYSTYCZNA

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono przy użyciu programu STATISTICA 12 (StatSoft, Inc., www.statsoft.com). Statystykę opisową zmiennych ciągłych przedstawiono w formie wartości średnich i odchyleń standardowych. W przypadku zmiennych jakościowych podano liczebność podgrup i ich udział procentowy w grupie badanej. Zgodność rozkładu zmiennych ciągłych z rozkładem normalnym zbadano testem Shapiro-Wilka. Porównanie wyników dotyczących

strony operowanej i nieoperowanej przeprowadzono za pomocą testu *t*-Studenta dla prób zależnych. W przypadku pomiarów wykonanych po stronie operowanej i nieoperowanej (DXA i QUS) wyliczono dla każdego parametru indywidualne różnice pomiędzy stroną operowaną i nieoperowaną. Wynik różnicy wykorzystano obok wartości parametrów bezpośrednio zmierzonych w analizie korelacji, którą przeprowadzono testem Pearsona (dla rozkładu normalnego) lub Spearmana (dla rozkładu niezgodnego z normalnym).

Wyniki analiz przyjęto za znamienne statystycznie przy poziomie istotności $p < 0,05$.

WYNIKI

SKALA LEVINE'A

Uzyskano następujące wyniki: przed operacją $6,34 \pm 1,32$, po 6 miesiącach od operacji $2,36 \pm 0,74$, ocena bezpośrednio przed badaniem stanu szkieletu metodami QUS i DXA $2,78 \pm 1,03$.

ELEKTRONEUROGRAFIA

Latencja ruchowa dla włókien ruchowych wynosiła $6,45 \pm 2,22$ ms, a szybkość przewodzenia impulsów we włóknach czuciowych $32,3 \pm 8,18$ m/s.

DENSYTOTOMETRIA

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badania DXA kręgosłupa lędźwiowego oraz bliższego końca kości udowej.

W przypadku badania kręgosłupa lędźwiowego wynik T-score poniżej $-2,5$ uzyskano u trzech pacjentek (9% badanych). W przypadku badania szyjki kości udowej prawej wynik T-score poniżej $-2,5$ uzyskano u jednej pacjentki (3% badanych). W przypadku badania szyjki kości udowej lewej średni wynik T-score poniżej $-2,5$ nie uzyskano u żadnej z pacjentek.

W tabeli 2 przedstawiono odpowiednio wyniki badania DXA przedramienia operowanego i nieoperowanego.

Porównano średnie wartości BMD dla przedramion kończyny operowanej i nieoperowanej w obszarze MID (MID BMD), UD (UD BMD), 1/3 (1/3 BMD) oraz w obszarze zsumowanym (SUMA BMD). Nie uzyskano różnic istotnych statystycznie.

BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE

Szybkość fali ultradźwiękowej zależnej od amplitudy dla strony operowanej i nieoperowanej wyniosła odpowiednio $1993,38 \pm 64,0$ m/s

Tabela 1. Wyniki badania metodą DXA (BMD, T-score) kręgosłupa lędźwiowego oraz bliższego końca obu kości udowych (średnia, SD)

BMD L_1-L_4 [g/cm ²]	L_1-L_4 T-score	Szyjka KU prawa BMD [g/cm ²]	Szyjka KU prawa T-score	BKKU prawej BMD [g/cm ²]	BKKU prawej T-score	Szyjka KU lewa BMD [g/cm ²]	Szyjka KU lewa T-score	BKKU lewej BMD [g/cm ²]	BKKU lewej T-score
$0,932 \pm 0,11$	$-1,04 \pm 1,08$	$0,779 \pm 0,11$	$-0,640 \pm 1,01$	$0,962 \pm 0,14$	$0,171 \pm 0,17$	$0,784 \pm 0,1$	$-0,584 \pm 0,95$	$0,965 \pm 0,14$	$0,203 \pm 1,2$

SD (standard deviation) — odchylenie standardowe; BMD (bone mineral density) — gęstość mineralna kości; KU — kość udowa; BKKU — bliższy koniec kości udowej

Tabela 2. Wyniki badania DXA przedramienia operowanego i nieoperowanego (średnia, SD)

	Strona operowana	Strona nieoperowana	Wartość p
MID BMD [g/cm ²]	0,539 ± 0,071	0,536 ± 0,064	NS
MID T-score	-0,918 ± 1,331	-0,981 ± 1,213	NS
UD BMD [g/cm ²]	0,38 ± 0,053	0,384 ± 0,056	NS
UD T-score	-0,578 ± 1,086	-0,546 ± 1,119	NS
1/3 BMD [g/cm ²]	0,642 ± 0,076	0,640 ± 0,072	NS
1/3 T-score	-0,712 ± 1,318	-0,75 ± 1,231	NS
Suma BMD [g/cm ²]	0,521 ± 0,065	0,519 ± 0,059	NS
Suma T-score	-0,840 ± 1,276	-0,871 ± 1,157	NS

DXA (Dual Energy-X-ray Absorptiometry) — badanie densytometryczne; BMD (bone mineral density) — gęstość mineralna kości

i $2006,7 \pm 66,2$ m/s i była istotnie wyższa po stronie nieoperowanej ($p < 0,05$).

ANALIZA KORELACJI

W celu ustalenia ewentualnych powiązań pomiędzy zmiennymi opisującymi stan kości a innymi czynnikami charakteryzującymi przebieg kliniczny zespołu cieśni nadgarstka przeprowadzono analizę korelacji. Różnice między uzyskanymi wynikami pomiarów szkieletu po stronie operowanej i nieoperowanej nie korelowały z czasem trwania choroby i czasem, jaki upłynął od operacji (dane nie są prezentowane). Różnica dla BMD dla UD korelowała istotnie z szybkością przewodzenia we włóknach czuciowych ($r = 0,42$, $p < 0,05$). Pozostałe różnice pomiędzy stroną operowaną i nieoperowaną nie korelowały z badaniami funkcjonalnymi (dane nie są prezentowane).

DYSKUSJA

Najważniejszą obserwacją naszego badania jest wykazanie, że przebyty zespół cieśni nadgarstka może powodować zmianę struktury tkanki kostnej w paliczkach rąk wykrywaną ilościowym badaniem ultradźwiękowym w ich obrębie. Równocześnie nie stwierdzono różnic BMD części kości przedramion między stroną chorą i zdrową w badaniach densytometrycznych. Zagrożenie wystąpieniem złamań osteoporotycznych wiąże się ze stopniem zaawansowania osteoporozy zdefiniowanej jako obniżenie BMD. Niemniej pełna charakterystyka tkanki kostnej obejmuje poza mineralizacją także jej cechy jakościowe, mogące wpływać na zagrożenie złamaniami. Znane są badania wskazujące, że metoda QUS daje możliwość ujawniania zaburzeń jakościowych [33–38]. Złamania osteoporotyczne są pochodną nie tylko obniżenia masy kostnej, ale także zmian o charakterze jakościowym, co

wynika także z definicji osteoporozy [39–41]. Chociaż QUS nie jest badaniem służącym do rozpoznania osteoporozy, to jednak ujawnienie przy użyciu tego narzędzia diagnostycznego zaburzeń jakości tkanki kostnej może być przydatne w całościowej ocenie pacjentów nią zagrożonych. W badaniu obejmującym grupę 10 115 osób zbadanych takim samym urządzeniem jak w prezentowanej pracy wykazano przydatność pomiarów parametru Ad-SoS w celu oceny zagrożeniem osteoporozą i złamaniami [42]. Pacjenci z przebytymi złamaniami mieli wyniki istotnie niższe niż osoby bez złamań analogicznie do równoległej obserwacji wynikającej z badań metodą DXA. Wartość T-score dla Ad-SoS mniejsza niż $-3,2$ odpowiadała wartości T-score w densytometrii $-2,5$, co stanowi powszechnie przyjęte kryterium osteoporozy. Przytaczane dane wskazują na potencjał poznawczy metody QUS, jako metody uzupełniającej dla wiodącej metody DXA.

BADANIA RADIOLOGICZNE

Zmiany kostne mogące wiązać się z zespołem cieśni nadgarstka nie były przedmiotem licznych wcześniejszych badań. W 1978 roku Schorn i wsp. opublikowali badanie polegające na ocenie radiologicznej kości ręki w zespole cieśni nadgarstka. Ocenianym parametrem był współczynnik korowo-rdzeniowy badany przed operacją oraz w czasie 3–10 miesięcy po operacji. W badaniu tym stwierdzono wzrost gęstości kości po operacji w trzonach kości śródreżca 1 i 3 oraz w paliczkach proksymalnych palców 2, 3, 4. Nie zaobserwowano natomiast znaczącego wzrostu gęstości kości w pozostałych kościach śródreżca i paliczek [31]. Lokalizacja kości śródreżca 1 i 3 pokrywała się z obszarem unerwienia nerwu pośrodkowego w obrębie ręki. W badaniu Schorn zwraca uwagę na pooperacyjne zwiększenie gęstości kości również

w palcu 4, który jest unerwiony zarówno przez nerw pośrodkowy, jak i łokciowy.

Densytometria w badaniu autorów artykułu obejmowała części dalsze kości przedramienia. Wynik BMD dla obszarów położonych bardziej proksymalnie od nadgarstka nie różnił się między kończyną chorą w porównaniu ze stroną zdrową, co sugeruje brak wpływu zespołu cieśni nadgarstka na gęstość mineralną tej części szkieletu u pacjentek.

BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE

Przydatność badania QUS paliczek rąk w ocenie stanu kości została potwierdzona w wielu badaniach [33–40]. Badania QUS paliczek potwierdziły zależność jakości kości paliczek od sprawności fizycznej. Zwiększenie aktywności fizycznej na przykład podczas treningu siłowego powodowało wzrost jakości tkanki kostnej w badaniu QUS [41, 43–46]. Z drugiej strony zaburzenie unerwienia i dysfunkcja kończyny, jak to ma miejsce po udarze mózgowym, powoduje obniżenie jakości tkanki kostnej ocenianej badaniem QUS [47, 48]. U pacjentów po udarze mózgu obserwuje się szybki proces zmian struktury kości po stronie porażonej, określane mianem hemioosteoporozy. Ten stan pozwala na stworzenie modelu obserwacji przyjętego także w niniejszym badaniu i porównaniu strony chorej (po udarze lub objętej zespołem cieśni nadgarstka) ze stroną przeciwną. Jest zrozumiałe, że stopień zmian kostnych, a także funkcjonalnych u pacjentów po udarze jest znacznie większy niż u osób z zespołem cieśni nadgarstka, niemniej widać podobny trend dotyczący wyników badań ultradźwiękowych. Istotna różnica między badaniami pacjentów po udarze a opisanym w niniejszej pracy polega na tym, że udar powodował zarówno zaburzenia ilościowe (zaburzenia mineralizacji) mierzone badaniami densytometrycznymi, jak i jakościowe (zaburzenia mikroarchitektoniki) ujawniane w badaniu ultradźwiękowym, natomiast u pacjentek z zespołem cieśni nadgarstka zaburzenia dotyczyły tylko cech strukturalnych wpływających na wynik pomiaru Ad-SoS [47, 48]. Porównanie wyników Ad-SoS w badaniu autorów artykułu wykazało istotną statystycznie różnicę jakości kości kończyny zdrowej w stosunku do strony operowanej. Wydaje się, że przydatna byłaby dalsza obserwacja pacjentek w celu oceny, czy wykazane zaburzenia mają charakter trwałe.

Badaniem zawierającym pewne analogie było badanie Bolanowskiego i wsp. [49]. Celem badania było sprawdzenie, czy różnica

w sprawności kończyny i różnica unaczynienia chłonnego kończyny górnej po operacji raka gruczołu sutkowego ma wpływ na stan kości paliczek w pomiarach ultrasonograficznych. W badaniu tym nie wykazano istotnych różnic pomiędzy obu rękami.

WPLYW UWARUNKOWAŃ ANATOMICZNYCH I FIZJOLOGICZNYCH NA WYNIKI BADAŃ

W badaniu zależności między fizjologią, patofizjologią a zmianami anatomicznymi w obrębie ręki należy wziąć pod uwagę fakt, że unerwienie ruchowe mięśni ręki pochodzi z włókien dwóch nerwów, natomiast unerwienie czuciowe zapewniają trzy nerwy. Dodatkowo w przypadku nerwów ruchowych — nerwu pośrodkowego i łokciowego — istnieje indywidualna zmienność anatomiczna rzutująca na obszar unerwienia każdego z wymienionych nerwów. Jednym z wariantów anatomicznych jest połączenie obu nerwów na przedramieniu zwane połączeniem Martina-Grubera i Mariancci, które wpływa na zmianę obszaru unerwienia w obrębie dystalnej części kończyny [50]. W literaturze opisane są również inne odmiany anatomiczne nerwu pośrodkowego, jak podwójny [51], a nawet potrójny nerw pośrodkowy [52].

Ruchy siłowe ręki w znacznej mierze realizowane są poprzez ścięgna mięśni zlokalizowanych na przedramieniu, a ruchy precyzyjne przez mięśnie wewnętrzne ręki. Pomiędzy ścięgnami prostowników istnieją dodatkowo anatomiczne połączenia międzyścięgniste. Czynności ręki rzadko odbywają się przy udziale wyłącznie pojedynczych palców, a najczęściej są udziałem kilku z nich. Wynika stąd trudność w wyodrębnieniu na ręce obszarów czynnościowo kontrolowanych tylko przez nerw pośrodkowy.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badanie potwierdza hipotezę, że zespół cieśni nadgarstka może mieć negatywny wpływ na jakość kości paliczek rąk kończyny dotkniętej tym schorzeniem, co najmniej w zakresie cech determinujących wynik pomiaru ilościową metodą ultradźwiękową.
2. W odroczonej ocenie po leczeniu operacyjnym nie stwierdzono zaburzeń mineralizacji szkieletu w obrębie przedramienia kończyny górnej po stronie występowania zespołu cieśni nadgarstka.
3. Nie potwierdzono wpływu czasu trwania choroby i czasu jaki upłynął od operacji na

stan kości dystalnych części kończyn górnych, niezależnie od zastosowanego narzędzia diagnostycznego (QUS lub DXA).

4. Choć badanie DXA jest podstawowym narzędziem do oceny gęstości kości i ryzyka złamania wynikającego z osteoporozy, to zmiany jakościowe odzwierciedlone obniżeniem prędkości fali ultradźwięko-

wej paliczek rąk mogą być dodatkowym źródłem informacji na temat stanu kości w tym obszarze.

5. Pełne poznanie znaczenia klinicznego tego zjawiska wymaga badań w większych grupach pacjentek, a zwłaszcza obserwacji prospektywnej, prowadzonej od momentu kwalifikacji do leczenia operacyjnego.

ABSTRACT

Introduction: The carpal tunnel syndrome (CTS) is the most common peripheral neuropathy causing sensory impairment and muscle atrophy, leading to limitation of the motor function of the limb.

The aim of the study was to determine whether the CTS influences the skeletal status of forearm and hand phalanges.

Material and methods: A retrospective study was performed in a group of 32 women at mean age 59.0 ± 8.43 years, who were after surgical treatment due to diagnosed CTS. Levine scale and electroneurography (ENG) were used to assess the severity of clinical symptoms before surgery. After surgery Levine scale was also applied, and skeletal status was evaluated by means of dual X-ray absorptiometry (DXA) performed at forearm, femoral neck and lumbar spine, as well as with quantitative ultrasound (QUS), which measures amplitude-dependent speed of sound (Ad-SoS, m/s) at proximal

phalanges of both hands. DXA measures bone mineral density, while the QUS method reflects the structural features of bone tissue. The results for the operated limb were compared with the results of the healthy limb.

Results: Bone mineral density (BMD) did not differ between the affected and the healthy limb. Ad-SoS at the operated and non-operated hand was respectively 1993.4 ± 64.0 m/s and 2006.7 ± 66.2 m/s, and was significantly higher for the non-operated side ($p < 0.05$).

Conclusion. The study results confirmed the hypothesis that carpal tunnel syndrome may have a negative impact on the qualitative characteristics of the bone tissue reflected in the QUS examination of the phalanges, although it does not lead to disorders in mineralization of the skeleton within the distal part of the upper limb.

Forum Reumatol. 2018, tom 4, nr 2: 126–134

Key words: carpal tunnel syndrome; densitometry; hand; quantitative ultrasound

Piśmiennictwo

1. Paget J. The first description of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Eur Vol.* 2007; 32(2): 195–197, doi: [10.1016/j.jhsb.2006.12.010](https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2006.12.010), indexed in Pubmed: [17296253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17296253/).
2. Michelsen H, Posner MA. Medical history of carpal tunnel syndrome. *Hand Clin.* 2002; 18(2): 257–268, indexed in Pubmed: [12371028](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12371028/).
3. Luckhaupt SE, Sweeney MH, Sestito JP et al. What is the true prevalence of carpal tunnel syndrome among US workers? *Scand J Work Environ Health.* 2014; 40(1): 100, doi: [10.5271/sjweh.3391](https://doi.org/10.5271/sjweh.3391), indexed in Pubmed: [24121819](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24121819/).
4. Dale AM, Harris-Adamson C, Rempel D, et al. Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: pooled analysis of six prospective studies. *Scand J Work Environ Health.* 2013; 39(5): 495–505, doi: [10.5271/sjweh.3351](https://doi.org/10.5271/sjweh.3351), indexed in Pubmed: [23423472](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23423472/).
5. Nowak M, Jethon J. Zespół kanału nadgarstka – przegląd literatury i doświadczenia własne. *Postępy Nauk Medycznych.* 2009; 9: 665–672.
6. Biernawska J, Niemczyk A, Pierzchała K. Udział czynników zawodowych i pozazawodowych w etiopatogenezie zespołu cieśni nadgarstka. *Medycyna Pracy.* 2005; 56(2): 131–137.
7. English JHJ, Gwynne-Jones DP. Incidence of Carpal Tunnel Syndrome Requiring Surgical Decompression: A 10.5-Year Review of 2,309 Patients. *J Hand Surg Am.* 2015; 40(12): 2427–2434, doi: [10.1016/j.jhsa.2015.07.029](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.07.029), indexed in Pubmed: [26460063](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26460063/).
8. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosciences (Riyadh).* 2015; 20(1): 4–9, indexed in Pubmed: [25630774](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25630774/).
9. Lee HoJ, Kim IIS, Sung JH, et al. Intraoperative dynamic pressure measurements in carpal tunnel syndrome: Correlations with clinical signs. *Clin Neurol Neurosurg.* 2016; 140: 33–37, doi: [10.1016/j.clineuro.2015.11.006](https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2015.11.006), indexed in Pubmed: [26619033](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26619033/).
10. Georgiew F, Otwinowska E, Adamczyk T. Ocena czułości testów prowokacyjnych stosowanych w diagnostyce zespołu kanału nadgarstka w zależności od stopnia nasilenia dolegliwości. *Rehabilitacja Medyczna.* 2009; 13(2): 6–11.
11. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75(11): 1585–1592, indexed in Pubmed: [8245050](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8245050/).
12. Bakhsh H, Ibrahim I, Khan Ws, et al. Assessment of validity, reliability, responsiveness and bias of three commonly used patient-reported outcome measures in carpal tunnel syndrome. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2012; 14(4): 335–340, doi: [10.5604/15093492.1005085](https://doi.org/10.5604/15093492.1005085), indexed in Pubmed: [23043056](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23043056/).

13. Jongs R. Carpal Tunnel Questionnaire. *J Physiother*. 2017; 63(2): 119, doi: [10.1016/j.jphys.2017.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jphys.2017.02.001), indexed in Pubmed: [28325483](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28325483/).
14. Georgiew F, Maciejczak A, Florek F. Ocena wyników leczenia operacyjnego zespołu kanału nadgarstka. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. 2014; 16: 455–68.
15. Czarnecki P, Wawrzyniak-Biełęda A, Romanowski L. Polska adaptacja kwestionariuszy oceny nadgarstka. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. 2015; 17: 241–8.
16. Lee S, Kim D, Cho HM, et al. Diagnostic Value of the Second Lumbrical-Interosseous Distal Motor Latency Comparison Test in Severe Carpal Tunnel Syndrome. *Ann Rehabil Med*. 2016; 40(1): 50–55, doi: [10.5535/arm.2016.40.1.50](https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.1.50), indexed in Pubmed: [26949669](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26949669/).
17. Kanikannan MA, Boddu DB, Sarva S, et al. Comparison of high-resolution sonography and electrophysiology in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Ann Indian Acad Neurol*. 2015; 18(2): 219–225, doi: [10.4103/0972-2327.150590](https://doi.org/10.4103/0972-2327.150590), indexed in Pubmed: [26019423](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26019423/).
18. Sucher BM. Grading severity of carpal tunnel syndrome in electrodiagnostic reports: why grading is recommended. *Muscle Nerve*. 2013; 48(3): 331–333, doi: [10.1002/mus.23824](https://doi.org/10.1002/mus.23824), indexed in Pubmed: [23436589](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23436589/).
19. Bland JDP, Rudolfer SM. Ultrasound imaging of the median nerve as a prognostic factor for carpal tunnel decompression. *Muscle Nerve*. 2014; 49(5): 741–744, doi: [10.1002/mus.24058](https://doi.org/10.1002/mus.24058), indexed in Pubmed: [24037964](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24037964/).
20. 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. *Journal of Ultrasonography*. 2012; 12(49): 120–130, doi: [10.15557/jou.2012.0001](https://doi.org/10.15557/jou.2012.0001).
21. Kapuścińska K, Urbanik A. Ultrasonograficzna ocena nerwu pośrodkowego w zespole kanału nadgarstka. *Przegląd Lekarski*. 2013; 5: 281–5.
22. Yurdakul OV, Mesci N, Çetinkaya Y, et al. Diagnostic Significance of Ultrasonographic Measurements and Median-Ulnar Ratio in Carpal Tunnel Syndrome: Correlation with Nerve Conduction Studies. *J Clin Neurol*. 2016; 12(3): 289–294, doi: [10.3988/jcn.2016.12.3.289](https://doi.org/10.3988/jcn.2016.12.3.289), indexed in Pubmed: [27095524](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27095524/).
23. Kapuścińska K, Urbanik A. Efficacy of high frequency ultrasound in postoperative evaluation of carpal tunnel syndrome treatment. *J Ultrason*. 2016; 16(64): 16–24, doi: [10.15557/JoU.2016.0002](https://doi.org/10.15557/JoU.2016.0002), indexed in Pubmed: [27103999](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27103999/).
24. Ng AWH, Griffith JF, Lee RKL, et al. Ultrasound carpal tunnel syndrome: additional criteria for diagnosis. *Clin Radiol*. 2018; 73(2): 214.e11–214.e18, doi: [10.1016/j.crad.2017.07.025](https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.07.025), indexed in Pubmed: [28859853](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28859853/).
25. Chen J, Chen Li, Wu L, et al. Value of superb microvascular imaging ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: Compared with color Doppler and power Doppler. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(21): e6862, doi: [10.1097/MD.0000000000006862](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006862), indexed in Pubmed: [28538376](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28538376/).
26. Zyluk A, Walaszek I, Szlosser Z. Does ultrasonography contribute significantly to the diagnosis of carpal tunnel syndrome? *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2014; 46(1): 42–46, doi: [10.1055/s-0033-1363661](https://doi.org/10.1055/s-0033-1363661), indexed in Pubmed: [24577807](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24577807/).
27. Bodavula VK, Burke FD, Dubin NH, et al. Relationship between the duration and severity of symptoms and the outcome of carpal tunnel surgery. *J Hand Surg Am*. 2006; 31(9): 1478–1482, doi: [10.1016/j.jhsa.2006.08.017](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.08.017), indexed in Pubmed: [17095377](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17095377/).
28. Neuhaus V, Christoforou D, Cheriyan T, et al. Evaluation and treatment of failed carpal tunnel release. *Orthop Clin North Am*. 2012; 43(4): 439–447, doi: [10.1016/j.ocl.2012.07.013](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2012.07.013), indexed in Pubmed: [23026459](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23026459/).
29. Parkhad S, Palve S. Utility of nerve conduction study in early diagnosis of carpal tunnel syndrome (CTS). *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. 2014; 4(1): 9, doi: [10.5455/njppp.2014.4.130620132](https://doi.org/10.5455/njppp.2014.4.130620132).
30. Radovic D, Lazovic M, Nikolic D, et al. Electrodiagnostic evaluation of patients with carpal tunnel syndrome regarding the presence of subjective and physical findings. *Arch Ital Biol*. 2014; 152(1): 13–19, indexed in Pubmed: [25181593](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25181593/).
31. Schorn D, Hoskinson J, Dickson RA. Bone density and the carpal tunnel syndrome. *Hand*. 1978; 10(2): 184–186, indexed in Pubmed: [711001](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/711001/).
32. Bland JD. A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2000; 23(8): 1280–1283, indexed in Pubmed: [10918269](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10918269/).
33. Chobot AP, Haffke A, Polanska J, et al. Quantitative ultrasound bone measurements in pre-pubertal children with type 1 diabetes. *Ultrasound Med Biol*. 2012; 38(7): 1109–1115, doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.012](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.012), indexed in Pubmed: [22542259](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22542259/).
34. Adamczyk P, Pluskiewicz W, Halaba Z, et al. Quantitative Ultrasound Measurement at the Hand Phalanges Does Not Reveal Skeletal Disturbances in Children With Bronchial Asthma: A Longitudinal Observation. *J Ultrasound Med*. 2017; 36(5): 975–984, doi: [10.7863/ultra.16.01017](https://doi.org/10.7863/ultra.16.01017), indexed in Pubmed: [28258615](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28258615/).
35. Krahenbühl T, Gonçalves EM, Costa ET, et al. [Factors that influence bone mass of healthy children and adolescents measured by quantitative ultrasound at the hand phalanges: a systematic review]. *Rev Paul Pediatr*. 2014; 32(3): 266–272, doi: [10.1590/0103-0582201432319](https://doi.org/10.1590/0103-0582201432319), indexed in Pubmed: [25479860](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25479860/).
36. Guglielmi G, De Terlizzi F, Nasuto M, et al. Quantitative ultrasound at the phalanges in a cohort of monozygotic twins of different ages. *Radiol Med*. 2015; 120(3): 277–282, doi: [10.1007/s11547-014-0440-x](https://doi.org/10.1007/s11547-014-0440-x), indexed in Pubmed: [25091707](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25091707/).
37. Rizvi B, Da Silva E, Slatkowska L, et al. Technical Note: Bone mineral density measurements of strontium-rich trabecular bone-mimicking phantoms using quantitative ultrasound. *Med Phys*. 2016; 43(11): 5817, doi: [10.1118/1.4963805](https://doi.org/10.1118/1.4963805), indexed in Pubmed: [27806594](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27806594/).
38. Horii M, Fujiwara H, Sakai R, et al. New quantitative ultrasound techniques for bone analysis at the distal radius in hip fracture cases: differences between femoral neck and trochanteric fractures. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2017; 14(1): 23–27, doi: [10.11138/ccmbm/2017.14.1.023](https://doi.org/10.11138/ccmbm/2017.14.1.023), indexed in Pubmed: [28740521](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28740521/).
39. Hans D, Baim S. Quantitative Ultrasound (QUS) in the Management of Osteoporosis and Assessment of Fracture Risk. *J Clin Densitom*. 2017; 20(3): 322–333, doi: [10.1016/j.jocd.2017.06.018](https://doi.org/10.1016/j.jocd.2017.06.018), indexed in Pubmed: [28739081](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28739081/).
40. Guglielmi G, Rossini M, Nicolosi MG, et al. Three-year prospective study on fracture risk in postmenopausal women by quantitative ultrasound at the phalanges. *J Clin Densitom*. 2013; 16(3): 341–346, doi: [10.1016/j.jocd.2012.07.006](https://doi.org/10.1016/j.jocd.2012.07.006), indexed in Pubmed: [22901551](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22901551/).
41. Drozdowska B, Wiktor K, Pluskiewicz W. Functional status and prevalence of falls and fractures in population-based sample of postmenopausal women from the RAC-OST-POL Study. *Int J Clin Pract*. 2013; 67(7): 673–681, doi: [10.1111/ijcp.12118](https://doi.org/10.1111/ijcp.12118), indexed in Pubmed: [23758446](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23758446/).

42. Wüster C, Albanese C, De Aloysio D, et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. The Phalangeal Osteosonogrammetry Study Group. *J Bone Miner Res.* 2000; 15(8): 1603–1614, doi: [10.1359/jbmr.2000.15.8.1603](https://doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.8.1603), indexed in Pubmed: [10934660](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10934660/).
43. Bolanowski M, Pluskiewicz W, Syrycka J, et al. Quantitative Ultrasound at the Hand Phalanges in Adolescent Girls is Related to Their Overall Physical Fitness. *Adv Clin Exp Med.* 2016; 25(2): 279–284, indexed in Pubmed: [27627561](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27627561/).
44. Drozdowska B, Münzer U, Adamczyk P, et al. Skeletal status assessed by quantitative ultrasound at the hand phalanges in karate training males. *Ultrasound Med Biol.* 2011; 37(2): 214–219, doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2010.10.023](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2010.10.023), indexed in Pubmed: [21208731](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21208731/).
45. Chwałczyńska A, Pluskiewicz W, Syrycka J, et al. Quantitative ultrasound at the hand phalanges in adolescent boys in relation to their pubertal development and physical efficiency. *Endokrynol Pol.* 2013; 64(5): 353–357, doi: [10.5603/EP.2013.0017](https://doi.org/10.5603/EP.2013.0017), indexed in Pubmed: [24186591](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24186591/).
46. Krahenbuhl T, Gonçalves EM, Guimarães RF, et al. Competitive Swimming and Handball Participation Have a Positive Influence on Bone Parameters as Assessed by Phalangeal Quantitative Ultrasound in Female Adolescents. *Pediatr Exerc Sci.* 2016; 28(3): 423–430, doi: [10.1123/pes.2015-0091](https://doi.org/10.1123/pes.2015-0091), indexed in Pubmed: [26730852](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26730852/).
47. Pluskiewicz W. Skeletal consequences in patients after stroke. *Endokrynol Pol.* 2011; 62(1): 48–50, indexed in Pubmed: [21365579](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365579/).
48. Pietraszkiewicz F, Pluskiewicz W, Drozdowska B. Skeletal and functional status in patients with long-standing stroke. *Endokrynol Pol.* 2011; 62(1): 2–7, indexed in Pubmed: [21365571](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365571/).
49. Bolanowski M, Chwałczyńska A, Pluskiewicz W. Bone quantitative ultrasound at hand phalanges of women following breast cancer surgery. *Gynecol Endocrinol.* 2011; 27(12): 1048–1051, doi: [10.3109/09513590.2011.569789](https://doi.org/10.3109/09513590.2011.569789), indexed in Pubmed: [21495803](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21495803/).
50. Simonetti S, Krarup C. Unusual ulnar sensory innervation and Martin-Gruber anastomosis in a patient with a carpal tunnel syndrome. *J Neurol.* 2000; 247(2): 141–142, indexed in Pubmed: [10751120](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10751120/).
51. Spagnoli AM, Fino P, Fioramonti P, et al. Bifid median nerve and carpal tunnel syndrome: an uncommon anatomical variation. *Ann Ital Chir.* 2017; 88: 95–96, indexed in Pubmed: [28447963](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28447963/).
52. Lonie S, Niumsawatt V, Rozen WM. Median Nerve Trifurcation. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2016; 4(11): e1129, doi: [10.1097/GOX.0000000000001129](https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001129), indexed in Pubmed: [27975031](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27975031/).