

Uniwersytet Jagielloński
Collegium Medicum
Wydział Nauk o Zdrowiu

Maciej Papież

**EFEKTY ZASTOSOWANIA WYBRANYCH TECHNIK
ROZLUŻNIANIA MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEGO
W LECZENIU CHORYCH Z ZESPOŁEM
KANAŁU NADGARSTKA**

Praca doktorska

Promotor: dr hab. n. med. Artur Gądek, prof. UJ
Promotor pomocniczy: dr n. med. Alicja Jurecka

Pracę wykonano w Klinice Ortopedii i Fizjoterapii Instytutu Fizjoterapii
Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego-Collegium
Medicum

Kierownik jednostki: dr hab. n. med. Artur Gądek, prof. UJ

Badania wykonano w Oddziale Klinicznym Ortopedii i Traumatologii
Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie

Kierownik jednostki: dr hab. n. med. Artur Gądek, prof. UJ

Kraków, 2023

*Pragnę złożyć wyrazy szacunku i podziękowania
dla Pana Dr hab. Artura Gądka, Prof. UJ za okazane wsparcie,
motywację i cenne uwagi w trakcie realizacji niniejszej pracy.*

*Chciałbym wyrazić szczególne podziękowania
dla Pani Dr Alicji Jureckiej za nieocenioną pomoc merytoryczną,
zaangażowanie i poświęcony mi czas w trakcie realizacji niniejszej pracy.*

SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW	13
STRESZCZENIE	16
I. WSTĘP	27
1. Wprowadzenie.....	27
2. Przyczyny powstawania ZKN.....	29
3. Patofizjologia ZKN	30
4. Obraz kliniczny ZKN.....	32
5. Diagnostyka ZKN	33
6. Leczenie ZKN	34
7. POWIĘŻ.....	38
7.1. Anatomia i fizjologia powięzi	38
7.2. Połączenia powięziowe w obrębie kończyny górnej	41
II. CEL PRACY	43
1. Założenia	43
2. Cel główny	44
2.1. Cele szczegółowe	44
3. Problemy badawcze	45
4. Hipotezy badawcze	47
III. MATERIAŁ I METODY	49
1. Charakterystyka badanych	49
2. Przebieg badania	51
3. Program fizjoterapii	52
4. Metody badawcze.....	56
4.1. Ocena antropometryczna uczestników badania	56
4.2. Ocena właściwości tkanek miękkich w badaniu miometrycznym.....	56
4.3. Ocena więzadła poprzecznego nadgarstka w badaniu ultrasonograficznym	58
4.4. Ocena funkcji kończyny górnej oraz występowania objawów ZKN.....	59
4.5. Analiza statystyczna	61
IV. WYNIKI.....	62
1. Porównanie wyników oceny antropometrycznej badanych oraz charakterystyka nasilenia objawów u chorych z ZKN	62

2. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii	64
2.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	64
2.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	65
2.3. Wynik pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) w obrębie struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	66
2.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	68
2.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	70
3. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii	72
4. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii	72
4.1. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	72
4.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	74
4.3. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej	

kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	75
4.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	76
4.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	77
5. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii	78
6. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	78
6.1. Porównanie wyników pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	78
6.2. Porównanie wyników pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	80
6.3. Porównanie wyników pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	81
6.4. Porównanie wyników pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	82
6.5. Porównanie wyników pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	83
7. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	84
8. Porównanie wyników kwestionariuszy DASH oraz BCTQ w odniesieniu do chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	85
9. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po	

zakończeniu programu fizjoterapii.....	86
9.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii	86
9.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii.....	87
9.3. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii	89
9.4. Wyniki pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii	90
9.5. Wynik pomiaru odkształcenia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii.....	92
10. Porównanie wyników oceny grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii.....	93
11. Porównanie wyników oceny kwestionariuszy: DASH oraz BCTQ u badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii	93
11.1. Wyniki kwestionariusza DASH dla chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii	93
11.2. Wyniki kwestionariusza BCTQ dla chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii	94
12. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii	95
12.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu terapii.....	95
12.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii	97
12.3. Wynik pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny	

osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii	98
12.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu terapii	100
12.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii	102
13. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii	103
14. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	104
14.1. Porównanie wyników pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	104
14.2. Porównanie wyników pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	105
14.3. Porównanie wyników pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	108
14.4. Porównanie wyników pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	110
14.5. Porównanie wyników pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	112
15. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	113
16. Porównanie wyników kwestionariuszy DASH oraz BCTQ w odniesieniu do chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	113

17. Ocena zależności pomiędzy wynikami pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi u chorych z ZKN.....	114
17.1. Zależności między: grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	114
17.1.1. Zależność między częstotliwością badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka zmierzonymi przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	114
17.1.2. Zależność między sztywnością badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka zmierzonymi przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	116
17.1.3. Zależność między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	118
17.2. Zależności między: grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	120
18. Ocena zależności pomiędzy wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych zmierzonymi u chorych z ZKN.....	121
18.1. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	121
18.2. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	122
18.2.1. Zależności między częstotliwością i sztywnością badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	122

18.2.2. Zależności między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	123
18.2.3. Zależności między czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	124
18.2.4. Zależności między odkształceniem badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	126
19. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza BCTQ, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi u chorych z ZKN.....	127
19.1. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wartościami parametrów charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	127
19.1.1. Zależności między częstotliwością badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	127
19.2. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wartościami parametrów charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	128
19.2.1. Zależności między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	128
19.2.2. Zależności między czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	130
20. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, zmierzonymi u chorych z ZKN.....	131
20.1. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed	

rozpoczęciem fizjoterapii	131
20.2. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	132
21. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza BCTQ, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, zmierzonymi u chorych z ZKN.....	133
21.1. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem terapii	133
21.2. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	133
21.3. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii.....	134
21.4. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.....	134
22. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariuszy DASH i BCTQ u chorych z ZKN.....	135
22.1. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	135
22.2. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	136
22.3. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	137
22.4. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	138
23. Ocena zależności pomiędzy wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS i BCTQ-SSS u chorych z ZKN.....	138
23.1. Korelacje między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami	

kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii	138
23.2. Korelacje między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii	139
V.DYSKUSJA	140
1. Różnice właściwości wybranych tkanek miękkich oraz grubości więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy chorymi z ZKN, a osobami zdrowymi, a także pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN.....	140
2. Ocena efektów zastosowanej terapii mięśniowo-powięziowej u chorych z ZKN.....	143
3. Podsumowanie	165
4.Ograniczenia	167
VI.WNIOSKI	170
VII. WYKAZ PIŚMIENNICTWA.....	172
SPIS TABEL	208
SPIS RYCIN	214
ANEKS	216

Badania prowadzone w celu realizacji niniejszej rozprawy doktorskiej stanowiły część projektu naukowego pt.: "Ocena funkcjonalna chorych ortopedycznych poddanych wybranym metodom fizjoterapii", finansowanego w latach 2021-2022 z dotacji nr: N43/DBS/000198.

WYKAZ SKRÓTÓW

ART	(ang. <i>active release treatment</i>)	– techniki aktywnego rozluźniania
BCTQ	(ang. <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire</i>)	– Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka
BCTQ-SSS	(ang. <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale</i>)	– Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca objawów
BCTQ-FSS	(ang. <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>)	– Bostoński Kwestionariusz Zespołu Cieżni Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej
BMI	(ang. <i>Body Mass Index</i>)	– Indeks Masy Ciała
CC	(ang. <i>center of coordination</i>)	– centrum koordynacji
CF	(ang. <i>center of fusion</i>)	– centrum fuzyjne
CT	(ang. <i>clinical trial</i>)	– badanie kliniczne
D	(ang. <i>decrement</i>)	– ubytek
DASH	(ang. <i>Disability of Arm, Shoulder and Hand</i>)	– Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych
DML	(ang. <i>distal motor latency</i>)	– latencja przewodnictwa nerwowego w dystalnej części nerwu
DSL	(ang. <i>distal sensory latency</i>)	– opóźnienie przewodnictwa dystalnych włókien czuciowych nerwu pośrodkowego
ECTR	(ang. <i>Endoscopic Carpal Tunnel Release</i>)	– endoskopowa technika uwolnienia kanału nadgarstka
EMG		– elektromiograf/elektromiografia

FBS	(ang. <i>Functional Box Scale</i>)	– funkcjonalna skala Huskissona
FM	(ang. <i>Fascial Manipulation</i>)	– Manipulacje Powięziowe
GISTM	(ang. <i>Grastom technique Soft Tissue Mobilization</i>)	– technika mobilizacji tkanek miękkich Grastona
HVLA	(ang. <i>high velocity low amplitude</i>)	– manipulacje o dużej szybkości i niskiej amplitudzie
kch		– chora kończyna górna
kz		– zdrowa kończyna górna
m		– mięsień
MA	(ang. <i>motor amplitude</i>)	– amplituda potencjału włókien ruchowych nerwu
MCV	(ang. <i>motor conduction velocity</i>)	– przewodnictwo włókien ruchowych
mini-OCTR	(ang. <i>mini Open Carpal Tunnel Release</i>)	– otwarta, ograniczona technika uwolnienia kanału nadgarstka
MNSCV	(ang. <i>median nerve sensory conduction latency</i>)	– przewodnictwo sensoryczne nerwu pośrodkowego
MNT	(ang. <i>median neurodynamic test</i>)	– neurodynamiczny test nerwu pośrodkowego
MNTT	(ang. <i>median nerve tension test</i>)	– test napięciowy nerwu pośrodkowego
MVAS	(ang. <i>mechanical visual analog scale</i>)	– mechaniczna analogowa skala oceny bólu
ND		– nie dotyczy/brak
NLPZ		– niesteroidowe leki przeciwzapalne
OCTR	(ang. <i>Open Carpal Tunnel Release</i>)	– otwarta technika uwolnienia kanału nadgarstka
ZKN		– Zespół Kanału Nadgarstka
USG	(ang. <i>Ultrasound Guided</i>)	– ultrasonograficzne/ultrasonograf

USCTR	(ang. <i>Ultrasound-guided Carpal Tunnel Release</i>)	– uwolnienie kanału nadgarstka pod kontrolą USG
PEOC	(ang. <i>Patient Estimate of Overall Change</i>)	– kwestionariusz indywidualnej oceny postępów leczenia
PRS	(ang. <i>Pain Relief Scale</i>)	– skala obniżenia bólu
PRWE	(ang. <i>Patient Rated Wrist Evaluation</i>)	– kwestionariusz oceny funkcjonalności nadgarstka przez pacjenta
SA	(ang. <i>sensory amplitude</i>)	– amplituda potencjału czuciowych włókien nerwu
SCV	(ang. <i>sensory conduction velocity</i>)	– przewodnictwo włókien czuciowych
SD	(ang. <i>standard deviation</i>)	– odchylenie standardowe
SDL	(ang. <i>sensory distal latency</i>)	– opóźnienie przewodnictwa dystalnej części czuciowych włókien nerwu
SNAP	(ang. <i>sensory nerve action potencial</i>)	– potencjał czynnościowy czuciowych włókien nerwu pośrodkowego
STM	(ang. <i>soft tissue mobilization</i>)	– mobilizacja tkanek miękkich
TCL	(ang. <i>transverse carpal ligament</i>)	– więzadło poprzeczne nadgarstka
TENS	(ang. <i>Transcutaneous Electric Nerve Stimulation</i>)	– przezskórna elektryczna stymulacja nerwów
ULTT1	(ang. <i>Upper Limb Tension Test position 1</i>)	– test napięciowy dla nerwu pośrodkowego, pozycja 1
ULTT2a	(ang. <i>Upper Limb Tension Test position 2</i>)	– test napięciowy dla nerwu pośrodkowego, pozycja 2
WHO	(ang. <i>World Health Organisation</i>)	– Światowa Organizacja Zdrowia
VAS	(ang. <i>Visual Analog Scale</i>)	– Analogowa Skala Bólu

STRESZCZENIE

WSTĘP

Zespół Kanału Nadgarstka (ZKN) należy do najczęściej diagnozowanych neuropatii obwodowych w obrębie kończyny górnej. Bezpośrednią przyczyną powstawania dolegliwości jest ucisk nerwu pośrodkowego przez więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*, TCL). Więzadło to współtworzone jest przez mięsień dłoniowy długi (łac.: *palmaris longus*, PL) oraz mięśnie kłębu kciuka, których napięcie modeluje tonus innych struktur anatomicznych kończyny górnej. Obserwowany w ostatnich latach wzrost zapadalności na ZKN generuje istotne, społeczno-ekonomiczne koszty. Opisano liczne przyczyny powstawania ZKN, m. in. metaboliczne, infekcyjne, pourazowe, jednak większość przypadków wydaje się być idiopatyczna. Ze względu na wysoką częstość występowania ZKN, a także negatywny wpływ schorzenia na funkcję kończyny górnej oraz jakość życia, poszukiwanie skutecznych metod terapeutycznych, niegenerujących równocześnie wysokich kosztów leczenia, wydaje się być aktualnie nadzwyczaj istotne.

CEL

Głównym celem przeprowadzonego badania była ocena efektów zastosowania wybranych technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego w zachowawczym leczeniu chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka.

MATERIAŁ I METODY

W badaniu uczestniczyło 67 osób (łącznie: zdrowych oraz chorych), które przeszły proces kwalifikacji. Badana grupa chorych obejmowała 33 osoby (25 kobiet i 8 mężczyzn), w wieku od 34 do 54 roku życia (średnia wieku: $46,48 \pm 8,15$ lat), ze zdiagnozowanym, jednostronnym ZKN. Drugą grupę badanych stanowiło 34 zdrowych ochotników (29 kobiet i 5 mężczyzn), w wieku od 23 do 50 roku życia (średnia wieku $41,79 \pm 7,83$ lat).

Badano wpływ 6-tygodniowego programu fizjoterapii chorych z ZKN, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, na właściwości wybranych tkanek miękkich, grubość TCL, a także nasilenie objawów schorzenia i funkcję kończyny górnej. Porównano również właściwości wybranych struktur anatomicznych i grubość TCL u osób zdrowych i chorych (ZKN). Wykorzystano następujące metody badawcze: 1) metoda szacowania, w której zastosowano

wystandaryzowane narzędzia badawcze: Bostoński Kwestionariusz Zespołu Cięśni Nadgarstka (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire*, BCTQ) oraz Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disability of Arm, Shoulder and Hand*, DASH); 2. ultrasonografię (USG) (pomiar grubości TCL); 3. miometrię z wykorzystaniem algometru (miometru) – urządzenia MyotonPRO (pomiar parametrów biomechanicznych, wiskoelastycznych i stanu napięcia tkanek). Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono z wykorzystaniem programu IBM SPSS Statistics 27. Za poziom istotności statystycznej przyjęto wartość $p < 0,05$.

WYNIKI

Porównując właściwości badanych struktur anatomicznych u chorych z ZKN (kończyna chora) przed rozpoczęciem fizjoterapii oraz u osób zdrowych wykazano, że mięśnie: PL ($p < 0,001$), zginacz krótki kciuka (łac.: *flexor pollicis brevis*, FPB) ($p < 0,001$), przywodziciel kciuka (łac.: *adductor pollicis*, AdP) ($p < 0,001$) oraz głowa długa mięśnia dwugłowego ramienia (łac.: *biceps brachii - caput longum*, BB-CL) ($p = 0,016$) osób chorych charakteryzuje zwiększona częstotliwość i sztywność. Zaobserwowano również niższą wartość tłumienia dla mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka (łac.: *abductor pollicis brevis*, AbPB) ($p < 0,001$) oraz czasu relaksacji: BB-CL ($p = 0,002$), PL ($p < 0,001$), FPB ($p < 0,001$), AbPB ($p = 0,037$) i AdP ($p < 0,001$) u badanych z ZKN. Wartość parametru odkształcenie u chorych była niższa w zestawieniu z osobami zdrowymi w przypadku: BB-CL ($p = 0,046$), PL ($p = 0,031$), FPB ($p < 0,001$), AdP ($p < 0,001$) oraz TCL ($p = 0,032$). Wykazano także różnicę w grubości TCL pomiędzy osobami zdrowymi oraz chorymi przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,001$). TCL było istotnie grubsze w kończynie chorej badanych z ZKN w porównaniu z osobami zdrowymi.

Analiza statystyczna wykazała także istotne różnice wartości parametrów miometrycznych badanych struktur anatomicznych pomiędzy kończyną chorą, a kończyną zdrową osób z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii. Wykazano wyższą częstotliwość: BB-CL ($p = 0,044$), PL ($p < 0,001$), FPB ($p < 0,001$) oraz AdP ($p = 0,012$) w obrębie kończyny chorej w porównaniu z kończyną zdrową badanych przed terapią. W tym terminie badania obserwowano także wyższą sztywność: PL ($p < 0,001$), FPB ($p = 0,003$) oraz AdP ($p < 0,001$) w kończynie chorej. Przed rozpoczęciem fizjoterapii wyższa była ponadto wartość tłumienia dla przeciwstawiacza kciuka (łac.: *opponens*

pollicis, OP) ($p < 0,001$) oraz AbPB ($p < 0,001$) kończyny chorej w porównaniu z wartością otrzymaną dla kończyny zdrowej badanych. Wykazano również krótszy czas relaksacji: BB-CL ($p = 0,003$), PL ($p < 0,001$), FPB ($p = 0,011$) oraz AdP ($p = 0,042$) kończyny chorej. Podobnie niższy był wynik odkształcenia FPB ($p = 0,01$) oraz AdP ($p < 0,001$) kończyny chorej w porównaniu ze zdrową przed rozpoczęciem fizjoterapii. Analiza statystyczna wykazała ponadto większą grubość TCL kończyny chorej w porównaniu do kończyny zdrowej osób z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,001$). Obserwowano także istotnie statystycznie wyższy wynik skali DASH u chorych z ZKN w przypadku chorej kończyny górnej w zestawieniu z kończyną zdrową przed rozpoczęciem terapii ($p < 0,001$). Wykazano również istotnie wyższy wynik obu składowych kwestionariusza BCTQ dla chorej kończyny górnej w porównaniu z wynikiem otrzymanym dla zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,001$).

Po zakończeniu programu fizjoterapii zaobserwowano obniżenie wartości wskaźników: DASH ($p < 0,001$), BCTQ-SSS (ang.: *Symptom Severity Scale*, podskala dotycząca oceny nasilenia objawów choroby) ($p < 0,001$) oraz BCTQ-FSS (ang.: *Functional Status Scale*, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej) ($p < 0,001$) u badanych z ZKN. Ponadto częstotliwość ($p < 0,001$) i sztywność ($p < 0,001$) TCL istotnie wzrosły, natomiast jego tłumienie ($p = 0,012$), czas relaksacji ($p < 0,001$) i odkształcenie ($p < 0,001$) uległy obniżeniu po zakończeniu fizjoterapii chorych. Wykazano także, że częstotliwość: BB-CL ($p = 0,024$), PL ($p < 0,001$) oraz mięśni kłębku kciuka: AbPB ($p < 0,001$), OP ($p < 0,001$) i AdP ($p < 0,001$) uległ po terapii obniżeniu. Podobnie, zmniejszyła się także sztywność mięśni: OP ($p < 0,001$), AbP ($p < 0,001$) oraz AbPB ($p < 0,001$) u chorych z ZKN poddanych terapii mięśniowo-powięziowej. Analiza statystyczna wykazała również obniżenie grubości TCL ($p = 0,0018$) chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii.

Porównując kończynę ze zdiagnozowanym ZKN do kończyny zdrowej po zakończeniu fizjoterapii, wykazano różnice w wartości parametrów charakteryzujących właściwości badanych tkanek miękkich. Częstotliwość: PL ($p = 0,005$), FPB ($p < 0,001$), OP ($p = 0,026$), AbPB ($p = 0,005$) oraz TCL ($p < 0,001$) był wyższy w kończynie chorej. Zaobserwowano większą sztywność: BB-CL ($p < 0,001$), PL ($p < 0,001$), FPB ($p = 0,017$) oraz TCL ($p < 0,001$), natomiast niższą sztywność: OP ($p < 0,001$) oraz AbPB ($p = 0,042$)

po zakończeniu fizjoterapii. W przypadku kończyny chorej wykazano wyższą wartość tłumienia: BB-CL ($p=0,002$), głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia (łac.: *biceps brachii - caput brevis*, BB-CB) ($p=0,003$), PL ($p<0,001$) i AdP ($p=0,047$), natomiast niższe tłumienie w obrębie: TCL ($p=0,035$), OP ($p<0,001$) oraz AbPB ($p<0,001$) po zakończeniu fizjoterapii. Zaobserwowano także niższy czas relaksacji dla: BB-CL ($p<0,001$), PL ($p=0,002$), FPB ($p=0,015$) oraz TCL ($p<0,001$), równocześnie wyższą wartość tego parametru dla OP ($p<0,001$) oraz AbPB ($p=0,01$) kończyny objętej procesem chorobowym w porównaniu z kończyną zdrową po zakończeniu terapii. W obrębie kończyny chorej po terapii niższe było także odkształcenie: TCL ($p=0,002$), FPB ($p=0,027$) i OP ($p<0,001$) w porównaniu z kończyną zdrową. Analiza statystyczna wykazała ponadto niższy ($p<0,001$) wynik pomiaru grubości TCL kończyny zdrowej w zestawieniu z chorą po zakończeniu fizjoterapii. Obserwowano również wyższy wynik skali DASH dla kończyny górnej ze zdiagnozowanym ZKN w porównaniu do kończyny zdrowej po zakończeniu terapii ($p<0,001$). W tym terminie badania zarejestrowano także wyższy wynik kwestionariusza BCTQ-SSS ($p<0,001$) oraz BCTQ-FSS ($p<0,001$) dla kończyny górnej chorej w zestawieniu z kończyną górną zdrową.

Porównując parametry miometryczne badanych struktur anatomicznych chorych z ZKN oraz osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii wykazano wyższą częstotliwość: TCL ($p<0,001$), PL ($p=0,005$), FPB ($p<0,001$) i AdP ($p=0,028$) u chorych (kończyna chora). Zaobserwowano również niższe napięcie AbPB ($p=0,014$) oraz OP ($p=0,04$) u chorych z ZKN w porównaniu z osobami zdrowymi po zakończeniu fizjoterapii. U chorych z ZKN w tym terminie badania wykazano ponadto mniejszą sztywność OP ($p<0,001$) i AbPB ($p<0,001$), wyższą sztywność natomiast w obrębie: BB-CL ($p=0,05$), BB-CB ($p<0,001$), PL ($p<0,001$), FPB ($p<0,001$), AdP ($p=0,012$) oraz TCL ($p<0,001$) w porównaniu ze zdrowymi po zakończeniu fizjoterapii. Wykazano także niższą wartość tłumienia w przypadku: TCL ($p=0,003$), FPB ($p=0,004$) i AbPB ($p<0,001$), natomiast wyższe tłumienie dla: BB-CB ($p=0,03$), PL ($p<0,001$) oraz AdP ($p=0,042$) u chorych w porównaniu ze zdrowymi po terapii. Zaobserwowano ponadto krótszy czas relaksacji: BB-CL ($p=0,003$), PL ($p<0,001$), FPB ($p<0,001$) oraz TCL ($p<0,001$), natomiast dłuższy czas relaksacji: OP ($p<0,001$) i AbPB ($p<0,001$) u osób z ZKN po zakończeniu fizjoterapii. U chorych (w porównaniu ze zdrowymi) po zakończeniu terapii niższa była wartość odkształcenia: TCL ($p=0,016$), BB-CL

($p=0,039$), FPB ($p<0,001$) i AdP ($p=0,009$), natomiast wyższa w obrębie OP ($p=0,01$) i AbPB ($p=0,027$).

WNIOSKI

1. Właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia tkanek miękkich w obrębie mięśni: PL, FPB, OP, AdP, AbPB oraz BB-CL u chorych z jednostronnym ZKN różnią się od właściwości tkanek miękkich tych samych struktur anatomicznych u osób zdrowych. Obserwowane różnice właściwości struktur powiązanych anatomicznie z TCL mogą wskazywać na udział tych mięśni w kształtowaniu symptomów ZKN.
2. U chorych z jednostronnym ZKN, w porównaniu do osób zdrowych, występuje istotne, jednostronne pogrubienie TCL, co potwierdza, że ocena występowania przerostu tego więzadła stanowi ważny wskaźnik diagnostyczny.
3. W obrębie mięśni: FPB, OP, AbPB, AdP, PL, BB oraz TCL występują różnice właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich pomiędzy kończyną chorą i zdrową osób chorych z jednostronnym ZKN. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, nie powoduje zniwelowania różnic właściwości tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną.
4. Grubość TCL, u osób z jednostronnym ZKN, w kończynie objętej procesem chorobowym jest większa, niż w kończynie zdrowej, co wskazuje na istotny przerost tej anatomicznej struktury. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, nie przywraca fizjologicznej grubości TCL, obserwowanej w zdrowej kończynie, co wskazuje na brak pełnej przebudowy jego struktury.
5. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, prowadzi do obniżenia stopnia nasilenia objawów choroby oraz poprawy funkcji kończyny górnej objętej procesem chorobowym.
6. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, powoduje korzystne zmiany właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego,

dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka.

7. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, prowadzi do zmniejszenia grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej, co dowodzi redukcji jego przerostu i może wskazywać na zapoczątkowanie procesu przebudowy więzadła.

Słowa kluczowe: Zespół Kanału Nadgarstka, fizjoterapia, rozluźnianie mięśniowo-powięziowe, miometria, USG, DASH, BCTQ

ABSTRACT

INTRODUCTION

Carpal tunnel syndrome (CTS) is one of the most frequently diagnosed peripheral neuropathies in the upper limb. The direct cause of the pain is the compression of the median nerve by the transverse carpal ligament. This ligament is co-created by the long palmar muscle and the muscles of the ball of the thumb, the tension of which models the frequency of other anatomical structures of the upper limb. The increase in the incidence of CTS observed in recent years generates significant socio-economic costs. Numerous reasons for the formation of CTS have been described, e.g. metabolic, infectious, post-traumatic, but most cases seem to be idiopathic. Due to the high incidence of CTS, as well as the negative impact of the disease on the function of the upper limb and the quality of life, the search for effective therapeutic methods that do not generate high treatment costs seems to be highly significant at the moment.

OBJECTIVE

The main objective of the study was to evaluate the effects of the use of selected myofascial release techniques in conservative treatment of patients with Carpal Tunnel Syndrome.

MATERIAL AND METHODS

The study involved 67 people (both healthy and sick) who underwent the qualification process. The study group included 33 patients (25 women and 8 men), aged 34 to 54 (mean age 46.55 ± 7.91), diagnosed with unilateral CTS. The second group of subjects consisted of 34 healthy volunteers (29 women and 5 men) aged 23 to 50 (mean age 41.42 ± 7.49 years).

The following parameters were studied in CTS patients: the effect of a 6-week physiotherapy program (including myofascial release techniques), on the properties of selected soft tissues, the thickness of the transverse carpal ligament (TCL), as well as the exacerbation of symptoms and the function of the upper limb. The properties of selected anatomical structures and the thickness of TCL in healthy and sick people (CTS) were also compared. The following research methods were used: 1) estimation method using standardized research tools: Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ) and Disability of Arm, Shoulder and Hand (DASH); 2. ultrasonography (USG), (TCL thickness measurement); 3. myometry using an algometer (myometer) - MyotonPRO

device (measurement of biomechanical and viscoelastic parameters and the tension of soft tissues). The statistical analysis of the obtained results was carried out using the IBM SPSS Statistics 27 program. The level of statistical significance was $p < 0.05$.

RESULTS

Comparing the properties of the examined anatomical structures in patients with CTS (affected limb) before the start of physiotherapy and in healthy people, it was shown that the muscles: palmaris longus (PL) ($p < 0.001$), flexor pollicis brevis (FPB) ($p < 0.001$), adductor pollicis (AdP) ($p < 0.001$), and biceps brachii - caput longum (BB-CL) ($p = 0.016$) of patients is characterized by increased frequency and stiffness. A lower value of damping (elasticity) of the abductor pollicis brevis muscle (AbPB) ($p < 0.001$) and relaxation time of: BB-CL ($p = 0.002$), PL ($p < 0.001$), FPB ($p < 0.001$), AbPB ($p = 0.037$) and AdP ($p < 0.001$) was also observed in subjects with CTS. The value of the deformation parameter in patients was lower than in healthy subjects for: BB-CL ($p = 0.046$), PL ($p = 0.031$), FPB ($p < 0.001$), AdP ($p < 0.001$) and TCL ($p = 0.032$). There was also a difference in TCL thickness between healthy and affected subjects before the start of physiotherapy ($p < 0.001$). TCL was significantly thicker in the affected limb of patients with CTS compared to healthy subjects.

Statistical analysis also showed significant differences in the values of myometric parameters of the examined anatomical structures between the affected and healthy limbs of people with CTS before the start of physiotherapy. A higher frequency of: BB-CL ($p = 0.044$), PL ($p < 0.001$), FPB ($p < 0.001$) and AdP ($p = 0.012$) was found in the diseased limb compared to the healthy limb of the subjects before the therapy. At this stage of the study, higher stiffness was also observed: PL ($p < 0.001$), FPB ($p = 0.003$) and AdP ($p < 0.001$) in the affected limb. Before the start of physiotherapy, the damping value of the opponens pollicis muscle (OP) ($p < 0.001$) and AbPB ($p < 0.001$) of the diseased limb was higher compared to the value obtained for the healthy limb of the subjects. The relaxation time of the affected limb was also shorter: BB-CL ($p = 0.003$), PL ($p < 0.001$), FPB ($p = 0.011$) and AdP ($p = 0.042$). Similarly, the result of deformation of the FPB ($p = 0.01$) and AdP ($p < 0.001$) of the affected limb was lower than that of the healthy one before the start of physiotherapy. Statistical analysis also showed a greater thickness of the TCL of the affected hand compared to the healthy hand of people with

CTS before the start of physiotherapy ($p < 0.001$). A statistically significantly higher DASH score was also observed in patients with CTS in the case of the diseased upper limb compared to the healthy limb before the start of the therapy ($p < 0.001$). Significantly higher scores of both components of the BCTQ questionnaire for the affected upper limb were also demonstrated compared to the scores obtained for the healthy upper limb of the subjects with CTS before the start of physiotherapy ($p < 0.001$).

After the end of the physiotherapy program, the following indicators decreased: DASH ($p < 0.001$), BCTQ-SSS (Symptom Severity Scale- subscale concerning the assessment of severity of the symptoms) ($p < 0.001$) and BCTQ-FSS (Functional Status Scale - subscale concerning the assessment of the functionality of the upper limb) ($p < 0.001$) in subjects with CTS. In addition, the frequency ($p < 0.001$) and stiffness ($p < 0.001$) of the TCL significantly increased, while its damping ($p = 0.012$), relaxation time ($p < 0.001$) and deformation ($p < 0.001$) decreased after the patient has completed physiotherapy session. It was also shown that the frequency of: BB-CL ($p = 0.024$), PL ($p < 0.001$) and the muscles of the ball of the thumb: AbPB ($p < 0.001$), OP ($p < 0.001$) and AdP ($p < 0.001$) decreased after the therapy. Similarly, muscle stiffness also decreased: OP ($p < 0.001$), AbP ($p < 0.001$) and AbPB ($p < 0.001$) in CTS patients who undergone myofascial therapy. Statiscital analysis shows decreasing TCL thickness in patients with CTS, after 6-week physiotherapy program ($p < 0,05$).

Comparing the limb with diagnosed DTS to the healthy limb after the end of physiotherapy, differences in the values of parameters characterizing the properties of the examined soft tissues were demonstrated. Frequency: PL ($p = 0.005$), FPB ($p < 0.001$), OP ($p = 0.026$), AbPB ($p = 0.005$) and TCL ($p < 0.001$) were higher in the affected limb. Higher stiffness was observed: BB-CL ($p < 0.001$), PL ($p < 0.001$), FPB ($p = 0.017$) and TCL ($p < 0.001$), and lower stiffness: OP ($p < 0.001$) and AbPB ($p = 0.042$)) after completing physiotherapy. In the case of the diseased limb, higher value of damping was demonstrated: BB-CL ($p = 0.002$), short head of the biceps brachii (Latin: caput brevis, BB-CB) ($p = 0.003$), PL ($p < 0.001$) and AdP ($p = 0.047$), while lower damping within: TCL ($p = 0.035$), OP ($p < 0.001$) and AbPB ($p < 0.001$) after the end of physiotherapy. A lower value of the relaxation time parameter was also observed for BB-CL ($p < 0.001$), PL ($p = 0.002$), FPB ($p = 0.015$) and TCL ($p < 0.001$), while a higher value of this parameter for OP ($p < 0.001$) and AbPB ($p = 0.01$) of the affected limb

compared to the healthy limb after the end of therapy. The deformation of the affected limb was also lower after the therapy: TCL ($p=0.002$), FPB ($p=0.027$) and OP ($p<0.001$) compared to the healthy limb. Statistical analysis also showed a lower ($p<0.001$) TCL thickness measurement of the healthy hand compared to the patient after the end of physiotherapy. A higher DASH score was also observed for the upper limb with diagnosed CTS compared to the healthy limb after the end of therapy ($p<0.001$). At this time of the study, a higher BCTQ-SSS ($p<0.001$) and BCTQ-FSS ($p<0.001$) score was recorded for the affected upper limb compared to the healthy upper limb.

Comparing the myometric parameters of the examined anatomical structures of patients with CTS and healthy individuals after the end of physiotherapy, a higher frequency was shown: TCL ($p<0.001$), PL ($p=0.005$), FPB ($p<0.001$) and AdP ($p=0.028$) in patients (affected limb). Lower AbPB ($p=0.014$) and OP ($p=0.04$) frequency was also observed in patients with CTS compared to healthy subjects after the end of physiotherapy. In patients with CTS at the time of the study, lower stiffness of OP ($p<0.001$) and AbPB ($p<0.001$) was also shown, while higher stiffness in the area of: BB-CL ($p=0.05$), BB-CB ($p<0.001$), PL ($p<0.001$), FPB ($p<0.001$), AdP ($p=0.012$) and TCL ($p<0.001$) compared to healthy subjects after physiotherapy. Less value of damping was also demonstrated in: TCL ($p=0.003$), FPB ($p=0.004$) and AbPB ($p<0.001$). However, higher value of damping was observed in: BB-CB ($p=0.03$), PL ($p<0.001$) and AdP ($p=0.042$) in patients compared to healthy subjects after therapy. Moreover, shorter relaxation time was noticed: BB-CL ($p=0.003$), PL ($p<0.001$), FPB ($p<0.001$) and TCL ($p<0.001$), while longer relaxation time: OP ($p<0.001$) and AbPB ($p<0.001$) was seen in people with CTS after completion of physiotherapy. In patients (compared to healthy subjects) after the end of therapy, the following deformation values were lower: TCL ($p=0.016$), BB-CL ($p=0.039$), FPB ($p<0.001$) and AdP ($p=0.009$), with higher OP ($p=0.01$) and AbPB ($p=0.027$) values.

CONCLUSIONS

1. Mechanical, viscoelastic properties and the soft tissues tension in the palmaris longus, flexor pollicis brevis, opponens pollicis, adductor pollicis, abductor pollicis brevis and long head of the biceps brachii muscles in patients with unilateral CTS differ from the soft tissues properties of the same anatomical structures in healthy people. The observed differences in the properties of structures anatomically related to the transverse carpal

ligament may indicate the participation of these muscles in shaping the symptoms of CTS.

2. In patients with unilateral CTS, compared to healthy individuals, there is a significant, unilateral thickening of the transverse carpal ligament, which confirms that evaluation of TCL overgrowth is important diagnostic indicator.

3. There are significant differences in mechanical and viscoelastic properties and the of tension of the soft tissues within the muscles of: flexor pollicis brevis, opponens pollicis, abductor pollicis brevis, adductor pollicis, biceps brachii - caput longum and transverse carpal ligament between the affected and healthy limbs of patients with unilateral CTS. Application of a 6-week physiotherapy program, including myofascial release techniques, in patients with unilateral CTS does not eliminate the differences in the properties of soft tissues in the affected and the healthy limb.

4. The thickness of the transverse carpal ligament in patients with unilateral CTS in the affected limb is greater than in the healthy limb, which indicates a significant overgrowth of this anatomical structure. The use of a physiotherapy program, including myofascial release techniques, in patients with unilateral CTS, does not restore physiological thickness of the TCL, observed in healthy limb, what indicated an absence of full remodeling of this anatomical structure.

5. The use of a 6-week physiotherapy program, including myofascial release techniques, in patients with unilateral CTS, leads to a reduction in the severity of disease symptoms and improvement of the function of the affected upper limb.

6. The use of a 6-week physiotherapy program, including myofascial release techniques, in patients with unilateral CTS, results in beneficial changes in the mechanical and viscoelastic properties and the tension of soft tissues within the muscles: flexor pollicis brevis, opponens pollicis, abductor pollicis brevis, adductor pollicis, biceps brachii - caput longum and transverse carpal ligament.

7. The application of a 6-week physiotherapy program, including myofascial release techniques, in patients with unilateral CTS, leads to decrease of the TCL thickness of the affected limb, what proves reduction of its overgrowth and may indicate a beginning of remodeling process of the ligament.

I. WSTĘP

1. Wprowadzenie

Zespół Kanalu Nadgarstka (ZKN) należy do najczęściej diagnozowanych neuropatii obwodowych w obrębie kończyny górnej [1-3]. W 2003 roku w krajach Unii Europejskiej ZKN został wpisany na listę chorób zawodowych [4]. Występowanie tego schorzenia w populacji waha się od 0,6% do 3,4%, ponadto od trzech do dziesięciu razy częściej występuje u kobiet, niż u mężczyzn [5-7]. Nierzadko schorzenie obejmuje obie kończyny [7-11]. Chociaż częstość występowania ZKN jest wyższa u kobiet nie należy w tym jednak upatrywać przyczyny wyłącznie hormonalnej, czy też konsekwencji stosowania leków (m. in. antykoncepcyjnych), stwarzających podstawę do powstawania obrzęków [12]. Większość objawów ZKN, które ujawniają się w trakcie ciąży, ustępuje samoistnie po porodzie [13]. Ryzyko wystąpienia schorzenia gwałtownie wzrasta również u kobiet po menopauzie. Kobiety ponadto często zatrudnione są na stanowiskach z grupy zawodów stwarzających ryzyko powstawania ZKN [14].

Biorąc pod uwagę jedynie subiektywne odczucia pacjentów, występowanie ZKN w populacji wydaje się być znacznie wyższe, niż wskazują obiektywne badania. W ocenie subiektywnej wykazano, że częstość występowania ZKN wynosiła 14,4%, jednakże w obiektywnych badaniach odsetek chorych wynosił 3,8-4,7% [7, 15]. Przywołane rozbieżności pomiędzy oceną subiektywną, a rezultatem badania klinicznego, czy EMG wydają się wskazywać na występowanie innych źródeł dolegliwości chorych, niezwiązanych bezpośrednio z patologią nerwu pośrodkowego w kanale nadgarstka.

Liczne badania wskazują, że zapadalność na ZKN znacznie w ostatnich latach wzrosła [2, 16, 17], generując istotne, społeczno-ekonomiczne koszty [2]. Objawy towarzyszące schorzeniu powodują pogorszenie funkcji kończyny górnej, które nie pozostaje bez wpływu na codzienne czynności życiowe [1, 18]. Opisano liczne przyczyny powstawania ZKN, m. in. metaboliczne, infekcyjne, pourazowe, jednak większość przypadków wydaje się być idiopatyczna [2, 3].

Ze względu na wysoką częstość występowania ZKN oraz wpływ schorzenia na jakość życia [2] poszukiwanie skutecznych metod terapeutycznych, niegenerujących równocześnie wysokich kosztów leczenia wydaje się być aktualnie nadzwyczaj istotne.

2. Przyczyny powstawania ZKN

Etiologię schorzenia podzielić można na ostrą, przewlekłą i zawodową (Tabela 1., Tab. 1.).

Tabela. 1. Etiologia Zespołu Kanału Nadgarstka [19-31]

etiologia ostra	etiologia przewlekła	etiologia zawodowa
przebyte urazy w okolicy nadgarstka	inne zespoły uciskowe	długotrwała, nieergonomiczna pozycja nadgarstka
złamania dalszej nasady kości promieniowej, zwłknięcia nadgarstka	powtarzające się przeciążenia i mikrourazy	wykonywanie regularnych czynności związanych z obsługą urządzeń mechanicznych i/lub wibracyjnych
oparzenia	anomalia anatomiczne	powtarzające się zaciskanie ręki, wymagające użycia znacznej siły
infekcje	zapalenie pochewek ścięgnistych	
krwawienia		
zakrzepica tętnicy nerwu pośrodkowego		

Wyróżniono także zawody, których wykonywanie naraża pracowników na występowanie ZKN [32-34]. Należą do nich m. in. muzycy, rolnicy, mechanicy, pracownicy produkcji, czy fabryk, ogrodnicy, budowniczcy, drwale lub cieśle, używający maszyn powodujących wibracje, ale także masażyści, tapicerzy i wiele innych [32-34].

Do czynników ryzyka należą: otyłość [10, 35-37], skutkująca głównie zmniejszeniem przepływu impulsu przez nerw pośrodkowy w badaniu EMG (co istotne, otyłość nie wpływa jednak w ten sam sposób na żaden inny nerw) [35-38], cukrzyca [10, 39-41], nadczytność tarczycy [42,43], ciąża [39, 40, 42, 43], akromegalia [42, 43], zwyrodnieniowe zapalenie stawów [19-21, 42, 43], choroby nerek [43], szpiczak mnogi

[19-21], schorzenia kolagenowe [39, 40], a także zaawansowany wiek [43], czy też nikotynizm [43]. Wyróżniono również grupę rzadszych przyczyn powstawania ZKN, do której należą guzki dnawe w okolicy nadgarstka [44-46], jak również depozyty kwasu moczowego w przebiegu dny moczanowej, które mogą akumulować się w różnych okolicach ciała, m. in. w obrębie: ścięgien zginaczy [47], pochewek ścięgien, dna kanału nadgarstka, więzadła poprzecznego nadgarstka oraz nerwu pośrodkowego [48], wywołując typowe objawy ZKN [19].

Wśród przyczyn powstawania zespołu uciskowego nerwu pośrodkowego wyróżnić można także anomalie anatomiczne, takie jak dodatkowe, głębokie ścięgno mięśnia dłoniowego długiego [49], czy anomalie nerwu pośrodkowego lub jego skórnej dłoniowej lub motorycznej gałęzi [50], podwojony lub potrójny mięsień dłoniowy długi, odwrócony lub dwudzielny [51, 52], dodatkowy przyczep ścięgnisty pierwszego mięśnia glistowatego [53], anomalie anatomiczne ścięgna palca środkowego mięśnia zginacza powierzchownego palców [54], czy występowanie mięśnia dłoniowego głębokiego [55-59], który nie jest anomalią mięśnia dłoniowego długiego, lecz osobnym, dodatkowym mięśniem [56].

3. Patofizjologia ZKN

Kanał nadgarstka utworzony jest przez kości nadgarstka oraz więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*, TCL), które rozciąga się pomiędzy guzkami kości łódeczkowatej i czworobocznej większej, a haczykiem kości haczykowatej i kością grochową [60, 61]. Wnękadło poprzeczne nadgarstka jest ponadto współtworzone przez mięśnie kłębku kciuka oraz powięź mięśnia dłoniowego długiego, co kształtuje jego napięcie [62-64]. Struktury te tworzą przejście dla nerwu pośrodkowego oraz dziewięciu ścięgien zginaczy. To właśnie właściwości mechaniczne otaczających nerw tkanek, w głównej mierze determinują prawdopodobieństwo występowania neuropatii uciskowej nerwu pośrodkowego.

Badania prowadzone nad zmianami adaptacyjnymi więzadła poprzecznego nadgarstka sugerują, że właściwości więzadła mogą mieć wpływ na podatność na odkształcenia, elastyczność kanału nadgarstka, potencjalnie zwiększając lub zmniejszając ucisk na nerw pośrodkowy. Hipoteza ta została potwierdzona w wielu

badaniach, w których obserwowano hipertrofię więzadła poprzecznego nadgarstka u pacjentów ze stwierdzonym ZKN [65-69]. Dwa niezależne zespoły Horch i wsp. [70] oraz Buchberger i wsp. [71] wykazały, że spłaszczenie nerwu pośrodkowego w dystalnej części kanału nadgarstka jest większe u pacjentów z ZKN, co jest zgodne z pracą Kapuścińskiej i Urbanika [72] oraz Nathan i wsp. [73], którzy wykazali, że uszkodzenie nerwu pośrodkowego ma miejsce częściej w dystalnym odcinku kanału nadgarstka.

Stwierdzono ponadto, że w wyniku kompresji, dochodzi do zmniejszenia ślizgu nerwu, co prowadzi do obniżenia jego odporności na naprężenia [74], rozwoju stanu zapalnego nerwu, jego obrzęku i w konsekwencji powiększenia przekroju poprzecznego w miejscu ucisku [75]. Grubość nerwu pośrodkowego u pacjentów z ZKN, w przekroju poprzecznym tuż przy wejściu do kanału nadgarstka waha się od 9 do 12 mm² [76-79], a na poziomie bliższej części kości grochowatej wynosi średnio 17,45 mm² [72]. U chorych z ZKN zauważono ucisk na nerw pośrodkowy w dystalnej części kanału nadgarstka [71, 80] oraz odkształcenie więzadła poprzecznego [65, 71]. Badania na zwłokach pokazały występujące różnice w podatności więzadła na odkształcanie pomiędzy jego proksymalną, a dystalną częścią [81, 82]. Zauważono także różnice w wartościach współczynnika elastyczności pomiędzy stroną promieniową, a łokciową więzadła poprzecznego nadgarstka [83], ponadto różnice w wartościach naprężenia strony promieniowej i łokciowej więzadła [84], zwiększenie sztywności więzadła po stronie promieniowej, w miejscu przyczepu mięśni kłębku kciuka [85-87] oraz jego pogrubienie o 30,9 % w porównaniu z grupą osób zdrowych [65, 66, 68, 88-90]. Podobne wyniki uzyskano w badaniu z użyciem tomografu komputerowego [91].

Marquardt i wsp. [92] wykazali, że zwiększenie łuku nadgarstka o 5-10 mm², skutkowało zmniejszeniem spłaszczenia nerwu pośrodkowego. Zaobserwowano także, że zmniejszenie sztywności więzadła o 50% może zmniejszyć ucisk oraz spłaszczenie nerwu pośrodkowego [93].

U chorych zaobserwowano również zwiększone ciśnienie w kanale nadgarstka [94], ponadto ciśnienie w dystalnym odcinku kanału jest większe niż w proksymalnym [95]. W stanach patologicznych, ciśnienie to przekracza wartość 300 mmHg [95]. Przekrój poprzeczny rejonu nadgarstka zwiększa się, gdy zwiększone jest ciśnienie

wewnątrz kanału nadgarstka [96, 97]. Struktury takie jak: mięśnie kłębu kciuka, skóra lub tłuszcz mogą wpływać na łuk nadgarstka, ograniczając kanał nadgarstka [93].

Sugeruje się również, że mikrourazy oraz fibroza podmaziówkowej tkanki łącznej może prowadzić do neuralgii nerwu pośrodkowego [98]. Wykazano, że w próbkach więzadła, pobranych od pacjentów ze stwierdzonym ZKN, zauważono fibrozę [99] oraz zmiany komórkowe wewnątrz więzadła [100]. Zrosty, fibroza oraz blizny prowadzą do patomechanicznych i patofizjologicznych zmian w nerwie [101].

Wykazano, że istnieje silna, ujemna korelacja przewodnictwa nerwowego przez kanał nadgarstka z parametrami takimi jak: wymiary ręki i nadgarstka, wymiary kanału nadgarstka, wysokość ciała (im wyższy człowiek, tym dłuższa ręka), masa ciała oraz wskaźnik masy ciała (ang.: *Body Mass Index*, BMI). Badania Chiotis i wsp. [102] wykazały, że istnieją trzy znaczące zależności, wpływające na prawdopodobieństwo wystąpienia ZKN. Pierwszą korelacją jest przewodnictwo nerwu pośrodkowego z kształtem ręki oraz nadgarstka (im szersza i krótsza ręka oraz im bardziej kwadratowy nadgarstek, tym wolniejszy przepływ). Drugą – przewodnictwo nerwu pośrodkowego ze współczynnikiem kanału nadgarstka, czyli stosunkiem głębokości kanału nadgarstka do jego szerokości (im współczynnik nadgarstka większy tym mniejsze przewodnictwo nerwu pośrodkowego) oraz przekrojem poprzecznym w miejscu wejścia do kanału i przekrojem poprzecznym w miejscu wyjścia nerwu z kanału nadgarstka (im większy przekrój, tym lepsze przewodnictwo). Trzecią z nich jest współczynnik nadgarstka do współczynnika kanału nadgarstka (im bardziej kwadratowy nadgarstek, tym bardziej kwadratowy kanał).

Ból neuropatyczny powiązano również z zaburzeniem wydzielania cytokin oraz odpowiedzi immunologicznej [103-106]. W przypadku ZKN wykazano zwiększoną ilość chemokin (CCL5, CXCL8, CXCL10, VEGF) oraz limfocytów T, w stosunku do ich poziomu u zdrowych osób [107].

4. Obraz kliniczny ZKN

Głównym, a równocześnie najczulszym objawem ZKN są parestezje [108-113], które mogą rozszerzać się na obszar ramienia oraz barku [114, 115]. Charakterystyczne jest zaburzenie czucia palców w zakresie unerwienia nerwu pośrodkowego, którym

może towarzyszyć również ból [4, 113, 116], tkliwość palpacyjna ręki [117], osłabienie siły chwytu, zanik mięśni kłębu kciuka. Często u chorych występuje zaburzenie kontroli motorycznej ręki [4, 108, 109, 118], najczęściej związane z zaburzeniem ruchu przeciwstawienia kciuka [99], lecz może dotyczyć całej ręki [119]. Osłabienie siły chwytu ręki objętej procesem chorobowym waha się od 10% do 30% w stosunku do zdrowej ręki [7]. Charakterystyczny jest także ból, któremu może towarzyszyć odczucie przebiegającego prądu wzdłuż nerwu pośrodkowego [114, 115].

5. Diagnostyka ZKN

Pomimo, iż ZKN jest najczęściej występującą neuropatią uciskową, w przypadku oceny diagnostycznej wciąż brakuje tzw. złotych standardów [120]. Objawy często występują niespecyficycznie, a elektromiograf czy ultrasonograf nie posiadają specyficznych narzędzi do postawienia jednoznacznej diagnozy [7, 121, 122]. Mimo to, według niektórych, badanie elektromiograficzne może stać się pomocne w przypadku niepewnej diagnozy lub może być użyte do określenia stopnia zawansowania schorzenia [123]. Badania jednak dowodzą, że wykazuje on ograniczoną czułość w przypadku diagnozowania wczesnego stadium choroby [124-129]. We wczesnym stadium ZKN zaburzenia przewodnictwa nerwowego występują bowiem w niewielkich fragmentach kanału nadgarstka, zatem miejsca nieuciśnięte mogą maskować zaburzenie przewodnictwa [130-132]. Badania wskazują, że badanie przewodnictwa nerwowego mogą dawać 16-34% fałszywie pozytywnych lub fałszywie negatywnych wyników [108, 133]. Dlatego właśnie elektromiograf winien być używany jedynie jako narzędzie pomocnicze [130], stosowane w celu różnicowania objawów ZKN z radikulopatią szyjną lub inną neuropatią obwodową [124]. Obiektywnym objawem ucisku na nerw pośrodkowy jest jego obniżone przewodnictwo [134, 135], które uznaje się za nieprawidłowe, jeśli opóźnienie impulsu ruchowego wynosi powyżej 4,2 ms oraz powyżej 3,5 ms w przypadku przewodnictwa czuciowego [136].

Powszechnie stosowanym pomocniczym narzędziem diagnostycznym jest ultrasonograf, którego wiarygodność i czułość dowodzi szereg publikacji [137-145]. Dodatkowym atutem ultrasonografu jest to, że za jego pomocą można również wykryć rzadkie przyczyny występowania ZKN [146].

Opóźnienia w diagnozie ZKN mogą prowadzić do komplikacji, takich jak: zmiany stawowe, uszkodzenie ścięgien, zapalenie pochewek ścięgnistych [147].

Spośród testów klinicznych stosuje się test Phalena oraz test Durkana, który jest najdokładniejszym testem klinicznym w przypadku zespołu cieśni nadgarstka [43]. Jako wskaźnik stosuje się również objaw Hoffmana-Tinela. Badania Hegmann i wsp. [113] wskazują jednak, że ani Objaw Hoffmana-Tinela ani Test Phalena nie są wiarygodne.

6. Leczenie ZKN

Obecne wytyczne wskazują na pierwszeństwo zastosowania leczenia konserwatywnego przed operacyjnym [126, 148-151], z wyłączeniem zaawansowanych przypadków lub jeśli pacjent wybiera ten rodzaj leczenia [126].

Po raz pierwszy interwencji chirurgicznej dokonał Herbert Galloway w 1924 roku [152]. Standardowym postępowaniem w operacyjnym leczeniu ZKN jest przecięcie więzadła poprzecznego nadgarstka [93]. Istnieje kilka skutecznych technik operacyjnych, takich jak: otwarta technika (ang.: *Open Carpal Tunnel Release*, OCTR), technika MINI-OPEN (ang.: *mini Open Carpal Tunnel Release*, mini-OCTR), technika endoskopowa (ang.: *Endoscopic Carpal Tunnel Release*, ECTR) [153, 154], czy technika uwolnienia kanału nadgarstka pod kontrolą ultrasonografu (ang.: *Ultrasound-guided Carpal Tunnel Release*, USCTR), która porównując z zastosowaniem jedynie techniki mini-OCTR, jest korzystna ze względu na skrócenie czasu powrotu do zdrowia [155]. Wszystkie techniki operacyjne posiadają udokumentowaną wysoką skuteczność [156], a wyniki u pacjentów z cukrzycą nie odbiegają od tych, niecierpiących na to schorzenie. Jediną różnicą jest to, że u pacjentów z cukrzycą po zabiegu operacyjnym pozostaje nietolerancja na zimno [157].

Celem zabiegu jest zwiększenie objętości kanału i zmniejszenie ucisku na nerw pośrodkowy [158, 159]. Przecięcie więzadła poprzecznego nadgarstka zmniejsza spłaszczenie nerwu pośrodkowego i przywraca jego właściwy kształt [160, 161] oraz zmniejsza jego przekrój poprzeczny [162-165].

Mimo zwykle dobrych efektów leczenia operacyjnego, w 3-25% przypadków dochodzi do nawrotów choroby [166], z których 12% wymaga ponownej operacji [166, 167]. Wyniki drugiego zabiegu są jednak aż w 40% przypadkach uznawane przez

pacjentów jako nieskuteczne i aż u 95% spośród nich, pozostawiają szeroki wachlarz objawów [168]. Badania retrospektywne wykazały również, że czynniki przedoperacyjne, takie jak: poważny ubytek czucia, nerwiaki, liczba poprzednich zabiegów operacyjnych [169], cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, słaby ogólny stan zdrowia, alkoholizm, zespół górnego otworu klatki piersiowej, palenie tytoniu, znaczny zanik mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka mają znaczenie w przewidywaniu efektów leczenia operacyjnego [170].

Leczenie konserwatywne przynosi satysfakcjonujące wyniki w większości przypadków, jeśli objawy nie utrzymują się dłużej niż rok [43]. Istnieje przynajmniej 16 rodzajów terapii, jakie można zastosować w ramach leczenia zachowawczego [151], jednakże porównując skuteczność tych metod do leczenia operacyjnego, zabieg chirurgiczny wykazuje najwyższą skuteczność [171].

W literaturze znajdujemy opis licznych metod leczenia zachowawczego: splintowanie [172-181], sterydy [75, 110, 120, 148, 150, 182-185], neuromobilizacje [186-198], fala uderzeniowa [199-201], manipulacje powięzi [181, 189, 193, 196, 202-207], laseroterapia [208-212], terapia ultradźwiękami [31, 172, 213-220], magnetoterapia [221-225], terapia manualna [189, 197, 202, 207, 226-233], suche igłowanie [234, 235], okłady parafinowe [175, 213], kinesiotaping [195, 236-238], ćwiczenia czynne i bierne [193, 239, 240].

Splintowanie jest najczęściej stosowanym sposobem leczenia zachowawczego ZKN [172, 241], polegające na unieruchomieniu nadgarstka w neutralnej pozycji na kilka godzin dziennie przy pomocy opatrunku gipsowego lub ortezy. Celem takiego postępowania jest zapobieganie przybierania pozycji zgięciowej nadgarstka, co zabezpiecza nerw pośrodkowy przed uciśnięciem, a także zwiększa przepływ krwi [242] oraz zmniejsza ciśnienie wewnątrz kanału nadgarstka [94, 243]. W literaturze brakuje jednoznacznych doniesień, potwierdzających skuteczność stosowania splintowania. Prace wielu badaczy wskazują na wysoką skuteczność takiego postępowania [120, 149, 175, 179, 244, 245], podczas gdy inni notują jedynie krótkofalową poprawę [173, 174]. Jakkolwiek po zastosowaniu splintowania, objawy ZKN z reguły ulegają przynajmniej częściowemu wyciszeniu, nie odnotowuje się jednak poprawy przewodnictwa nerwowego [175, 246]. Wydaje się, że istotne znaczenie ma również rodzaj splintowania. Wykazano, że stosowanie ortezy z

podparciem na stawy śródrečno-paliczkowe przynosi lepsze wyniki w skali DASH (ang.: *Disability of Arm, Shoulder and Hand*, DASH) oraz większą redukcję bólu, niż te standardowe, usztywniające jedynie nadgarstek [176, 247]. Przyczyna większej skuteczności tego rodzaju splintowania może leżeć w biomechanice mięśni glistowatych. Ich brzośce przyczepiają się głównie do ścięgien zginacza głębokiego palców. Przy wyprostnej pozycji palców, mięśnie glistowate pociągane są dystalnie w stosunku do więzadła poprzecznego nadgarstka [248], natomiast podczas zgięcia - proksymalnie [249]. Przy około 50% zakresu ruchu zgięcia palców, mięśnie glistowate wślizgują się do wewnątrz kanału nadgarstka [250], zwiększając panujące w nim ciśnienie [250].

Wykazano także wysoką skuteczność zastosowania leczenia ZKN z użyciem sterydów, zarówno w postaci iniekcji, jak i przyjmowanych doustnie leków [110, 120, 148, 149]. Stosowanie iniekcji sterydowych przynosi jednak tylko krótkoterminową poprawę [75, 182-185]. W badaniach ultrasonograficznych obserwowano bowiem jedynie czasowe zmniejszenie przekroju poprzecznego nerwu pośrodkowego [182, 251-255].

Spośród technik fizjoterapeutycznych, istotne wydawało się zastosowanie neuromobilizacji. Nadrzędnym celem technik, poprawiających mobilność nerwu pośrodkowego, była głównie poprawa jego regeneracji [240]. Skuteczność terapii, łagodzenie objawów ZKN, została potwierdzona w wielu badaniach [186, 197, 256] i sięga nawet 70% [257]. Techniki neuromobilizacyjne wydają się także poprawiać przewodnictwo nerwu pośrodkowego [186, 188]. W literaturze brakuje jednak randomizowanych badań, potwierdzających skuteczność technik neuromobilizacyjnych [258].

Pozytywne efekty terapii, w postaci redukcji symptomów choroby, wydaje się przynosić także zastosowanie fali uderzeniowej [199-201]. Wyniki badań nie pozwalają jednak na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków, dotyczących zarówno częstotliwości, jak i zagęszczenia impulsów podczas zabiegów prowadzonych u chorych z ZKN.

Badania z użyciem rezonansu magnetycznego dowodzą, że zastosowanie technik manipulacji powięziowej zwiększa poprzeczny oraz przednio-tylny wymiar kanału

nadgarstka. Wzrasta ponadto przewodnictwo nerwowe, co prowadzi do redukcji symptomów [202].

W kontekście zastosowania laseroterapii w literaturze można znaleźć liczne, sprzeczne wyniki analiz. Badania Chang i wsp. [208] dotyczące zastosowania niskoenergetycznej laseroterapii wykazały, że tego rodzaju terapia jest skuteczna w łagodzeniu bólu i innych objawów ZKN, wliczając w to poprawę siły chwytu oraz funkcji ręki [208, 209], podczas gdy Irvine i wsp. [210] oraz Weintraub [211] dowiedli, że użycie laseroterapii jest nieskuteczne i przynosi jedynie efekt placebo. Mimo takiej różnicy w wynikach, badania doświadczalne prowadzone na szczurach dowodzą skuteczności laseroterapii w przyspieszeniu regeneracji nerwów po chirurgicznym ich zmiążdżeniu [259], zatem rekomenduje się tę metodę, jako wczesne postępowanie po zabiegach chirurgicznych [212]. Spośród zabiegów fizykalnych, sprzeczne wyniki badań związane są również z zastosowaniem terapii ultradźwiękowej. Niektórzy badacze wykazali skuteczność takiego postępowania w leczeniu ZKN [31, 213-215]. Terapia prowadzi do zwiększenia przewodnictwa nerwu pośrodkowego i poprawy czucia zaopatrywanej przez niego okolicy ręki [216, 217]. Inni z kolei zanotowali jednakże jedynie krótkotrwałą poprawę [218, 219] lub nawet wykazują skuteczność terapii ultradźwiękowej na poziomie placebo [220].

Badania z zakresu magnetoterapii wykazały, że długotrwałe zastosowanie zarówno magnetycznej opaski [221], jak i klasycznej magnetoterapii w postaci powtarzanych zabiegów fizykalnych, nie przynosi poprawy funkcji ręki chorych z ZKN [222-225].

Udowodniono ponadto wysoką skuteczność działania okładów parafinowych w redukcji bólu u chorych z ZKN, jednak nie zauważono poprawy funkcjonalności ręki [175].

Ocenie poddano zabiegi z zakresu terapii manualnej, zarówno mobilizacje tkanek miękkich, jak i mobilizacje/manipulacje stawowe. Wykazano, iż skuteczność manipulacji stawowych w przypadku chorych z ZKN jest podobna do skuteczności zastosowania niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) [260] i w znacznym stopniu redukuje symptomy choroby [261-263, 226]. Jak wykazały badania na zwłokach, stosując mobilizacje osteopatyczne, możliwe jest wydłużenie więzadła poprzecznego nadgarstka, co sugeruje, że techniki te mogą być użyteczne w leczeniu

objawów ZKN [230]. Wysoką skuteczność w redukcji symptomów można osiągnąć stosując programy terapeutyczne, składające się z technik stawowych oraz mobilizacji tkanek miękkich [226], nawet u pacjentów z grupy ryzyka, takich jak diabetycy [189]. Biorąc jednak pod uwagę duże zróżnicowanie w doborze technik i czasu ich stosowania, nie można wysunąć jednoznacznych wniosków, co do wpływu tych interwencji na wynik badania EMG [202, 207, 231, 260-262].

Badania z użyciem ultrasonografu dowodzą, że w wyniku zastosowania techniki trakcji i rozciągania z użyciem igieł oraz tzw. techniki skrętnej, której mechanizm działania wykazał Langevin [234], dochodzi do wydłużenia więzadła poprzecznego [235], co sugeruje zasadność użycia suchego igłowania w leczeniu ZKN.

Zastosowanie z kolei kinesiotalingu we wczesnym stadium choroby wpływa korzystnie na zmniejszenie obszaru objętego zdrętwieniem [236], bólu [236, 264], mrowienia [236, 264] i poprawę przewodnictwa nerwowego [237, 264].

Wykazano także, że aktywne ćwiczenia czynne i bierne nadgarstka i palców zmniejszają ciśnienie wewnątrz kanału nadgarstka [239] oraz poprawiają przepływ krwi przez nerw pośrodkowy [240], co prowadzi do redukcji objawów.

W literaturze dotyczącej leczenia fizjoterapeutycznego pacjentów z ZKN dominują prace z użyciem subiektywnych metod badawczych, bądź takie, w których ilość badanych osób nie spełniała statystycznego minimum [177, 181, 186-195, 197, 198, 203-207, 226-228, 231-233]. W aktualnej literaturze brakuje również badań klinicznych (nierandomizowanych lub randomizowanych), dotyczących zastosowania w leczeniu chorych z ZKN terapii tkanek miękkich, obejmujących techniki mobilizacji powięzi. Stąd też, autor niniejszej pracy zdecydował się zbadać skuteczność terapii mięśniowo-powięziowej w redukcji symptomów i jej wpływ na tkanki poddawane zabiegom u chorych z ZKN.

7. POWIĘŹ

7.1. Anatomia i fizjologia powięzi

Znaczenie terminu „powięź”, wraz z postępem badań naukowych, podlegało na przestrzeni lat wielu modyfikacjom [265]. Tkanka ta należy do grona tkanek łącznych, a

definicja podkreślająca szczególną jej rolę w transmisji obciążeń i sił w organizmie została zaproponowana w 2012 roku jako „włóknista, kolagenowa tkanka, stanowiąca część systemu przenoszenia napięć w organizmie” [266]. Dwa lata później Fascia Nomenclature Committee opisała system powięziowy jako „trójwymiarowe kontinuum miękkich, zawierających kolagen, zwartych i luźnych włókien tkanki łącznej, przenikających przez ciało” [267].

Powieź jest uformowana z licznych warstw kolagenowych, włóknistych wiązek [268]. Każda z warstw składa się z równolegle ułożonych włókien, a przyległe warstwy zawierają wiązki biegnące w innych kierunkach [268]. Warstwy te są od siebie oddzielone tkanką tłuszczową [268]. Najbardziej zewnętrznie ułożoną warstwą jest warstwa podściółkowa, której nazwę zaproponował Singer w 1935 roku [269], znana też jako powieź powierzchowna [270, 271]. Kolejna w obrębie tułowia jest warstwa osiowa, w której skład wchodzi powieź okrywająca, znana również pod nazwą głębokiej [270, 271]. Powieź okrywająca, bardziej szczegółowo, można podzielić na namięsną, otaczająca struktury mięśniowe, ościęno – otaczające ścięgna i więzadła oraz okostną – otaczającą kości. W obrębie kończyn powieź okrywająca przechodzi w powieź dodatkową [269]. Pod warstwą osiową, wyróżnia się powieź otaczającą struktury nerwowe, czyli powieź oponową oraz powieź trzewną – otaczającą narządy wewnętrzne. Prostszy podział zaproponowała Stecco w 2011 roku, wyróżniając powieź powierzchowną, głęboką, trzewną, przyścienną oraz pozostałe rodzaje o nazwie w zależności od struktur jakie pokrywa [272].

Właściwości powięzi zostały opisane jako silna [273], lecz plastyczna [274], przejawiająca właściwości piezoelektryczne [275], wykazująca różnicę w sztywności przy zmianie uwodnienia [276], bogato zaopatrzona w zakończenia nerwowe [277, 278], zawierająca znaczną ilość mechanoreceptorów [279], zdolna do niewielkich skurczów [280-282]. Jej struktura ulega zagęszczeniu [283] i pogrubieniu wzdłuż działających sił, co z kolei zwiększa jej sztywność w tych kierunkach [284].

Powieź otacza każdy mięsień i narząd w organizmie [274]. Do jej funkcji należą: stabilizacja ruchu [285], przenoszenie obciążeń, nie tylko pomiędzy sąsiednimi włóknami mięśnia, ale również pęczkami [286-288]. Chroni naczynia krwionośne i limfatyczne [285, 289, 290], zabezpiecza mięsień przed uszkodzeniem na skutek nadmiernego rozciągnięcia [279, 291, 292], osłania sąsiednie struktury przed

ocieraniem się o siebie [293]. Powięź ma również wpływ na powrót żylny, działając jak skarpety uciskowe [294-296], poprawia proces koordynacji, zwiększa efektywność pracy mięśni [297], tworzy napięcie wewnątrz systemu mięśniowo-szkieletowego [280] oraz ogranicza rozprzestrzenianie się infekcji [280]. Wykazano, że sztywniejsza powięź wzmacnia międzymięśniowe przekazywanie obciążeń [298-301]. Ponadto, z uwagi na obecność zanurzonych w powięzi organów Golgiego, ciałek Ruffiniego oraz ciałek Paciniego, tkanka ta bierze udział w generowaniu odruchu na rozciąganie [274, 302], procesie propriocepcji [278] i nocyciepcji [303, 304].

Wraz z procesem starzenia w strukturze powięzi następują zmiany. Obniżeniu ulegają jej właściwości lepkością i pojawia się większa skłonność do występowania zrostów oraz densyfikacji [283], a także zmienia się jej grubość [305]. Kolagen poddawany obciążeniom przebudowuje swoją strukturę [283], a estrogeny odgrywają istotną rolę w jego stymulacji [306, 307]. U kobiet po okresie menopauzy zauważono zmniejszoną zdolność do syntezy kolagenu [308]. Właściwości powięzi mogą być również modelowane przez urazy mięśni [309], porażenia mózgowie [310] czy leczenie chirurgiczne [299]. W procesie patologicznym powięź może toczyć stan zapalny, co potencjalnie może być przyczyną bólu [273, 311]. Przy złych wzorcach ruchowych lub na wskutek unieruchomienia pomiędzy warstwami powięzi tworzą się mostki, doprowadzając do powstania zrostów [312].

Mechanizm działania rozluźnienia mięśniowo-powięziowego, którego nazwę pierwszy raz zaproponowali Manheim, Chila i Peckham w 1981 roku [313], wciąż nie został dokładnie poznany. Bez wątplenia pojęcie tiksotropii, która polega na zwiększeniu uwodnienia i zmniejszenia gęstości tkanki pod wpływem ciepła i/lub nacisku [274], rzuca nieco światła na ten temat, jednak nie wyjaśnia ono długotrwałych efektów terapii [274], jako że efekt tiksotropii jest przejściowy i odwracalny [314]. Chaitow [315] sugeruje jednak, że skoro uwodnienie powięzi wpływa na jej sztywność, techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, aplikowane przez 90-120 sekund, usuwają wodę z powięzi umożliwiając tym samym jej mobilizację zanim na nowo się uwodni [276]. Badacze sugerują także, że rozluźnienie mięśniowo-powięziowe poprzez zwiększenie przepływu krwi przez tkanki zmniejsza stan zapalny powięzi, który może być przyczyną jej sztywnienia [273, 311]. Nacisk generowany przez terapeutę podczas wykonywania technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego aktywuje także organy

ścięgniste Golgiego, co poprzez działanie w łuku odruchowym rdzenia kręgowego, zmniejsza napięcie spoczynkowe mięśni [316]. Kolejnym, prawdopodobnym mechanizmem działania technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego jest ich wpływ na pobudzenie mechanoreceptorów, powszechnie znajdujących się w powięzi [278], którego rezultatem jest obniżenie napięcia mięśniowego [274]. Bialosky i wsp. [317] sugerują, że rozluźnienie mięśniowo-powięziowe, podobnie jak inne zabiegi terapii manualnej może przynosić efekt przeciwbólowy w trzech mechanizmach: peryferyjnym, rdzeniowym i nadrženiowym [317]. Peryferyjny miałby działać poprzez lokalne uwolnienie mediatorów zapalnych [317]. Rdzeniowy, na zasadzie aktywacji aferentnych włókien nerwowych, co ingeruje w przewodzenie bodźców bólowych przez włókna wolno-przewodzące. Na tej podstawie hamowana byłaby odpowiedź bólowa z rdzenia kręgowego. Zmniejszenie doznań bólowych w obu tych teoriach miałoby swoją bazę w mechanizmie bramki kontrolnej [318]. Bialosky i wsp. [317] wskazują również, że techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego mogą działać na bazie mechanizmu nadrženiowego, choć pozostaje on znacznie bardziej niejasny. Według tej teorii na skutek terapii zmianie uległyby obszary mózgu, odpowiedzialne za tolerancję na rozciąganie danych tkanek, co w konsekwencji zwiększyłyby ich elastyczność [317].

7.2. Połączenia powięziowe w obrębie kończyny górnej

W zespole uciskowym, takim jak ZKN dochodzi do zmniejszenia ślizgu nerwu, co prowadzi do obniżenia jego odporności na naprężenia [74]. Zrosty, fibroza oraz blizny prowadzą do patomechanicznych i patofizjologicznych zmian w nerwie [101]. Wykazano również zależność pomiędzy patologicznymi zmianami mechanicznymi w obrębie nerwu, a jego funkcjonowaniem [319], co powinno zostać wzięte pod uwagę przy planowaniu postępowania rehabilitacyjnego [240]. Układając strategię postępowania należy uwzględnić również połączenia więzadła poprzecznego nadgarstka ze strukturami mającymi wpływ na jego napięcie, takimi jak: mięśnie kłębku kciuka, zginacze palców czy mięsień dłoniowy długi.

Więzadło poprzeczne nadgarstka jest kolagenową taśmą, ograniczającą kanał nadgarstka, stanowiącą także przyczep początkowy dla mięśni kłębku kciuka [62, 86, 87, 320] o średniej szerokości 25mm i długości 31mm [271, 321]. Stabilizuje ono strukturę

kanału nadgarstka [82, 322, 323], działa jako naprężacz ścięgien zginaczy [324, 325] oraz wspomaga elastyczność kanału nadgarstka [81, 97, 326]. Literatura podaje sprzeczne wyniki, jeśli chodzi o możliwości rozciągnięcia więzadła. Li i wsp. [327] wykazali, że więzadło poddaje się rozciągnięciu w minimalnym stopniu [327], lecz Mathers i wsp. [328] wykazali ponad 10% rozciągnięcie podczas testu rozciągowego. Yao i wsp [93] wykazali, że rozciągnięcie więzadła może osiągnąć maksymalnie 10%.

Chwył pęsetowy, wykonany przy użyciu kciuka oraz palca wskazującego powoduje pociąganie więzadła poprzecznego nadgarstka dłoniowo [63]. Węzadło poprzeczne zachowuje się podobnie, gdy zastosuje się obciążenie na palce [329].

Wykazano także, że TCL jest współtworzone przez mięsień dłoniowy długi, stąd jego aktywność będzie modelowała napięcie więzadła. Mięsień dłoniowy długi przyczepia się do nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, a jego powięź łączy się z powięzią powierzchowną przedramienia [330, 331]. Mięsień kruczo-ramienny, którego część włókien kończy się na nadkłykciu przyśrodkowym ramienia posiada również przyczepy do przegrody przyśrodkowej ramienia [332], której włókna wchodzi w skład powięzi obojczykowo-piersiowej, otaczającej mięsień piersiowy mniejszy i która wplata się również w powięź mięśnia kruczo-ramiennego [333].

Powierzchnowe połączenia powięziowe wydają się być znacznie prostsze. Rozciągnio dłoniowe łączy się z więzadłem poprzecznym i dalej jest kontynuacją przedniej powięzi przedramienia [64]. Powięź przedramienia jest kontynuacją powięzi ramienia, a jej napięcie jest modelowane aktywnością mięśnia dwugłowego ramienia, którego rozciągnio się w nią wplata [330]. Rozciągnio to pokrywa również nerw pośrodkowy w okolicy stawu łokciowego, a jego pogrubienie może mieć wpływ na ograniczenie ślizgu tegoż nerwu [334]. Powięź ramienia otrzymuje wiązki z powięzi mięśnia piersiowego większego [331, 335, 336].

Zwiększenie sztywności oraz pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka może być wynikiem działania powtarzalnych sił generowanych przez mięśnie kłębku kciuka oraz mięśnia dłoniowego długiego [337-340]. Logicznym jest, aby wszystkie z tych struktur poddać leczeniu polegającym na zmniejszeniu ich napięcia i zwiększeniu elastyczności, w rezultacie zmniejszając wartość sił pociągających TCL oraz zabezpieczając je przed zmianami prowadzącymi do jego pogrubienia i zwiększenia sztywności.

II. CEL PRACY

1. Założenia

W skład sieci powięziowej wchodzi zarówno płaskie struktury, takie jak: przegrody międzymięśniowe, rozciągna, troczki, torebki stawowe, okostna, czy onerwie, lecz również te grubsze: więzadła i ścięgna. Powięź, wskutek działania różnych bodźców, m. in. sił: rozciągających, kompresyjnych, ścinających, czy też unieruchomienia, ulega nieustannej przebudowie [341]. Ostre lub przewlekłe obciążenia ścięgien, czy więzadeł, stymulują tkanki do zmian strukturalnych i funkcjonalnych [342]. Równocześnie, struktury anatomiczne, poddawane regularnym obciążeniom, zwiększają swoją sztywność. Przebudowa ścięgna, gdy poddawane jest zwiększonemu obciążeniu o charakterze interwałowym, pojawia się w ciągu kilku tygodni [343, 344]. Powięź nie jest wyizolowaną strukturą, lecz spala sąsiadujące ze sobą tkanki w funkcjonalną całość [345]. Istnieją dowody, że powięź mięśniowa przenosi zarówno obciążenia między poszczególnymi włóknami mięśnia oraz w obrębie pęczków mięśniowych, jak również siłę skurczu w obrębie funkcjonalnie połączonych mięśni [288]. Uzasadnionym wydaje się zatem, że patologiczne napięcie jednego mięśnia, może generować niekorzystne zmiany strukturalne w obrębie tkanki połączonej z nim powięziowo.

Patomechanizm zmian występujących w przebiegu ZKN daje podstawę do zastosowania technik mięśniowo-powięziowych w leczeniu tego schorzenia. U osób z ZKN wykazano m.in. pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka [65, 66, 67, 68, 69, 346]. W leczeniu symptomów tego schorzenia, istotne wydaje się być objęcie terapią zarówno więzadła poprzecznego nadgarstka, jak i powięzi mięśni: dłoniowego długiego i kłębu kciuka, z uwagi na anatomiczne połączenia powięziowe. Mięśnie te bowiem modelują napięcie więzadła poprzecznego nadgarstka [62-64], wpływając na jego strukturę [343, 344]. Istotne jest także, iż powięź mięśnia dłoniowego długiego, w bezpośrednim przebiegu, łączy się z powięzią powierzchowną przedramienia i wplata w przegrodę międzymięśniową przyśrodkową ramienia, do której dobiega część włókien mięśnia kruczoramiennego [332]. Wyrostek kruczy z kolei stanowi również miejsce przyczepu włókien ścięgniastych mięśnia piersiowego mniejszego. Patologie

mięśnia piersiowego mniejszego mogą z kolei być związane z objawami charakterystycznymi dla ZKN [347, 348].

Wynacznienie i obrzęk (wywołane m. in. stanem zapalnym) to jedne z przyczyn zaburzeń prawidłowej mobilności ścięgien oraz aktywności mięśni [349], co prowadzi do obniżenia jakości ślizgu, a także do powstawania patologicznych połączeń kolagenowych. Nieprawidłowa przemiana kolagenu skutkować może wzmożeniem napięcia anatomicznych struktur, obniżeniem ich elastyczności i podatności na rozciąganie. Uzasadnionym wydaje się być zatem zastosowanie manualnych technik terapii również w obrębie bruzd międzymięśniowych, w celu poprawy mobilności kluczowych w przypadku ZKN anatomicznych struktur.

2. Cel główny

Głównym celem przeprowadzonego badania była ocena efektów zastosowania wybranych technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego w zachowawczym leczeniu chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka.

2.1. Cele szczegółowe

1. Porównanie właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka) kończyny górnej u chorych z jednostronnym ZKN oraz u osób zdrowych.
2. Porównanie grubości więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z jednostronnym ZKN oraz u osób zdrowych.
3. Porównanie właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka) pomiędzy chora, a zdrową kończyną górną chorych z

jednostronnym ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii z zastosowaniem technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego.

4. Porównanie grubości więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną osób z jednostronnym ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii z zastosowaniem technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego.

5. Ocena nasilenia objawów schorzenia oraz funkcji kończyny górnej chorych z jednostronnym ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii z zastosowaniem technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego.

6. Porównanie właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka) u chorych z jednostronnym ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii z zastosowaniem technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego.

7. Porównanie grubości więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z jednostronnym ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii z zastosowaniem technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego.

3. Problemy badawcze

W związku z realizacją postawionego celu pracy, sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Czy pomiędzy osobami chorymi z ZKN i osobami zdrowymi występują różnice w zakresie właściwości mechanicznych i/lub wiskoelastycznych i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka)?

2. Czy u chorych z jednostronnym ZKN, w porównaniu do osób zdrowych, występuje pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka?

3. Czy u osób chorych z jednostronnym ZKN pomiędzy zdrową i chorą kończyną występują różnice w zakresie właściwości mechanicznych i/lub wiskoelastycznych i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka)? Czy zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, spowoduje zniwelowanie występujących różnic właściwości tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną?
4. Czy u chorych z jednostronnym ZKN grubość więzadła poprzecznego nadgarstka w kończynie objętej procesem chorobowym jest większa, niż w kończynie zdrowej? Czy zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, przywraca fizjologiczną grubość więzadła poprzecznego nadgarstka, obserwowaną w zdrowej kończynie?
5. Czy zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego spowoduje obniżenie stopnia nasilenia objawów choroby oraz poprawę funkcji kończyny górnej objętej procesem chorobowym?
6. Czy zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego spowoduje korzystne zmiany właściwości mechanicznych i/lub wiskoelastycznych i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka)?
7. Czy zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego spowoduje zmniejszenie przerostu więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej tydzień po zakończeniu terapii?

4. Hipotezy badawcze

W związku z realizacją postawionego celu pracy, sformułowano następujące hipotezy:

1. Właściwości mechaniczne i/lub wiskoelastyczne i/lub stan napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka) u osób chorych z ZKN różnią się od właściwości i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie tych samych struktur anatomicznych u osób zdrowych.
2. U chorych z jednostronnym ZKN, w porównaniu do osób zdrowych, występuje jednostronne pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka.
3. Porównując kończynę chorą i zdrową osób chorych z jednostronnym ZKN występują różnice właściwości mechanicznych i/lub wiskoelastycznych i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka). Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6 - tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, powoduje zniwelowanie różnic właściwości tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną.
4. Grubość więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z jednostronnym ZKN, przed rozpoczęciem fizjoterapii, w kończynie objętej procesem chorobowym jest większa, niż w kończynie zdrowej. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, przywraca fizjologiczną grubość więzadła poprzecznego nadgarstka, obserwowaną w zdrowej kończynie.
5. Zastosowanie 6-tygodniowego programu fizjoterapii u chorych z jednostronnym ZKN, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, spowoduje obniżenie stopnia nasilenia objawów choroby oraz poprawę funkcji kończyny górnej objętej procesem chorobowym.

6. Zastosowanie 6-tygodniowego programu fizjoterapii u chorych z jednostronnym ZKN, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, spowoduje korzystne zmiany właściwości mechanicznych i/lub wiskoelastycznych i/lub stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie wybranych struktur anatomicznych (mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka).

7. Zastosowanie 6-tygodniowego programu fizjoterapii u chorych z jednostronnym ZKN, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, spowoduje zmniejszenie przerostu więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej tydzień po zakończeniu terapii.

III. MATERIAŁ I METODY

1. Charakterystyka badanych

Do badania zgłosiło się 88 osób (łącznie chorzy z ZKN oraz zdrowi) w wieku od 26 do 57 roku życia (średnia wieku: $40,96 \pm 7,86$ lat). Pierwotnie do projektu włączono 54 chorych z ZKN, spośród których 33 osoby przeszły proces kwalifikacji. Badana grupa chorych obejmowała 8 mężczyzn i 25 kobiet, w wieku od 34 do 54 roku życia (średnia wieku $46,548 \pm 8,15$ lat), ze zdiagnozowanym ZKN, potwierdzonym w badaniu klinicznym oraz ultrasonograficznym. Drugą badaną grupę stanowiły osoby zdrowe. Zakwalifikowano 34 zdrowych ochotników w wieku od 23 do 50 roku życia (średnia wieku $41,79 \pm 7,83$ lat), w tym 29 kobiet i 5 mężczyzn.

Wszyscy badani zostali poinformowani o celach projektu badawczego i wykonywanych procedurach, a następnie dobrowolnie, pisemnie wyrazili zgodę na udział w badaniu. Przed rozpoczęciem badania uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Jagiellońskiego (numer zgody: 1072.6120.59.2019). Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z wytycznymi Deklaracji Helsińskiej z 1996 roku. Kryterium włączenia chorych do badań obejmowało: czas występowania objawów powyżej sześciu miesięcy oraz stopień zaawansowania symptomów, określany na podstawie wyniku kwestionariusza BCTQ (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire*), według skali zaproponowanej przez Storey i wsp. [350], jako „lekki”, „umiarkowany” lub „poważny” (BCTQ-SSS: 1,0 = „bezobjawowy”, 1,1-2,0 = „łagodny”, 2,1-3,0 = „umiarkowany”, 3,1-4,0 = „poważne”, a 4,1-5 = „bardzo poważne”; BCTQ-FSS: 1,0 = „bezobjawowy”, 1,1-2,0 = „łagodny”, 2,1-3,0 = „umiarkowany”, 3,1-4,0 = „poważne”, a 4,1-5 = „bardzo poważne”) (BCTQ-SSS - ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale*, Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca nasilenia objawów; BCTQ-FSS – ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*, Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej).

Kryterium wykluczenia stanowiły: objęcie chorobą (ZKN) obu rąk (z uwagi na połączenia powięziowe), nowotwory, patologie ogólnoustrojowe, zmiany zwyrodnieniowe w obrębie nadgarstka i/lub stawów ręki, ciąża, nadczynność tarczycy,

złamania w obrębie nadgarstka [22, 351-353], inne stany chorobowe, mające wpływ na patologię nerwu pośrodkowego (takie jak np.: Zespół Górnego Otworu Klatki Piersiowej, radikulopatia szyjna, proksymalne uwięźnięcie nerwu pośrodkowego), ponadto wcześniejsze próby leczenia ZKN z zastosowaniem metod operacyjnych, zastosowanie bezpośrednio przed rozpoczęciem terapii lub w trakcie jej trwania leków przeciwzapalnych oraz podejmowanie podczas eksperymentu innych form leczenia, poza stosowaną w badaniu terapią. Dodatkowo kryterium wykluczenia stanowił stopień zaawansowania zmian określony w podziale Storey i wsp. [350], jak: „bezobjawowy” lub „bardzo poważny”.

Do przyczyn wykluczenia chorych z badania z powodu braku spełnienia założonego kryterium należały: objęcie procesem chorobowym obu kończyn górnych (10 osób), współistnienie radikulopatii szyjnej (4 osób), zmiany zwyrodnieniowe w obrębie nadgarstka (2 osoby), nadczynność tarczycy (1 osoba). W kolejnym etapie wykluczono jednego badanego z powodu stosowania leków przeciwzapalnych w trakcie eksperymentu badawczego oraz trzy osoby z powodu nieregularnego stawiania się na terapię.

W przypadku osób zdrowych kryterium włączenia do badania obejmowało: wiek między: 18 a 60 rokiem życia, ogólny dobry stan zdrowia. Kryterium wykluczenia obejmowało: aktualne i/lub przebyte schorzenia i uszkodzenia w obrębie kończyny górnej i/lub klatki piersiowej, leczone z zastosowaniem metod operacyjnych, nowotwór, patologie ogólnoustrojowe, zmiany zwyrodnieniowe zlokalizowane w obrębie stawów obwodowych dominującej kończyny górnej i/lub stawów kręgosłupa, ciąża, nadczynność tarczycy, inne stany chorobowe, mające wpływ na patologię nerwu pośrodkowego (takie jak np.: Zespół Górnego Otworu Klatki Piersiowej, radikulopatia szyjna, proksymalne uwięźnięcie nerwu pośrodkowego) [22, 351-353]. Wszyscy spośród zdrowych ochotników spełniali przyjęte kryteria.

Badania zostały przeprowadzone w Klinice Ortopedii i Fizjoterapii Wydziału Nauk

o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego – Collegium Medicum, na terenie Oddziału Klinicznego Ortopedii i Rehabilitacji (aktualnie: Oddziału Klinicznego Ortopedii i Traumatologii) Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie.

2. Przebieg badania

Podczas kwalifikacji osób z ZKN, zgodnie z przyjętymi kryteriami, każdy chorych został poddany badaniu klinicznemu, przeprowadzonemu przez lekarza specjalistę w dziedzinie ortopedii i traumatologii narządu ruchu, które obejmowało: wywiad (występowanie objawów chorobowych oraz dobową charakterystykę objawów takich jak m. in.: ból, zaburzenia czucia i parestezje w obszarze zaopatrywanym przez nerw pośrodkowy), specyficzne dla tego schorzenia kliniczne testy ortopedyczne oraz badanie ultrasonograficzne.

U osób zdrowych przeprowadzono jednokrotnie pomiar grubości więzadła poprzecznego nadgarstka przy użyciu ultrasonografu (MyLab 70, Esaote S.p.A, Genua, Włochy) i właściwości wybranych tkanek miękkich w obrębie dominującej kończyny górnej przy użyciu algometru (miometru) – urządzenia MyotonPRO (Myoton, Tallin, Estonia).

U osób z ZKN badanie zarówno chorej, jak i zdrowej kończyny górnej, obejmujące ocenę właściwości tkanek miękkich oraz pomiar grubości więzadła poprzecznego nadgarstka przeprowadzono dwukrotnie: przed rozpoczęciem terapii i tydzień po zakończeniu interwencji. Chorzy zostali ponadto dwukrotnie (przed oraz po terapii) poproszeni o wypełnienie kwestionariuszy: DASH oraz BCTQ.

Po zakończeniu badania wstępnego, w kolejnym dniu eksperymentu, rozpoczęto sześciotygodniową fizjoterapię chorych z ZKN. Obecność uczestników badania podczas sesji terapeutycznych weryfikowana za pomocą list obecności. Powtórne badanie przeprowadzono wyłącznie u osób posiadających 100% obecność podczas fizjoterapii (brak stawienia się na sesję w wyznaczonym terminie stanowiło podstawę do wykluczenia z dalszych etapów terapii/badania).

Podczas trwania eksperymentu wszyscy uczestnicy badania deklarowali brak zmian w dotychczasowym trybie życia oraz brak podejmowania aktywności ruchowych znacznie obciążających układ ruchu (aktywność fizyczna na poziomie niskim lub umiarkowanym wg WHO – *ang.: World Health Organisation*).

3. Program fizjoterapii

Zastosowano program terapeutyczny trwający 6 tygodni, składający się z technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego [354]. Podczas każdej wizyty poddawano terapii te same mięśnie oraz bruzdy międzymięśniowe, stosowano te same techniki w obszarach zmienionych strukturalnie. Każdy zabieg poprzedzony został oceną czynnościową oraz palpacyjną tkanek miękkich i wykonywany był przez tego samego fizjoterapeutę z 10-letnim doświadczeniem. Indywidualna terapia tkanek miękkich, prowadzona w obrębie zmienionych strukturalnie tkanek obejmowała celowaną terapię mięśniowo-powięziową, nakierunkowaną na zmiany strukturalne w obrębie powięzi głębokiej i powierzchownej.

Każda sesja trwała około godziny i odbywała się co 4 dni. Częstotliwość spotkań podyktowana została możliwością wywołania podczas terapii niewielkiego stanu zapalnego, którego celem jest reorganizacja strukturalna sieci powięziowej oraz inicjacja procesu naprawczego [355], a w konsekwencji zwiększenie globalnej elastyczności [356] oraz poprawa mobilności tkanek [333, 357-359]. W efekcie wywołanego stanu zapalnego dochodzi do pobudzenia miofibroblastów, co prowadzi do tworzenia nowych włókien kolagenu typu III [360-365]. Przez pierwsze 2 dni po terapii, możliwe jest pogorszenie objawów, o czym chorzy zostali poinformowani. Po tym czasie, następuje poprawa i w ciągu kolejnych dwudziestu dni dochodzi do powolnej zmiany orientacji włókien kolagenu typu III, zgodnie z liniami sił trakcji oraz zastąpienie tychże włókien przez bardziej stabilne włókna kolagenu typu I [360-364]. Zjawisko to ma miejsce w tzw. „fazie konsolidacji”, która trwa około 40 dni [360-365]. Stąd też zdecydowano, aby kontynuować program terapeutyczny, aż do zakończenia tej fazy, czyli w sumie przez 6 tygodni.

Zastosowano bezpośrednie techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, opisane przez Stanborough [354]. Fizjoterapeuta po wcześniejszym zbadaniu restrykcji w obrębie powięzi przykładał kciuki, opuszki palców lub grzbietową część palców ręki do skóry pacjenta i wykonywał nacisk z siłą 10-20 N. Nacisk wykonywany był w kierunku restrykcji, w celu wywołania zmian w konsystencji powięzi i zwiększenia jej uwodnienia [333,366]. W miarę przesuwania się ręki terapeuty po powięzi/mięśniu, nacisk był utrzymywany na całej długości mięśnia (lub jego części w przypadku

ograniczonego dostępu) objętego terapią. Terapia prowadzona była zgodnie z zasadą, że czas wykonywania techniki nie jest z góry ustalony, a praca wykonywana jest „do uzyskania efektu” [358]. Tempo przesuwania się ręki terapeuty dyktuje odpowiedź tkanki na zadany bodziec.

Powięź powierzchowną opracowywano wzdłuż drogi powrotu żylnego kończyny górnej. Powięź powierzchowna przedniej części przedramienia pacjenta opracowywana była w pozycji siedzącej. Ramię chorego, ustawione w pełnej supinacji, spoczywało na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta przykładł część dłoniową ręki (na poziomie kości nadgarstka) do przedniej powierzchni przedramienia chorego, a następnie wybierał kierunek przesuwania ręki w stronę restrykcji powięzi i utrzymywał nacisk do momentu, aż ręka przesunęła się w okolice stawu łokciowego lub nadgarstkowego (w zależności od kierunku restrykcji) [354].

Powięź powierzchowna przedniej części ramienia opracowywana była u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego, ustawione w odwiedzeniu ok. 45°, spoczywało na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta przykładł część dłoniową ręki (na poziomie kości nadgarstka) do przedniej (brzuszej) powierzchni ramienia chorego, a następnie wybierał kierunek przesuwania ręki w stronę restrykcji powięzi i utrzymywał nacisk, aż jego ręka przesunęła się w okolice stawu barkowego lub łokciowego (w zależności od kierunku restrykcji) [354].

Powięź powierzchowna klatki piersiowej opracowywana była u pacjenta w leżeniu na plecach. Ramiona chorego spoczywały, odwiedzone pod kątem 45°, na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta przykładł część dłoniową ręki (na poziomie kości nadgarstka) do powierzchni klatki piersiowej, obejmując mięsień piersiowy większy (u kobiet tylko powierzchnię powyżej gruczołu piersiowego) i utrzymywał nacisk, aż jego ręka przesunęła się w okolice mostka lub stawu ramiennego (w zależności od kierunku restrykcji) [354].

Powięź głęboką opracowywano w obrębie mięśni: piersiowego mniejszego, kruczoramiennego, dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przywodziciela krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka oraz więzadła poprzecznego nadgarstka.

Mięsień piersiowy mniejszy opracowywany był u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego było biernie odwiedzone do kąta 90° i podtrzymywane przez terapeutę. Palce drugiej ręki, skierowane opuszkami do dołu, terapeuta umieszczał w

bruździe pomiędzy mięśniami piersiowym większym, a piersiowym mniejszym. Przed rozpoczęciem terapii fizjoterapeuta wykonywał nacisk na mięsień piersiowy mniejszy i dokonywał badania przesuwalności powięzi. Następnie, utrzymując nacisk, wybierał kierunek w stronę restrykcji powięzi i utrzymywał go do momentu, aż jego ręka przesunęła się w okolice bliższego lub dalszego przyczepu mięśnia piersiowego mniejszego [354].

Mięsień dwugłowy ramienia opracowywany był u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego, odwiedzone pod kątem 45° , spoczywało swobodnie na stole rehabilitacyjnym. Przed rozpoczęciem terapii, fizjoterapeuta wykonywał nacisk na mięsień dwugłowy ramienia i dokonywał badania przesuwalności powięzi. Następnie, utrzymując nacisk, wybierał kierunek w stronę restrykcji powięzi i utrzymywał go do momentu, aż jego ręka przesunęła się w okolice stawu ramiennego lub łokciowego (w zależności od kierunku restrykcji) [354].

Mięsień kruczoramienny opracowywany był u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego było biernie odwiedzone do kąta 45° i spoczywało swobodnie na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta umieszczał opuszki palców II-IV na mięśniu kruczoramiennym, wykonywał nacisk na mięsień, badając przesuwalność powięzi. Następnie, utrzymując nacisk wybierał kierunek w stronę restrykcji i utrzymywał go tak długo, aż jego ręka przesunęła się w okolice bliższego lub dalszego przyczepu mięśnia kruczoramiennego [354].

Mięsień dłoniowy długi opracowywany był u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego spoczywało swobodnie na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta umieszczał opuszkę kciuka na mięśniu dłoniowym długim chorego, wykonywał nacisk na mięsień, badając przesuwalność powięzi. Następnie, utrzymując nacisk wybierał kierunek w stronę restrykcji i utrzymywał go tak długo, aż jego ręka przesunęła się w okolice bliższego lub dalszego przyczepu mięśnia dłoniowego długiego [354].

Mięśnie kłębu kciuka (zginacz krótki kciuka, przywodziciel krótki kciuka i przeciwstawiacz kciuka) opracowywane były w pozycji siedzącej pacjenta. Ramię chorego w pełnej supinacji spoczywało na stole rehabilitacyjnym, a ręka wysunięta była poza krawędź leżanki. Jedną ręką terapeuta podtrzymywał palce II-V chorego, utrzymując stawy ręki w pozycji neutralnej. Opuszką kciuka drugiej ręki terapeuta wykonywał nacisk na mięśnie kłębu kciuka chorego, dokonując oceny przesuwalności

powięzi. Następnie wybierał kierunek w stronę restrykcji i utrzymywał nacisk do momentu, aż jego kciuk przesunął się w okolicę bliższego lub dalszego przyczepu mięśni kłębu kciuka chorego [354].

Więzadło poprzeczne nadgarstka opracowywane było w pozycji siedzącej pacjenta. Ramię chorego, ustawione w pełnej supinacji, spoczywało na stole rehabilitacyjnym. Terapeuta przykładął kciuki obu rąk do guzka kości czworobocznej większej oraz haczyka kości haczykowatej, a następnie rozciągał TCL i utrzymywał chwyt aż do wycucia jego rozluźnienia [313].

W obrębie powięzi głębokiej wykonywano także technikę opracowania bruzd międzymięśniowych, polegającą na ciągłym, jednostajnym ślizgu ręki (palców) wzdłuż przebiegu bruzdy międzymięśniowej, połączonym z biernym ruchem odpowiedniego stawu [367].

Bruzdę oddzielającą mięsień piersiowy większy od piersiowego mniejszego opracowywano u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego swobodnie spoczywało na stole rehabilitacyjnym w odwiedzeniu do 90°, podtrzymywane przez terapeuta w okolicy stawu łokciowego. Fizjoterapeuta przykładął opuszki palców do opracowywanej bruzdy, wybierał kierunek w stronę mostka, jednocześnie wykonując wolne, bierne ruchy przywiedzenia i odwiedzenia ramienia chorego [367].

Bruzdy mięśnia dwugłowego ramienia opracowywane były u pacjenta w pozycji leżenia tyłem. Przedramię chorego utrzymywane było biernie w pełnej supinacji oraz zgięciu 90° w obrębie stawu łokciowego. Palec wskazujący, złączony ze środkowym, terapeuta przykładał przy pronacji własnej ręki do bruzdy oddzielającej mięsień dwugłowy ramienia od mięśnia ramiennego po stronie przyśrodkowej, blisko przyczepu końcowego. Następnie wybierał kierunek dogłowy i utrzymywał nacisk do czasu, aż jego palce przesunęły się do bruzdy mięśnia piersiowego większego, jednocześnie wykonując wolną ręką powolne ruchy bierne zgięcia i wyprostu w stawie łokciowym chorego [367]. Po zakończeniu opracowywania bruzdy przyśrodkowej, fizjoterapeuta poddawał terapii bruzdę boczną, kierując palce w stronę bruzdy mięśnia naramiennego.

Bruzdy mięśnia dłoniowego długiego opracowywane były w pozycji siedzącej pacjenta. Przedramię chorego ustawione w pełnej supinacji spoczywało na stole rehabilitacyjnym, a ręka wysunięta była poza krawędź leżanki. Palec wskazujący, złączony ze środkowym, terapeuta przykładał w pronacji własnej ręki do bruzdy

oddzielającej mięsień dłoniowy długi od mięśnia zginacza promieniowego nadgarstka, blisko więzadła poprzecznego nadgarstka, a następnie wybierał kierunek dogłowy i utrzymywał nacisk, aż jego dwa palce przesuną się do przyczepu początkowego mięśnia dłoniowego długiego. Jednocześnie, drugą ręką, terapeuta wykonywał powolne ruchy biernego zgięcia i wyprostu w stawie nadgarstkowym chorego [367]. Po zakończeniu opracowywania bruzdy bocznej mięśnia dłoniowego długiego, fizjoterapeuta poddawał terapii bruzdę przysrodkową.

Wszystkie opisane powyżej techniki podczas każdej sesji powtarzane były przez fizjoterapeutę jednokrotnie.

4. Metody badawcze

4.1. Ocena antropometryczna uczestników badania

Ocena antropometryczna uczestników badania obejmowała pomiary: masy ciała (kg), wysokości ciała (cm) oraz wskaźnika masy ciała (ang.: *body mass index*, BMI, kg/m²) za pomocą wagi medycznej z teleskopowym urządzeniem pomiarowym (HM 201M z funkcją BMI, CHARDER MS 4971, JAWAG, Polska). Pomiary masy oraz wysokości ciała wykonywano jednokrotnie przed rozpoczęciem badań w godzinach porannych.

4.2. Ocena właściwości tkanek miękkich w badaniu miometrycznym

Pomiar właściwości wybranych tkanek miękkich przeprowadzono z zastosowaniem algometru (miometru) MyotonPRO (Myoton, Tallin, Estonia). Urządzenie to charakteryzuje wysoka rzetelność i powtarzalność wykonywanych pomiarów (ICC: 0,7-0,97) [368-374].

Badanie przeprowadzono w połowie długości brzośca mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przywodziciela krótkiego kciuka i przeciwstawiacza kciuka oraz w połowie długości więzadła poprzecznego nadgarstka, zgodnie ze standaryzowanym protokołem pomiarów dla tego urządzenia [375]. Nie przeprowadzono pomiarów dla mięśnia piersiowego mniejszego, piersiowego

większego oraz kruczoramiennego ze względu na ograniczony bezpośredni dostęp do tych struktur. W pomiarach zastosowano standardową sondę, stanowiącą kompatybilną część urządzenia. Sonda testująca algometru była przykładana prostopadłe do skóry, bezpośrednio nad badaną strukturą z siłą 0,18 N, w celu uzyskania kontaktu urządzenia ze skórą. Szybkie impulsy mechaniczne o sile 0,4 N trwały 15 μ s, aplikując zsumowaną wartość nacisku na skórę wynoszącą 0,58 N. W rezultacie powstawały oscylacje badanych struktur anatomicznych, rejestrowane przez urządzenie i wyrażane poprzez wartości liczbowe dla poszczególnych właściwości tkanek. Badany w tym czasie leżał tyłem na stole rehabilitacyjnym z kończynami górnymi ułożonymi swobodnie wzdłuż ciała w pozycji anatomicznej. Pozycja ta umożliwiła pomiar właściwości tkanek w spoczynku. Dla każdego badanego punktu zarejestrowano i zebrano dane liczbowe następujących parametrów fizycznych (w tym przypadku zwanych miometrycznymi), obrazujących stan napięcia tkanek, właściwości mechaniczne oraz wiskoelastyczne (lepkosprężyste):

- stan napięcia tkanek (w spoczynku)

1. tonus – wyrażony w jednostce częstotliwości - hercach (Hz), charakteryzuje napięcie badanego mięśnia w spoczynku i obliczany jest jako maksymalna częstotliwość (f_{max}) z mocy widma sygnału akcelerometrycznego: $F = f_{max}$

- właściwości mechaniczne – scharakteryzowane przez parametry biomechaniczne:

2. sztywność – wyrażona w niutonach na metr (N/m), jako odporność na zewnętrzną siłę odkształcającą: $S = \frac{a_{max} \cdot m_{probe}}{\Delta l}$, gdzie a_{max} - maksymalne przyspieszenie sondy pomiarowej, m_{probe} - masa sondy pomiarowej, Δl – przesunięcie/zanurzenie sondy pomiarowej.

3. elastyczność (wskaźnik elastyczności) – jako właściwość mięśnia, charakteryzująca jego zdolność powrotu do swego nominalnego kształtu po zastosowaniu ucisku (po zaprzestaniu działania siły odkształcającej). Wyrażona jako logarytmiczny ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*, D), mogący pozostać wskaźnikiem elastyczności, lecz nie jej definicją. Logarytm ten opisuje zdolność tkanki do wytłumienia amplitudy wibracji i jako taki, nie posiada własnej jednostki fizycznej. Parametr ten wyrażony jest zatem wartością bezwymiarową, obliczoną ze wzoru:

$D = \ln \left(\frac{a_{1max}}{a_{2max}} \right)$, gdzie \ln - logarytmiczny ubytek tłumienia; a_{1max} - maksymalne przyspieszenie, gdzie osiągana jest równowaga między siłą impulsu, a oporem tkanki; a_{2max} - maksymalne przyspieszenie drugiego okresu oscylacji, który ma miejsce podczas rekuperacji magazynowanej energii mechanicznej w tkance. Elastyczność jest odwrotnie proporcjonalna do odkształcenia.

- właściwości lepkosprężyste (wiskoelastyczne):

4. relaksacja – wyrażona w sekundach (s), jako czas (t) odzyskania swego nominalnego kształtu po deformacji (po odłożeniu zewnętrznej siły), wyliczana ze wzoru: $R = t_r - t_1$, gdzie: R - współczynnik deformacji; t_r - zerowy czas odkształcenia, t_1 – czas, po którym następuje maksymalna deformacja tkanki.

5. odkształcenie – stopniowe wydłużanie tkanki w czasie, podczas stałego nacisku, wyrażone jako współczynnik deformacji (R) do czasu relaksacji ($t_1 - t_T$) i jako taki, nie posiada własnej jednostki fizycznej (wyrażony jest wyrażony jest liczbą Debory): $C = \frac{R}{t_1 - t_T}$, gdzie: C – odkształcenie (ang.: *creep*, pełzanie/płynność); R – współczynnik deformacji, t_1 - zarejestrowany czas początkowy deformacji, t_T - końcowy czas deformacji.

4.3. Ocena więzadła poprzecznego nadgarstka w badaniu ultrasonograficznym

Badanie ultrasonograficzne (USG) zostało wykorzystane w celu dokonania pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka. W literaturze istnieją doniesienia potwierdzające wysoką rzetelność i trafność pomiarów grubości TCL z wykorzystaniem USG (ICC: 0,826 - 0,933) [376]. Osoby badane poproszone zostały o przyjęcie pozycji siedzącej naprzeciw badającego, ułożenie rąk na stole w pełnej supinacji przedramienia i zgiętym do 90° stawie łokciowym. USG zostało przeprowadzone w anatomicznej pozycji neutralnej nadgarstka, z wyprostowanymi palcami, kciukiem ustawionym pod kątem 0° odwiedzenia dłoniowego i 45° odwiedzenia promieniowego. Przed dokonaniem pomiaru, nakładano centymetrową warstwę żelu przewodzącego. Następnie delikatnie przykładano głowicę aparatu do części dłoniowej ręki, aż warstwa żelu stawała się niewidoczna na monitorze ultrasonografu. Badanie przeprowadzono

przy minimalnej sile nacisku głowicy na rękę osoby badanej. U wszystkich badanych (zarówno chorych, jak i zdrowych), grubość więzadła poprzecznego nadgarstka mierzono w trzech punktach: w okolicy 25%, 50% i 75% odległości między kością łódeczkowatą i czworoboczną większą, a haczykiem kości haczykowatej i kością grochową [377]. Otrzymane wyniki pomiarów następnie uśredniano, a otrzymaną wartość włączano do analizy statystycznej. Pomiaru grubości TCL dokonywano zawsze w ten sam sposób dla każdej z badanych grup. Do badania użyto głowicy liniowej szerokopasmowej o wysokiej częstotliwości (6-18 MHz, z zastosowaniem pasma 18 MHz), aparatem MyLab 70 (Esaote S.p.A, Genua, Włochy).

4.4. Ocena funkcji kończyny górnej oraz występowania objawów ZKN

Wszyscy badani z ZKN zostali poproszeni o wypełnienie dwóch kwestionariuszy: Bostońskiego Kwestionariusza Zespołu Cieśni Nadgarstka (Zespołu Kanału Nadgarstka) (BCTQ) oraz Kwestionariusza Dotyczącego Niepełnosprawności Kończyn Górnych (DASH). Oryginalne wersje kwestionariuszy były walidowane i przetłumaczone na język polski [378-380].

Skala DASH umożliwia dokonanie oceny upośledzenia funkcji kończyn górnych. Charakteryzuje się wysoką rzetelnością (powtarzalnością) i trafnością (ICC = 0,811 - 0,97) [381-383]. Składa się z dwóch części. Pierwsza z nich zawiera 30 pytań, odnoszących się do: czynności życia codziennego, problemów związanych z aktywnością, natężenia bólu występującego w obrębie kończyny górnej, możliwości wypoczynku oraz subiektywnej oceny sprawności chorego. Druga część składa się z dwóch modułów dodatkowych, dotyczących pracy oraz sportu, bądź gry na instrumencie. Kwestionariusz posiada 5-stopniową skalę oceny (Likerta), w której 1 oznacza brak bólu lub brak trudności w wykonaniu określonej czynności, 5 zaś – maksymalny możliwy ból lub niemożność wykonania określonej czynności (aneks nr. 1). Aby możliwe było obliczenie, na podstawie odpowiedzi udzielanych w skali DASH, wskaźnika ograniczeń, chory może nie udzielić odpowiedzi na maksymalnie 3 pytania. W celu obliczenia wskaźnika ograniczeń (DASH) zastosowano zamieszczony poniżej wzór, w którym „n” oznacza liczbę udzielonych odpowiedzi:

$$\text{DASH} = \left[\frac{(\text{suma } n \text{ odpowiedzi})}{n} - 1 \right] \times 25$$

Maksymalna, możliwa do uzyskania w kwestionariuszu, liczba punktów wynosi 100 (maksymalne upośledzenie funkcji kończyny górnej), a minimalna 0 (prawidłowa funkcja kończyny górnej).

Kwestionariusz BCTQ, stworzony przez Levine i wsp. [384], jest wiarygodnym, czułym [385] instrumentem badawczym, specyficznym dla Zespołu Kanału Nadgarstka, używanym do subiektywnej oceny nasilenia objawów i funkcjonalności ręki [386]. Polska wersja BCTQ charakteryzuje się wysoką wewnętrzną spójnością, rzetelnością i trafnością [378]. Kwestionariusz obejmuje 19 pytań, które określają zdolność chorego do wykonania określonej czynności, a także charakteryzują objawy występujące w obrębie ręki i nadgarstka. Badania prowadzone nad skutecznością użyteczności kwestionariusza wykazały, iż w największym stopniu odzwierciedla on wyniki uzyskane z obiektywnego badania diagnostycznego. Wykazano także korelacje między wynikiem BCTQ, a wynikiem funkcjonalnym w skali DASH [378]. Kwestionariusz składa się z dwóch części. Pierwsza część zawiera 11 pytań, odnoszących się do nasilenia objawów (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale*, BCTQ-SSS), druga obejmuje 8 pytań, dotyczących funkcjonalności ręki, podczas wykonywania czynności dnia codziennego (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*, BCTQ-FSS) (aneks nr. 2). Każde z 19 pytań posiada 5-stopniową skalę, w której 1 oznacza brak objawu lub nieznaczące trudności z wykonaniem zadania ruchowego, natomiast 5 - poważne nasilenie objawu lub niemożność wykonania czynności. Wynik globalny skali obliczono według wzoru [384], w którym „n” oznacza liczbę udzielonych odpowiedzi:

$$\text{BCTQ} = \frac{\text{suma } n \text{ odpowiedzi}}{n}$$

$$\text{BCTQ-SSS} = \frac{\text{suma odpowiedzi}}{11}$$

$$\text{BCTQ-FSS} = \frac{\text{suma odpowiedzi}}{8}$$

4.5. Analiza statystyczna

Zgodność rozkładu danych z rozkładem normalnym zweryfikowano za pomocą testu Shapiro-Wilka. Za poziom istotności statystycznej przyjęto wartość $p < 0,05$. W przypadku zgodności rozkładu danych z rozkładem normalnym zastosowano parametryczny test t-Studenta dla prób zależnych i niezależnych oraz określono miarę wielkości efektu d Cohena dla przedziału: 0,2 – efekt mały; 0,5 – efekt umiarkowany; 0,8 – efekt duży. W przypadku braku zgodności rozkładu danych z rozkładem normalnym zastosowano nieparametryczne testy statystyczne: test Wilcoxon'a i test U Manna-Whitneya. Zweryfikowano hipotezę o jednorodności wariancji i średnich porównywanych grup. Charakter zależności pomiędzy zmiennymi określono za pomocą współczynników korelacji Pearsona i Spearmana, odpowiednio dla typu rozkładu zmiennych. Korelacje liczone parami, a istotność określono jako dwustronną dla przedziału $r/\rho \in \{-1,1\}$, gdzie 0 oznacza brak zależności; $< 0,3$ – korelacja słaba; $0,3 - 0,5$ – korelacja umiarkowana; $0,5 - 0,7$ – korelacja silna; $> 0,7$ – korelacja bardzo silna (pełna). Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono z wykorzystaniem programu IBM SPSS Statistics 27 (StatSoft, Kraków, Polska).

IV. WYNIKI

1. Porównanie wyników oceny antropometrycznej badanych oraz charakterystyka nasilenia objawów u chorych z ZKN

Analiza statystyczna wykazała nieznaczące, choć znamienne statystycznie różnice pomiędzy wynikami pomiarów: wysokości ciała i wskaźnika BMI, a także wieku chorych oraz zdrowych ochotników. Osoby z ZKN były około 5 lat starsze ($p < 0,05$), a ich wskaźnik BMI – wyższy o 2 kg/m^2 , w porównaniu ze zdrowymi ($p < 0,001$; Tab. 2). Podstawowe dane antropometryczne badanych grup oraz charakterystykę chorych w odniesieniu do stopnia zaawansowania zmian chorobowych przedstawia tabela 2 (Tab. 2). W obu badanych grupach dominującą liczbę badanych stanowiły kobiety, chociaż w grupie zdrowych ich liczba była o 9% wyższa w porównaniu z mężczyznami (Tab. 2).

U wszystkich badanych chorych zdiagnozowano jednostronny ZKN. Wynikało to jednak z kryterium kwalifikacji, nie zaś z losowego przydziału do grupy. U prawie 85% badanych występujące objawy schorzenia dotyczyły dominującej kończyny górnej (Tab. 2). Nasilenie objawów, zgodnie ze skalą Storey i wsp. [350] u większości chorych miało charakter ciężki lub umiarkowany (w oparciu o skalę BCTQ-SSS). W odniesieniu natomiast do funkcjonalności ręki (w oparciu o skalę BCTQ-FSS) wykazano głównie przebieg „umiarkowany”. Brak osób z „bezobjawowym” lub „bardzo ciężkim” przebiegiem wynika z kryteriów włączenia/wykluczenia (Tab. 2).

Tabela. 2. Charakterystyka badanych osób (chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz zdrowych)

cecha/ wskaźnik	badana grupa		t	p	d
	chorzy z ZKN (n=33)	zdrowi (n=34)			
wiek [lata] (średnia±SD)	46,48±8,15	41,79±7,83*	2,3885	0,0199	0,58
płeć (kobieta)	25 (76%)	29 (85%)			
masa ciała [kg] (średnia±SD)	67,42±10,54	67,85±8,25	- 0,1821	0,8561	- 0,04
wzrost [cm] (średnia±SD)	160,15±8,65	167,64±7,36***	- 3,7876	0,0003	- 0,92
BMI [kg/m ²] (średnia±SD)	26,20±2,64	24,04±1,6***	4,0175	0,0002	0,97
czas trwania objawów, [miesiące] (średnia±SD)	18±6,84	ND	ND	ND	ND
jednostronny ZKN (tak) [#]	33 (100%)	ND	ND	ND	ND
objawy w dominującej kończynie górnej (tak)	28 (84,84%)	ND	ND	ND	ND
nasilenie objawów ZKN wg podskali BCTQ-SSS (%) [350]			ND	ND	ND
bezobjawowy [#]	0 (0%)	ND	ND	ND	ND
łagodny	4 (12,12%)	ND	ND	ND	ND
umiarkowany	13 (39,39%)	ND	ND	ND	ND
ciężki	16 (48,48%)	ND	ND	ND	ND
bardzo ciężki [#]	0 (0%)	ND	ND	ND	ND
funkcjonalność ręki z ZKN wg podskali BCTQ-FSS (%) [350]			ND	ND	ND
bezobjawowy [#]	0 (0%)	ND	ND	ND	ND
łagodny	11 (33,33%)	ND	ND	ND	ND
umiarkowany	19 (57,57%)	ND	ND	ND	ND
ciężki	3 (9,09%)	ND	ND	ND	ND
bardzo ciężki [#]	0 (0%)	ND	ND	ND	ND
ZKN – Zespół Kanału Nadgarstka; n – całkowita liczba badanych w grupie; SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>); ND – nie dotyczy/brak; * p<0,05, *** p<0,001 w porównaniu z grupą chorych; [#] - konsekwencja kryteriów kwalifikacji, t – test t-studenta, p – poziom istotności, d – współczynnik Cohena					

2. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

2.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg istotnych różnic wartości częstotliwości przed rozpoczęciem programu terapeutycznego pomiędzy grupami zdrowych i chorych. Obserwowano istotne różnice dla głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. Osoby chore uzyskały istotnie wyższy wynik pomiaru ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 1,082 Hz (Tab. 3). Podobną różnicę wykazano w odniesieniu do częstotliwości mięśnia dłoniowego długiego ($p < 0,001$), gdzie wyższą o 2,31 Hz wartość zanotowano u osób z ZKN (Tab. 3). Wyższy o 2,7 Hz wynik pomiaru częstotliwości mięśniowego u osób chorych w porównaniu ze zdrowymi wykazano dla mięśnia zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,001$, Tab. 3). Porównując wartość tego parametru u osób z grupy badanej podobnie zanotowano istotnie wyższy wynik dla mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,05$), ze średnią różnicą 1,1 Hz w porównaniu z grupą osób zdrowych (Tab. 3). Analiza statystyczna wykazała także wyższy o 2,997 Hz częstotliwość mięśnia przywodziciela kciuka u chorych w porównaniu z częstotliwością tego mięśnia zarejestrowanym u osób zdrowych ($p < 0,001$, Tab. 3).

Tabela 3. Wyniki oceny częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz kończyny dominującej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	częstotliwość [Hz] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	14,458	1,3103	t=0,633	0,529
	zdrowych	14,270	1,0922	d=0,156	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	15,548	1,5340	t=2,474	0,016
	zdrowych	14,467	1,9893	d=0,609	
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	17,421	1,9528	t=5,177	<0,001
	zdrowych	15,109	1,6636	d=1,275	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	32,961	2,9391	t=0,568	0,572
	zdrowych	32,558	2,8217	d=0,140	
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	22,627	1,8338	t=5,257	<0,001
	zdrowych	19,927	2,3113	d=1,294	
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	21,524	1,7873	t=2,487	0,015
	zdrowych	20,424	1,8054	d=0,612	
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	24,921	2,3864	t=-0,877	0,385
	zdrowych	25,706	4,5560	d=-0,216	
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	22,894	2,3586	t=5,057	<0,001
	zdrowych	19,897	2,4553	d=1,245	

m. - mięsień, kch – chora kończyna górna, grupa chorych – badani z Zespołem Kanału Nadgarstka, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, p – poziom istotności

2.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Zanotowano szereg istotnych statystycznie różnic w wynikach pomiarów sztywności pomiędzy grupą osób chorych i zdrowych przed rozpoczęciem programu fizjoterapii (Tab. 4). Wykazano istotne różnice dla sztywności głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. Osoby chore uzyskały w przypadku tego mięśnia o 27,03 N/m istotnie wyższy wynik ($p < 0,01$, Tab. 4). Zaobserwowano także, że sztywność mięśnia dłoniowego długiego u osób chorych była o 60,121 N/m wyższa, niż u osób zdrowych ($p < 0,001$, Tab. 4). Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku mięśni kłębu kciuka. Analiza statystyczna pomiaru wartości sztywności mięśnia zginacza krótkiego

kciuka wykazała istotnie wyższy wynik tego parametru u chorych ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 73,697 N/m (Tab. 4). Z kolei sztywność mięśnia przywodziciela kciuka u osób z grupy badanej była wyższa o 97,515 N/m w porównaniu z grupą osób zdrowych ($p < 0,001$, Tab. 4).

Tabela 4. Wyniki oceny sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	sztywność [N/m]		statystyki testu	p
		średnia	SD		
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	244,42	32,655	t=1,274 d=0,314	0,207
	zdrowych	234,45	30,907		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	256,67	39,827	t=2,712 d=0,668	<0,001
	zdrowych	229,64	41,126		
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	317,09	56,001	t=4,912 d=1,209	<0,001
	zdrowych	256,97	42,517		
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	741,76	56,332	z=-0,802	0,423
	zdrowych	746,45	81,847		
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	425,61	57,020	t=5,463 d=1,345	<0,001
	zdrowych	351,91	52,490		
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	367,18	42,616	t=-0,615 d=-0,151	0,541
	zdrowych	373,42	39,863		
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	493,76	66,079	t=-0,571 d=-0,141	0,570
	zdrowych	502,64	60,124		
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	448,94	86,613	t=5,416 d=1,333	<0,001
	zdrowych	351,42	56,546		

m. - mięsień, kch – chora kończyna górna, grupa chorych – badani z Zespołem Kanału Nadgarstka, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

2.3. Wynik pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) w obrębie struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istotną różnicę w pomiarach tłumienia badanych struktur przed rozpoczęciem programu terapeutycznego pomiędzy grupą chorych i zdrowych (kontrolną, Tab. 5). Wykazano istotne różnice tłumienia w obrębie mięśnia dłoniowego długiego pomiędzy grupami. Osoby z ZKN uzyskały

istotnie wyższy wynik ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,141. Podobnie wyższy o 0,376 wskaźnik elastyczności u osób chorych zanotowano dla mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$, Tab. 5).

Z kolei istotnie niższą wartość tego parametru zaobserwowano u chorych w przypadku mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,001$), a różnica wyniosła 0,707 (Tab. 5).

Tabela 5. Wyniki oceny tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	tłumienie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,2106	0,18696	t=-0,600	0,551
	zdrowych	1,2448	0,26957	d=-0,148	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,3294	0,20376	t=-1,954	0,056
	zdrowych	1,4636	0,33794	d=-0,481	
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	1,4161	0,20998	t=2,811	0,007
	zdrowych	1,2748	0,19798	d=0,692	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	1,2936	0,15455	t=-0,790	0,432
	zdrowych	1,3258	0,17514	d=-0,194	
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	1,6039	0,18588	t=0,444	0,659
	zdrowych	1,5858	0,14420	d=0,109	
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	1,4100	0,10639	z=-5,850	<0,001
	zdrowych	1,7861	0,31307		
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	1,6697	0,28994	z=-4,983	<0,001
	zdrowych	2,3770	0,71794		
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	1,5027	0,21712	z=-0,071	0,944
	zdrowych	1,4685	0,17498		

m. - mięsień, kch – chora kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

2.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Przed rozpoczęciem fizjoterapii wykazano istotne statystycznie różnice wyników czasu relaksacji głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (Tab. 6). Osoby z ZKN uzyskały niższy wynik w porównaniu z grupą osób zdrowych, a średnia różnica wyniosła 2,5 ms ($p < 0,01$, Tab. 6). Zaobserwowano także istotną różnicę czasu relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka pomiędzy grupą badaną, a kontrolną ($p < 0,001$). Osoby z grupy badanej uzyskały wynik niższy średnio o 2,29 ms (Tab. 6). Podobnie, wartość czasu relaksacji mięśnia przywodziciela kciuka u osób chorych była istotnie niższa ($p < 0,001$), a średnia różnica wynosiła 2,12 ms (Tab. 6).

W przypadku mięśnia dłoniowego długiego wartość parametru relaksacji u osób z grupy badanej była o 2,32 ms wyższa w porównaniu z grupą kontrolną ($p < 0,001$, Tab. 6). Wykazano także o 0,94 ms wyższy wynik czasu relaksacji mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka u osób z grupy badanej w porównaniu z grupą osób zdrowych ($p < 0,05$, Tab. 6).

Tabela. 6. Wyniki oceny czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	czas relaksacji [ms] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	20,655	2,0038	t=0,033	0,973
	zdrowych	20,639	1,6694	d=0,008	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	19,273	2,6557	z=-3,162	0,002
	zdrowych	21,773	3,3024		
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	16,900	2,3309	z=-3,271	<0,001
	zdrowych	19,221	3,0079		
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	6,676	0,5853	t=1,427	0,159
	zdrowych	6,406	0,9148	d=0,351	
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	12,079	1,4480	z=-4,516	0,001
	zdrowych	14,370	2,0692		
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	13,655	1,5232	t=-0,093	0,926
	zdrowych	13,688	1,3838	d=-0,023	
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	11,312	1,4690	t=2,128	<0,037
	zdrowych	10,373	2,0666	d=0,524	
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	11,748	1,8012	t=-4,441	<0,001
	zdrowych	13,876	2,0804	d=-1,093	
m. - mięsień, kch – chora kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: <i>effect size</i>) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności					

2.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotne różnice wartości odkształcenia w obrębie głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. Osoby chore uzyskały wynik o 0,078 niższy w porównaniu z osobami zdrowymi ($p < 0,05$) przed rozpoczęciem programu terapeutycznego (Tab. 7). Zaobserwowano, iż odkształcenie mięśnia dłoniowego długiego u pacjentów z ZKN było o 0,085 niższe w zestawieniu z grupą osób zdrowych ($p < 0,05$). Analogiczną tendencję obserwowano w przypadku wartości odkształcenia mięśni kłębu kciuka. Wykazano niższą wartość odkształcenia mięśnia zginacza krótkiego kciuka oraz przywodziciela kciuka u osób z grupy badanej o odpowiednio: 2,659 ($p < 0,001$) i 0,159 ($p < 0,001$) (Tab. 7).

Zaobserwowano natomiast istotnie wyższe wartości pomiaru parametru odkształcenie więzadła poprzecznego nadgarstka u osób z grupy chorych. Osoby te uzyskały wyniki wyższe średnio o 0,025 w porównaniu z grupą kontrolną ($p < 0,05$, Tab. 7).

Tabela 7. Wyniki odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	odkształcenie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,2164	0,09721	t=0,041	0,968
	zdrowych	1,2155	0,08415	d=0,010	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,2085	0,13484	t=-2,037	0,046
	zdrowych	1,2870	0,17556	d=-0,501	
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	1,0679	0,14696	t=-2,206	0,031
	zdrowych	1,1530	0,16601	d=-0,543	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	0,4539	0,03325	t=2,205	0,032
	zdrowych	0,4288	0,05644	d=0,543	
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	0,7664	0,08313	z=-3,948	<0,001
	zdrowych	3,4252	14,64462		
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	0,8258	0,09287	t=-1,267	0,210
	zdrowych	0,8515	0,07080	d=-0,312	
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	0,6885	0,08434	t=0,204	0,839
	zdrowych	0,6833	0,11813	d=0,050	
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	0,6867	0,10373	t=-5,959	<0,001
	zdrowych	0,8455	0,11256	d=-1,467	

m. - mięsień, kch – chora kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

3. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotną różnicę w grubości więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy osobami z grupy kontrolnej (osób zdrowych), a osobami z grupy chorych ($p < 0,001$, Tab. 8). Średnia różnica wyniosła 1,01 mm (Tab. 8).

Tabela 8. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej osób z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	średnia [mm]	różnica	SD	t	p
grubość TCL	chorych – kończyna chora	2,4	1,01	0,57	8,2914	p < 0,001
	zdrowych	1,39		0,4		

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*), SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, t – test t-studenta, p – poziom istotności

4. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

4.1. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 1,45 Hz większą częstotliwość mięśnia przywodziciela kciuka ręki zdrowej u badanych z ZKN w porównaniu z częstotliwością tego mięśnia zmierzonego u osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,05$, Tab. 9).

Tabela 9. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanalu Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	Częstotliwość [Hz] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	zdrowych	14,270	1,0922	t=0,410	0,683
	chorych (kz)	14,167	0,9416	d=0,101	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	zdrowych	14,467	1,9893	z=-0,616	0,538
	chorych (kz)	14,745	1,8349		
m. dłoniowy długi	zdrowych	15,109	1,6636	t=-0,035	0,972
	chorych (kz)	15,124	1,8240	d=-0,009	
więzadło poprzeczne nadgarstka	zdrowych	32,558	2,8217	z=-0,045	0,964
	chorych (kz)	32,509	3,0859		
m. zginacz krótki kciuka	zdrowych	19,927	2,3113	z=-0,616	0,538
	chorych (kz)	20,239	2,6201		
m. przeciwstawiacz kciuka	zdrowych	20,424	1,8054	z=-0,494	0,621
	chorych (kz)	20,739	2,1591		
m. odwodziciel krótki kciuka	zdrowych	25,706	4,5560	z=-0,301	0,763
	chorych (kz)	25,573	4,8545		
m. przywodziciel kciuka	zdrowych	19,897	2,4553	z=-2,188	0,029
	chorych (kz)	21,355	2,4113		

m. - mięsień, kz – zdrowa kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

4.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 33.36 N/m wyższą wartość sztywności mięśnia zginacza krótkiego kciuka zdrowej ręki osób chorych w zestawieniu z grupą osób zdrowych ($p < 0,05$, Tab. 10).

Tabela 10. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	sztywność [N/m] Średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	zdrowych	234,45	30,907	z=-0,725	0,468
	chorych (kz)	230,12	32,514		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	zdrowych	229,64	41,126	t=-1,165 d=-0,287	0,248
	chorych (kz)	241,85	43,976		
m. dłoniowy długi	zdrowych	256,97	42,517	z=-0,468	0,64
	chorych (kz)	261,97	39,542		
więzadło poprzeczne nadgarstka	zdrowych	746,45	81,847	t=0,173 d=0,043	0,863
	chorych (kz)	743,24	68,009		
m. zginacz krótki kciuka	zdrowych	351,91	52,490	t=-2,877 d=-0,708	0,006
	chorych (kz)	385,27	41,008		
m. przeciwstawiacz kciuka	zdrowych	373,42	39,863	z=-1,264	0,206
	chorych (kz)	376,12	55,275		
m. odwodziciel krótki kciuka	zdrowych	502,64	60,124	z=-0,237	0,812
	chorych (kz)	488,52	89,066		
m. przywodziciel kciuka	zdrowych	351,42	56,546	z=-0,995	0,32
	chorych (kz)	366,06	59,262		

m. - mięsień, kz – zdrowa kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

4.3. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała niższą o 0,34 wartość tłumienia w przypadku mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka zdrowej ręki osób chorych w zestawieniu z wartością zarejestrowaną dla tego mięśnia u osób zdrowych ($p < 0,05$, Tab. 11).

Tabela 11. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	tłumienie* średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	zdrowych	1,2448	0,26957	t=1,042	0,302
	chorych (kz)	1,1839	0,20045	d=0,256	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	zdrowych	1,4636	0,33794	t=1,306	0,196
	chorych (kz)	1,3582	0,31774	d=0,322	
m. dłoniowy długi	zdrowych	1,2748	0,19798	t=-0,806	0,423
	chorych (kz)	1,3136	0,19281	d=-0,198	
więzadło poprzeczne nadgarstka	zdrowych	1,3258	0,17514	t=0,480	0,633
	chorych (kz)	1,3045	0,18354	d=0,118	
m. zginacz krótki kciuka	zdrowych	1,5858	0,14420	t=0,879	0,383
	chorych (kz)	1,5467	0,21075	d=0,216	
m. przeciwstawiacz kciuka	zdrowych	1,7861	0,31307	z=-0,744	0,457
	chorych (kz)	1,7242	0,25890		
m. odwodziciel krótki kciuka	zdrowych	2,3770	0,71794	z=-2,207	0,027
	chorych (kz)	2,0327	0,45197		
m. przywodziciel kciuka	zdrowych	1,4685	0,17498	t=0,008	0,994
	chorych (kz)	1,4682	0,15067	d=0,002	

m. - mięsień, kz – zdrowa kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

* - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)

4.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej u osób chorych oraz osób zdrowych (Tab. 12).

Tabela 12. Wyniki pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	czas relaksacji [ms] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	zdrowych	20,639	1,6694	z=-0,558	0,577
	chorych (kz)	20,818	1,6558		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	zdrowych	21,773	3,3024	z=-0,545	0,586
	chorych (kz)	21,106	2,2355		
m. dłoniowy długi	zdrowych	19,221	3,0079	z=-0,160	0,873
	chorych (kz)	18,991	2,9229		
więzadło poprzeczne nadgarstka	zdrowych	6,406	0,9148	z=-0,463	0,644
	chorych (kz)	6,506	0,8000		
m. zginacz krótki kciuka	zdrowych	14,370	2,0692	z=-1,597	0,110
	chorych (kz)	13,603	2,4729		
m. przeciwstawiacz kciuka	zdrowych	13,688	1,3838	t=1,180	0,242
	chorych (kz)	13,200	1,9295	d=0,291	
m. odwodziciel krótki kciuka	zdrowych	10,373	2,0666	z=-0,931	0,352
	chorych (kz)	10,948	2,6645		
m. przywodziciel kciuka	zdrowych	13,876	2,0804	z=-1,867	0,062
	chorych (kz)	12,885	2,1178		

m. - mięsień, kz – zdrowa kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

4.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała 0,36 niższy wynik pomiaru odkształcenia mięśnia przeciwstawiacza kciuka zdrowej ręki osób chorych w porównaniu z wynikami tego parametru zmierzonego u osób zdrowych, przed rozpoczęciem programu terapeutycznego ($p < 0,05$, Tab. 13).

Tabela 13. Odkształcenie wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	odkształcenie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	zdrowych	1,2155	0,08415	t=3,14	0,754
	chorych (kz)	1,2088	0,08803	d=0,077	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	zdrowych	1,2870	0,17556	z=-1,765	0,078
	chorych (kz)	1,2100	0,12701		
m. dłoniowy długi	zdrowych	1,1530	0,16601	z=-0,674	0,5
	chorych (kz)	1,1327	0,15946		
więzadło poprzeczne nadgarstka	zdrowych	0,4288	0,05644	t=-0,562	0,576
	chorych (kz)	0,4364	0,05308	d=-0,138	
m. zginacz krótki kciuka	zdrowych	3,4252	14,64462	z=-1,630	0,103
	chorych (kz)	0,8370	0,11556		
m. przeciwstawiacz kciuka	zdrowych	0,8515	0,07080	t=2,148	0,036
	chorych (kz)	0,8145	0,06901	d=0,529	
m. odwodziciel krótki kciuka	zdrowych	0,6833	0,11813	t=-0,653	0,516
	chorych (kz)	0,7015	0,10771	d=-0,161	
m. przywodziciel kciuka	zdrowych	0,8455	0,11256	z=-1,637	0,102
	chorych (kz)	0,8006	0,10087		

m. - mięsień, kz – zdrowa kończyna górna, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie zważonego odchylenia standardowego dla testu t-Studenta dla prób niezależnych, z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności

5. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała istotnej różnicy w wynikach pomiaru grubości TCL zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych ($p > 0,05$; Tab. 14).

Tabela 14. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej kończyny górnej osób chorych oraz dominującej ręki osób zdrowych

punkt pomiarowy	grupa	średnia [mm]	SD	różnica	statystyki testu	p	d
grubość TCL	zdrowych	1,39	0,4	0,11	z = 1,3	p < 0,19	0,29
	chorych – ręka zdrowa	1,5	0,38				

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*), SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, p – poziom istotności, d – współczynnik Cohena

6. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

6.1. Porównanie wyników pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg istotnych statystycznie różnic pomiędzy częstotliwością badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny osób z ZKN jeszcze przed rozpoczęciem programu terapeutycznego (Tab. 15). Zaobserwowano o 0,8 Hz wyższą częstotliwość w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia kończyny chorej w zestawieniu z kończyną zdrową przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,05$, Tab. 15). Podobnie zarejestrowano istotnie wyższą częstotliwość mięśnia dłoniowego długiego w kończynie zajętej chorobowo w

porównaniu do kończyny zdrowej przed zastosowaniem terapii mięśniowo-powięziowej ($p < 0,001$, Tab. 15), a średnia różnica wyniosła 2,29 Hz. Podobną tendencję obserwowano w obrębie mięśni kłębu kciuka: mięśnia zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,001$) oraz mięśnia przywodziciela kciuka ($p < 0,01$), których częstotliwość była wyższa o odpowiednio 2,38 Hz oraz 1,53 Hz w obrębie kończyny zajętej chorobowo w zestawieniu do kończyny zdrowej przed rozpoczęciem fizjoterapii (Tab. 15).

Tabela 15. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	częstotliwość [Hz] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	14,458	1,31033	t=0,997	0,326
	zdrowa	14,167	0,9416	d=0,174	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	15,548	1,5340	t=2,095	0,044
	zdrowa	14,745	1,8349	d=0,365	
m. dłoniowy długi	chora	17,421	1,9528	z=-4,236	<0,001
	zdrowa	15,124	1,8240		
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	32,961	2,9391	t=0,611	0,545
	zdrowa	32,509	3,0859	d=0,106	
m. zginacz krótki kciuka	chora	22,627	1,8338	z=-3,217	<0,001
	zdrowa	20,239	2,6201		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	21,524	1,7873	t=1,759	0,088
	zdrowa	20,739	2,1591	d=0,306	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	24,921	2,3864	z=-0,655	0,513
	zdrowa	25,573	4,8545		
m. przywodziciel kciuka	chora	22,894	2,3586	t=2,672	0,012
	zdrowa	21,355	2,4113	d=0,465	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie rang dodatnich i ujemnych dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

6.2. Porównanie wyników pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 55,12 N/m wyższą sztywność w obrębie mięśnia dłoniowego długiego w kończynie górnej chorej w porównaniu do kończyny zdrowej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 16). Zaobserwowano także wyższą sztywność mięśni: zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,01$, Tab. 16) oraz przywodziciela kciuka ($p < 0,001$) kończyny chorej w zestawieniu z wynikami tego parametru w obrębie kończyny zdrowej przed rozpoczęciem leczenia. Średnia różnica wyniosła odpowiednio: 40,33 N/m oraz 82,88 N/m (Tab. 16).

Tabela 16. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych	sztywność [N/m]	SD	statystyki testu	p
	z ZKN	średnia			
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	244,42	32,655	z=-1,656	0,098
	zdrowa	230,12	32,514		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	256,67	39,827	t=1,413	0,167
	zdrowa	241,85	43,976	d=0,246	
m. dłoniowy długi	chora	317,09	56,001	t=4,480	<0,001
	zdrowa	261,97	39,542	d=0,780	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	741,76	56,332	z=-0,384	0,701
	zdrowa	743,24	68,009		
m. zginacz krótki kciuka	chora	425,61	57,020	t=3,259	0,003
	zdrowa	385,27	41,008	d=0,567	
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	367,18	42,616	z=-0,947	0,344
	zdrowa	376,12	55,275		
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	493,76	66,079	t=0,265	0,793
	zdrowa	488,52	89,066	d=0,046	
m. przywodziciel kciuka	chora	448,94	86,613	t=5,492	<0,001
	zdrowa	366,06	59,262	d=0,956	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

6.3. Porównanie wyników pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w wynikach oceny tłumienia w obrębie mięśni kłębku kciuka u zdrowej i chorej ręki badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii (Tab. 17). Zaobserwowano o 0,31 wyższą wartość tłumienia w obrębie mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$) ręki chorej w porównaniu z ręką zdrową przed rozpoczęciem terapii (Tab. 17). Podobną tendencję zarejestrowano w obrębie mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka, dla którego wynik pomiaru wskaźnika elastyczności był o 0,36 wyższy w obrębie ręki chorej, w zestawieniu ze zdrową przed zastosowaniem programu fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 17).

Tabela 17. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	tłumienie* średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	1,2106	0,18696	z=-0,337	0,736
	zdrowa	1,1839	0,20045		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	1,3294	0,20376	t=-0,455	0,652
	zdrowa	1,3582	0,31774	d=-0,079	
m. dłoniowy długi	chora	1,4161	0,20998	t=1,954	0,059
	zdrowa	1,3136	0,19281	d=0,340	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	1,2936	0,15455	t=-0,249	0,805
	zdrowa	1,3045	0,18354	d=-0,043	
m. zginacz krótki kciuka	chora	1,6039	0,18588	t=1,293	0,205
	zdrowa	1,5467	0,21075	d=0,225	
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	1,4100	0,10639	t=-6,624	<0,001
	zdrowa	1,7242	0,25890	d=-1,153	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	1,6697	0,28994	z=-3,458	<0,001
	zdrowa	2,0327	0,45197		
m. przywodziciel kciuka	chora	1,5027	0,21712	z=-0,167	0,868
	zdrowa	1,4682	0,15067		

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*); * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)

6.4. Porównanie wyników pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 1,83 ms niższy wynik czasu relaksacji głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia kończyny górnej chorej w porównaniu ze zdrową przed rozpoczęciem terapii ($p < 0,01$, Tab. 18). Podobną tendencję obserwowano w przypadku mięśnia dłoniowego długiego, którego czas relaksacji w kończynie górnej chorej był o 2,09 ms krótszy niż w kończynie górnej zdrowej przed rozpoczęciem leczenia ($p < 0,001$, Tab. 18). Zarejestrowano także o 1,52 ms niższy wynik czasu relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka w obrębie ręki chorej, w porównaniu z ręką zdrową przed zastosowaniem leczenia ($p < 0,1$). Wykazano także niższy czas relaksacji mięśnia przywodziciela kciuka ręki chorej, w zestawieniu ze zdrową przed rozpoczęciem leczenia ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 1,13 ms (Tab. 18).

Tabela 18. Wyniki pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	czas relaksacji [ms] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	20,655	2,0038	z=-0,468	0,64
	zdrowa	20,818	1,6558		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	19,273	2,6557	z=-2,946	0,003
	zdrowa	21,106	2,2355		
m. dłoniowy długi	chora	16,900	2,3309	t=-3,518	0,001
	zdrowa	18,991	2,9229	d=-0,612	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	6,676	0,5853	t=0,973	0,338
	zdrowa	6,506	0,8000	d=0,169	
m. zginacz krótki kciuka	chora	12,079	1,4480	z=-2,528	0,011
	zdrowa	13,603	2,4729		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	13,655	1,5232	t=1,059	0,298
	zdrowa	13,200	1,9295	d=0,184	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	11,312	1,4690	t=0,664	0,511
	zdrowa	10,948	2,6645	d=0,116	
m. przywodziciel kciuka	chora	11,748	1,8012	z=-2,030	0,042
	zdrowa	12,885	2,1178		

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang. standard deviation), d (Cohen) – wielkość efektu (ang. effect size) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

6.5. Porównanie wyników pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 0,07 niższy wynik pomiaru odkształcenia mięśnia zginacza krótkiego kciuka ręki chorej ($p < 0,05$) w porównaniu z ręką zdrową przed rozpoczęciem fizjoterapii (Tab. 19). Zaobserwowano także niższy wynik odkształcenia dla mięśnia przywodziciela kciuka ręki zajętej procesem chorobowym ($p < 0,001$) w zestawieniu z odkształceniem tego mięśnia w obrębie zdrowej kończyny przed rozpoczęciem programu fizjoterapii, a średnia różnica wyniosła 0,11 (Tab. 19).

Tabela 19. Wyniki pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	odkształcenie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	1,2164	0,09721	t=0,309	0,76
	zdrowa	1,2088	0,08803	d=0,054	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	1,2085	0,13484	t=-0,047	0,963
	zdrowa	1,2100	0,12701	d=-0,008	
m. dłoniowy długi	chora	1,0679	0,14696	t=-1,769	0,086
	zdrowa	1,1327	0,15946	d=-0,308	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	0,4539	0,03325	t=1,584	0,123
	zdrowa	0,4364	0,05308	d=0,276	
m. zginacz krótki kciuka	chora	0,7664	0,08313	z=-2,566	0,01
	zdrowa	0,8370	0,11556		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	0,8258	0,09287	z=-0,659	0,51
	zdrowa	0,8145	0,06901		
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	0,6885	0,08434	z=-1,040	0,298
	zdrowa	0,7015	0,10771		
m. przywodziciel kciuka	chora	0,6867	0,10373	t=-5,288	<0,001
	zdrowa	0,8006	0,10087	d=-0,921	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcozona, p – poziom istotności

7. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istotną różnicę wyniku pomiaru grubości TCL zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z ZKN ($p < 0,001$; Tab. 20). Wykazano wyższą grubość TCL w obrębie chorej kończyny górnej, a średnia różnica wynosi 0,9 mm (Tab. 20).

Tabela 20. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	średnia [mm]	SD	t	p	d
grubość TCL	chora	2,4	0,57	-8,59	$p < 0,001$	-1,81
	zdrowa	1,5	0,38			
TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>); ZKN – Zespół Kanału Nadgarstka; SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>); t – test t-Studenta dla prób zależnych, p – poziom istotności, d – współczynnik Cohena						

8. Porównanie wyników kwestionariuszy DASH oraz BCTQ w odniesieniu do chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Obserwowano także istotnie wyższy wynik skali DASH u chorych z ZKN w przypadku chorej kończyny górnej w zestawieniu z kończyną zdrową przed rozpoczęciem terapii ($p < 0,001$, Tab. 21), a średnia różnica wyniosła 43,8 punktu.

Zarejestrowano istotne różnice w wynikach obu składowych kwestionariusza BCTQ pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną u pacjentów z ZKN przed zastosowaniem programu fizjoterapii. Wynik podskali BCTQ-SSS dla kończyny objętej procesem chorobowym ($p < 0,001$) był o 1,85 punktu wyższy, natomiast dla podskali BCTQ-FSS o 1,3 punktu wyższy ($p < 0,001$, Tab. 21) w porównaniu z kończyną zdrową.

Tabela 21. Wyniki kwestionariuszy: DASH, BCTQ-FSS i BCTQ-SSS dla chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

wskaźnik	kończyna badanych z ZKN	średnia [pkt]	SD	statystyki testu	p
DASH	chora	46,225	14,64710	$z=-5,013$	<0,001
	zdrowa	2,424	2,6871		
BCTQ-SSS	chora	2,862	0,57555	$z=-5,015$	<0,001
	zdrowa	1,016	0,11352		
BCTQ-FSS	chora	2,339	0,58627	$z=-5,015$	<0,001
	zdrowa	1,04	0,066369		

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*); BCTQ-SSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Cieńi Nadgarstka, podskala dotycząca oceny nasilenia objawów choroby (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale*); BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*); pkt – liczba punktów, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcozona; p – poziom istotności

9. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii

9.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Wyniki analizy statystycznej ukazały istotne obniżenie częstotliwości głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia po zakończeniu terapii w stosunku do częstotliwości tego mięśnia zarejestrowanego przed jej rozpoczęciem ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,52 Hz (Tab. 22). Wykazano także obniżenie częstotliwości mięśnia dłoniowego długiego o wartość 1,21 Hz ($p < 0,001$) oraz mięśni kłębu kciuka: przeciwstawiacza kciuka o 1,76 Hz ($p < 0,001$), odwodziciela krótkiego kciuka o 1,89 Hz ($p < 0,001$), a także przywodziciela kciuka o 1,71 Hz ($p < 0,001$) po 6 tygodniach terapii mięśniowo-powięziowej (Tab. 22). Po zakończeniu programu fizjoterapii zaobserwowano natomiast wzrost częstotliwości o 2,22 Hz w obrębie więzadła poprzecznego nadgarstka ($p < 0,001$, Tab. 22).

Tabela 22. Wyniki pomiaru częstotliwości badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanalu Nadgarstka przed i po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	częstotliwość [Hz] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	przed terapią	14,458	1,31033	t=-0,987	0,331
	po terapii	14,691	1,2739	d=-0,172	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	przed terapią	15,548	1,5340	t=2,376	0,024
	po terapii	15,027	1,2309	d=0,414	
m. dłoniowy długi	przed terapią	17,421	1,9528	z=-4,397	<0,001
	po terapii	16,209	1,3967		
więzadło poprzeczne nadgarstka	przed terapią	32,961	2,9391	t=-7,094	<0,001
	po terapii	35,185	2,4037	d=-1,235	
m. zginacz krótki kciuka	przed terapią	22,627	1,8338	t=0,327	0,746
	po terapii	22,5	2,1859	d=0,057	
m. przeciwstawiacz kciuka	przed terapią	21,524	1,7873	t=8,512	<0,001
	po terapii	19,758	1,2743	d=1,482	
m. odwodziciel krótki kciuka	przed terapią	24,921	2,3864	t=5,558	<0,001
	po terapii	23,03	2,0365	d=0,968	
m. przywodziciel kciuka	przed terapią	22,894	2,3586	t=4,448	<0,001
	po terapii	21,176	2,1525	d=0,774	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

9.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono występowanie istotnej różnicy pomiędzy pomiarem sztywności przed rozpoczęciem sześciotygodniowego programu fizjoterapii oraz po jego zakończeniu w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia. Po terapii wynik był istotnie wyższy ($p < 0,001$), a średnia różnica wynosiła 16,848 N/m (Tab. 23).

Pomiar sztywności mięśnia przeciwstawiacza kciuka po zakończeniu fizjoterapii wskazuje natomiast na istotne obniżenie parametru średnio o 35,121 N/m ($p < 0,001$,

Tab. 23). Podobnie istotnie niższy wynik pomiaru sztywności po zakończeniu fizjoterapii obserwowano w obrębie mięśni: odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,001$) i przywodziciela kciuka ($p < 0,001$) o odpowiednio: 41,1 N/m i 62,1 N/m (Tab. 23).

Po ukończeniu programu fizjoterapii wzrósł natomiast o 69,8 N/m ($p < 0,001$) wynik pomiaru sztywności więzadła poprzecznego nadgarstka (Tab. 23).

Tabela 23. Wyniki pomiaru sztywności badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed i po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	sztywność [N/m] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	przed terapią	244,42	32,655	z=-3,870	<0,001
	po terapii	261,27	26,603		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	przed terapią	256,67	39,827	t=0,359	0,722
	po terapii	254,85	29,818	d=0,062	
m. dłoniowy długi	przed terapią	317,09	56,001	t=0,073	0,942
	po terapii	316,61	46,627	d=0,013	
więzadło poprzeczne nadgarstka	przed terapią	741,76	56,332	z=-4,887	<0,001
	po terapii	811,58	36,169		
m. zginacz krótki kciuka	przed terapią	425,61	57,020	t=0,301	0,765
	po terapii	422,03	63,643	d=0,052	
m. przeciwstawiacz kciuka	przed terapią	367,18	42,616	t=6,696	<0,001
	po terapii	332,06	30,542	d=1,166	
m. odwodziciel krótki kciuka	przed terapią	493,76	66,079	t=4,739	<0,001
	po terapii	452,70	47,117	d=0,825	
m. przywodziciel kciuka	przed terapią	448,94	86,613	t=6,124	<0,001
	po terapii	386,82	54,085	d=1,066	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

9.3. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istotną różnicę pomiędzy pomiarem tłumienia przed rozpoczęciem programu fizjoterapii oraz po jego zakończeniu w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia. Po terapii wynik był istotnie wyższy ($p < 0,001$), a średnia różnica wynosi 0,16 (Tab. 24). Po zakończeniu fizjoterapii zaobserwowano także o 0,203 wzrost wskaźnika elastyczności głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia ($p < 0,001$). Podobnie w przypadku mięśnia dłoniowego długiego analiza statystyczna wykazała istotny wzrost o 0,167 parametru tłumienia, porównując jego wartość przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii (Tab. 24).

Po sześciu tygodniach terapii mięśniowo-powięziowej zaobserwowano natomiast obniżenie o średnio 0,096 tłumienia w obrębie TCL ($p < 0,012$, Tab. 24). Podobną tendencję wykazała analiza statystyczna parametru tłumienia dla mięśnia zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,001$) ze średnim obniżeniem wartości o 0,1189 (Tab. 24).

Tabela 24. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	tłumienie* średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	przed terapią	1,2106	0,18696	t=-8,720	<0,001
	po terapii	1,3712	0,18184	d=-1,518	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	przed terapią	1,3294	0,20376	t=-7,016	<0,001
	po terapii	1,5333	0,19303	d=-1,221	
m. dłoniowy długi	przed terapią	1,4161	0,20998	t=-6,932	<0,001
	po terapii	1,5836	0,22475	d=-1,207	
więzadło poprzeczne nadgarstka	przed terapią	1,2936	0,15455	t=2,677	0,012
	po terapii	1,1979	0,16244	d=0,466	
m. zginacz krótki kciuka	przed terapią	1,6039	0,18588	t=3,611	0,001
	po terapii	1,4858	0,12916	d=0,629	
m. przeciwstawiacz kciuka	przed terapią	1,4100	0,10639	t=1,516	0,139
	po terapii	1,3821	0,11826	d=0,264	
m. odwodziciel krótki kciuka	przed terapią	1,6697	0,28994	t=0,804	0,427
	po terapii	1,6424	0,20800	d=0,140	
m. przywodziciel kciuka	przed terapią	1,5027	0,21712	z=-2,055	0,04
	po terapii	1,5682	0,21331		

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)

9.4. Wyniki pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała, że wartość czasu relaksacji dla więzadła poprzecznego nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii była o 0,9667 ms wyższa w zestawieniu z wartością zmierzoną po zakończeniu programu terapii powięziowej ($p < 0,001$, Tab. 25).

Zaobserwowano istotny wzrost czasu relaksacji mięśnia przeciwstawiacza kciuka po ukończeniu programu fizjoterapii ($p < 0,001$). Czas powrotu mięśnia do pierwotnego kształtu wydłużył się średnio o 1,576 ms (Tab. 25). Wykazano istotny wzrost czasu relaksacji mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,001$) po

ukończeniu programu terapeutycznego. Porównując wynik z wartością parametru przed rozpoczęciem fizjoterapii średnia różnica wyniosła 1,06 ms (Tab. 25). Zaobserwowano ponadto istotny wzrost czasu relaksacji o wartość 1,4394 ms mięśnia przywodziciela kciuka po ukończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$. Tab. 25).

Tabela 25. Wyniki oceny czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	czas relaksacji [ms] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	Przed terapią	20,655	2,0038	z=-1,126	0,260
	Po terapii	20,355	1,7339		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	Przed terapią	19,273	2,6557	t=0,132	0,896
	Po terapii	19,224	1,9183	d=0,023	
m. dłoniowy długi	Przed terapią	16,900	2,3309	t=-0,392	0,698
	Po terapii	17,018	1,9910	d=-0,068	
więzadło poprzeczne nadgarstka	Przed terapią	6,676	0,5853	t=15,920	<0,001
	Po terapii	5,709	0,4831	d=2,771	
m. zginacz krótki kciuka	Przed terapią	12,079	1,4480	t=-0,076	0,94
	Po terapii	12,100	1,7738	d=-0,013	
m. przeciwstawiacz kciuka	Przed terapią	13,655	1,5232	t=-5,479	<0,001
	Po terapii	15,230	1,5092	d=-0,954	
m. odwodziciel krótki kciuka	Przed terapią	11,312	1,4690	t=-4,897	<0,001
	Po terapii	12,373	1,2523	d=-0,852	
m. przywodziciel kciuka	Przed terapią	11,748	1,8012	t=-5,544	<0,001
	Po terapii	13,188	1,6693	d=-0,965	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

9.5. Wynik pomiaru odkształcenia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Stwierdzono istotną różnicę pomiędzy pomiarem odkształcenia więzadła poprzecznego nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii oraz po jej zakończeniu. Po terapii wynik był istotnie niższy ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 0,053 (Tab. 26).

Zaobserwowano istotny wzrost wartości odkształcenia mięśnia przeciwstawiacza kciuka o średnio 0,073 po ukończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 26). Podobną tendencję wykazano w przypadku parametru odkształcenie dla mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka. Wykazano istotny wzrost wyniku ($p < 0,001$) po ukończeniu fizjoterapii ze średnią różnicą 0,052 (Tab. 26). Odkształcenie mięśnia przywodziciela kciuka było także o 0,09 wyższe po terapii ($p < 0,001$, Tab. 26).

Tabela 26. Wyniki pomiaru odkształcenia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	odkształcenie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	Przed terapią	1,2164	0,09721	t=-1,307	0,200
	Po terapii	1,2376	0,10395	d=-0,225	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	Przed terapią	1,2085	0,13484	t=0,712	0,482
	Po terapii	1,1936	0,09185	d=0,124	
m. dłoniowy długi	Przed terapią	1,0679	0,14696	t=-0,978	0,335
	Po terapii	1,0861	0,12981	d=-0,170	
więzadło poprzeczne nadgarstka	Przed terapią	0,4539	0,03325	t=12,465	<0,001
	Po terapii	0,4006	0,02715	d=2,170	
m. zginacz krótki kciuka	Przed terapią	0,7664	0,08313	t=-0,637	0,516
	Po terapii	0,777	0,10098	d=-0,114	
m. przeciwstawiacz kciuka	Przed terapią	0,8258	0,09287	z=-4,068	<0,001
	Po terapii	0,8991	0,08267		
m. odwodziciel krótki kciuka	Przed terapią	0,6885	0,08434	z=-3,373	<0,001
	Po terapii	0,7403	0,08301		
m. przywodziciel kciuka	Przed terapią	0,6867	0,10373	t=-6,647	<0,001
	Po terapii	0,777	0,0915	d=-1,157	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang. *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang. *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

10. Porównanie wyników oceny grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istotną statystycznie różnicę wyniku pomiaru grubości TCL chorej kończyny górnej przed i po zakończeniu terapii mięśniowo-powięziowej ($p < 0,05$; Tab. 27). Grubość więzadła po zastosowaniu terapii uległa zmniejszeniu, a średnia różnica wyniosła 0,2 mm (Tab. 27).

Tabela 27. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	termin badania	średnia [mm]	SD	t	p	d
grubość TCL	przed terapią	2,4	0,57	3,4	0,0018	0,37
	po terapii	2,2	0,47			

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*), SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), t – test t-studenta dla prób zależnych p – poziom istotności, d – współczynnik Cohena

11. Porównanie wyników oceny kwestionariuszy: DASH oraz BCTQ u badanych z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu fizjoterapii

11.1. Wyniki kwestionariusza DASH dla chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istotną różnicę pomiędzy liczbą punktów uzyskanych przez badanych w skali DASH przed terapią, a rezultatami uzyskanymi po zastosowaniu sześciotygodniowego programu fizjoterapii ($p < 0,001$). Po zastosowaniu terapii wynik skali uległ obniżeniu o 27,7 punktu (Tab. 28).

Tabela 28. Wyniki kwestionariusza DASH przed oraz po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

wskaźnik	termin badania	średnia	SD	statystyki testu	p
DASH	przed terapią	46,2248	14,64710	z=-5,012	<0,001
	po terapii	18,4936	14,38989		

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*); SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*); z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

11.2. Wyniki kwestionariusza BCTQ dla chorej kończyny górnej pacjentów z ZKN przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała znamiennej różnicę pomiędzy wynikami skali BCTQ-SSS przed terapią, a rezultatami skali po zastosowaniu programu fizjoterapii ($p < 0,001$). Po zakończeniu fizjoterapii uzyskana w podskali liczba punktów była niższa, niż przed jej rozpoczęciem, a przeciętna różnica wyniosła 1,11 punktu (Tab. 29). Z kolei liczba punktów uzyskana w skali BCTQ-FSS była dwukrotnie wyższa przed rozpoczęciem terapii w porównaniu do liczby punktów zanotowanej po jej zakończeniu ($p < 0,001$, Tab. 29).

Tabela 29. Wyniki kwestionariusza BCTQ badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

wskaźnik	termin badania	średnia	SD	statystyki testu	p
BCTQ-SSS	przed terapią	2,8612	0,57555	z=-4,995	<0,001
	po terapii	1,753	0,53445		
BCTQ-FSS	przed terapią	2,3388	0,58627	z=-5,014	<0,001
	po terapii	1,3312	0,41904		

BCTQ-SSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Cieśni Nadgarstka, podskala dotycząca oceny nasilenia objawów choroby (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale*), BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*), SD – odchylenie standardowe, z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

12. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

12.1. Wynik pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg istotnych statystycznie różnic w pomiarach częstotliwości pomiędzy grupą chorych oraz zdrowych osób po zakończeniu programu terapeutycznego. Obserwowano wyższą o 2,6 Hz częstotliwość więzadła poprzecznego nadgarstka u osób z grupy badanej ($p < 0,001$) w porównaniu z osobami zdrowymi (Tab. 30). Osoby z ZKN ponadto uzyskały istotnie wyższą wartość tego parametru dla mięśnia dłoniowego długiego ($p < 0,01$), a średnia różnica wyniosła 1,1 Hz (Tab. 30). Podobnie odnotowano wyższe napięcie mięśnia zginacza krótkiego kciuka u chorych ($p < 0,001$). Wyniki tych osób były wyższe średnio o 2,6 Hz w porównaniu z osobami zdrowymi. Wyższy o 1,3 Hz była także częstotliwość mięśnia przywodziciela kciuka u osób z grupy badanej ($p < 0,05$, Tab. 30).

Analiza statystyczna wykazała natomiast, że napięcie mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka u osób z ZKN było niższe w zestawieniu z częstotliwością tego mięśnia zarejestrowaną u osób zdrowych ($p < 0,01$). Średnia różnica wyniosła 2,7 Hz (Tab. 30). Podobnie zaobserwowano niższe napięcie mięśnia przeciwstawiacza kciuka u osób chorych w porównaniu z osobami zdrowymi ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,6 Hz (Tab. 30).

Tabela 30. Wyniki oceny częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz kończyny dominującej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	częstotliwość [Hz] średnia	SD	różnica	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	14,69	1,2739	0,4212	t=1,442 d=0,355	0,154
	zdrowych	14,27	1,0922			
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	15,027	1,2309	0,5606	t=1,377 d=0,339	0,174
	zdrowych	14,467	1,9893			
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	16,209	1,3967	1,1	t=2,909 d=0,716	0,005
	zdrowych	15,109	1,6636			
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	35,185	2,4037	2,6273	t=4,072 d=1,002	<0,001
	zdrowych	32,558	2,8217			
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	22,5	2,1859	2,5727	t=4,646 d=1,144	<0,001
	zdrowych	19,927	2,3113			
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	19,758	1,2743	-0,6667	z=-2,047	0,041
	zdrowych	20,424	1,8054			
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	23,03	2,0365	-2,6758	z=-2,45	0,014
	zdrowych	25,706	4,556			
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	21,176	2,1525	1,2788	t=2,25 d=0,554	0,028
	zdrowych	19,897	2,4553			
<p>m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>), kch – kończyna górna chora, d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: <i>effect size</i>) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności</p>						

12.2. Wynik pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej zaobserwowano różnicę w pomiarach sztywności po zakończeniu programu terapeutycznego pomiędzy grupą chorych i zdrowych osób (Tab. 31). Wykazano istotne różnice dla mięśnia przeciwstawiacza kciuka. Osoby z grupy badanej uzyskały istotnie niższy wynik, a średnia różnica wyniosła 41,3 N/m ($p < 0,001$, Tab. 31). Podobnie wykazano istotnie niższy wynik pomiaru sztywności mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka u osób z grupy badanej ($p < 0,001$). Osoby te uzyskały wyniki niższe średnio o 50 N/m (Tab. 31).

Zaobserwowano wyższą o 25,2 N/m sztywność głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia u chorych w zestawieniu z osobami zdrowymi ($p < 0,01$). Podobnie zarejestrowano istotnie wyższe pomiary sztywności głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia u osób z grupy badanej ($p < 0,001$). Chorzy uzyskali wyniki wyższe średnio o 26,8 N/m (Tab. 31). Analiza statystyczna wykazała także istotnie większą o 59,6 N/m sztywność mięśnia dłoniowego długiego u chorych po zakończeniu programu fizjoterapii w porównaniu z osobami z grupy kontrolnej ($p < 0,001$). Obserwowano również istotnie wyższą sztywność więzadła poprzecznego nadgarstka u pacjentów z ZKN ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 65,1 N/m (Tab. 31). Stwierdzono ponadto, że wynik pomiaru sztywności mięśnia zginacza krótkiego nadgarstka u chorych po zakończeniu fizjoterapii było o 70,1 N/m wyższy w zestawieniu z osobami z grupy kontrolnej ($p < 0,001$, Tab. 31). Analiza statystyczna wykazała istotnie większą sztywność mięśnia przywodziciela kciuka u osób z grupy badanej po ukończonym programie terapeutycznym ($p < 0,05$), a porównując ich wyniki z wynikami grupy kontrolnej, średnia różnica wyniosła 35,3 N/m (Tab. 31).

Tabela 31. Wyniki oceny sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	sztywność [N/m] średnia	SD	różnica	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	261,27	26,603	26, 818	z=-3,509	<0,001
	zdrowych	234,45	30,907			
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	254,85	29,818	25, 212	t=2,851 d=0,702	0,048
	zdrowych	229,64	41,126			
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	316,61	46,627	59, 636	t=5,429 d=1,337	<0,001
	zdrowych	256,97	42,517			
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	811,58	36,169	65, 121	z=-4,105	<0,001
	zdrowych	746,45	81,847			
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	422,03	63,643	70, 121	t=4,883 d=1,202	<0,001
	zdrowych	351,91	52,49			
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	332,06	30,542	-41, 364	t=-4,732 d=-1,165	<0,001
	zdrowych	373,42	39,863			
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	452,7	47,117	-49, 939	t=-3,756 d=-0,925	<0,001
	zdrowych	502,64	60, 124			
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	386,82	54, 085	35, 394	t=2,598 d=0,64	0,012
	zdrowych	351,42	56, 546			

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), kch – kończyna górna chora, d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

12.3. Wynik pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg różnic pomiędzy wynikami pomiarów tłumienia badanych struktur anatomicznych u osób zdrowych oraz chorych po zakończeniu programu terapeutycznego (Tab. 32). Obserwowano istotnie niższy o 0,13 wynik pomiaru tłumienia dla TCL w grupie chorych w zestawieniu z osobami z grupy kontrolnej po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,01$, Tab. 32). Podobnie zarejestrowano niższy wskaźnik wskaźnika elastyczności mięśnia zginacza krótkiego kciuka u chorych

($p < 0,01$) w porównaniu do wyników osób zdrowych, a średnia różnica po zakończeniu fizjoterapii wyniosła 0,1 (Tab. 32). Wykazano także, że wynik pomiaru wskaźnika dla mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka był o 0,073 niższy u osób z ZKN w zestawieniu z osobami zdrowymi po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 32).

Zaobserwowano istotnie większe tłumienie w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia u osób z grupy badanej w porównaniu do osób zdrowych, po zakończeniu terapii ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,12 (Tab. 32). Podobną tendencję wykazano dla mięśnia dłoniowego długiego, w przypadku którego pomiar tłumienia był większy o 0,3 u osób cierpiących na ZKN w porównaniu do osób z grupy kontrolnej, po zakończeniu programu terapeutycznego ($p < 0,001$, Tab. 32). Wykazano także istotnie wyższy wynik pomiaru tego wskaźnika dla mięśnia przywodziciela kciuka u osób z grupy badanej po terapii ($p < 0,05$) w zestawieniu z osobami zdrowymi, a średnia różnica wyniosła 0,1 (Tab. 32).

Tabela 32. Wyniki oceny tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	tłumienie* średnia	SD	różnica	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,3712	0,18184	0,12636	t=2,232 d=0,550	0,030
	zdrowych	1,2448	0,26957			
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,5333	0,19303	0,0697	t=1,029 d=0,253	0,308
	zdrowych	1,4636	0,33794			
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	1,5836	0,22475	0,30879	t=5,923 d=1,458	<0,001
	zdrowych	1,2748	0,19798			
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	1,1979	0,16244	-0,12788	t=-3,075 d=-0,757	0,003
	zdrowych	1,3258	0,17514			
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	1,4858	0,12916	-0,1	t=-2,967 d=-0,731	0,004
	zdrowych	1,5858	0,1442			
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	1,3821	0,11826	-0,40394	z=-6,004	<0,001
	zdrowych	1,7861	0,31307			
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	1,6424	0,208	-0,73455	z=-5,586	<0,001
	zdrowych	1,5682	0,71794			
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	1,4685	0,21331	0,0997	t=2,076 d=0,511	0,042
	zdrowych	351,42	0,17498			

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), kch – kończyna górna chora, d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcozona, p – poziom istotności; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)

12.4. Wynik pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotnie niższy wynik pomiaru czasu relaksacji głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia u osób chorych w porównaniu ze zdrowymi ($p < 0,01$), a średnia różnica wyniosła 2,5 ms (Tab. 33). Podobnie zaobserwowano niższy czas relaksacji mięśnia dłoniowego długiego ($p < 0,001$) oraz więzadła poprzecznego nadgarstka ($p < 0,001$) u osób z ZKN w zestawieniu z osobami zdrowymi po zakończeniu fizjoterapii. Średnia różnica wyniosła odpowiednio 2,2 ms oraz 0,7 s (Tab. 33). Wykazano także krótszy o 2,26 ms czas relaksacji mięśnia zginacza

krótkiego kciuka u chorych w porównaniu z osobami zdrowymi, po ukończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 33).

Wykazano istotnie statystycznie wyższy wynik pomiaru czasu relaksacji mięśnia przeciwstawiacza kciuka u osób z ZKN w zestawieniu ze zdrowymi, po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 1,5 ms (Tab. 33). Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka, w przypadku którego zarejestrowano o 2 ms dłuższy czas relaksacji u osób z grupy chorych, w porównaniu z osobami z grupy zdrowych, po zakończeniu leczenia ($p < 0,001$, Tab. 33).

Tabela 33. Wyniki oceny czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	czas relaksacji [ms] średnia	SD	różnica	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	20, 355	1,7339	-0,2848	t=-0,68 d=-0,167	0,499
	zdrowych	20, 639	1,6694			
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	19, 224	1,9183	-2,5485	z=-2,995	0,003
	zdrowych	21, 773	3,3024			
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	17, 018	1,991	-2,203	z=-3,451	<0,001
	zdrowych	19, 221	3,0079			
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	5, 709	0,4831	-0,697	z=-3,517	<0,001
	zdrowych	6, 406	0,9148			
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	12, 1	1,7738	-2,2697	z=-4,465	<0,001
	zdrowych	14, 37	2,0692			
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	15, 23	1,5092	1,5424	t=4,327 d=1,065	<0,001
	zdrowych	13, 688	1,3838			
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	12, 373	1,2523	2,0	t=4,755 d=1,171	<0,001
	zdrowych	12, 373	2,0666			
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	13, 188	1,6693	-0,6879	t=-1,481 d=-0,365	0,143
	zdrowych	13, 876	2,0804			

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), kch – kończyna górna chora, d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcozona, p – poziom istotności

12.5. Wynik pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych: chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg różnic pomiędzy wynikami pomiaru odkształcenia badanych struktur anatomicznych u osób chorych oraz zdrowych po zakończeniu fizjoterapii (Tab. 34). Zaobserwowano istotnie statystycznie o 0,1 niższy wynik pomiaru odkształcenia głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia u chorych w porównaniu z osobami zdrowymi po zakończeniu programu terapeutycznego ($p < 0,05$). Zarejestrowano także niższy wynik pomiaru odkształcenia więzadła poprzecznego nadgarstka u osób z ZKN w zestawieniu z osobami zdrowymi, po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,03. W obrębie mięśni kłębu kciuka zaobserwowano istotnie statystycznie niższy wynik odkształcenia dla mięśnia zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,001$) i mięśnia przywodziciela kciuka ($p < 0,01$) u osób z ZKN w porównaniu ze zdrowymi po zakończeniu programu terapeutycznego. Średnia różnica wyniosła odpowiednio 2,64 oraz 0,068 (Tab. 34).

Zaobserwowano ponadto istotnie statystycznie wyższą wartość pomiaru odkształcenia mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,01$) u osób chorych po zakończeniu fizjoterapii. Porównując ich wyniki z wynikami osób z grupy zdrowych dla tego mięśnia, średnia różnica wyniosła 0,05 (Tab. 34). Podobnie wykazano istotnie statystycznie wyższy wynik pomiaru odkształcenia mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka u osób chorych, w porównaniu do wyniku otrzymanego u osób zdrowych po ukończeniu programu terapeutycznego ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,06 (Tab. 34).

Tabela 34. Wyniki odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	odkształcenie średnia	SD	różnica	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,2376	0,10395	0,02212	t=0,950 d=0,234	0,346
	zdrowych	1,2155	0,08415			
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chorych (kch)	1,1936	0,09185	-0,09333	z=-2,06	0,039
	zdrowych	1,287	0,17556			
m. dłoniowy długi	chorych (kch)	1,0861	0,12981	-0,06697	z=-1,162	0,245
	zdrowych	1,153	0,16601			
więzadło poprzeczne nadgarstka	chorych (kch)	0,4006	0,02715	-0,02818	z=-2,399	0,016
	zdrowych	0,4288	0,05644			
m. zginacz krótki kciuka	chorych (kch)	0,777	0,10098	-2,64818	z=-3,44	<0,001
	zdrowych	3,4252	14,6446			
m. przeciwstawiacz kciuka	chorych (kch)	0,8991	0,08267	0,04758	z=-2,568	0,01
	zdrowych	0,8515	0,0708			
m. odwodziciel krótki kciuka	chorych (kch)	0,7403	0,08301	0,05697	t=2,267 d=0,558	0,027
	zdrowych	0,6833	0,11813			
m. przywodziciel kciuka	chorych (kch)	0,6833	0,0915	-0,06848	t=-2,712 d=-0,668	0,009
	zdrowych	0,8455	0,11256			

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), kch – kończyna górna chora, d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

13. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotną różnicę w grubości TCL pomiędzy osobami z grupy kontrolnej (osób zdrowych), a chorymi z ZKN ($p < 0,001$, Tab. 35). Grubość TCL była istotnie większa w obrębie chorej kończyny pacjentów z ZKN, a średnia różnica wyniosła 0,81 mm (Tab. 35).

Tabela 35. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej osób z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	grupa	średnia [mm]	SD	t	p
grubość TCL	chorych – kończyna chora	2,2	0,57	0,467	p < 0,001
	zdrowych	1,39	0,4		
TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>), z – na podstawie testu U Manna-Whitneya, t – test t-studenta, p – poziom istotności					

14. Porównanie wyników oceny właściwości wybranych tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

14.1. Porównanie wyników pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 1,085 Hz wyższą częstotliwość mięśnia dłoniowego długiego chorej kończyny w porównaniu do zdrowej kończyny pacjentów z ZKN po zakończeniu programu terapeutycznego ($p < 0,01$, Tab. 36). Podobną tendencję zaobserwowano w obrębie więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej, gdzie częstotliwość była większa o 2,676 Hz ($p < 0,001$) w zestawieniu jego wartości zanotowanej w obrębie zdrowej kończyny po zakończeniu fizjoterapii (Tab. 36). Zarejestrowano także wyższą częstotliwość mięśnia zginacza krótkiego kciuka chorej ręki w porównaniu do zdrowej po terapii ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 2,26 Hz (Tab. 36). Istotnie wyższą częstotliwość obserwowano także w kończynie objętej procesem chorobowym w porównaniu do zdrowej ręki w dwóch innych mięśniach kłębku kciuka: przeciwstawiaczku kciuka ($p < 0,05$) oraz odwodzicielu krótkim kciuka ($p < 0,01$) po zakończeniu terapii mięśniowo-powięziowej. Średnia różnica wyniosła odpowiednio: 0,98 Hz oraz 2,54 Hz (Tab. 36).

Tabela 36. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	częstotliwość [Hz] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	14,691	1,2739	t=1,819	0,078
	zdrowa	14,167	0,9416	d=0,317	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	15,027	1,2309	t=0,785	0,438
	zdrowa	14,745	1,8349	d=0,137	
m. dłoniowy długi	chora	16,209	1,3967	t=3,011	0,005
	zdrowa	15,124	1,824	d=0,524	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	35,185	2,4037	z=-3,422	<0,001
	zdrowa	32,509	3,0859		
m. zginacz krótki kciuka	chora	22,5	2,1859	z=-3,387	<0,001
	zdrowa	20,239	2,6201		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	19,758	1,2743	t=-2,337	0,026
	zdrowa	20,739	2,1591	d=-0,407	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	23,03	2,0365	t=-3,041	0,005
	zdrowa	25,573	4,8545	d=-0,529	
m. przywodziciel kciuka	chora	21,176	2,1525	t=-0,3	0,766
	zdrowa	21,355	2,4113	d=-0,052	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

14.2. Porównanie wyników pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała szereg istotnych statystycznie różnic w wynikach oceny parametru sztywność badanych struktur anatomicznych pomiędzy chorą a zdrową kończyną górną pacjentów z ZKN po zakończeniu programu terapii mięśniowo-powięziowej. Obserwowano istotnie większą sztywność głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia ($p < 0,001$) w chorej kończynie górnej, w zestawieniu ze zdrową kończyną badanych po zakończeniu terapii, a średnia różnica wyniosła 31,15 N/m (Tab.

37). Podobnie zarejestrowano o 54,64 N/m wyższy wynik sztywności mięśnia dłoniowego długiego chorej kończyny w porównaniu do zdrowej kończyny górnej badanych po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$, Tab. 37). Wykazano także większą sztywność więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny objętej procesem chorobowym w zestawieniu z kończyną zdrową po zakończeniu terapii ($p < 0,001$). Średnia różnica wyniosła 68,33 N/m (Tab. 37). Podobną tendencję obserwowano w przypadku mięśnia zginacza krótkiego kciuka, dla którego sztywność w obrębie ręki chorej była o 36,76 N/m ($p < 0,05$) większa w porównaniu do ręki zdrowej po zakończeniu programu terapeutycznego (Tab. 37).

Wykazano natomiast istotnie statystycznie mniejszą sztywność dla dwóch mięśni kłębu kciuka chorej ręki w zestawieniu z ręką zdrową: mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$) oraz odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,05$) po zakończeniu fizjoterapii. Średnia różnica wyniosła odpowiednio: 44,06 N/m oraz 35,82 N/m (Tab. 37).

Tabela 37. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	sztywność [N/m] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	261,27	26,603	z=-3,396	<0,001
	zdrowa	230,12	32,514		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	254,85	29,818	t=1,324	0,195
	zdrowa	241,85	43,976	d=0,231	
m. dłoniowy długi	chora	316,61	46,627	t=4,895	<0,001
	zdrowa	261,97	39,542	d=0,852	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	811,58	36,169	t=4,887	<0,001
	zdrowa	743,24	68,009	d=0,851	
m. zginacz krótki kciuka	chora	422,03	63,643	t=2,528	0,017
	zdrowa	385,27	41,008	d=0,440	
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	332,06	30,542	z=-3,301	<0,001
	zdrowa	376,12	55,275		
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	452,7	47,117	t=-2,120	0,042
	zdrowa	488,52	89,066	d=-0,369	
m. przywodziciel kciuka	chora	386,82	54,085	t=1,581	0,124
	zdrowa	366,06	59,262	d=0,275	
m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: <i>standard deviation</i>), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: <i>effect size</i>) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności					

14.3. Porównanie wyników pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istotnie większą wartość tłumienia zarówno głowy długiej ($p < 0,01$), jak i krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia ($p < 0,01$) kończyny objętej procesem chorobowym w porównaniu do kończyny zdrowej po zakończeniu fizjoterapii. Średnia różnica wyniosła odpowiednio: 0,18 oraz 0,17 (Tab. 38). Stwierdzono także o 0,27 większe tłumienie w obrębie mięśnia dłoniowego długiego kończyny objętej stanem chorobowym ($p < 0,001$) w porównaniu do kończyny górnej zdrowej po zakończeniu terapii (Tab. 38). Zarejestrowano także o 0,1 wyższą wartość tego wskaźnika dla mięśnia przywodziciela kciuka w ręce chorej ($p < 0,05$) w zestawieniu z ręką zdrową po zakończeniu program terapii mięśniowo-powięziowej (Tab. 38).

Z kolei niższą wartość tłumienia po zakończeniu fizjoterapii wykazano w obrębie TCL chorej kończyny w zestawieniu z kończyną zdrową ($p < 0,05$), a średnia różnica wyniosła 0,1 (Tab. 38). Podobną tendencję obserwowano w przypadku mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$) oraz odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,001$), dla których tłumienie w kończynie górnej objętej procesem chorobowym była mniejsza o odpowiednio: 0,34 oraz 0,39 w porównaniu do kończyny zdrowej, po zakończeniu programu terapeutycznego (Tab. 38).

Tabela 38. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna górna badanych z ZKN	tłumienie* średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	1,3712	0,18184	z=-3,092	0,002
	zdrowa	1,1839	0,20045		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	1,5333	0,19303	t=2,983	0,005
	zdrowa	1,3582	0,31774	d=0,519	
m. dłoniowy długi	chora	1,5836	0,22475	t=5,106	<0,001
	zdrowa	1,3136	0,19281	d=0,889	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	1,1979	0,16244	t=-2,204	0,035
	zdrowa	1,3045	0,18354	d=-0,384	
m. zginacz krótki kciuka	chora	1,4858	0,12916	t=-1,470	0,151
	zdrowa	1,5467	0,21075	d=-0,256	
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	1,3821	0,11826	t=-7,342	<0,001
	zdrowa	1,7242	0,25890	d=-1,278	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	1,6424	0,20800	z=-4,021	<0,001
	zdrowa	2,0327	0,45197		
m. przywodziciel kciuka	chora	1,5682	0,21331	t=2,068	0,047
	zdrowa	1,4682	0,15067	d=0,360	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcozona, p – poziom istotności; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)

14.4. Porównanie wyników pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istotnie statystycznie niższy czas relaksacji głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia kończyny objętej procesem chorobowym w porównaniu z wartością tego parametru w obrębie zdrowej kończyny po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 1,88 ms (Tab. 39). Po ukończeniu programu terapii mięśniowo-powięziowej obserwowano o 1,97 ms niższy czas relaksacji w obrębie mięśnia dłoniowego długiego chorej kończyny w zestawieniu z czasem relaksacji dla tego mięśnia w kończynie zdrowej ($p < 0,01$, Tab. 39). Podobną tendencję zarejestrowano w obrębie więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny objętej procesem chorobowym w porównaniu do więzadła zdrowej kończyny po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,001$), gdzie wynik tego parametru był niższy o 0,79 ms (Tab. 39). Analiza statystyczna wykazała o 1,5 ms niższy wynik pomiaru czasu relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka ręki chorej ($p < 0,05$) w zestawieniu z czasem relaksacji tego mięśnia w obrębie zdrowej ręki po zakończeniu terapii (Tab. 39).

Znacząco wyższy wynik pomiaru czasu relaksacji zarejestrowano w obrębie mięśnia przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$) oraz odwodziciela krótkiego kciuka ($p < 0,01$) w kończynie objętej procesem chorobowym w porównaniu do kończyny zdrowej po zakończonej fizjoterapii, a średnia różnica wyniosła odpowiednio: 2,03 ms oraz 1,42 ms (Tab. 39).

Tabela 39. Wyniki pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	czas relaksacji [ms] średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	20,355	1,7339	z=-0,759	0,448
	zdrowa	20,818	1,6558		
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	19,224	1,9183	z=-3,664	<0,001
	zdrowa	21,106	2,2355		
m. dłoniowy długi	chora	17,018	1,991	t=-3,291	0,002
	zdrowa	18,991	2,9229	d=-0,573	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	5,709	0,4831	t=-4,618	<0,001
	zdrowa	6,506	0,8	d=-0,804	
m. zginacz krótki kciuka	chora	12,1	1,7738	z=-2,421	0,015
	zdrowa	13,603	2,4729		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	15,23	1,5092	t=4,720	<0,001
	zdrowa	13,2	1,9295	d=0,822	
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	12,373	1,2523	t=2,728	0,01
	zdrowa	10,948	2,6645	d=0,475	
m. przywodziciel kciuka	chora	13,188	1,6693	z=-0,524	0,6
	zdrowa	12,885	2,1178		

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

14.5. Porównanie wyników pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała o 0,04 niższą wartość odkształcenia więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny objętej procesem chorobowym ($p < 0,01$) w porównaniu do zdrowej kończyny górnej pacjentów z ZKN po zakończeniu fizjoterapii (Tab. 40). Istotnie wyższy wynik pomiarów odkształcenia obserwowano także dla mięśni: zginacza krótkiego kciuka ($p < 0,05$) oraz przeciwstawiacza kciuka ($p < 0,001$) kończyny chorej w zestawieniu do kończyny górnej zdrowej po zakończeniu fizjoterapii, a średnia różnica wyniosła odpowiednio 0,06 oraz 0,084 (Tab. 40).

Tabela 40. Wyniki pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	odkształcenie średnia	SD	statystyki testu	p
głowa krótka m. dwugłowego ramienia	chora	1,2376	0,10395	t=1,273	0,212
	zdrowa	1,2088	0,08803	d=0,222	
głowa długa m. dwugłowego ramienia	chora	1,1936	0,09185	t=-0,541	0,592
	zdrowa	1,21	0,12701	d=-0,094	
m. dłoniowy długi	chora	1,0861	0,12981	t=-1,363	0,182
	zdrowa	1,1327	0,15946	d=-0,237	
więzadło poprzeczne nadgarstka	chora	0,4006	0,02715	t=-3,329	0,002
	zdrowa	0,4364	0,05308	d=-0,580	
m. zginacz krótki kciuka	chora	0,777	0,10098	z=-2,208	0,027
	zdrowa	0,837	0,11556		
m. przeciwstawiacz kciuka	chora	0,8991	0,08267	z=-3,836	<0,001
	zdrowa	0,8145	0,06901		
m. odwodziciel krótki kciuka	chora	0,7403	0,08301	t=1,803	0,081
	zdrowa	0,7015	0,10771	d=0,314	
m. przywodziciel kciuka	chora	0,777	0,09150	t=-1,077	0,289
	zdrowa	0,8006	0,10087	d=-0,188	

m. - mięsień, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), d (Cohen) – wielkość efektu (ang.: *effect size*) na podstawie odchylenia standardowego średnich różnic w próbie dla testu t-Studenta dla prób zależnych, z – na podstawie dodatnich i ujemnych rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

15. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego stwierdzono istotną różnicę wyniku pomiaru grubości TCL zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z ZKN ($p < 0,001$). Średnia grubość TCL w kończynie chorej była 0,7 mm większa w porównaniu z grubością więzadła kończyny zdrowej pacjentów (Tab. 40).

Tabela 41. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

punkt pomiarowy	kończyna badanych z ZKN	średnia [mm]	SD	t	p	d
grubość TCL	chora	2,2	0,47	-8,43	p < 0,001	-1,61
	zdrowa	1,5	0,38			
ZKN – Zespół Kanału Nadgarstka; TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>); t – test t-Studenta dla prób zależnych, p – poziom istotności, d – współczynnik Cohena						

16. Porównanie wyników kwestionariuszy DASH oraz BCTQ w odniesieniu do chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Obserwowano istotnie statystycznie wyższy wynik skali DASH kończyny górnej objętej stanem chorobowym w porównaniu do kończyny górnej zdrowej po zakończeniu terapii ($p < 0,001$), a średnia różnica wyniosła 16,1 punktu (Tab. 42). Zarejestrowano także istotnie wyższy wynik kwestionariusza BCTQ-SSS ($p < 0,001$) oraz BCTQ-FSS kończyny górnej chorej ($p < 0,001$) w zestawieniu z kończyną górną zdrową po zakończeniu fizjoterapii, a średnia różnica wyniosła odpowiednio: 0,63 oraz 0,29 punktu (Tab. 42).

Tabela 42. Wyniki kwestionariuszy: DASH, BCTQ-FSS i BCTQ-SSS dla chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

wskaźnik	kończyna badanych z ZKN	średnia	SD	statystyki testu	p
DASH	chora	18,494	14,399	z=-4,68	<0,001
	zdrowa	2,424	2,687		
BCTQ-SSS	chora	1,753	0,534	z=-4,744	<0,001
	zdrowa	1,016	0,013		
BCTQ-FSS	chora	1,331	0,419	z=-3,914	<0,001
	zdrowa	1,041	0,066		

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disability of Arm, Shoulder and Hand*), BCTQ-SSS – podskala Bostońskiego Kwestionariusza Zespołu Cieśni Nadgarstka (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire*) dotycząca nasilenia objawów, BCTQ-FSS - podskala Bostońskiego Kwestionariusza Zespołu Cieśni Nadgarstka (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire*) dotycząca upośledzenia funkcji kończyny, SD – odchylenie standardowe (ang.: *standard deviation*), z – na podstawie dodatnich rang dla testu znakowanych rang Wilcoxon, p – poziom istotności

17. Ocena zależności pomiędzy wynikami pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi u chorych z ZKN

17.1. Zależności między: grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

17.1.1. Zależność między częstotliwością badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka zmierzonymi przed rozpoczęciem fizjoterapii

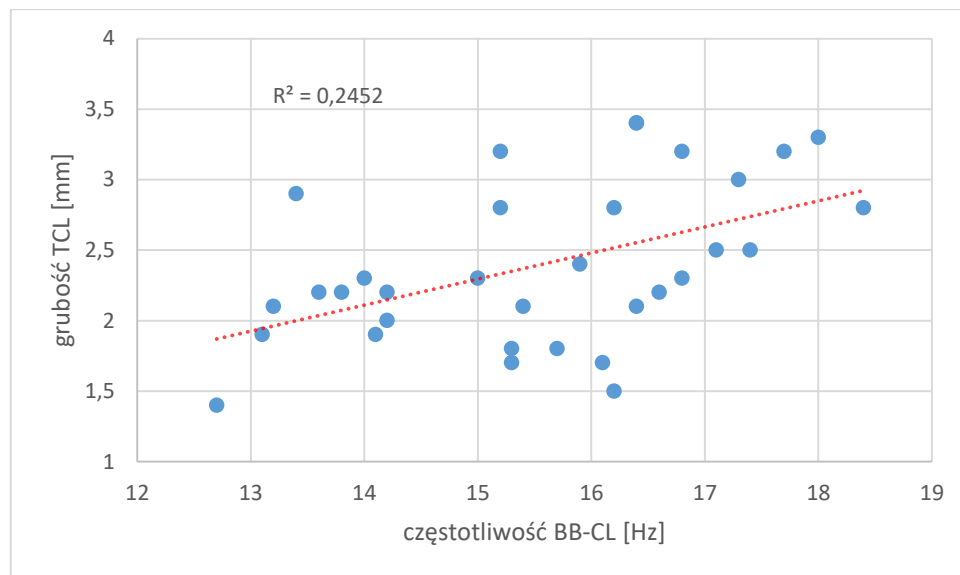
Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istotną, dodatnią korelację pomiędzy częstotliwością zmierzoną na poziomie głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia, a grubością TCL chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($r = 0,495$; $p < 0,01$; Tab. 43, Ryc. 1). W przypadku

pozostałych anatomicznych punktów pomiarowych nie zaobserwowano istotnych zależności ($p > 0,05$; Tab. 43).

Tabela 43. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a częstotliwością badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem terapii

	częstotliwość [Hz]							
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	TCL	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwwstawi acz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodzicie l kciuka
grubość TCL [mm]	$r = 0,249$	$r = \mathbf{0,495}$	$r = -0,056$	$r = -0,169$	$r = -0,289$	$r = -0,002$	$r = 0,048$	$r = -0,226$
	$p = 0,163$	$p = \mathbf{0,003}$	$p = 0,756$	$p = 0,348$	$p = 0,103$	$p = 0,989$	$p = 0,791$	$p = 0,206$

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*); m. – mięsień, Hz – Hertz, r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności



Rycina 1. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i częstotliwością głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CL) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

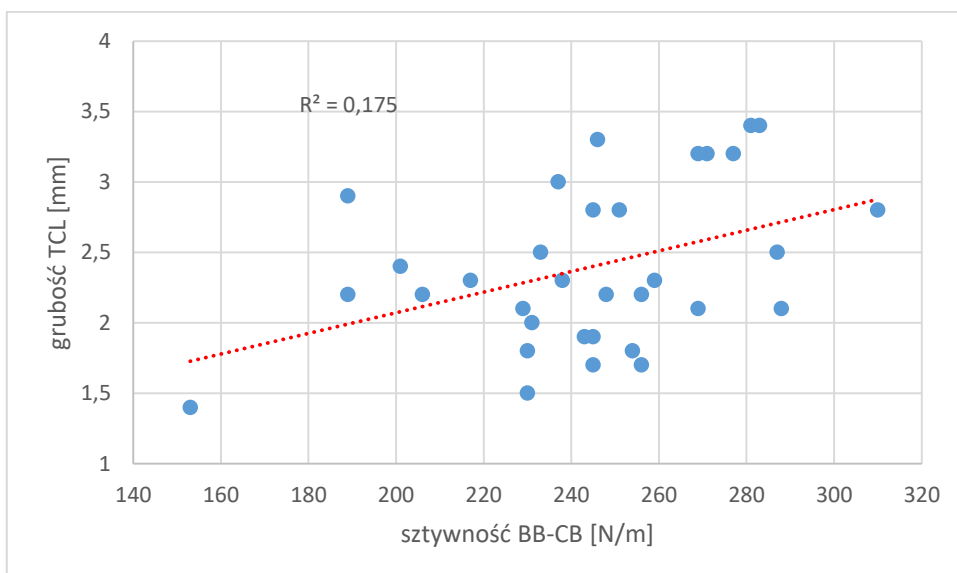
17.1.2. Zależność między sztywnością badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka zmierzonymi przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istnienie dodatniej korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a sztywnością głowy krótkiej ($r = 0,419$; $p < 0,001$; Tab. 44; Ryc. 2) i długiej mięśnia dwugłowego ramienia ($r = 0,54$; $p < 0,001$; Tab. 44; Ryc. 2) chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii. Nie wykazano istotnych statystycznie korelacji ($p > 0,05$) dla pozostałych badanych struktur anatomicznych (Tab. 44).

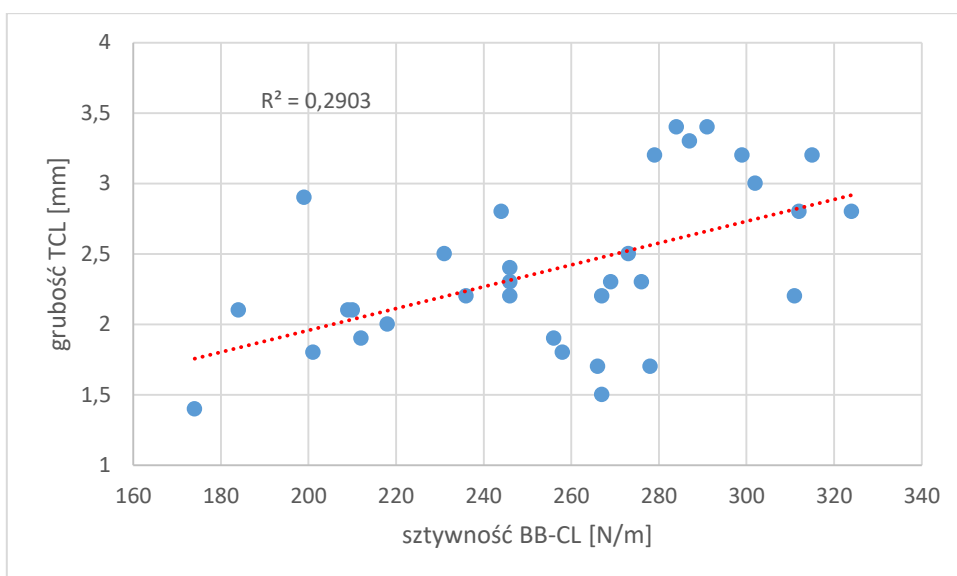
Tabela 44. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a sztywnością badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka, zmierzonymi przed rozpoczęciem terapii

	sztywność [N/m]							
	głowa krótka m. dwugłowe go ramienia	głowa długa m. dwugłowe go ramienia	m. dłoniowy długi	TCL	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz z kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
grubość TCL [mm]	$r = 0,418$	$r = 0,539$	$r = 0,104$	$r = -0,214$	$r = -0,271$	$r = -0,071$	$r = 0,013$	$r = -0,165$
	$p = 0,015$	$p < 0,001$	$p = 0,565$	$p = 0,232$	$p = 0,127$	$p = 0,696$	$p = 0,945$	$p = 0,358$

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*); m. – mięsień, r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności



Rycina 2. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i sztywnością głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CB) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii



Rycina 3. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i sztywnością głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CL) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

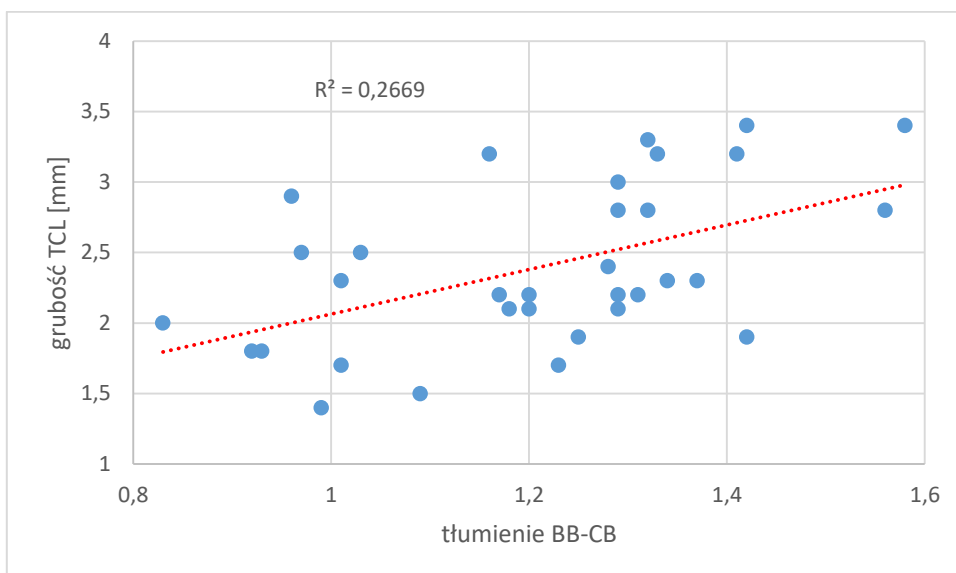
17.1.3. Zależność między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego stwierdzono występowanie istotnej statystycznie, dodatniej korelacji między grubością TCL, a tłumieniem w obrębie głowy krótkiej ($r = 0,517$, $p < 0,01$, Tab. 45, Ryc. 4) i długiej ($r = 0,565$, $p < 0,001$, Tab. 45; Ryc. 5) mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii. W pozostałych przypadkach nie zaobserwowano istotnych statystycznie zależności ($p > 0,05$).

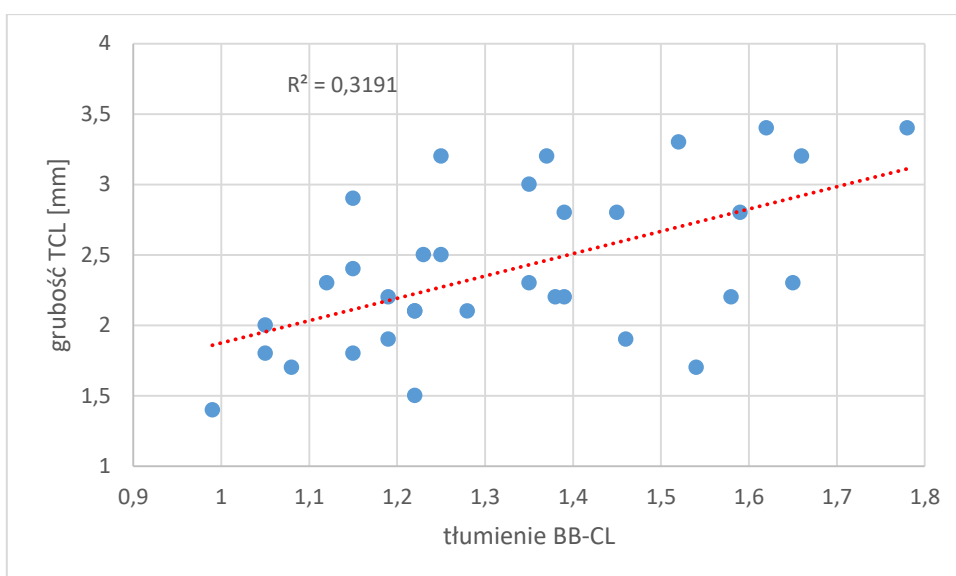
Tabela 45. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka, zmierzonymi przed rozpoczęciem terapii

	tłumienie*							
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	TCL	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawia cz kciuka	m. odwodzici el krótki kciuka	m. przywodzic iel kciuka
grubość	$r = 0,517$	$r = 0,565$	$r = 0,194$	$r = 0,253$	$r = -0,179$	$r = 0,215$	$r = 0,232$	$r = 0,211$
TCL	$p = 0,002$	$p = 0,001$	$p = 0,281$	$p = 0,155$	$p = 0,320$	$p = 0,229$	$p = 0,193$	$p = 0,239$

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: *transverse carpal ligament*); m. – mięsień, r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)



Rycina 4. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) głowy krótkiej (BB-CB) mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii



Rycina 5. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) głowy długiej (BB-CL) mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

17.2. Zależności między: grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego nie stwierdzono zależności między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a wartościami parametrów, charakteryzującymi właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stanem napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($p > 0,05$; Tab. 46).

Tabela 46. Korelacje między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a częstotliwością, sztywnością, tłumieniem, czasem relaksacji i odkształceniem badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

	głowa krótka m. dwugłowego o ramienia	głowa długa m. dwugłowego o ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodźciel krótki kciuka	m. przywodziel kciuka
grubość TCL	częstotliwość [Hz]							
	r=-0,264	r=-0,024	r=-0,008	r=0,024	r=0,281	r=0,166	r=-0,208	r=-0,028
	p=0,137	p=0,895	p=0,966	p=0,895	p=0,113	p=0,357	p=0,246	p=0,877
	sztywność [N/m]							
	r=0,163	r=0,262	r=-0,006	rho=-0,031	r=0,163	r=0,042	r=-0,028	r=-0,079
	p=0,366	p=0,141	p=0,974	p=0,863	p=0,366	p=0,816	p=0,877	p=0,662
	tłumienie*							
	r=0,257	r=0,226	r=-0,021	r=0,147	r=0,148	r=-0,130	r=0,121	r=0,264
	p=0,150	p=0,206	p=0,908	p=0,414	p=0,410	p=0,472	p=0,503	p=0,137
	czas relaksacji [ms]							
	r=-0,053	r=0,230	r=0,074	r=-0,053	r=-0,121	r=-0,103	r=-0,124	r=0,007
	p=0,768	p=0,199	p=0,681	p=0,771	p=0,502	p=0,568	p=0,493	p=0,968
	odkształcenie							
	r=0,039	r=0,087	r=-0,078	r=-0,076	r=-0,191	r=0,042	r=-0,176	r=0,139
	p=0,440	p=0,631	p=0,667	p=0,673	p=0,287	p=0,818	p=0,326	p=0,441

TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang. *Transverse Carpal Ligament*), m. – mięsień; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*). Hz – Hertz, r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności

18. Ocena zależności pomiędzy wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych zmierzonymi u chorych z ZKN

18.1. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała żadnej istotnej korelacji pomiędzy częstotliwością, sztywnością, tłumieniem, czasem relaksacji i odkształceniem badanych struktur anatomicznych, a wynikami skali DASH u chorych przed rozpoczęciem fizjoterapii ($p < 0,05$, Tab. 47).

Tabela 47. Korelacja między wynikiem skali DASH, a częstotliwością, sztywnością, tłumieniem, czasem relaksacji i odkształceniem badanych struktur anatomicznych, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	głowa krótka m. dwugłowego o ramienia	głowa długa m. dwugłowego o ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz z kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
DASH	częstotliwość [Hz]							
	r=-0,16	r=0,046	rho=-0,166	r=-0,294	r=0,189	r=-0,082	r=-0,073	r=0,105
	p=0,373	p=0,798	p=0,356	p=0,097	p=0,292	p=0,651	p=0,688	p=0,563
	sztywność [N/m]							
	r=-0,05	r=-0,064	r=0,102	rho=-0,062	r=0,142	r=-0,1	r=-0,048	r=0,153
	p=0,782	p=0,722	p=0,572	p=0,731	p=0,431	p=0,582	p=0,789	p=0,394
	tłumienie*							
	r=-0,021	r=0,028	r=-0,03	r=0,101	r=-0,135	r=-0,101	r=0,219	rho=0,18
	p=0,907	p=0,878	p=0,854	p=0,576	p=0,455	p=0,578	p=0,221	p=0,316
	czas relaksacji [ms]							
	r=0,324	r=0,085	r=0,041	r=-0,004	r=-0,074	r=0,091	r=0,169	r=0,012
	p=0,066	p=0,64	p=0,822	p=0,984	p=0,681	p=0,615	p=0,347	p=0,946
	odkształcenie							
	r=0,011	r=0,059	r=0,065	r=0,113	r=-0,084	rho=0,161	rho=0,071	r=-0,017
p=0,952	p=0,743	p=0,719	p=0,531	p=0,64	p=0,370	p=0,697	p=0,927	

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*), m. – mięsień; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*), r – współczynnik Pearsona

18.2. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wartościami parametrów, charakteryzujących właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

18.2.1. Zależności między częstotliwością i sztywnością badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała żadnej istotnej korelacji pomiędzy częstotliwością i sztywnością badanych struktur anatomicznych, a wynikami skali DASH u chorych po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,05$, Tab. 48).

Tabela 48. Korelacja między wynikiem skali DASH, a częstotliwością i sztywnością badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

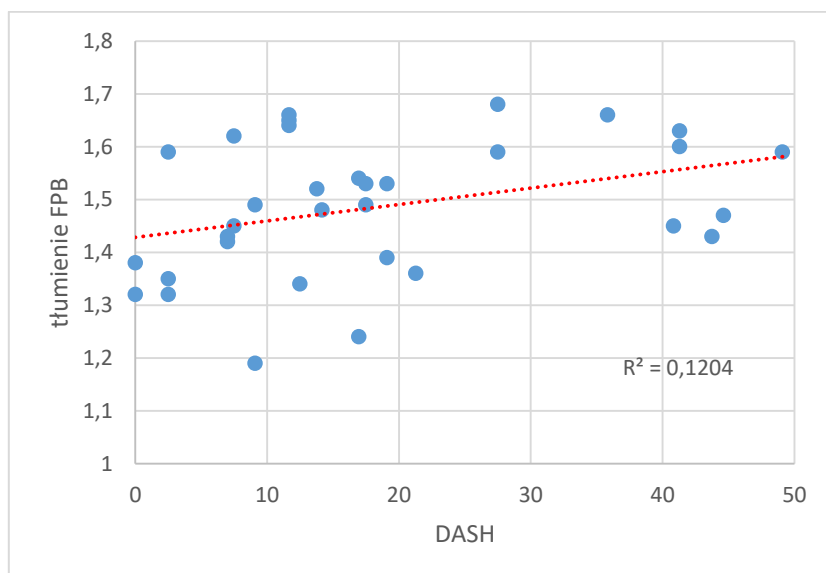
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodzący krótki kciuka	m. przywodzący kciuka
DASH	częstotliwość [Hz]							
	rho=0,013	rho=-0,025	rho=-0,313	rho=-0,139	rho=0,292	rho=-0,009	rho=0,097	rho=-0,063
	p=0,942	p=0,889	p=0,076	p=0,442	p=0,099	p=0,959	p=0,59	p=0,726
	sztywność [N/m]							
	rho=0,214	rho=0,257	rho=-0,143	rho=-0,148	rho=0,192	rho=0,095	rho=0,026	rho=-0,146
	p=0,231	p=0,148	p=0,426	p=0,413	p=0,285	p=0,6	p=0,886	p=0,418
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), m. – mięsień								

18.2.2. Zależności między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istnienie dodatniej zależności między wynikiem pomiaru skali DASH, a tłumieniem w obrębie TCL ($\rho = 0,389$, $p < 0,05$) u chorych po zakończeniu fizjoterapii (Tab. 49). Podobną korelację obserwowano między tłumieniem mięśnia zginacza krótkiego kciuka, a wynikiem skali DASH po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = 0,361$, $p < 0,05$, Tab. 49, Ryc. 6).

Tabela. 49. Korelacja między wynikiem skali DASH, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

		tłumienie*						
		głowa krótka m. dwugłowego o ramienia	głowa długa m. dwugłowego o ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka
DASH	$\rho = 0,195$	$\rho = 0,205$	$\rho = -0,213$	$\rho = 0,389$	$\rho = 0,361$	$\rho = -0,133$	$\rho = 0,120$	$\rho = 0,156$
	$p = 0,277$	$p = 0,252$	$p = 0,234$	$p = 0,025$	$p = 0,039$	$p = 0,462$	$p = 0,505$	$p = 0,387$
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), m. – mięsień; * - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: <i>decrement</i>)								



Rycina 6. Diagram zależności między wynikami skali DASH, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

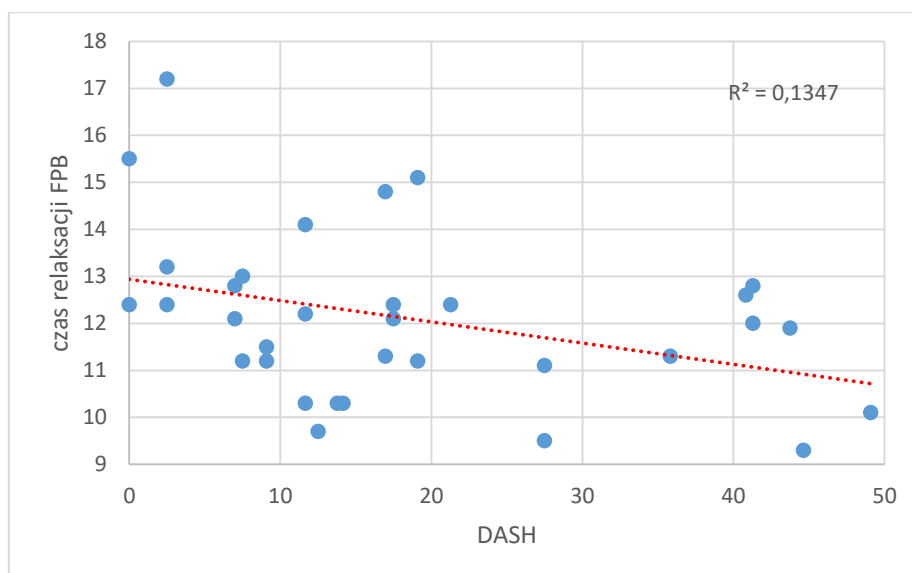
18.2.3. Zależności między czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna wykazała istnienie ujemnej zależności między wynikami skali DASH, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka u osób chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = -0,4$; $p < 0,05$; Tab. 50; Ryc. 7).

Tabela 50. Korelacja między wynikiem skali DASH, a czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	czas relaksacji [ms]							
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
DASH	rho = -0,047	rho = 0,176	rho = 0,129	rho = 0,062	rho = -0,400	rho = -0,133	rho = -0,194	rho = -0,007
	p = 0,794	p = 0,326	p = 0,474	p = 0,732	p = 0,021	p = 0,46	p = 0,28	p = 0,97

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*), m. – mięsień, p – poziom istotności



Rycina. 7. Diagram korelacji między wynikami skali DASH, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

18.2.4. Zależności między odkształceniem badanych struktur anatomicznych, a wynikiem skali DASH ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała żadnej istotnej korelacji pomiędzy odkształceniem badanych struktur anatomicznych, a wynikami skali DASH u chorych po zakończeniu fizjoterapii ($p < 0,05$, Tab. 51).

Tabela 51. Korelacja między wynikiem skali DASH, a odkształceniem badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	odkształcenie							
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
DASH	rho=0,066	rho=0,061	rho= -0,062	rho=0,099	rho=-0,213	rho=-0,025	rho=-0,125	rho=0,004
	p=0,717	p=0,735	p=0,733	p=0,583	p=0,235	p=0,89	p=0,487	p=0,984

DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*), m. – miesiąc, p = poziom istotności

19. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza BCTQ, a wynikami pomiarów właściwości badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi u chorych z ZKN

19.1. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wartościami parametrów charakteryzujących właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

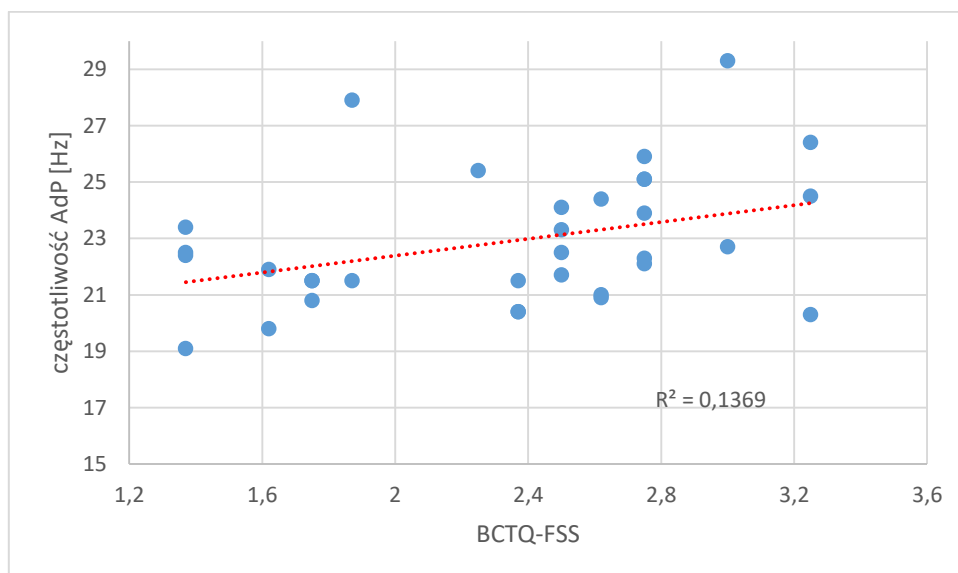
19.1.1. Zależności między częstotliwością badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego stwierdzono wstępowanie istotnej statystycznie, dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością mięśnia przywodziciela kciuka u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($\rho = 0,4$; $p < 0,05$, Tab. 52, Ryc. 8).

Tabela 52. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością badanych struktur anatomicznych, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	częstotliwość [Hz]							
	głowa krótka m. dwugłowego ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
BCTQ	$\rho=-0,176$	$\rho=0,036$	$\rho=-0,281$	$\rho=-0,184$	$\rho=0,314$	$\rho=-0,095$	$\rho=-0,141$	$\rho=0,400$
-FSS	$p=0,328$	$p=0,843$	$p=0,114$	$p=0,305$	$p=0,075$	$p=0,600$	$p=0,435$	$p=0,021$

BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*), m. – mięsień, p – poziom istotności



Rycina. 8. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością mięśnia przywodziciela kciuka (AdP) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

19.2. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wartościami parametrów charakteryzujących właściwości mechaniczne, viskoelastyczne oraz stan napięcia badanych struktur anatomicznych, zmierzonymi w obrębie chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

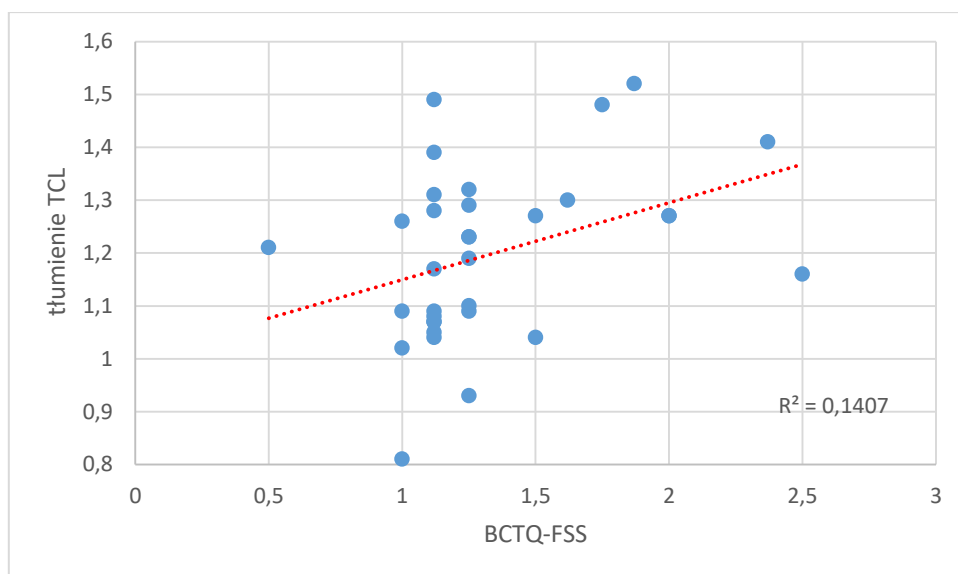
19.2.1. Zależności między tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego stwierdzono występowanie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a tłumieniem w obrębie TCL u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = 0,40$; $p < 0,05$; Tab. 53; Ryc. 9).

Tabela 53. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończenia fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	tłumienie*							
	głowa krótka m. dwugłowego o ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawiacz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
BCTQ-FSS	rho = 0,124	rho = 0,187	rho = -0,102	rho = 0,403	rho = 0,311	rho = -0,086	rho = 0,180	rho = 0,154
	p = 0,492	p = 0,297	p = 0,574	p = 0,020	p = 0,079	p = 0,636	p = 0,317	p = 0,392

BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: *Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale*); m. – mięsień; * - - ubytek naturalnych oscylacji tkanek (ang.: *decrement*)



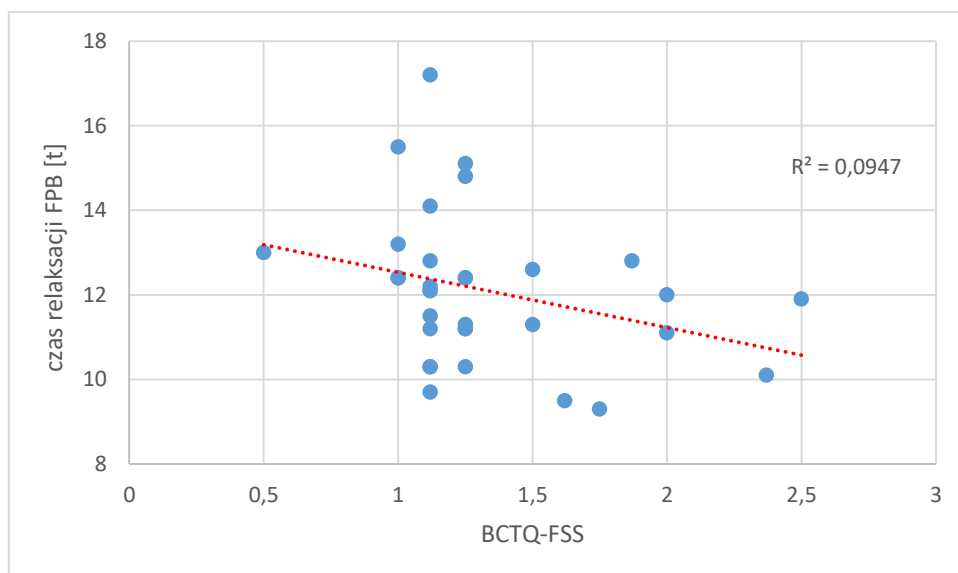
Rycina. 9. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

19.2.2. Zależności między czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, a wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS ocenionymi u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istnienie ujemnej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka u badanych chorych po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = -0,391$, $p < 0,05$; Tab. 54, Ryc. 10).

Tabela 54. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	czas relaksacji [ms]							
	głowa krótka m. dwugłowego o ramienia	głowa długa m. dwugłowego ramienia	m. dłoniowy długi	więzadło poprzeczne nadgarstka	m. zginacz krótki kciuka	m. przeciwstawi acz kciuka	m. odwodziciel krótki kciuka	m. przywodziciel kciuka
BCTQ -FSS	$\rho = 0,009$	$\rho = 0,084$	$\rho = 0,152$	$\rho = 0,045$	$\rho = -0,391$	$\rho = -0,055$	$\rho = 0,042$	$\rho = 0,130$
	$p = 0,959$	$p = 0,643$	$p = 0,398$	$p = 0,802$	$p = 0,025$	$p = 0,763$	$p = 0,816$	$p = 0,471$
BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>); m. – mięsień								



Rycina 10. Diagram zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

20. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, zmierzonymi u chorych z ZKN

20.1. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego nie stwierdzono występowania istotnej zależności między grubością TCL, a wynikami skali DASH u badanych z ZKN przed rozpoczęciem terapii. ($r = -0,034$, $p > 0,05$; Tab. 55).

Tabela 55. Korelacja między wynikiem kwestionariusza DASH, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

	DASH
grubość TCL [mm]	r = -0,034
	p = 0,853
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

20.2. Korelacje między: wynikami skali DASH, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Po zakończeniu programu terapii mięśniowo-powięziowej nie stwierdzono występowania zależności między wynikami skali DASH, a grubością TCL u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($r = 0,337$; $p > 0,05$; Tab. 56).

Tabela 56. Korelacja między wynikiem kwestionariusza DASH, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

	DASH
grubość TCL [mm]	r = 0,337
	p = 0,055
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

21. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariusza BCTQ, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, zmierzonymi u chorych z ZKN

21.1. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem terapii

Na podstawie przeprowadzonego testu nie stwierdzono występowania istotnej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka ($r = -0,13$; $p > 0,05$; Tab. 57).

Tabela 57. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem terapii

	BCTQ-FSS
grubość TCL [mm]	$r = -0,13$
	$p = 0,471$
BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>); TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

21.2. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Analiza statystyczna nie wykazała istnienia korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością TCL u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($r = 0,224$; $p > 0,05$; Tab. 58).

Tabela 58. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

	grubość TCL [mm]
BCTQ-FSS	r = 0,224
	p = 0,211
BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>); TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

21.3. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu statystycznego nie wykazano istotnych zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością TCL u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($r = -0,121$; $p > 0,05$; Tab. 59).

Tabela 59. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

	grubość TCL [mm]
BCTQ-SSS	r = -0,121
	p = 0,504
BCTQ-SSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca nasilenia objawów (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale</i>); TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

21.4. Korelacje między: wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami pomiarów grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu nie wykazano zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($r = 0,311$; $p > 0,05$; Tab. 60).

Tabela 60. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

	grubość TCL [mm]
BCTQ-SSS	r = 0,311
	p = 0,078
BCTQ-SSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca nasilenia objawów (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale</i>); TCL – więzadło poprzeczne nadgarstka (ang.: <i>transverse carpal ligament</i>), r – współczynnik Pearsona, p – poziom istotności	

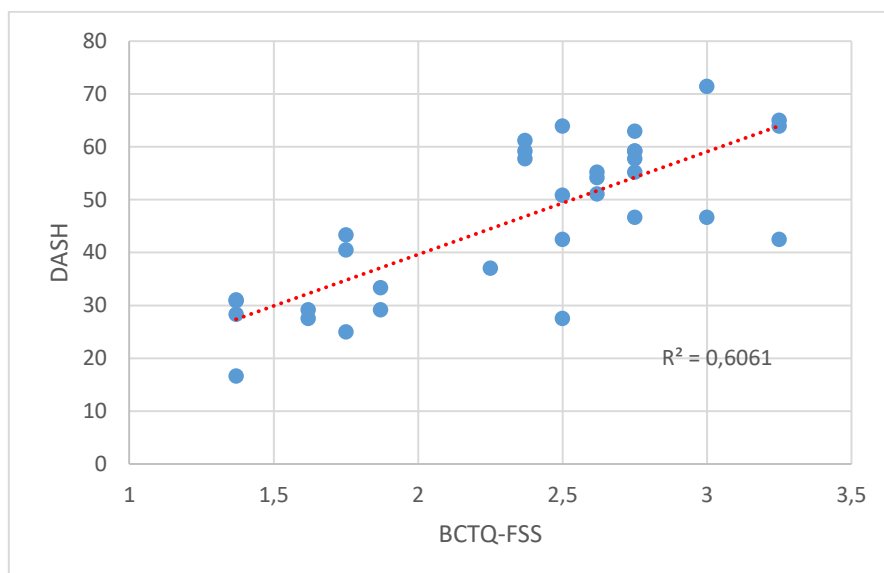
22. Ocena zależności pomiędzy: wynikami kwestionariuszy DASH i BCTQ u chorych z ZKN

22.1. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono dodatnią zależność między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem terapii mięśniowo-powięziowej ($\rho = 0,721$; $p < 0,001$; Tab. 61, Ryc. 11).

Tabela 61. Korelacja między wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS, a DASH u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

	DASH
BCTQ-FSS	$\rho = 0,721$
	p < 0,001
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>)	



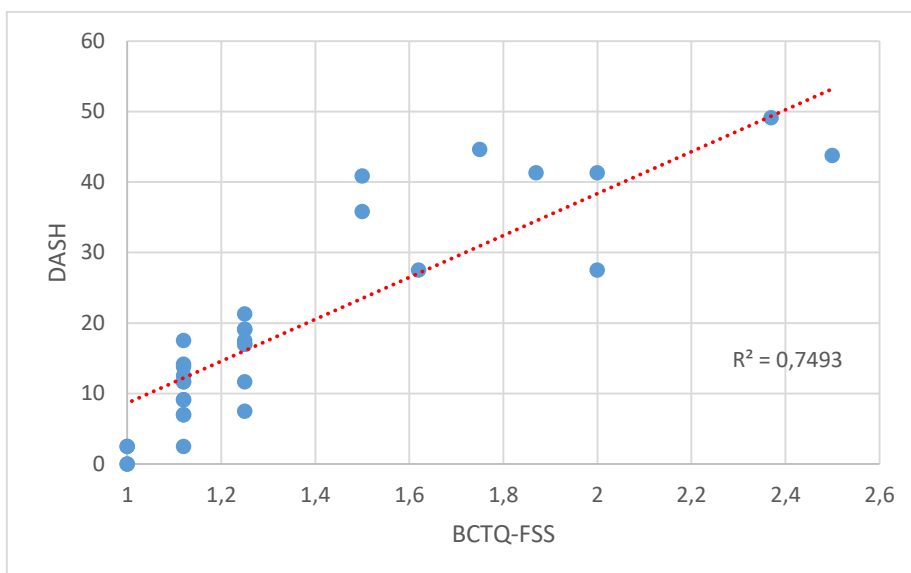
Rycina 11. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

22.2. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istnienie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = 0,894$; $p < 0,001$; Tab. 62, Ryc. 12).

Tabela 62. Korelacja między wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS, a DASH u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

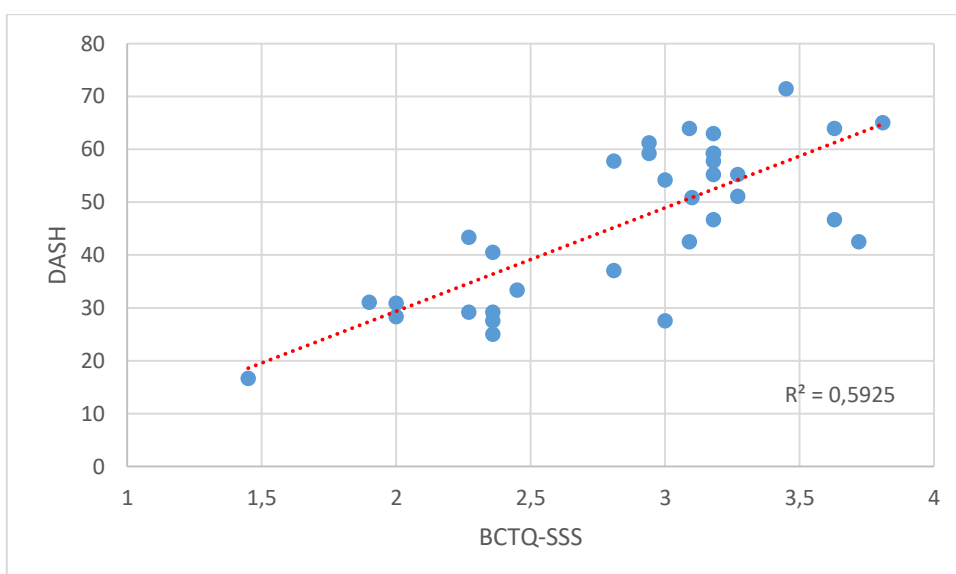
	DASH
BCTQ-FSS	$\rho = 0,894$
	$p < 0,001$
DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych (ang.: <i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>), BCTQ-FSS – Bostoński Kwestionariusz Zespołu Kanału Nadgarstka, podskala dotycząca oceny funkcjonalności kończyny górnej (ang.: <i>Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Functional Status Scale</i>)	



Rycina 12. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

22.3. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

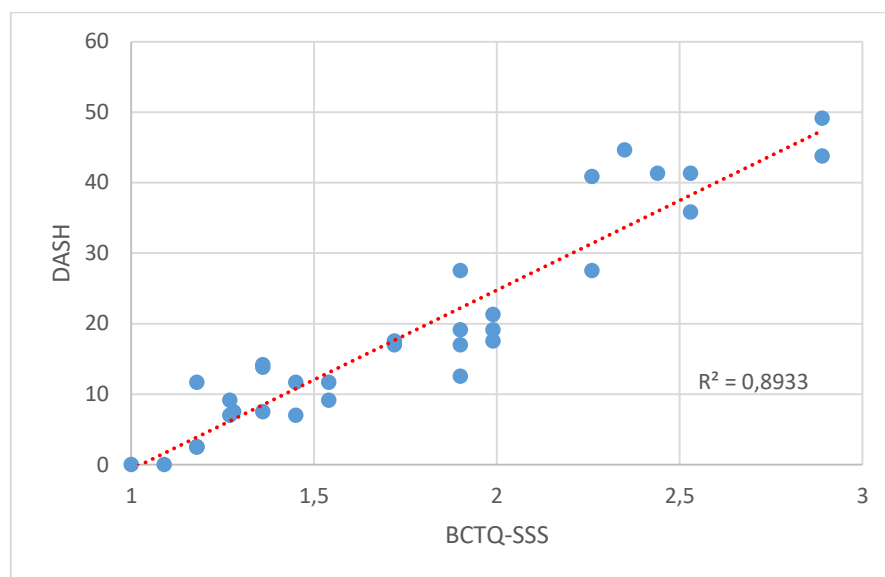
Stwierdzono występowanie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii ($\rho = 0,77$; $p < 0,001$; Ryc. 13).



Rycina 13. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

22.4. Korelacje między wynikami skali DASH, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono występowanie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u pacjentów z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = 0,941$; $p < 0,001$; Ryc. 14).

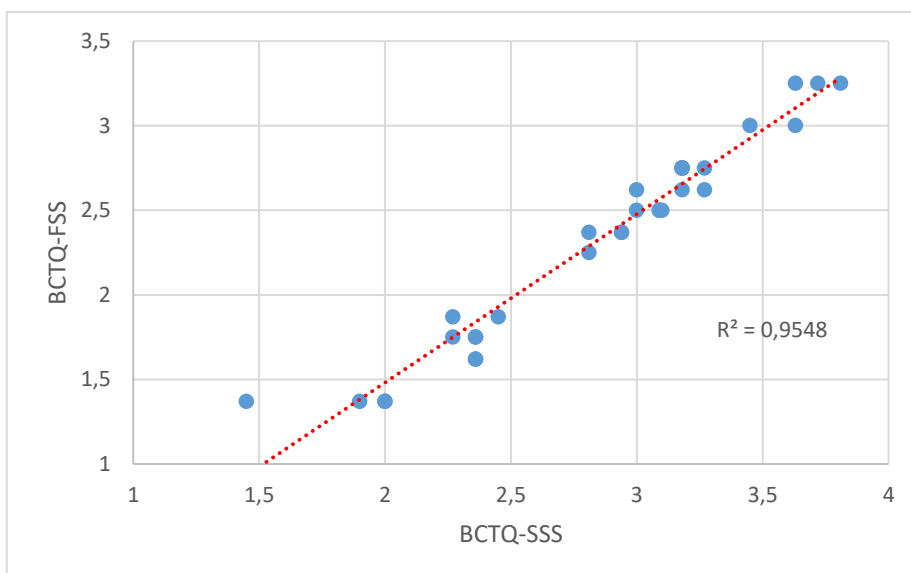


Rycina 14. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

23. Ocena zależności pomiędzy wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS i BCTQ-SSS u chorych z ZKN

23.1. Korelacje między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

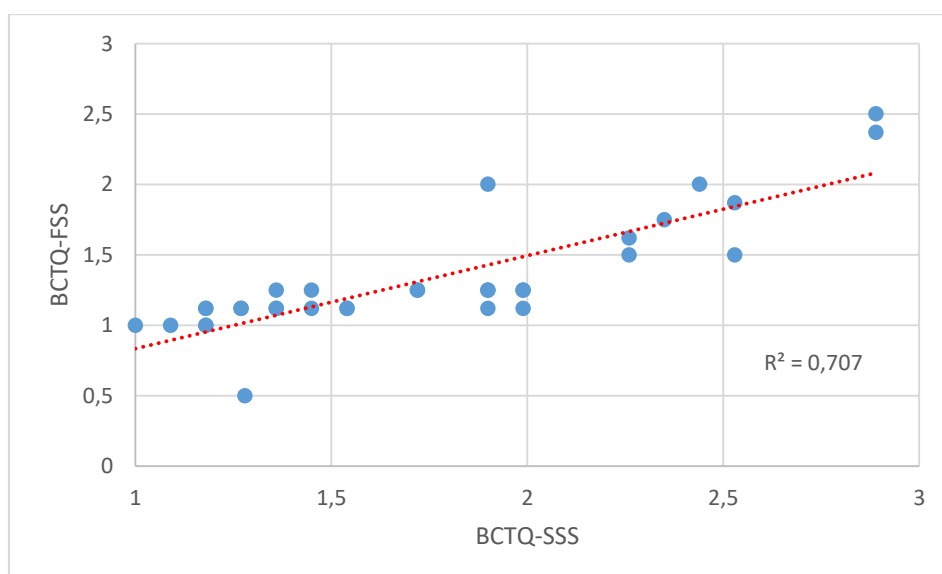
Na podstawie przeprowadzonego testu stwierdzono istnienie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u badanych chorych przed rozpoczęciem fizjoterapii ($\rho = 0,972$; $p < 0,001$; Ryc. 15).



Rycina 15. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a BCTQ-SSS u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

23.2. Korelacje między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS u badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Wykazano istnienie dodatniej zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii ($\rho = 0,862$; $p < 0,001$; Ryc. 16).



Rycina 16. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a BCTQ-SSS u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

V. DYSKUSJA

1. Różnice właściwości wybranych tkanek miękkich oraz grubości więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy chorymi z ZKN, a osobami zdrowymi, a także pomiędzy chorą, a zdrową kończyną górną badanych z ZKN

Używając obiektywnego narzędzia badawczego, w niniejszej pracy wykazano, iż u chorych z ZKN, w zestawieniu z wynikami zdrowych osób, występują zmiany właściwości tkanek miękkich na poziomie mięśni przypuszczalnie zaangażowanych w rozwój objawów charakterystycznych dla schorzenia. Obserwowano zmiany badanych parametrów fizycznych w odniesieniu do mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka oraz głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. Wykazano, że u osób chorych, wymienione mięśnie cechowały: zwiększona częstotliwość i sztywność, a także zmniejszony czas relaksacji i odkształcenie.

Interesujące wyniki przyniosła również statystyczna analiza porównawcza parametrów określających właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia zdrowej i zajętej chorobowo kończyny górnej badanych z ZKN, zmierzonych przy użyciu algometru przed rozpoczęciem terapii. Z pomiarów przeprowadzonych przed leczeniem wynika, że częstotliwość mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka oraz głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia była istotnie wyższa w obrębie kończyny objętej procesem chorobowym w porównaniu do kończyny zdrowej badanych z ZKN. Przywołane wyniki badań mogą wskazywać, że napięcie struktur anatomicznie powiązanych z więzadłem poprzecznym nadgarstka modeluje jednocześnie jego strukturę, w rezultacie prowadząc do przebudowy i pogrubienia więzadła u chorych z ZKN [283, 337-340]. W niniejszej pracy, ze względu na jednokrotność dokonywanych pomiarów przed rozpoczęciem fizjoterapii, nie określono od jak dawna napięcie tychże mięśni pozostawało zwiększone, ani jak daleko mogły zajść zmiany w strukturze więzadła poprzecznego nadgarstka u badanych pacjentów. Analiza wyników badań własnych wykazała, że w kończynie chorej, mięśnie: dłoniowy długi, zginacz krótki kciuka i przywodziciel kciuka, oprócz zwiększonego napięcia charakteryzowały się także większą sztywnością w stosunku do wyników zanotowanych w kończynie zdrowej. Obserwacja ta, biorąc

pod uwagę właściwości powięzi i jej zdolność do przebudowy w strukturę grubszą i bardziej gęstą, w efekcie poddawania jej długotrwałe działającym siłom trakcji [283, 284], wydaje się być w pełni uzasadniona. Wyniki porównania parametrów kończyny chorej i zdrowej wskazują na większą wartość wskaźnika elastyczności także w obrębie mięśni: przeciwstawiacza kciuka oraz odwodziciela krótkiego kciuka ręki chorej u osób cierpiących na ZKN. Zaobserwowano również niższą wartość czasu relaksacji w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia oraz mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka oraz przywodziciela kciuka kończyny chorej. Mięśnie kończyny zajętej chorobowo wymagały krótszego czasu powrotu do swego nominalnego kształtu po zastosowaniu nacisku generowanego przez algometr, co wydaje się być w pełni zrozumiałe w kontekście niższych wartości parametru odkształcenia dla tychże struktur kończyny chorej w odniesieniu do wyników kończyny zdrowej. Im mniejsza wartość odkształcenia, tym krótszy czas, niezbędny do powrotu kształtu tkanek do stanu pierwotnego.

Literatura podaje, że występują różnice grubości więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy osobami chorymi na ZKN, a osobami zdrowymi [65, 66]. Marquardt i wsp. [65] wykazali, że średni wynik dla grupy chorych, cierpiących na ZKN wyniósł 1,31mm (SD±0,17mm), a u osób zdrowych 1mm (SD±0,09mm). Wyniki te korelują z wynikami badań własnych, gdzie również uzyskano istotnie większą grubość TCL u chorych w porównaniu z osobami zdrowymi, jednak wartość różnicy okazała się zdecydowanie wyższa. W badaniach Marquardt i wsp. [65] brały udział jedynie kobiety, liczba uczestników była niska (n=8 dla grupy osób ze stwierdzonym ZKN oraz n=8 dla grupy kontrolnej), a kryterium włączenia do badań obejmowało całościowy wynik skali BCTQ wynoszący przynajmniej 1,5 punktu, który według oceny Storey'a [350] wskazuje na niewielką intensywność objawów. W badaniach autorskich średni całościowy wynik skali BCTQ wyniósł 2,59, co według tej samej skali Storey'a [350] wskazuje na średnie lub znaczne zaawansowanie stadium schorzenia. Shen i Li [62] w swej pracy dotyczącej oceny grubości TCL przeprowadzonej u zdrowych osób (n=8) oraz na zwłokach (n=8) wykazali, że średnia grubość więzadła wynosi 1,54mm (SD±0,33). Wyniki są zbieżne z wynikami badań własnych, a nieznaczna, obserwowana różnica związana jest prawdopodobnie z poziomem, w którym badacze dokonywali pomiarów (centralna część więzadła). Nie sposób jednak

bezpośrednio porównać tych wyników z wynikami pracy własnej u osób chorych, ponieważ Shen i Li [62] badali jedynie osoby zdrowe lub zwłoki. Stecco i wsp. [387] używając do pomiarów rezonansu magnetycznego, zaobserwowali, że średnia grubość TCL wynosi średnio 1,26mm (SD±0,32), a Merhari i wsp. [91] używając tomografii komputerowej, uzyskali wyniki pomiarów między 1,09 mm, a 1,18 mm. Badacze ci prowadzili swoje prace z udziałem osób zdrowych, a ich wyniki są zbieżne z wynikami pracy własnej. Miyamoto i wsp. [66] wykazali, że średnia grubość TCL u osób zdrowych wynosi 1,1mm (SD±0,19), natomiast u chorych z ZKN wartość ta była wyższa i wynosiła 1,3mm (SD±0,21). Obserwacja autorów [66] jest zgodna z wynikami badań własnych, pomimo, iż dokonywali oni pomiaru w centralnej części więzadła, nad nerwem pośrodkowym. Z kolei w badaniach własnych wartość średnia, charakteryzująca grubość TCL, pochodziła z pomiarów wykonywanych w trzech punktach w obrębie przebiegu więzadła. Lee i wsp. [388] wykazali, że średnia grubość TCL u chorych z ZKN wynosi 1,5mm (SD±0,59), jednak autorzy [388] podzielili grupę badanych na dwie podgrupy, według kryterium granicznej wartości 1,5mm grubości więzadła. Do grupy pierwszej zaliczono osoby z wynikiem poniżej tej wartości, do grupy drugiej, powyżej 1,5mm. Średnia grubość więzadła poprzecznego w pierwszej grupie wyniosła 0,98mm (SD±0,37), z kolei w grupie drugiej - 2,28mm (SD±0,58). Badania te wskazują na znaczną rozpiętość osobniczej grubości TCL u pacjentów z ZKN.

U chorych badanych w niniejszej pracy chorych z jednostronnym ZKN, w porównaniu do osób zdrowych, wykazano istotne, jednostronne pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka, co potwierdza zaawansowanie procesu chorobowego badanych przed rozpoczęciem fizjoterapii. W literaturze nie znajdujemy podobnych porównań, co związane jest prawdopodobnie z częstym występowaniem symetrycznych zmian chorobowych u pacjentów z ZKN, różniących się jedynie stopniem zaawansowania objawów.

Mimo istnienia połączeń powięziowych pomiędzy mięśniami kończyny chorej, a mięśniami kończyny zdrowej, nie wykazano wielu uogólnionych zmian adaptacyjnych w badanych strukturach anatomicznych kończyny zdrowej pacjentów z ZKN, w porównaniu do tych samych struktur u osób zdrowych. Istotne różnice zmierzonych parametrów ograniczały się jedynie do mięśni kłębu kciuka. Zaobserwowano

zwiększoną częstotliwość w obrębie mięśnia przywodziciela kciuka, zwiększoną sztywność mięśnia zginacza krótkiego kciuka, zmniejszone tłumienie w obrębie mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka oraz zmniejszone odkształcenie mięśnia przeciwstawiacza kciuka ręki zdrowej.

2. Ocena efektów zastosowanej terapii mięśniowo-powięziowej u chorych z ZKN

W badaniach własnych, po zakończeniu sześciotygodniowego programu fizjoterapii obejmującej terapię tkanek miękkich nastąpiła istotna redukcja nasilenia symptomów u badanych z ZKN, na co wskazują wyniki skali DASH oraz BCTQ. W badaniach własnych nie wykazano wprawdzie istnienia zależności wyników skali DASH, czy BCTQ z grubością TCL, co stoi w niezgodzie z literaturą [65, 91], warto jednak zauważyć, że zarówno skala DASH, jak i kwestionariusz BCTQ są subiektywnymi narzędziami oceny nasilenia symptomów i funkcjonalności kończyny górnej. Analiza statystyczna wykazała dodatnią, silną zależność między wynikami kwestionariusza DASH i BCTQ, podobnie jak pomiędzy dwiema częściami kwestionariusza BCTQ. Obniżenie funkcjonalności ręki (BCTQ-FSS) w badaniach własnych było dodatnio związane z nasileniem objawów (BCTQ-SSS).

W badaniach własnych wykazano dodatnią zależność między wskaźnikiem elastyczności TCL, a wynikiem skali BCTQ-FSS oraz ujemną korelację między czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka, a wynikiem skali BCTQ-FSS, po zakończeniu leczenia. Stanowi to wsparcie przypuszczenia, że większe tłumienie w obrębie więzadła poprzecznego nadgarstka koreluje z lepszą funkcjonalnością ręki. Interesującym jest fakt, że wykazano także dodatnią zależność między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością mięśnia przywodziciela kciuka, co także może potwierdzić przypuszczenie o istnieniu komponenty powięziowej, jako jednego z czynników rozwoju objawów ZKN.

Badania z użyciem algometru dowodzą, że terapia mięśniowo-powięziowa zmienia właściwości fizyczne tkanek poddawanych zabiegom. Istotne zmiany zaobserwowano analizując parametry związane z właściwościami tkanek miękkich na poziomie więzadła poprzecznego nadgarstka. Wbrew przypuszczeniom, tonus

(wyrażony jako miometryczna częstotliwość) i sztywność tej struktury wzrosły po zakończeniu programu terapeutycznego, natomiast tłumienie (wskaźnik elastyczności), czas relaksacji i odkształcenie uległy zmniejszeniu. Można jednakże domniemywać, że podczas gdy objawy chorobowe stopniowo ustępowały, TCL odzyskiwało swoją pierwotną funkcję. Każde więzadło winno wykazywać pewną sztywność, pełni bowiem funkcję ochronną dla struktur, które łączy, bądź otacza. Obserwowane obniżenie badanych właściwości lepkosprężystych może natomiast świadczyć o korzystnej zmianie w obrębie półpłynnego składnika macierzy zewnątrzkomórkowej tkanki łącznej w obrębie więzadła [389, 390]. Istotne wydają się być ponadto zależności pomiędzy parametrami obrazującymi właściwości więzadła oraz powiązanych z nim anatomicznie struktur. W badaniach własnych wykazano, że podczas gdy częstotliwość TCL wzrastała, stan spoczynkowego napięcia głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia, dłoniowego długiego oraz mięśni kłębku kciuka: odwodziciela krótkiego kciuka, przeciwstawiacza i przywodziciela kciuka uległy po terapii obniżeniu. Wykazano również, że podczas gdy sztywność TCL wzrastała po zakończeniu terapii, wzrastała także sztywność w obrębie głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia, lecz wyniki tego parametru w obrębie mięśni przeciwstawiacza kciuka, przywodziciela kciuka oraz odwodziciela krótkiego kciuka uległy obniżeniu. Wydaje się zatem, że następujące w efekcie zastosowanej terapii zmniejszenie napięcia i sztywności mięśni znajdujących się dystalnie w stosunku do TCL wpływa hamująco na elastyczność, relaksację i odkształcenie TCL. Analizując dokładną definicję tych parametrów, opisana zależność wydaje się być uzasadniona. Elastyczność jest bowiem właściwością tkanki, która charakteryzuje zdolność jej powrotu do nominalnego kształtu po zastosowaniu ucisku [370, 375]. Wynik pomiaru tego parametru winien zatem maleć, jeśli obniżeniu ulegną siły działające trakcyjnie na więzadło, które w ciągu powięziowym generowane są przez mięśnie: dwugłowy ramienia, dłoniowy długi oraz mięśnie kłębku kciuka [330]. Relaksację natomiast definiuje się jako czas odzyskania przez tkankę swego nominalnego kształtu po deformacji, czynnym skurczu mięśnia lub po odłożeniu siły zewnętrznej, zaś odkształcenie jako wydłużenie tkanki czasie, podczas stałego nacisku [375]. Obniżenie zatem napięcia spoczynkowego mięśni położonych proksymalnie w stosunku do więzadła poprzecznego nadgarstka wpływa na zmniejszenie jego odkształcenia, w wyniku czego obniżeniu ulega również wartość jego czasu relaksacji

po zastosowaniu terapii powięziowej. Taka interpretacja wyników stoi w zgodzie z badaniami Hains i wsp. [227], którzy poddali ocenie efektywność leczenia ZKN z użyciem techniki manualnej o nazwie „kompresja niedokrwienna” w obrębie mięśni: dwugłowego ramienia, nawrotnego obłego, podłopatkowego, nadgrzebieniowego, naramiennego oraz podgrzebieniowego. Zgodnie z hipotezą autorów [227], terapia punktów spustowych w obrębie mięśni: dwugłowego ramienia, nawrotnego obłego oraz podłopatkowego powinna przynieść istotną redukcję symptomów ZKN, w przeciwieństwie do leczenia mięśni: nadgrzebieniowego, podgrzebieniowego, naramiennego i taką też konkluzję na podstawie interpretacji uzyskanych wyników badań autorzy wysnuli [227]. Podstawa anatomiczna prowadzonej terapii była u Hains i wsp. [227] podobna do tej zawartej w niniejszej pracy, jednakże technika „kompresji niedokrwiennnej”, zastosowana przez autorów przywołanych badań, różniła się od technik zastosowanych w badaniach własnych. Autorzy [227] stosowali ucisk na punkt spustowy, stopniowo zwiększając siłę punktowej terapii w obrębie leczonych mięśni, aż do osiągnięcia maksymalnej tolerancji bólowej pacjenta. W przypadku mięśnia dwugłowego ramienia, stosowano nacisk przez 5 sekund, co każde 2 centymetry, na całej długości mięśnia, a w obrębie mięśnia nawrotnego obłego i mięśnia podłopatkowego, przez 15 sekund tylko w obrębie wcześniej zidentyfikowanych punktów spustowych. W badaniach własnych nie stwierdzono zależności pomiędzy wynikiem skali BCTQ-FSS oraz BCTQ-SSS, a parametrami obrazującymi właściwości mięśnia dwugłowego ramienia, badanych przy użyciu algometru. Wydaje się to jednak być uzasadnione ze względu na skomplikowaną podstawę anatomiczną schorzenia. Opracowanie jednego mięśnia może przynieść jedynie ograniczony efekt terapeutyczny. Do udziału w badaniach własnych zakwalifikowano ponadto osoby ze średnim i poważnym stopniem nasilenia objawów. W pracy Hains i wsp. [227] z kolei, jednym z kryteriów włączenia do badań była chroniczność występowania objawów schorzenia, lecz bez kwalifikacji badanych do odpowiedniej grupy ze względu na stopień nasilenia objawów. W przywołanych badaniach [227] z kolei wykazano zmianę w skali BCTQ z bazowych 33,5 do 18,6 punktu po zakończeniu programu terapeutycznego, co dało średnią poprawę stanu pacjentów rzędu 67%. Nie sposób jednak bezpośrednio odnieść tych wyników do wyników badań własnych, ponieważ Hains i wsp. [227] do zobrazowania rezultatów leczenia użyli sumy punktów z obu części kwestionariusza

BCTQ. Jednakże, zarówno wyniki badań Hains i wsp. [227], jak również wyniki badań własnych (wynik BCTQ-SSS przed vs po terapii: 2,86 vs 1,75 punktu; wynik BCTQ-FSS przed vs po terapii: 2,33 vs 1,33 punktu) dowodzą istotnej roli, jaką pełni terapia tkanek miękkich, zastosowana w obrębie anatomicznych struktur kończyny górnej pozostających ze sobą w łączności anatomicznej i funkcjonalnej w leczeniu chorych z ZKN. Warty uwagi jest również fakt, iż w wynikach badań własnych stwierdzono dodatnią korelację grubości TCL z: częstotliwością i sztywnością głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia oraz sztywnością głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia przed terapią. Wydaje się więc, że im większe nasilenie objawów u pacjentów z ZKN, tym obecny równocześnie wzrost napięcia i sztywności mięśni w przednim ciągu powięziowym. Można zatem przypuszczać, że mięsień dwugłowy ramienia odgrywa niebagatelną rolę w rozwoju i leczeniu objawów ZKN. Po zakończeniu terapii mięśniowo-powięziowej natomiast, nie stwierdzono występowania korelacji grubości TCL w stosunku do parametrów mechanicznych mięśnia dwugłowego ramienia. Nie zanotowano ponadto żadnych innych korelacji pomiędzy grubością TCL, a parametrami obrazującymi właściwości badanych struktur. Może to wynikać z normalizacji owych parametrów, jako że ich wartości po zakończeniu leczenia wykazywały tendencję do zmian w kierunku wartości obserwowanych u osób zdrowych. Może to pośrednio dowodzić skuteczności zastosowania rozluźniania mięśniowo-powięziowego, jako metody leczenia zachowawczego osób ze zdiagnozowanym ZKN. Innym wyjaśnieniem mógłby być fakt, że ucisk na nerw pośrodkowy zmniejsza się po leczeniu, lecz nie wyjaśnia to zmian właściwości mechanicznych mięśnia przywodziciela kciuka, który jest zaopatrywany przez nerw łokciowy. Jako właściwą interpretację obserwowanych różnic oraz zależności badanych parametrów należy uznać zatem zmiany w strukturze powięzi, w obrębie której prowadzone było leczenie. Mobilizacja sieci powięziowej, zwłaszcza w bezpośrednim sąsiedztwie nerwu, usprawnia jego ślizg (mobilność) i w efekcie może wpłynąć na poprawę jego funkcji. Prawdopodobnie zastosowane techniki terapeutyczne miały także wpływ na funkcję nerwu łokciowego, mimo iż terapia nie była prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie tej struktury.

Wyniki badań własnych wskazują również na zmiany w parametrach obrazujących właściwości struktur zlokalizowanych dystalnie od TCL. Na podstawie uzyskanych rezultatów, można wskazać trzy mięśnie, które wydają się być ściśle

związane z morfologią TCL. Po zakończeniu terapii stwierdzono bowiem zmiany w: częstotliwości, sztywności, relaksacji oraz odkształceniu mięśni: odwodziela krótkiego kciuka, przywodziela kciuka oraz przeciwstawiacza kciuka. Wartą uwagi jest obserwacja, iż spoczynkowy tonus tych struktur w efekcie terapii uległ obniżeniu, reagując podobnie jak parametr ten w obrębie mięśnia dwugłowego ramienia i dłoniowego długiego. Wzrosły natomiast wartości parametrów takich jak: relaksacja i odkształcenie, reprezentujących właściwości lepkosprężyste tkanek. Wyniki stoją w zgodzie z właściwościami powięzi, opisywanymi przez licznych badaczy [286, 287].

W odniesieniu do warunków spoczynkowych, w jakich prowadzono badania własne, wzrost czasu relaksacji i równocześnie wartości odkształcenia wymienionych struktur po zastosowaniu terapii powięziowej wydaje się ujawniać pozytywny wpływ zastosowanych metod fizjoterapii na modelowanie składu bogatej w hialuronian (HA) pozakomórkowej macierzy [390, 391]. Prawdopodobnie w zmianach właściwości wiskoelastycznych badanych tkanek miękkich należy upatrywać także obserwowanego obniżenia częstotliwości, czy sztywności mięśni. Hinz i Gabbiani [392] podkreślają, że mechanizm regulowania napięcia powięzi może odbywać się na drodze reakcji miofibroblastów na zmianę składników macierzy pozakomórkowej tkanki łącznej, wydzielania metabolitów, cytokin w efekcie powstającej po terapii przejściowej reakcji zapalnej. Możliwe także, że regulacja parametrów mechanicznych zachodzi także w efekcie aferencji bezpośrednio do autonomicznego układu nerwowego (AUN). Stecco i wsp. [287] zlokalizowali, badając histologicznie powięź głęboką, wolne zakończenia nerwowe, o budowie oraz właściwościach podobnych do tych występujących w AUN.

Powięź przenosi napięcie nie tylko pomiędzy sąsiednimi włóknami mięśniowymi, ale również między strukturami anatomicznymi, które łączy, wpływając prawdopodobnie na ich budowę: zagęszczając [283] i pogrubiając ich strukturę wzdłuż kierunku wektora działających sił [284]. Prawdopodobnie jest to przyczyną zwiększenia grubości więzadła poprzecznego nadgarstka u osób cierpiących na ZKN.

Dane literaturowe wskazują, iż w przebiegu ZKN u chorych występuje pogrubienie TCL widoczne w badaniu ultrasonograficznym, w porównaniu do osób zdrowych [65-69, 346], co stoi w zgodzie z wynikami niniejszej pracy. Po zakończeniu terapii mięśniowo-powięziowej prowadzonej u chorych z ZKN, w badaniach własnych zaobserwowano nieznaczne zmniejszenie grubości TCL, choć nadal występowała

istotna różnica w porównaniu z kończyną zdrową. Należy jednak wziąć pod uwagę, że okres 6 tygodni od rozpoczęcia leczenia mógł być niewystarczający, aby struktura więzadła została w pełni przebudowana [360-365]. Na uwagę zasługuje również fakt, że techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego powodują okresowy rozwój zarówno miejscowego stanu zapalnego, jak i obrzęku [273, 311, 317], co istotnie wpływa na wynik pomiaru grubości więzadła przy pomocy USG, które w badaniach własnych było przeprowadzane tydzień od zakończenia programu terapeutycznego. Być może odroczenie terminu badania wykazałoby znacznie większe zmniejszenie grubości TCL.

W literaturze niewiele jest doniesień na temat właściwości tkanek biorących udział w rozwoju ZKN. Taką próbę podjęli Miyamoto i wsp. [66], którzy dokonali pomiaru przekroju poprzecznego TCL u 30 osób, spośród których 13 cierpiało na ZKN. Niektórzy z chorych prezentowali objawy w obu kończynach, co dało łączną liczbę 18 badanych rąk. Autorzy [66] wykazali różnicę w sztywności więzadła pomiędzy grupą osób badanych, a grupą kontrolną (osoby zdrowe), jednakże parametr ten był mierzony przy pomocy ultrasonografu, a nie algometru. Definicje sztywności w badaniach własnych oraz przywołanych autorów [66] są ponadto rozbieżne, a jednostki, w których wyrażano wyniki pomiarów były różne (w przywołanej pracy podano wyniki w kilopaskalach lub centymetrach/sekundę). Miyamoto i wsp. [66] używając pojęcia elastyczności, jako przeciwieństwa sztywności, konkludowali, iż zwiększenie sztywności TCL dodatnio koreluje z intensywnością objawów u pacjentów cierpiących na ZKN. W badaniach własnych zarejestrowano wzrost sztywności TCL po zakończeniu programu terapeutycznego w stosunku do wyników pomiaru tego parametru przed rozpoczęciem terapii. Jednocześnie, zaobserwowano istotne zmniejszenie nasilenia objawów u chorych na ZKN po zakończeniu terapii, porównując wyniki do stanu przed rozpoczęciem fizjoterapii. Przyczyn rozbieżności należy upatrywać w różnicy definicji sztywności mierzonej przy użyciu ultrasonografu u Miyamoto i wsp. [66], a parametrem sztywność, mierzonym przy użyciu algometru w badaniach własnych.

Rozluźnianie mięśniowo-powięziowe może zmieniać właściwości mechaniczne tkanek poddanych terapii [394]. W przypadku mięśni, w badaniach własnych, zmiany te wydają się zmierzać w kierunku wartości parametrów, zaobserwowanych u osób zdrowych. Wyjątek stanowi TCL, które staje się bardziej napięte, sztywniejsze i

wykazuje mniejszą relaksację. Prawdopodobnie struktura więzadła u chorych z ZKN, wskutek długotrwałego działania sił trakcyjnych uległa przebudowie w kierunku zwiększonej gęstości kolagenu typu I, jego większej lepkości i grubości włókien [283, 284]. Celem przebudowy jest przypuszczalnie redukcja napięć, oddziałujących na jego strukturę [395]. Zmniejszenie sił rozciągających więzadło, w wyniku zastosowania technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego mogło w efekcie zwiększyć jego napięcie i sztywność. Szczegółowe wyjaśnienie mechanizmu oraz przyczyn zmian właściwości mechanicznych, zachodzących w obrębie struktury więzadła, wymaga jednak dalszych, wnikliwych badań, szczególnie histopatologicznych.

Badacze stosują wiele spośród znanych sposobów leczenia zachowawczego ZKN. Pokrewnej do zastosowanej w niniejszej pracy metody, użyli Pintucci i wsp. [203]. Autorzy [203] przeprowadzili u chorych z ZKN badania dotyczące oceny skuteczności manipulacji powięzi (ang. *Fascial Manipulation*®, FM), bazującej na identyfikacji oraz manipulacji zmienionych strukturalnie punktów w obrębie powięzi - tzw. centrów koordynacji (ang. *center of coordination*, CC) lub centrów fuzyjnych (ang. *center of fusion*, CF) [396, 397]. Najbardziej dysfunkcyjne CC oraz CF w obrębie ręki, przedramienia, ramienia, klatki piersiowej oraz szyi poddano palpacji porównawczej zgodnie z wytycznymi metody FM® [398], a następnie w wybranych punktach zastosowano 2-4 minutowe rozcieranie [399]. Każda z sesji terapeutycznych, którą prowadzono raz w tygodniu przez 5 tygodni, trwała 30-45 minut. Mimo, iż w projekcie [203] wzięło udział jedynie 14 chorych, z czego u 7 zastosowano terapię placebo, zanotowano korzystne wyniki oceny funkcjonalnej w grupie badanych, u których przeprowadzono terapię FM®. Fakt ten skłania do kontynuowania badań w zakresie metod terapeutycznych, wpływających na zmianę struktury powięzi w leczeniu ZKN. Do oceny skuteczności terapii autorzy [203] zastosowali kwestionariusz BCTQ oraz skalę DASH. Poprawa w odniesieniu do nasilenia symptomów choroby po dziesięciu dniach od zakończenia terapii wyniosła 1,69 punktu [203], co jest zgodne z wynikami badań własnych, gdzie wykazano średnią poprawę o 1,11 punktu. W przypadku części kwestionariusza dotyczącej oceny funkcjonalności ręki, Pintucci i wsp. [203] zanotowali średnią poprawę o 1,71 punktu, natomiast w badaniach własnych wyniosła średnio 1 punkt. Na uwagę zasługuje fakt, że u chorych, zakwalifikowanych do przywołanych badań [203], stwierdzono poważniejsze nasilenie symptomów, w

stosunku do pacjentów objętych badaniami własnymi. Średnia liczba punktów wyniosła: w przypadku skali BCTQ-SSS - 3,4, BCTQ-FSS - 3,46 punktu [203], natomiast w badaniach własnych, chorzy zakwalifikowani do badania, przed rozpoczęciem terapii uzyskali wyniki kwestionariusza BCTQ-SSS i BCTQ-FSS odpowiednio 2,86 oraz 2,33 punktu. Autorzy [203] wykazali ponadto poprawę funkcji kończyny o 26,79 punktu w skali DASH, co jest zgodne z wynikami badań własnych, w których poprawa w tej skali wyniosła 27,7 punktu.

Pratelli i wsp. [204] z kolei porównali skuteczność metody FM® i laseroterapii w leczeniu pacjentów z ZKN. W grupie leczonej przy użyciu technik manipulacji prowadzono sesje raz w tygodniu przez 3 tygodnie. Techniki użyte podczas każdej z sesji obejmowały głębokie tarcie w miejscach densyfikacji powięzi, wyselekcjonowanych podczas badania klinicznego. Liczba punktów (stref zmian strukturalnych w powięzi głębokiej), objętych podczas każdej sesji terapią, mieściła się pomiędzy 4 a 8. Ocenę efektów leczenia przeprowadzono z zastosowaniem kwestionariusza BCTQ oraz skali VAS w dwóch punktach czasowych: w 10 dniu oraz 3 miesiące po zakończeniu fizjoterapii. W grupie chorych, u których zastosowano terapię powięziową, średni wynik BCTQ-SSS, BCTQ-FSS oraz VAS przed rozpoczęciem leczenia wynosił odpowiednio: 3,02, 3,09 oraz 6 punktów. W 10 dniu od zakończenia programu terapeutycznego subiektywny stan pacjentów uległ istotnej poprawie, co znalazło odzwierciedlenie w wynikach skali (odpowiednio 1,36, 1,4 oraz 0,8 punktu). Trzy miesiące od zakończenia leczenia średni wynik skali wyniósł: BCTQ-SSS - 1,27, BCTQ-FSS - 1,31, VAS - 0,71 punktu. Wyniki autorów [204] są zbieżne z wynikami badań własnych. Potwierdzenie pozytywnego wpływu zastosowania metody FM® u pacjentów z ZKN znajdujemy również w pracy Kannabiran i wsp. [400]. Autorzy [400] założyli, że terapia punktów densyfikacji powięzi również przeprowadzona w obrębie tkanek zaangażowanych w przedni oraz boczny kierunek ruchu kończyny górnej u chorych wywoła korzystne efekty. Do weryfikacji rezultatów przeprowadzonej fizjoterapii zastosowano wyłącznie skalę VAS. Po zakończeniu 3 sesji terapeutycznych, wykazano istotną redukcję odczuwanego bólu w zakresie około 3 punktów w skali VAS [400].

Sucher [202] z kolei dowiódł, że rozluźnianie mięśniowo-powięziowe wraz z samodzielnym rozciąganiem rejonu nadgarstka może okazać się skuteczną metodą

leczenia zachowawczego chorych z ZKN. Analizując szczegóły dotyczące przeprowadzenia technik określanych jako rozluźnianie mięśniowo-powięziowe, wykazano, iż odbiegają one od technik zastosowanych w badaniach własnych. Sucher [202] wykonywał trzyetapowy, trwający 5-10 minut zabieg, określony jako manipulację, który obejmował: bierne, wykonywane przez terapeutę rozciąganie więzadła poprzecznego nadgarstka, przyczepu mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka oraz bierne, maksymalny wyprost nadgarstka i palców. Każdy z pacjentów otrzymał dodatkowo instrukcję, dotyczącą samodzielnego wykonywania (5-10 razy dziennie) ćwiczeń rozciągających, polegających na jednoczesnym maksymalnym wyproście nadgarstka wraz z palcami oraz jednoczesnym maksymalnym wyproście i odwiedzeniu kciuka [202]. Poprawa stanu zdrowia pacjentów została potwierdzona w badaniach z użyciem rezonansu magnetycznego, w których stwierdzono zwiększenie przednio-tylnego oraz bocznego wymiaru kanału nadgarstka, a także istotne zmniejszenie latencji przewodnictwa nerwowego w dystalnej części nerwu pośrodkowego (ang. *distal motor latency*, DML) w badaniach elektromiograficznych (EMG). Badania te jednak zostały przeprowadzone na nielicznej grupie chorych, a kryteria włączenia i wykluczenia nie zostały określone [202]. Podobne techniki manualne do tych zastosowanych przez Suchera [202] użyli w leczeniu zachowawczym chorych z ZKN Shem i wsp. [206]. Modyfikacja metod zaprezentowanych przez Suchera [202] polegała na samodzielnemu (bez udziału terapeuty) wykonywaniu przez pacjenta rozluźniania mięśniowo-powięziowego (w badaniach Shen i wsp. [206] prowadzonego dokładnie w formie rozciągania). Uczestnicy badania wykonywali ćwiczenia rozciągające 4 razy dziennie po 30 sekund, przez 6 tygodni. Ocenę wyników zastosowanej autoterapii przeprowadzono z wykorzystaniem skali BCTQ, EMG, badania siły chwytu z wykorzystaniem dynamometru, siły chwytu szczypcowego. Ocenie poddawano także nasilenie objawów takich jak: ból ręki, ból nadgarstka, mrowienie oraz drętwienie ręki. Autorzy [206] wykazali istotną poprawę wyników skali BCTQ-SSS, lecz bez zmian w części BCTQ-FSS kwestionariusza. Nie jest jednak możliwe bezpośrednie porównanie tych wyników do rezultatów badań własnych, ponieważ Shen i wsp. [206] posłużyli się algorytmami zawierającymi sumę średniej liczby punktów uzyskanych w każdej części kwestionariusza BCTQ. Poprawę uzyskano również w zakresie oceny: drętwienia, mrowienia oraz siły chwytu szczypcowego. W badaniu EMG zaobserwowano istotne

zmniejszenie amplitudy potencjału czuciowych włókien nerwu pośrodkowego (ang. *sensory amplitude, SA*).

Hamoda i wsp. [181] przeprowadzili badania wśród 30 ciężarnych kobiet, cierpiących na ZKN. U połowy pacjentek zastosowano splintowanie, jako jedyną formę leczenia, a w drugiej grupie połączono splintowanie z rozluźnianiem mięśniowo-powięziowym, stosowanym 3 razy w tygodniu przez okres 4 tygodni. Autorzy [181] poddawali zabiegom terapii manualnej TCL, przykładając kciuki w miejsca przyczepów więzadła i utrzymując stały nacisk, rozciągano tę strukturę przez około 30 sekund. Technikę powtarzano 15-krotnie z zapewnieniem 10-sekundowych przerw. Sposób opracowania więzadła przez Hamodę i wsp. [181] jest zbliżony do techniki zastosowanej w niniejszej pracy, jednak w badaniach własnych, podczas sesji, wykonywano ją jednokrotnie. W obrębie mięśni przedniej strony przedramienia oraz błony międzykostnej, autorzy przywołanej pracy [181] prowadzili terapię przykładając równoległe dwa kciuki do przedniej strony przedramienia, równocześnie aplikując nacisk w kierunku kranialnym, do momentu, aż palce terapeuty przesunęły się w kierunku stawu łokciowego. Technikę powtarzano 15-krotnie z zachowaniem 10-sekundowych przerw, lecz nie wykonano szczegółowego opracowania każdego z mięśni przedniej strony przedramienia (technika miała charakter globalny). Nie leczono także mięśni kłębku kciuka, które współtworzą TCL, co stoi w sprzeczności do technik zastosowanych w badaniach własnych. Podobnie jak w niniejszej pracy, do oceny wyników terapii zastosowano kwestionariusz BCTQ, lecz autorzy przywołanych badań [181] rozpatrywali wyniki pod kątem konkretnych objawów, takich jak: ból, mrowienie czy zdolności chwytu, co czyni niemożliwym porównanie wyników obu badań. Zarówno intensywność bólu, jak również nasilenie objawów choroby, takich jak: mrowienie i zaburzenia czucia u badanych po zakończeniu programu terapeutycznego, uległy obniżeniu. Poprawę wykazano także oceniając u chorych zdolności chwytu [181]. W zakresie obiektywnych metod oceny, przeprowadzono badanie przewodnictwa nerwu pośrodkowego z zastosowaniem EMG. W wyniku leczenia obejmującego terapię mięśniowo-powięziową, połączoną z nocnym splintowaniem (grupa badana), uzyskano istotną statystycznie poprawę w DML, natomiast w grupie kontrolnej, gdzie stosowano jedynie splintowanie, nie wykazano zmian tego parametru. Wyniki te dowodzą, że nie unieruchomienie/usztywnienie, a mobilizacja tkanek miękkich stanowi podstawę

leczenia zachowawczego chorych ZKN. Odmiennie wyniki zaprezentowali Akalin i wsp. [178], którzy wskazują na brak występowania różnicy efektów leczenia z wykorzystaniem splintowania, jako jedynej metody interwencji terapeutycznej, w odniesieniu do połączenia splintowania z neuromobilizacjami (aktywną mobilizacją ślizgową nerwu pośrodkowego). Zastosowana w przywołanych badaniach terapia [178], choć należy do manualnych technik tkanek opracowania tkanek miękkich, nie stanowi metody bezpośrednio wpływającej na system powięziowy.

Burke i wsp. [207] przeprowadzili u chorych z ZKN badania porównawcze, obejmujące dwa sposoby rozluźniania mięśniowo-powięziowego. Jako metodę leczenia użyto technikę mobilizacji tkanek miękkich Grastona (ang. *Graston technique Soft Tissue Mobilization*, GISTM), prowadzoną przy pomocy specjalistycznego instrumentu oraz przy współdziałaniu manualnej mobilizacji tkanek miękkich (ang. *Soft Tissue Mobilization*, STM). Opracowywano globalnie, powierzchniowo, przednią część przedramienia, okolice nadgarstka oraz strony dłoniowej ręki, bez specyfikacji technik w obrębie konkretnych struktur anatomicznych. Techniki GISTM oraz STM wykonywano zgodnie z protokołem: 2 razy w tygodniu przez 4 tygodnie [401]. Sesję rozpoczynano od 12-minutowej rozgrzewki, obejmującej jazdę na rowerze stacjonarnym lub chód po bieżni. Następnie przeprowadzano techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego z zastosowaniem instrumentu w obrębie przedniej części przedramienia, okolicy nadgarstka oraz dłoniowej strony ręki. Terapię kończono ćwiczeniami rozciągającymi, wzmacniającymi i okładami z lodu [401]. Do badania zakwalifikowano 26 osób, a efekty zastosowanego programu terapeutycznego weryfikowano przy pomocy kwestionariusza BCTQ, skali VAS i badania EMG. Mierzono także zakres ruchomości nadgarstka, siłę chwytu ręki, siłę chwytu pęsetowego w opozycji kciuka oraz siłę chwytu z wykorzystaniem klucza. Autorzy [207] wykazali istotną poprawę we wszystkich badanych parametrach (z wyjątkiem wyników EMG, które nie osiągnęły poziomu istotności klinicznej), zarówno bezpośrednio po zakończeniu ostatniej sesji terapeutycznej, jak i po 3 miesiącach od zakończenia fizjoterapii. Średnia poprawa w skali BCTQ-SSS wyniosła 1 punkt, a BCTQ-FSS 0,5 punktu tuż po zakończeniu programu terapeutycznego oraz odpowiednio: 0,9 i 0,6 punktu po okresie 3 miesięcy od zakończenia leczenia. Wyniki te są zgodne z wynikami badań własnych, choć należy zwrócić uwagę, że do badań

prezentowanych w niniejszej rozprawie zakwalifikowano pacjentów z większym nasileniem według skali BCTQ objawów ZKN.

Fernández-de-las-Peñas i wsp. [402] porównali skuteczność leczenia operacyjnego i zachowawczego, obejmującego zabiegi terapii manualnej, pacjentów z ZKN. Zabiegi manualne obejmowały 30-minutowe, indywidualne sesje, realizowane raz w tygodniu, przez 3 tygodnie. Każda z sesji terapeutycznych składała się z mobilizacji tkanek miękkich okolicy odcinka szyjnego kręgosłupa, barku, łokcia, przedramienia, nadgarstka oraz palców, a także mobilizacji stawowych. Pacjenci włączeni do obu eksperymentalnych grup otrzymali dodatkowo instrukcje, dotyczące samodzielnego wykonywania w warunkach domowych ćwiczeń rozciągających mięśni odcinka szyjnego kręgosłupa. Do oceny wyników badania użyto kwestionariusza BCTQ, pomiaru ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa oraz pomiaru siły chwytu szczypcowego. Wykazano, że pacjenci leczeni zachowawczo uzyskali istotnie lepszy wynik w zakresie siły chwytu szczypcowego w porównaniu z grupą poddaną leczeniu operacyjnemu miesiąc po zakończeniu leczenia. Nie wykazano różnic w żadnym z badanych parametrów pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do leczenia zachowawczego lub operacyjnego w pomiarach przeprowadzonych w dalszym terminie od zakończenia terapii [402].

George i wsp. [231] przeprowadzili u pacjentów z ZKN program terapeutyczny, obejmujący techniki aktywnego rozluźniania (ang. *active release treatment*, ART) w obrębie mięśni kłębku kciuka, kanału nadgarstka, mięśnia zginacza powierzchownego palców, mięśnia nawrotnego obłego oraz więzadła Struthersa. Metoda ta polegała na skróceniu opracowywanej tkanki, aplikacji na nią nacisku z pomocą ręki terapeuty i aktywnym wydłużeniu struktury. Indywidualne sesje prowadzono 3 razy w tygodniu przez 2 tygodnie. Autorzy [231] odnotowali istotne zmniejszenie nasilenia symptomów, stwierdzone za pomocą skali kwestionariuszy: BCTQ-SSS z początkowej średniej wartości 2,87 do 1,73 punktu oraz BCTQ-FSS z 2,63 do 1,48 punktu, co jest zgodne z wynikami pracy własnej. W badaniach George i wsp. [231] nie wykazano jednak istotnych statystycznie zmian w ocenie elektromiograficznej nerwu pośrodkowego. Badania nad skutecznością zastosowania terapii tkanek miękkich w leczeniu chorych z ZKN prowadzili także Bongi i wsp. [226]. Zastosowano techniki masażu poprzecznego, trakcji, pasywnej mobilizacji stawu promieniowo-nadgarstkowego oraz obu stawów

promieniowo-łokciowych, a także bierne rozciąganie rozciągnięta dłoniowego, mięśni kłębu kciuka oraz mięśni międzykostnych w pierwszej przestrzeni międzykostnej ręki. Techniki wdrażano stopniowo, w kolejnych sesjach terapeutycznych, stąd nie jest możliwe wyciągnięcie jednoznacznych wniosków, która z technik manualnych przyniosła najlepsze efekty. Rezultaty zmierzono z wykorzystaniem skali BCTQ, w wynikach której wykazano poprawę, zarówno w części dotyczącej nasilenia symptomów (SSS), jak i funkcjonalności ręki (FSS). Mediany uzyskanych wyników skali BCTQ-SSS przed i po terapii wynosiły odpowiednio: $26,51 \pm 7,557$ oraz $18,37 \pm 6,985$, natomiast dla skali BCTQ-FSS: $19,56 \pm 5,590$ oraz $15,78 \pm 5,047$. Nie sposób jednak bezpośrednio zestawić powyższych wyników z wynikami pracy własnej, ponieważ autorzy [226] wyrazili je w postaci średniej liczby punktów obu części kwestionariusza BCTQ. Ponadto u Bongi i wsp. [226] do badania zakwalifikowano pacjentów ze stopniem nasilenia objawów określonym jako lekki lub średni [226], natomiast do badań własnych włączono pacjentów ze średnimi lub zaawansowanymi zmianami chorobowymi.

Moraes i wsp. [193] porównali u chorych z ZKN efektywność dwóch protokołów rehabilitacyjnych. U osób z grupy eksperymentalnej zastosowano terapeutyczny program obejmujący ćwiczenia kontroli motorycznej według modelu Panjabi [403], stabilizacji segmentarnej oraz neuromobilizację nerwu pośrodkowego. Dodatkowo zastosowano techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego okolicy szyi, ćwiczenia relaksacji i aktywacji mięśni stabilizujących obręcz barkową, techniki reedukacji sensorycznej, techniki ślizgowe ścięgien zginaczy, sześciosekundowe ćwiczenia izometryczne mięśni ręki oraz masaż piłką piankową w celu rozgrzania mięśni zaopatrywanych przez nerw pośrodkowy. U osób z grupy kinezyoterapeutycznej zastosowano program, składający się z ćwiczeń rozciągających mięśni szyi i barku, czynnych ćwiczeń kończyn górnych z przyborem, a także rozciągających i wzmacniających mięśnie: zginacze i prostowniki nadgarstka oraz mięśnie ręki, ponadto ćwiczenia reedukacji sensorycznej. Do oceny stanu funkcjonalnego i nasilenia symptomów choroby użyto skali: DASH, BCTQ oraz kwestionariusza subiektywnej oceny funkcjonalności nadgarstka (ang. *Patient Rated Wrist Evaluation*, PRWE). Do badań tych zakwalifikowano osoby ze średnim i zaawansowanym stopniem nasilenia objawów, co odzwierciedlały wyniki skali DASH oraz BCTQ. Moraes i wsp. [193]

wykazali poprawę stanu pacjentów w efekcie zastosowanej fizjoterapii w skali DASH o 10,2 punktu, BCTQ-FSS o 0,3 punktu, a BCTQ-SSS 0,5 punktu, co stanowi rezultat znacznie niższy niż osiągnięty w badaniach własnych. Pomimo, iż czas trwania terapii w przywołanych badaniach [193] był dwukrotnie dłuższy (12 tygodni) w odniesieniu do okresu terapii zastosowanej w badaniach własnych, obserwowano, w porównaniu do wyników badań prezentowanych w niniejszej pracy, jedynie nieznaczną poprawę stanu chorych.

Mobilizacje stawowe ukierunkowane są na poprawę ślizgu kości, tworzących opracowywany staw. Do ograniczenia mobilności może przyczyniać się sztywna, pogrubiała lub obkurczona torebka stawowa. Stosowane techniki mobilizacyjne rozciągają torebkę stawową oraz struktury w nią wplecione, takie jak ścięgna, powięź mięśni, czy więzadła. Można zatem przypuszczać, że techniki mobilizacji stawowych, mają także wpływ na poprawę elastyczności tkanek miękkich wokół stawu. Dinarvand i wsp. [232] dokonali oceny efektów zastosowania u pacjentów z ZKN technik mobilizacji kości haczykowatej i łódeczkowatej. Każda z sesji prowadzona była 3 razy w tygodniu przez 8 tygodni i obejmowała bierne wykonanie ślizgów grzbietowo-brzusznych dla obu wspomnianych struktur. Badanych podzielono na dwie grupy (terapeutyczną i kontrolną), u których zastosowano splintowanie na noc oraz w dzień, ale jedynie podczas intensywnej pracy. W grupie terapeutycznej dodatkowo zastosowano wspomniane techniki mobilizacji kości nadgarstka. W skali BCTQ, zarówno pod względem nasilenia objawów, jak i funkcjonalności ręki wykazano poprawę odpowiednio o: 1,12 punktu (przed vs po: $2,58 \pm 0,57$ vs $1,46 \pm 0,37$) oraz 0,72 punktu (przed vs po: $2,52 \pm 0,4$ vs $1,8 \pm 0,44$) w grupie terapeutycznej, co stoi w zgodzie z wynikami badań własnych. W obu grupach wykazano także redukcję nasilenia bólu w skali VAS. Po zakończeniu leczenia, w żadnej z grup nie wykazano istotnych zmian w przewodnictwie nerwu pośrodkowego przy pomocy EMG [232]. Podobnie jak w przywołanych wcześniej badaniach innych autorów [178, 181], udowodniono, że unieruchomienie (splintowanie) może pomóc jedynie w zmniejszeniu odczuwanych dolegliwości bólowych i/lub parestezji u pacjentów z ZKN, a nie prowadzi do realnej poprawy stanu tkanek miękkich, wpływających na poprawę funkcji kończyny górnej.

Istotę włączenia terapii manualnej do fizjoterapii pacjentów z ZKN dostrzegli także Talebi i wsp. [189]. Badacze dowiedli, że zabiegi terapii manualnej przynoszą

zadowalające efekty w leczeniu zachowawczym ZKN. Zastosowano techniki takie jak: mobilizacje kości nadgarstka, rozciąganie więzadła poprzecznego nadgarstka, rozciąganie rozciągną dłoniowego, neuromobilizację nerwu pośrodkowego, a także rozluźnianie tkanek miękkich dystalnego odcinka ramienia oraz proksymalnego przedramienia. Zarówno zakres zabiegów manualnych, jak i czas trwania terapii, znacząco różniły się od zabiegów wykonywanych w pracy własnej. W badaniach Talebi i wsp. [189] wzięło udział 30 chorych, 15 z nich poddanych zostało zabiegom terapii manualnej, a u pozostałych zastosowano odmienny program fizjoterapii, obejmujący 5-minutowe zabiegi z wykorzystaniem ultradźwięków oraz 20-minutowe zabiegi elektroterapii TENS (ang. *Transcutaneous Electric Nerve Stimulation*). Fizjoterapię prowadzono z częstotliwością konsultacji 3 razy w tygodniu przez 4 tygodnie. Ocenę skuteczności leczenia przeprowadzono z wykorzystaniem: skali VAS, neurodynamicznego testu nerwu pośrodkowego MNT (ang. *median neurodynamic test*) oraz kwestionariusza BCTQ. Autorzy [189] po zastosowanym leczeniu zaobserwowali tendencję w kierunku obniżenia nasilenia objawów, co jest zgodne z wynikami badań własnych, jednak nie jest możliwe bezpośrednie porównanie wyników pracy Talebi i wsp. [189] z wynikami niniejszej pracy, ponieważ autorzy posłużyli się średnimi sumy punktów uzyskanych w skali BCTQ. W efekcie zastosowania mobilizacji stawu nadgarstkowego znaczną poprawę zarówno pod względem funkcjonalności ręki, jak i nasilenia symptomów wykazali Günay i wsp. [233]. Techniki mobilizacyjne zastosowano u chorych w połączeniu ze splintowaniem na noc. Każda z 3 sesji terapeutycznych trwała około 10 minut i obejmowała ślizgi grzbietowo-dłoniowe oraz trakcję stawu nadgarstkowego. Do oceny efektów zastosowanego leczenia użyto szeregu metod: kwestionariusz BCTQ, badanie siły chwytu, badanie siły chwytu pęsetowego oraz badanie przewodnictwa nerwowego. W skali BCTQ-SSS z bazowej wartości mediany wynoszącej 29 punktów po zakończeniu terapii uzyskano wynik 17 punktów, w skali BCTQ-FSS natomiast, z początkowej wartości mediany wynoszącej 21 punktów, po zakończeniu leczenia zanotowano wynik 16,5 punktów [233]. Ze względu jednak na zastosowanie przez autorów [233] w wynikach analizy statystycznej mediany w odniesieniu do rezultatów skali BCTQ, nie sposób porównać bezpośrednio tych wyników do wyników badań własnych. Günay i wsp. [233] wykazali, że zastosowanie technik mobilizacji stawu nadgarstkowego, połączonych ze

splintowaniem na noc zwiększa siłę chwytu ręki, siłę chwytu pęsetowego oraz obniża subiektywny poziom odczuwanego bólu w nocy i w dzień. Stwierdzono także poprawę w takich parametrach jak: DML, przewodnictwo sensoryczne nerwu pośrodkowego (ang. *median nerve sensory conduction latency*, MNSCV), potencjał czynnościowy czuciowych włókien nerwu pośrodkowego (ang. *sensory nerve action potencial*, SNAP) oraz opóźnienie przewodnictwa dystalnych włókien czuciowych nerwu pośrodkowego (ang. *distal sensory latency*, DSL).

Siu i wsp. [228] przeprowadzili badania nad skutecznością terapii manualnej w leczeniu pacjentów z ZKN. W swojej pracy zastosowali podobne techniki, do tych, których w swych badaniach użył Sucher [262]: mobilizacje stawów kręgosłupa i żeber, techniki membranowe nakierowane na błonę międzykostną przedramienia, manipulacje HVLA (ang. *high velocity low amplitude*) kości nadgarstka oraz rozciąganie więzadła poprzecznego nadgarstka. Terapię prowadzono raz w tygodniu przez 6 tygodni. Autorzy [228] do oceny wyników leczenia zastosowali: kwestionariusz BCTQ, zmodyfikowany diagram bólu (ang. *Pain Drawing*), kwestionariusz indywidualnej oceny postępów leczenia (ang. *Patient Estimate of Overall Change*, PEOC), badanie EMG oraz pomiary przekroju poprzecznego więzadła poprzecznego nadgarstka przy użyciu USG. Uzyskano istotną poprawę zarówno w skali BCTQ-SSS (z bazowych 2,42 do 1,73 punktu po zakończeniu leczenia), jak również BCTQ-FSS (z bazowych 2,39 do 1,6 punktu po zakończeniu terapii). Wyniki te są zgodne z wynikami badań własnych. Autorzy [228] ponadto wykazali istotną poprawę wyników diagramu bólu oraz PEOC. Nie wykazano natomiast istotnych różnic w przewodnictwie nerwu pośrodkowego. Wykazano ponadto [228], że zastosowany przez nich program terapeutyczny nie wpłynął na zmianę wyników pomiaru przekroju poprzecznego nerwu pośrodkowego oraz TCL. Wyniki te są zbieżne z wynikami badań własnych, w których podobnie nie obserwowano istotnych statystycznie zmian grubości więzadła, porównując wyniki przed i po zakończeniu fizjoterapii.

Jednymi z najczęściej wykorzystywanych technik terapii manualnej w przypadku neuropatii są neuromobilizacje [187]. Celem ich stosowania jest próba przywrócenia dynamicznej równowagi między ruchomością nerwu, a otaczającymi go tkankami, dążąc do uzyskania jego optymalnej funkcji fizjologicznej [404-409]. Pod tym względem, podobny efekt przynosi zastosowanie technik rozluźniania mięśniowo-

powięziowego. Mobilizacja sieci powięziowej może w efekcie poprawić mobilność nerwów, a analizując sposób wykonania technik neuromobilizacji nerwu pośrodkowego można wnioskować, że pośrednio mobilizowane są jednocześnie struktury poddawane terapii w pracy własnej. Neuromobilizacja nerwu pośrodkowego jest wykonywana w pozycji leżenia tyłem. Ramię chorego odwiedzone jest do 90° i znajduje się w neutralnej rotacji. Staw łokciowy zgięty również do 90°, przedramię w pełnej supinacji, nadgarstek w pełnym wyproście. Terapeuta jedną ręką stabilizuje bark chorego, a drugą kontroluje jego nadgarstek i rękę. Neuromobilizację wykonuje się poprzez bierne, pulsacyjne ruchy wyprostowania stawu łokciowego w kierunku wyprostowania, do tolerancji bólowej pacjenta. Technikę tę chory może również wykonywać samodzielnie.

Tal-Akabi i Rushton [197] przeprowadzili badania nad skutecznością neuromobilizacji nerwu pośrodkowego oraz mobilizacji kości nadgarstka w leczeniu pacjentów z ZKN. Badanych podzielono na dwie grupy terapeutyczne. W Grupie I zastosowano techniki neuromobilizacji według ogólnie przyjętego wzorca według Butlera [240, 410], a w grupie II techniki mobilizacji przednio-tylnej i tylnoprzodnej oraz rozciąganie więzadła poprzecznego nadgarstka [411]. Do oceny efektów leczenia użyto skali VAS, skali obniżenia bólu (ang. *Pain Relief Scale*, PRS), pomiaru zakresu ruchomości stawu nadgarstkowego do zgięcia i wyprostowania, testu napięciowego dla nerwu pośrodkowego (ang. *Upper Limb Tension Test position 2a*, ULTT2a) [412] oraz funkcjonalnej skali Huskissona (ang. *Functional Box Scale*, FBS) [413]. Wykazano istotną poprawę w wynikach skali VAS i PRS, zwiększenie zakresu wyprostowania nadgarstka w grupie I oraz dla obu grup zwiększenie zakresu zgięcia nadgarstka i poprawę w teście napięciowym nerwu pośrodkowego (ULTT2a). Nie sposób jednak bezpośrednio porównać tych wyników do wyników pracy własnej, ponieważ autorzy [197] zastosowali inne narzędzia do oceny skuteczności zastosowanego leczenia.

Ocenę efektywności zastosowania mobilizacji nerwu pośrodkowego u chorych cierpiących na ZKN przeprowadzili również Bialosky i wsp. [194]. Terapię prowadzono przez 6 tygodni: przez pierwsze 3 tygodnie aplikowano 5 serii, a w kolejnych - 7 serii po 10 powtórzeń techniki ślizgowej nerwu. Przez cały okres realizacji programu terapeutycznego stosowano także splintowanie na noc. Wykazano istotną poprawę wyników: skali DASH (z bazowych 38,6 do 33,2 punktu bezpośrednio po zakończeniu leczenia), mechanicznej analogowej skali oceny bólu (ang. *mechanical*

visual analog scale, MVAS) oraz siły chwytu zmierzonej dynamometrem. Nie wykazano istotnych zmian w badaniu EMG [194].

Wolny i wsp. [187] podobnie podjęli próbę porównania skuteczności leczenia ZKN z zastosowaniem technik: neuromobilizacji nerwu pośrodkowego, masażu funkcyjnego i mobilizacji stawowych z łączoną terapią przy użyciu ultradźwięków z laserem. W badaniach jednoznacznie wykazano, że techniki terapii manualnej tkanek miękkich są znacznie bardziej skuteczne, w porównaniu z leczeniem fizykalnym. W grupie chorych, leczonej z użyciem technik manualnych uzyskano poprawę wyników skali BCTQ zarówno pod względem funkcjonalności ręki (FSS) (przed vs po: $2,80 \pm 0,94$ vs $1,90 \pm 0,62$), jak i nasilenia objawów (SSS) (przed vs po: $2,97 \pm 0,63$ vs $1,78 \pm 0,47$). W badaniach przewodnictwa nerwowego (EMG) natomiast, u chorych leczonych z zastosowaniem zabiegów fizykalnych, jako jedynej formy interwencji, uzyskano wyłącznie poprawę DML. W grupie leczonej z udziałem technik manualnych wykazano poprawę przewodnictwa włókien czuciowych (ang. *sensory conduction velocity*, SCV) (poprawa o 34%), przewodnictwa włókien ruchowych (ang. *motor conduction velocity*, MCV) (poprawa o 6%) oraz DML [187]. W kolejnych badaniach Wolny i wsp. [414] porównali grupę pacjentów leczonych z zastosowaniem technik neurodynamicznych jako monoterapii, z grupą kontrolną, której uczestnicy nie otrzymali żadnej formy leczenia. Każda z 20 sesji terapeutycznych, prowadzonych 2 razy w tygodniu, obejmowała jednokierunkową, proksymalną i dystalną mobilizację ślizgową, a następnie mobilizację napięciową nerwu pośrodkowego (ang. *tensioning*). Wyniki były zbieżne z przywołanymi [187] badaniami autorów, jako że średnia poprawa w skalach BCTQ-SSS i BCTQ-FSS wyniosła odpowiednio 1,95 (przed vs po: $3,03 \pm 0,65$ vs $1,08 \pm 0,68$) oraz 0,86 (przed vs po: $2,82 \pm 0,71$ vs $1,96 \pm 0,64$). W obu projektach [187, 415] do badań zakwalifikowano chorych z małym lub średnim nasileniem symptomów. Hamzeh i wsp. z kolei [191] badali skuteczność technik neurodynamicznych i ćwiczeń jako metod nieoperacyjnego leczenia ZKN. Terapia prowadzona była przez 4 tygodnie z częstotliwością raz w tygodniu. Sesja technik neurodynamicznych obejmowała: jednoczesne przywiedzenie barku wraz z wyprostem łokcia i odwiedzenie barku wraz ze zgięciem łokcia, jednoczesną depresję barku wraz ze zgięciem nadgarstka oraz elewację barku wraz z wyprostem nadgarstka, jednoczesny wyprost łokcia wraz ze zgięciem nadgarstka oraz zgięcie łokcia wraz z wyprostem nadgarstka, a także

jednoczesne wykonanie elewacji barku wraz ze zgięciem nadgarstka, depresji barku wraz z wyprostem nadgarstka, zgięcia łokcia wraz ze zgięciem nadgarstka, wyprost łokcia wraz z wyprostem nadgarstka. Każdą technikę wykonano w 3 seriach po 10 powtórzeń, z pozycji wyjściowej testowania napięcia nerwu pośrodkowego (ang. ULTT1 – *Upper Limb Tension Test position 1*). Uczestnicy badania włączeni do drugiej grupy zostali zobligowani do samodzielnego wykonywania 2 razy dziennie przez 4 tygodnie ćwiczeń: jednoczesne zgięcie nadgarstka wraz z wyprostem łokcia i kontrlateralnym zgięciem szyi, obejmującym jednoczesną depresję barku wraz ze zgięciem nadgarstka oraz elewację barku wraz z wyprostem nadgarstka oraz naprzemienne zgięcia i wyprosty nadgarstków przy złączonych stronach dłoniowych ręki (ang. *Busy Bee Flexion Exercise*). Kolejno, badani wykonywali odwiedzenie barku, rotację zewnętrzną, wyprost łokcia i nadgarstka w pełnej, możliwej supinacji (ang. *Free Bird Exercise*), odwiedzenie barku wraz z naprzemiennym zgięciem i wyprostem łokcia oraz nadgarstka (ang. *Shape of „Z” Exercise*), a następnie pełny możliwy wyprost nadgarstków w oparciu o ścianę (ang. *Wall Stretch Exercise*). W obu grupach wykazano poprawę zarówno w skali DASH jak i BCTQ. Zdecydowanie lepsze efekty terapii obserwowano w grupie chorych, w których zastosowano techniki neurodynamiczne. W tej grupie chorych wykazano poprawę wyników skali BCTQ-SSS zarówno miesiąc od rozpoczęcia terapii (o wartość 1,13 pkt), jak i po 6 miesiącach (o wartość 1,53 pkt). W skali funkcjonalności (BCTQ-FSS), poprawę wykazano zarówno miesiąc jak i 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia odpowiednio o wartość: 0,72 punktu oraz 1,45 punktu. Funkcja kończyny w skali DASH uległa poprawie o wartość 12,6 punktów 6 miesięcy od rozpoczęcia terapii jedynie u chorych poddanych technikom neurodynamicznym [191]. Mohamed i wsp. [198] z kolei porównali skuteczność leczenia pacjentów z ZKN z wykorzystaniem technik neuromobilizacji lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych i witaminy B6, podawanych doustnie. Techniki ślizgowe nerwu pośrodkowego wykonywano przez 6 tygodni zgodnie z przyjętym przez Butlera [415] wzorcem. Wyniki mierzono z użyciem skali BCTQ, VAS oraz EMG. Wykazano znaczną poprawę zarówno w skali BCTQ-SSS (z bazowych 3,7 do 1,6 punktu po zakończeniu leczenia), jak i BCTQ-FSS (z bazowych 3,9 do 1,8 punktu po zakończeniu leczenia), średnio uzyskując poprawę w zakresie 2,1 punktu w obu częściach kwestionariusza. Autorzy [198] obserwowali ponadto zmniejszenie

dolegliwości bólowych, obserwowanych w skali VAS (z bazowych 8,2 do 2,5 punktu po zakończeniu leczenia), a także poprawę parametrów w badaniu EMG, takich jak: DML, SA, SCV, opóźnienie przewodnictwa dystalnej części czuciowych włókien nerwu pośrodkowego (ang. *sensory distal latency*, SDL), amplituda potencjału włókien ruchowych nerwu pośrodkowego (ang. *motor amplitude*, MA). Nie stwierdzono istotnych zmian objętości przewodnictwa ruchowych włókien nerwu pośrodkowego (MCV).

Oskoue i wsp. [188] przeprowadzili badania porównawcze, dotyczące oceny skuteczności dwóch programów terapeutycznych u chorych z ZKN. W grupie kontrolnej zastosowano splintowanie w neutralnej pozycji nadgarstka, elektroterapię TENS oraz ultradźwięki. W grupie badanej do powyższego postępowania włączono dodatkowo neuromobilizację nerwu pośrodkowego. Rezultaty zbadano przy użyciu EMG, kwestionariusza BCTQ-SSS i BCTQ-FSS oraz skali VAS. Wykonano również test napięciowy nerwu pośrodkowego (MNTT, ang. *median nerve tension test*) oraz test na obecność objawu Phalena. W grupie kontrolnej nasilenie objawów (BCTQ-SSS) przed rozpoczęciem terapii średnio wynosiło 2,28 punktu, natomiast w grupie badanej 2,55 punktu. Po zakończeniu leczenia nastąpiła poprawa w obu grupach, lecz u pacjentów przypisanych do grupy badanej (poddanych również zabiegom neuromobilizacji nerwu pośrodkowego) wykazano większą różnicę punktów uzyskanych po zakończeniu terapii (odpowiednio: 1,7 punktu dla grupy kontrolnej i 1,53 punktu dla grupy badanej). Podobną tendencję zaobserwowano w wynikach skali BCTQ-FSS, gdzie z bazowych wartości 2,12 punktu dla grupy kontrolnej i 2,64 punktu dla grupy badanej, po zakończeniu leczenia wartości punktowe uległy obniżeniu do odpowiednio: 1,92 punktu oraz 1,76 punktu, co koreluje z wynikami badań własnych. Należy jednak zauważyć, iż przedstawione wyniki stanowią subiektywną ocenę terapii. Wyniki badań obiektywnych z zastosowaniem EMG ukazały istotną poprawę w zakresie DSL jedynie w grupie osób, u których przeprowadzono zabiegi zmierzające w kierunku poprawy mobilności nerwu pośrodkowego [188]. Można zatem przypuszczać, że terapia manualna tkanek miękkich pod postacią technik neuromobilizacyjnych odgrywa istotną rolę w poprawie przewodnictwa nerwowego. Potwierdzenie przywołanych wyników [188] znajdujemy w badaniach Vikranth i wsp. [192]. Autorzy [192] wykazali, iż leczenie z użyciem technik ślizgowych nerwu pośrodkowego oraz

mobilizacji kości nadgarstka wpływa na zmniejszenie typowych objawów występujących u chorych z ZKN. Indywidualna fizjoterapia stosowana była 5 razy w tygodniu przez 2 tygodnie. Mobilizacja kości łódeczkowatej obejmowała ślizgi grzbietowo-brzusze oraz ślizgi boczne, w czasie których następowało również rozciąganie troczka zginaczy nadgarstka. Techniki neuromobilizacyjne wykonywano według ogólnie przyjętego wzorca Butler'a. [410, 415]. Do oceny rezultatów leczenia zastosowano skale BCTQ i VAS. Zarówno mobilizacje stawowe, jak i techniki ślizgowe dla nerwu pośrodkowego skutkowały poprawą stanu pacjentów, wykazaną w wynikach obu części kwestionariusza BCTQ, a także w skali VAS. W przypadku skali funkcjonalności ręki (FSS) uzyskano poprawę odpowiednio o 0,36 oraz 0,5 punktu, natomiast w części oceniającej nasilenie objawów (SSS), odpowiednio o 0,4 oraz 0,53 punktu [192]. Wyniki te stoją w zgodzie z rezultatami badań własnych, jednak stosując metodę rozluźniania mięśniowo-powięziowego w badaniach zaprezentowanych w niniejszej pracy uzyskano znacznie lepsze rezultaty. W części opisującej funkcjonalność ręki, w badaniach własnych wykazano średnią poprawę o 1 punkt, a w części dotyczącej nasilenia objawów o 1,11 punktu.

Yildirim i wsp. [195] zastosowali kineziotaping jako metodę wspomagającą techniki neuromobilizacji w leczeniu pacjentów z ZKN. Badanych podzielono na dwie grupy, z czego tylko w grupie terapeutycznej, do zastosowanych ćwiczeń ślizgowych ścięgien i nerwu pośrodkowego dodano również kineziotaping. Użyto dwóch powięziowych aplikacji taśmy: jedną o kształcie litery „X”, od głów kości śródreza, obejmując mięśnie kłębku kciuka i kłębika palca małego, do obu nadkłykci kości ramiennej oraz drugą, która otaczała nadgarstek od strony grzbietowej, mając swój początek proksymalnie od kłębku kciuka i kończąc proksymalnie od kłębika palca małego. Kineziotaping stosowano trzy razy w 5-ciodniowych interwałach, przez okres 6 tygodni. Ćwiczenia ślizgowe ścięgien i nerwu przeprowadzano 3 razy dziennie po 15 powtórzeń, również przez okres 6 tygodni. Ćwiczenia obejmowały wyprost palców, kciuka i nadgarstka oraz supinację przedramienia z wyjściowej pozycji zgiętych palców i zgiętego kciuka. Efekty zastosowanego leczenia mierzono przy użyciu kwestionariusza BCTQ oraz oceniając przekrój poprzeczny nerwu pośrodkowego. Po zakończeniu programu terapeutycznego zaobserwowano poprawę w wynikach zarówno BCTQ-SSS (z bazowych 33,26 do 22,15 punktu po zakończeniu leczenia) jak i BCTQ-

FSS (z bazowych 20,57 do 13,26 punktu po zakończeniu leczenia). W grupie kontrolnej również zaobserwowano poprawę wyników obu skali (BCTQ-SSS z bazowych 31,60 do 19,06 punktu po zakończeniu leczenia oraz BCTQ-FSS z bazowych 17,40 do 11,26 punktu po zakończeniu leczenia). Wyniki obu grup korelują z wynikami pracy własnej, jednak nie sposób porównać ich bezpośrednio, ponieważ Yildirim i wsp. [195] posłużyli się średnimi sum wyników z każdej części kwestionariusza BCTQ. W obu grupach zauważono istotną poprawę w teście podnoszenia Moberga oraz sile chwytu szczypcowego, natomiast tylko w grupie terapeutycznej wykazano istotne zwiększenie siły chwytu oraz zmniejszenie przekroju poprzecznego nerwu pośrodkowego, mierzonej przy pomocy USG po zakończeniu terapii. Otrzymane wyniki obiektywnych badań potwierdzają zaobserwowaną w badaniach własnych istotę zastosowanych metod, mających na celu mobilizację powięzi w fizjoterapii chorych z ZKN.

W większości przywołanych prac, do oceny skuteczności zastosowanego leczenia u pacjentów z ZKN autorzy stosowali subiektywne metody oceny [177, 181, 186-195, 197, 198, 203-207, 226-228, 231-233, 397, 402, 414]. Najczęściej używano kwestionariusza BCTQ (177, 181, 186-193, 195, 198, 203, 204, 206, 207, 226-228, 231-233, 401), który jest specyficzną dla ZKN skalą oceny zaawansowania objawów choroby oraz funkcjonalności ręki. Kolejnym, subiektywnym narzędziem, pozwalającym wielu autorom przywołanych prac na ocenę funkcji kończyny była skala DASH [190, 191, 193, 194, 203] oraz skala VAS [188-190, 192, 194, 197, 198, 204, 205, 207, 232, 399], służąca do subiektywnej oceny nasilenia bólu. W jednym z badań zastosowano kwestionariusz PRWE [193]. W trzech pracach [189, 188, 197] użyto testu napięciowego nerwu pośrodkowego (MNTT), który również stanowi subiektywne narzędzie oceny efektów leczenia. W czterech pracach wykorzystano pomiar siły chwytu [181, 233, 194, 401]. Jedynie nieliczni autorzy zastosowali obiektywne narzędzia oceny efektów prowadzonego leczenia u chorych z ZKN [177, 181, 186-188, 198, 202, 206, 207, 228, 230-233], takich jak: rezonans magnetyczny [202], czy EMG [177, 181, 187, 188, 198, 206, 207, 228, 230-233]. Należy jednak podkreślić, iż elektromiograf wykazuje ograniczoną czułość w przypadku diagnozowania chorych we wczesnym stadium ZKN [124-129], a badanie przewodnictwa nerwowego może być obarczone dużym błędem, przynosząc 16-34% fałszywie pozytywnych lub fałszywie negatywnych wyników [108, 133].

W badaniach własnych zastosowano zarówno standaryzowane kwestionariusze (BCTQ oraz DASH), umożliwiające porównanie wyników badań własnych z wynikami prac innych badaczy, podejmujących temat oceny efektów zastosowania leczenia zachowawczego chorych z ZKN, jak również narzędzia badawcze (algometr MyotonPro, USG), pozwalające na obiektywną ocenę skuteczności zastosowanej metody fizjoterapii u chorych z ZKN.

3. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę anatomiczne połączenia nerwu pośrodkowego z otaczającymi go tkankami [416] oraz połączenia powięziowe mięśni przedniej strony kończyny górnej [64, 329-335], można wysunąć przypuszczenia, że nawet jeśli leczenie nie jest ukierunkowane bezpośrednio na obwodowy układ nerwowy, powinno przynieść przynajmniej częściową poprawę stanu zdrowia chorych z ZKN. Kluczowe wydaje się zastosowanie technik w obrębie odpowiednio wybranych struktur, jak wskazują wyniki badań własnych, prawdopodobnie zaangażowanych w powstawanie i/lub rozwój ZKN. Należy również wziąć pod uwagę fakt, że techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego mają także wpływ na poprawę krążenia płynów tkankowych w obrębie struktur objętych terapią [417], co może skutkować redukcją obrzęku. Taki efekt sprzyja zmniejszeniu ciśnienia oddziałującego na nerw pośrodkowy [75], a w konsekwencji pewną redukcję objawów choroby. Przeprowadzone w ostatnich latach badania, ukazują wyłącznie pozytywny wpływ terapii tkanek miękkich na proces leczenia chorych z ZKN [177, 181, 186-193, 195, 197, 198, 202-204, 206, 207, 226, 232, 233, 227, 228, 231, 316, 399, 401], co wskazuje, że ten rodzaj terapii może pełnić niepodważalnie istotną rolę w usprawnianiu tej grupy chorych. Efekty zastosowania technik ukierunkowanych na leczenie tkanek miękkich, w większości prac, zmierzono jednak wyłącznie przy użyciu subiektywnych narzędzi badawczych [177, 181, 186-195, 197, 198, 203-207, 226-228, 231, 232, 233, 401]. W badaniach własnych, obok subiektywnych, zastosowano również obiektywne metody oceny efektów leczenia. Wykazano ponadto, że istnieją różnice we właściwościach mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanie napięcia tkanek miękkich w obrębie mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, przywodziciela kciuka,

odwodziciela krótkiego kciuka oraz głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z jednostronnym ZKN w porównaniu z osobami zdrowymi. Udowodniono również, iż istnieją różnice między właściwościami tkanek miękkich w obrębie mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia, a także w obrębie więzadła poprzecznego nadgarstka pomiędzy kończyną chorą i zdrową osób z jednostronnym ZKN. Wyniki badań własnych dowodzą, że terapia ukierunkowana na leczenie zmian strukturalnych w obrębie powięzi, korzystnie zmienia właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia opracowanych tkanek miękkich w kierunku wartości występujących u zdrowych osób. Struktury anatomiczne, ulegające w procesie chorobowym u osób z ZKN największym zmianom to: głowa długa mięśnia dwugłowego ramienia, mięśnie: dłoniowy długi, przywodziciel kciuka, zginacz krótki kciuka oraz odwodziciel krótki kciuka. Godne uwagi jest, że w przypadku więzadła poprzecznego nadgarstka wykazano różnicę w porównaniu z osobami zdrowymi jedynie w postaci zwiększonego jego odkształcenia u osób chorych. Po zastosowaniu leczenia natomiast, wzrosła częstotliwość, będąca wskaźnikiem tonusu. Więzadło stało się sztywniejsze, o mniejszym wskaźniku elastyczności i czasie relaksacji oraz ulegało mniejszemu odkształceniu niż u osób zdrowych. Wyjaśnieniem tych obserwacji mogą być zmiany właściwości mięśni powiązanych z więzadłem poprzecznym nadgarstka, takich jak: mięśnie kłębki kciuka oraz mięsień dłoniowy długi [329, 330, 336-339]. Porównując wyniki chorych po zakończeniu leczenia z wynikami osób zdrowych, istotne zmiany wykazano w przypadku mięśni kłębki kciuka, spośród których mięsień odwodziciel krótki kciuka powracał do podobnego, jak u osób zdrowych, tonusu (brak różnicy częstotliwości) oraz stawał się mniej sztywny, co przekładało się na wzrost jego odkształcenia. Podobne obserwacje dotyczą mięśnia przeciwstawiacza kciuka, którego tonus spoczynkowy stał się zbliżony do wyników osób zdrowych, stawał się on mniej sztywny i zwiększał swoją relaksację oraz odkształcenie. Wydaje się więc, że różnice właściwości tych dwóch mięśni, porównując wartości przed rozpoczęciem i po zakończeniu leczenia są najmocniej związane z różnicą właściwości TCL między chorymi z ZKN, a osobami zdrowymi.

Zastosowanie technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego u osób z ZKN skutkowało zmianą właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych i stanu napięcia

struktur poddanych terapii. Najwięcej zmian w zakresie badanych parametrów, zarejestrowanych przed rozpoczęciem terapii w stosunku do ich wartości po zakończeniu leczenia, zaobserwowano w obrębie mięśni: przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka oraz TCL. Analiza zmian badanych parametrów, w świetle danych literaturowych, potwierdzających, iż napięcie tkanek połączonych w układzie powięziowym moduluje jej właściwości [283, 287, 340, 341], wskazuje, iż najmocniejszy wpływ na strukturę TCL wywierają mięśnie: przeciwstawiacz kciuka, odwodzień krótki kciuka oraz przywodzień kciuka. Anatomia sekcyjna powięzi przedramienia wykazała bezpośrednią ciągłość między powięzią wyniosłości kłębu kciuka, a troczkiem zginaczy, współtworzących TCL [398]. W obrębie troczka zginaczy znajdują się przyczepy mięśni: odwodziciela krótkiego kciuka i zginacza krótkiego kciuka. Do warstwy głębokiej troczka zginaczy, tworzącego właściwe więzadło poprzeczne nadgarstka, dociera z kolei mięsień przeciwstawiacz kciuka, natomiast ścięgno mięśnia dłoniowego długiego napina rozciągnię dłoniowe oraz powięź wyniosłości kłębu kciuka [398]. Zwracając uwagę na opisany układ połączeń, korzystne zmiany właściwości tkanek poddanych terapii, jak również poprawę funkcji kończyny górnej, można przypuszczać, że terapia mięśniowo-powięziowa, obejmująca struktury anatomiczne kluczowe dla rozwoju objawów towarzyszących ZKN stanowi istotny element procesu leczenia chorych z ZKN.

4. Ograniczenia

Wyróżnić można potencjalne ograniczenia badań własnych. Badaniami objęto stosunkowo niewielką grupę osób, zarówno pacjentów, jak i osób zdrowych. Wynikało to jednak ze ścisłego kryterium kwalifikacji badanych, wykluczających m. in. chorych z obustronnymi objawami schorzenia, stanowiącymi dominującą część populacji osób z ZKN. Ograniczenie to wynika także ze ścisłej ramy czasowej, dotyczącej zarówno realizacji badań, jak i przygotowania rozprawy doktorskiej. Ze względu na stan pandemii koronawirusa SARS-CoV-2, realizowanie badań w zaplanowanym terminie oraz zakresie nie było w pełni możliwe (w Szpitalu Uniwersyteckim w Krakowie, ograniczone zostały przyjęcia pacjentów, a w związku z tym dostępność do większej liczby chorych). Stosunkowo niewielka liczba badanych oraz specyficzna kategoria

chorych nie pozwala na bezpośrednią ekstrapolację otrzymanych wyników badań na całą populację pacjentów z ZKN, stanowi jednak punkt wyjścia do dalszych, pogłębionych badań.

Prezentowane badanie kliniczne (ang. *clinical trial*, *CT*) przeprowadzono bez typowej grupy kontrolnej, zatem bez zaślepienia i randomizacji. Było to badanie z interwencją, w którym każdy z uczestników był kontrolą dla samego siebie, a oceniane efekty zdrowotne przeprowadzonej terapii analizowane były na przestrzeni ściśle określonego czasu, w którym trwało badanie. Rozpoczęcie badania randomizowanego nie było możliwe z powodów etycznych (stan większości chorych wymagał wprowadzenia fizjoterapii), organizacyjnych (okres pandemii) oraz finansowych (brak środków umożliwiających skierowanie pacjentów do ośrodka prowadzącego standardową terapię). Przeprowadzono jednak dodatkowo zestawienie wyników badań odnoszących się do kończyny zdrowej oraz chorej pacjentów (wstępnych oraz po terapii), a także wyników osób chorych (wstępnych oraz po terapii) z grupą osób zdrowych. Pomiarzy wstępne stanowiły w tym przypadku badanie kliniczno-kontrolne (ang. *case-control study*), którego głównym celem jest znalezienie czynnika narażenia, który mógł wywołać chorobę. W tym kierunku porównuje się zwykle ze sobą grupę osób, które zachorowały z grupą osób zdrowych. Umożliwia to prześledzenie ciągu przyczynowo-skutkowego i sformułowanie hipotez. Badania kliniczno-kontrolne zawierają jednak ograniczenia, nie pozwalają na potwierdzenie związku przyczynowo-skutkowego pomiędzy czynnikiem narażenia a efektem.

Zauważyć można również pewne ograniczenia przebiegu badania z zastosowaniem algometru oraz USG. Badanie z użyciem urządzenia MyotonPRO umożliwiło prowadzenie badań jedynie w pojedynczych punktach pomiarowych w obrębie mięśni warstwy powierzchniowej. Nie oceniono zatem mięśni na całym ich przebiegu oraz wszystkich mięśni poddanych terapii. Badanie kontrolne przeprowadzono ponadto jednokrotnie, tydzień po zakończeniu procesu fizjoterapii, co mogło ograniczać możliwości zarejestrowania zmian badanych parametrów, potwierdzających proces przebudowy badanych struktur anatomicznych. Nie przeprowadzono także badania USG nerwu pośrodkowego. Pomiar przeprowadzony w tygodniu po zakończeniu terapii mięśniowo-powięziowej mógł jednak nie być

wiarygodny, ponieważ terapia ta prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie nerwu pośrodkowego może prowadzić do czasowego wzrostu obrzęku nerwu.

Niewątpliwie podjęty temat wymaga dalszych, szerszych, zarówno w zakresie liczby uczestników oraz zastosowanych metod, badań.

VI. WNIOSKI

Otrzymane wyniki badań stały się podstawą do wysunięcia następujących wniosków:

1. Właściwości mechaniczne, wiskoelastyczne oraz stan napięcia tkanek miękkich w obrębie mięśni: dłoniowego długiego, zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, przywodziciela kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka oraz głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z jednostronnym ZKN różnią się od właściwości tkanek miękkich tych samych struktur anatomicznych u osób zdrowych. Obserwowane różnice właściwości struktur powiązanych anatomicznie z więzadłem poprzecznym nadgarstka mogą wskazywać na udział tych mięśni w kształtowaniu symptomów ZKN.
2. U chorych z jednostronnym ZKN, w porównaniu do osób zdrowych, występuje istotne, jednostronne pogrubienie więzadła poprzecznego nadgarstka, co potwierdza, że ocena występowania przerostu tego więzadła stanowi ważny wskaźnik diagnostyczny.
3. W obrębie mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka występują różnice właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich pomiędzy kończyną chorą i zdrową osób chorych z jednostronnym ZKN. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, nie powoduje zniwelowania różnic właściwości tkanek miękkich pomiędzy chorą, a zdrową kończyną.
4. Grubość więzadła poprzecznego nadgarstka, u osób z jednostronnym ZKN, w kończynie objętej procesem chorobowym jest większa, niż w kończynie zdrowej, co wskazuje na istotny przerost tej anatomicznej struktury. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującej techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, nie przywraca fizjologicznej grubości więzadła poprzecznego nadgarstka, obserwowanej w zdrowej kończynie, co wskazuje na brak pełnej przebudowy jego struktury.
5. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu

fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, prowadzi do obniżenia stopnia nasilenia objawów choroby oraz poprawy funkcji kończyny górnej objętej procesem chorobowym.

6. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, powoduje korzystne zmiany właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych oraz stanu napięcia tkanek miękkich w obrębie mięśni: zginacza krótkiego kciuka, przeciwstawiacza kciuka, odwodziciela krótkiego kciuka, przywodziciela kciuka, dłoniowego długiego, dwugłowego ramienia oraz więzadła poprzecznego nadgarstka.

7. Zastosowanie u chorych z jednostronnym ZKN 6-tygodniowego programu fizjoterapii, obejmującego techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego, prowadzi do zmniejszenia grubości więzadła poprzecznego nadgarstka kończyny chorej, co dowodzi redukcji jego przerostu i może wskazywać na zapoczątkowanie procesu przebudowy więzadła.

VII. WYKAZ PIŚMIENICTWA

1. Jiménez-Del-Barrio S, Cadellans-Arróniz A, Ceballos-Laita L, Estébanez-de-Miguel E, López-de-Celis C, Bueno-Gracia E, Pérez-Bellmunt A. The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop*. 2022 Feb;46(2):301-312.
2. Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, Caliandro P, Hobson-Webb LD. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol*. 2016 Nov;15(12):1273-1284
3. Barcenilla A, March LM, Chen JS, Sambrook PN. Carpal tunnel syndrome and its relationship to occupation: a meta-analysis. *Rheumatology (Oxford)*. 2012 Feb;51(2):250-61
4. Giersiepen K, Spallek M. Carpal Tunnel Syndrome as an Occupational Disease. *Deutsches Arzteblatt International*. 2011;108(14):238-42
5. Serarslan Y, Melek İ, Duman T. Karpal Tunel Sendromu. *Pamukkale Tıp Dergisi*. 2008;1:45-49
6. Kürklü M, Türkkan S, Tüzün HY. Karpal tünel Sendromu ve Median Sinirin Diğer Tuzak Nöropatileri. *TOTBİD Dergisi*. 2015;14:566–571
7. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA*. 1999;282:153–8
8. de Krom MCTFM, Kester ADN, Knipschild PG. Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol* 1992; 45: 373–6
9. Papanicolaou GD, McCabe SJ, Firrell J. The prevalence and characteristics of nerve compression symptoms in the general population. *J Hand Surg Am*. 2001;26:460-466
10. Pourmemari M, Heliovaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: lifetime prevalence, annual incidence and risk factors. *Muscle Nerve*. 2018 Oct;58(4):497-502
11. Wolf JM, Mountcastle S, Owens BD. Incidence of carpal tunnel syndrome in the US military population. *Hand (N Y)*. 2009; 4(3): 289-93

12. Bouillet L, Ponard D, Drouet C, Jullien D, Massot C. Angioedema and oral contraception. *Dermatology*. 2003;206(2):106-9
13. Atzmon R, Eger G, Lindner D, Assaraf E, Lin E, Avissar E. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Harefuah*. 2014 Nov;153(11):663-6, 686
14. McDiarmid M, Oliver M, Ruser J, Gucer P: Male and female rate differences in carpal tunnel syndrome injuries: personal attributes or job tasks? *Environ Res* 2000; 83: 23–32
15. Hashimoto S, Ikegami S, Nishimura H, Uchiyama S, Takahashi J, Kato H. Prevalence and Risk Factors of Carpal Tunnel Syndrome in Japanese Aged 50 to 89 Years. *J Hand Surg Asian Pac Vol*. 2020 Sep;25(3):320-327
16. Burton CL, Chen Y, Chesterton LS, van der Windt DA. Trends in the prevalence, incidence and surgical management of carpal tunnel syndrome between 1993 and 2013: an observational analysis of UK primary care records. *BMJ Open*. 2018 Jun 19;8(6):e020166
17. Erickson M, Lawrence M, Jansen CWS, Coker D, Amadio P, Cleary C. Hand Pain and Sensory Deficits: Carpal Tunnel Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019 May;49(5):CPG1-CPG85
18. Eslami S, Fadaei B, Baniasadi M, Yavari P. Clinical presentation of carpal tunnel syndrome with different severity: a cross sectional study. *Am J Clin Exp Immunol*. 2019 Aug 15;8(4):32-36
19. Levin RA, Felsenthal G. Handcuff neuropathy: two unusual cases. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65:41-43
20. Rayan GM, Conner S. Posterior interosseous nerve paralysis and amyloid neuropathy of multiple myeloma. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 202-205
21. Schnetzler KA. Acute carpal tunnel syndrome. *J Am Acad Orthop Surg* 2008;16:276-282
22. Chammas M., Boretto J., Marquardt-Burmann L., Ramos MR., Neto FCS., Silva JB. Carpal tunnel syndrome – Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis). 2014. *Rev Bras Ortop*. 2014 Sep-Oct; 49(5):429-436
23. Banach M, Bogucki A. Zespoły z ucisku: diagnostyka i leczenie. Red: Banach M, Bogucki A. *Medycyna Praktyczna*, Kraków, 2003, 31-133

24. Kiwerska-Jagodzińska K, Mięka W, Iwanowski M. Postępowanie usprawniające po leczeniu operacyjnym zespołu kanału nadgarstka. *Post Rehabil.* 2001; 15(1): 17-24
25. Tanaka S, Wild DK, Cameron LL, Freund E (1997) Association of occupational and non-occupational risk factors with the prevalence of self reported carpal tunnel syndrome in a national survey of the working population. *Am J Ind Med* 32:550–556
26. Bovenzi M, Italian study group on physical hazards in the stone industry [1994]. Hand-arm vibration syndrome and dose-response relation for vibration-induced white finger among quarry drillers and stonecarvers. *Occup Environ Med* 51(9):603–611
27. Cannon LJ, Bernacki EJ, Walter SD [1981]. Personal and occupational factors associated with carpal tunnel syndrome. *J Occup Med* 23(4):255–258
28. Lukaš E [1970]. Lesion of the peripheral nervous system due to vibration. *Work Environ Health* 7(1):67–79
29. Teodorski S, Palczewski D, Skowrońska A. Zespół cieśni nadgarstka - etiopatogeneza, diagnostyka, leczenie. *Wiad Lek.* 1998; 51(5-6): 284-288
30. John R. Mascola and Leland S. Rickman Infectious Causes of Carpal Tunnel Syndrome: Case Report and Review. *Reviews of Infectious Diseases.* 1991;13(5):911-917
31. Viera AJ. Management of carpal tunnel syndrome. *Am Fam Physician* 2003;68(2):265-272
32. Bernard B, Putz-Anderson V. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and lower back. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, CDC, National Institute for Occupational Safety and Health; 1997. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/>
33. Palmer KT, Harris EC, Coggon D: Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occup Med* 2007; 57: 57–66.
34. van Rijn RM, Huisstede BMA, Koes BW, Burdorf A: Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome – a systematic review. *Scand J Work Environ Health* 2009; 35: 19–35.

35. Werner RA, Albers JW, Franzblau A, Armstrong TJ. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1994;17:632–636.
36. Werner RA, Franzblau A, Albers JW, Armstrong TJ. The influence of body mass index and work activity on the prevalence of median mononeuropathy at the wrist. *Occup Environ Med* 1997;54:268–271.
37. Gell N, Werner RA, Franzblau A, Ulin SS, Armstrong TJ. A longitudinal study of industrial and clerical workers: incidence of carpal tunnel syndrome and assessment of risk factors. *J Occup Rehabil* 2005;15:47–55
38. Letz R, Gerr F. Covariates of human peripheral nerve function: I. Nerve conduction velocity and amplitude. *NeurotoxicolTeratol* 1994;16:95–104
39. Werner BC, Teran VA, Cancienne J, Deal DN. The association of perioperative glycemic control with postoperative surgical site infection following open carpal tunnel release in patients with diabetes. *Hand (N Y)*. 2017;1558944717743594.
40. Zamborsky R, Kokavec M, Simko L, Bohac M. Carpal tunnel syndrome: symptoms, causes and treatment options. Literature review. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2017; 26;19(1):1-8.
41. US Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/diabetes/pdfs/data/statistics/national-diabetes-statistics-report.pdf/>. Accessed January 2018
42. Spinner RJ, Bachman JW, Amadio PC. The many faces of carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc*. 1989 Jul;64(7):829–36
43. Howard RF. Hand and microsurgery. In: Miller M, editors. *Review of orthopaedics*. Philadelphia: Saunders; 2004:308-312
44. Peng-Bo L., Chang-Qing Z. 2018. Chronic carpal tunnel syndrome caused by covert tophaceous gout: a case report. *World J Clin Cases* September 6;6(9):279-283
45. Chen CK, Chung CB, Yeh L, Pan HB, Yang CF, Lai PH, Liang HL, Resnick D. Carpal tunnel syndrome caused by tophaceous gout: CT and MR imaging features in 20 patients. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 655-659
46. Therimadasamy A, Peng YP, Putti TC, Wilder-Smith EP. Carpal tunnel syndrome caused by gouty tophus of the flexor tendons of the fingers: sonographic features. *J Clin Ultrasound* 2011; 39: 463-465

47. Rich JT, Bush DC, Lincoski CJ, Harrington TM. Carpal tunnel syndrome due to tophaceous gout. *Orthopedics* 2004; 27: 862-863
48. Chuang HL, Wong CW. Carpal tunnel syndrome induced by tophaceous deposits on the median nerve: case report. *Neurosurgery* 1994; 34: 919
49. Afshar A. Palmaris Profundus as the Cause of Carpal Tunnel Syndrome. 2009. *Arch Iranian Med* 2009; 12 (4):415–416
50. Lindley SG, Kleinert JM. Prevalence of anatomic variations encountered in elective carpal tunnel release. *J Hand Surg.* 2003;28: 849–855
51. Brones MF, Wilgis EFS. Anatomic variations of the palmaris longus, causing carpal tunnel syndrome. *Plast Reconstr Surg.* 1978;62:798–800
52. Sánchez- Lorenzo J, Cañada M, Díaz L, Sarasúa G. Compression of the median nerve by an anomalous palmaris longus tendon: a case report. *J Hand Surg [Am].* 1996; 21:858–860
53. Butler B Jr, Bigley EC Jr. Aberrant index (first) lumbrical tendinous origin associated with carpal tunnel syndrome. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53:160–162
54. Smith RJ. Anomalous muscle belly of the flexor digitorum superficialis causing carpal tunnel syndrome. Report of a case. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53:1215–1216
55. Dyreby JR, Engber WD. Palmaris profundus--rare anomalous muscle. *J Hand Surg [Am].* 1982;7:513–514.
56. Fatah MF. Palmaris profundus of Frohse and Fränkel in association with carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Br].* 1984;9:142–144.
57. Floyd T, Burger RS, Sciaroni CA. Bilateral palmaris profundus causing bilateral carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Am].* 1990;15:364–366.
58. Gwynne-Jones DP, Penny ID, Sewell SA, Hughes TH. Basal thumb metacarpal osteotomy for trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2006; 14:58–63
59. Lindley SG, Kleinert JM. Prevalence of anatomic variations encountered in elective carpal tunnel release. *J Hand Surg.* 2003;28:849–855
60. Bianchi S., Martinowi C.: *Ultrasonografia układu mięśniowo-szkieletowego*, Medipage, Warszawa 2009.

61. Nowak M., Jethon J.: Zespół kanału nadgarstka–przeгляд literatury i doświadczenia własne. *Post Nauk Med.* 2009;9:665-672
62. Shen ZL., Li ZM. Biomechanical interaction between the transverse carpal ligament and the thenar muscles. *J Appl Physiol.* 2013;114:225–229.
63. Drake R., Vogl AW., Mitchell AWM. *Gray Anatomia. Podręcznik dla studentów.* Edra Urban&Partner. Wrocław 2016, wyd.3.
64. Baldoni CG. *Anatomia umana.* Edi.Ermes. Milano, 2018
65. Marquardt TL, Gabra JN, Evans PJ, Seitz Jr. WH, Li ZM. Thickness and stiffness adaptations of the transverse carpal ligament associated with carpal tunnel syndrome. *J. Musculoskeletal Res.* 2016;19(04),1650019
66. Miyamoto H., Miura T., Morizaki Y., Uehara K. Ohe T., Tanaka S. Comparative study on the stiffness of transverse carpal ligament between normal subjects and carpal tunnel syndrome patients. *Hand Surg.* 2013;18(2):209-214
67. Yamagami T., Higashi K., Handa H., Minouchi K., Fujii M., Nishihara K., Kaji R. Carpal tunnel syndrome: clinical experience of 61 cases. *No shinkei geka. Neurol. Surg.* 1994;22(7), 617-620
68. John V, Nau HE, Nahser HC, Reinhardt V, Venjakob K. CT of carpal tunnel syndrome. *AJNR Am J Neuroradiol* 1983;4:770–772
69. Ferrari FS, Della Sala L, Cozza S, Guazzi G, Belcapo L, Mariottini A, Bolognini A, Stefani P. High-resolution ultrasonography in the study of carpal tunnel syndrome. *Radiol Med (Torino)* 1997;93: 336–341
70. Horch RE, Allmann KH, Laubenberger J, Langer M, Stark GB. Median nerve compression can be detected by magnetic resonance imaging of the carpal tunnel. *Neurosurgery*, 1997;41:76-82
71. Buchberger W, Schon G, Strasser K, Jungwirth W. High-resolution ultrasonography of the carpal tunnel. *J Ultrasound Med.* 1991;10(10):531–537
72. Kapuścińska K., Urbanik A. High-frequency ultrasound in carpal tunnel syndrome: assesment of patient eligibility for surgical treatment. *Journal of Ultrasonography* 2015;15:283-291
73. Nathan PA, Srinivasan H., Doyle LS, Meadows KD. Location of impaired ensory conduction of the median nerve in carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg.: Br. Eur.* 1990;15(1):89-92

74. Hough AD, Moore A, Jones MP. Reduced longitudinal excursion of the median nerve in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 569-76
75. Green DP. Diagnostic and therapeutic value of carpal tunnel injection. *J Hand Surg Am* 1984;9(6):850–854
76. Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part I: effectiveness of nonsurgical treatments—a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(7):981–1004.
77. Yesildag A, Kutluhan S, Sengul N, Koyuncuoglu HR, Oyar O, Guler K, et al. The role of ultrasonographic measurements of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Clin Radiol* 2004; 59(10):910–915.
78. Wong SM, Griffith JF, Hui AC, Lo SK, Fu M, Wong KS. Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography. *Radiology* 2004; 232(1):93–99.
79. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173(3):681–684
80. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A, Mitra A, Conaway D. Carpal tunnel: MR imaging. Part II. Carpal tunnel syndrome. *Radiology*. 1989; 171(3):749–754
81. Ratnaparkhi R, Xiu K, Guo X, Li ZM. Changes in carpal tunnel compliance with incremental flexor retinaculum release. *J Orthop Surg Res*. 2016 Apr 13;11:43
82. Xiu KH, Kim JH, Li ZM. Biomechanics of the transverse carpal arch under carpal bone loading. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010; 25(8):776–780.
83. Holmes MW, Howarth SJ, Callaghan JP, Keir PJ. Biomechanical properties of the transverse carpal ligament under biaxial strain. *J Orthop Res*. 2012; 30(5):757–763
84. Brett AW, Oliver ML, Agur AM, Edwards AM, Gordon KD. Quantification of the transverse carpal ligament elastic properties by sex and region. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014; 29(6):601–606
85. Mhanna C, Marquardt TL, Li ZM. Adaptation of the Transverse Carpal Ligament Associated with Repetitive Hand Use in Pianists. *PLoS One*. 2016; 11(3):e0150174
86. Cobb TK, Dalley BK, Posteraro RH, Lewis RC. Anatomy of the flexor retinaculum. *J Hand Surg Am*. 1993; 18(1):91–99
87. Kung J, Budoff JE, Wei ML, Gharbaoui I, Luo ZP. The origins of the thenar and hypothenar muscles. *J Hand Surg Br*. 2005; 30(5):475–476

88. Moore JS. Biomechanical models for the pathogenesis of specific distal upper extremity disorders. *Am J Ind Med.* 2002;41(5):353–369
89. Richman JA, Gelberman RH, Rydevik BL, Hajek PC, Braun RM, Gylys-Morin VM, Berthoty D. Carpal tunnel syndrome: morphologic changes after release of the transverse carpal ligament. *J Hand Surg Am.* 1989;14(5):852–857
90. Sucher BM. Carpal tunnel syndrome: ultrasonographic imaging and pathologic mechanisms of median nerve compression. *J Am Osteopath Assoc.* 2009;109(12):641–647
91. Merhar GL, Clark RA, Schneider HJ, Stern PJ. High-resolution computed tomography of the wrist in patients with carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 1986;15(7):549–552
92. Marquardt TL, Gabra JN, Li ZM. Morphological and positional changes of the carpal arch and median nerve during wrist compression. *Clin. Biomech.* 2015;30(3):248-253
93. Yao Y, Erdemir A, Li ZM. Finite element analysis for transverse carpal ligament tensile strain and carpal arch area. *Journal of Biomechanics* 2018;73:210-216
94. Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hergens AR, Lundborg GN, Akeson WH. The carpal tunnel syndrome. A study of carpal canal pressures. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1981;63(3):380-383
95. Luchetti R, Schoenhuber R, Nathan P. Correlation of segmental carpal tunnel pressures with changes in hand and wrist positions in patients with carpal tunnel syndrome and controls. *J. Hand Surg. Br. Eur.* 1998;23(5):598-602
96. Li ZM, Masters TL, Mondello TA. 2011. Area and shape changes of the carpal tunnel in response to tunnel pressure. *J. Orthop. Res.* 2011;29(12):1951-1956
97. Kim DH, Marquardt TI, Gabra JN, Shen ZL, Evans PJ, Seitz WH, Li ZM. Pressure-morphology relationship of a released carpal tunnel. *J. Orthop. Res.* 2013;31(4):616-620
98. Werthel JD, Zhao C, An KN, Amadio PC. Carpal tunnel syndrome pathophysiology: role of subsynovial connective tissue. *J Wrist Surg.* 2014; 3(4):220–226

99. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J Bone Joint Surg Am*. 1966;48(2):211–228
100. Allampallam K, Chakraborty J, Bose KK, Robinson J. Explant culture, immunofluorescence and electron-microscopic study of flexor retinaculum in carpal tunnel syndrome. *J Occup Environ Med*. 1996;38(3):264–271
101. Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve compression. *Hand Clin* 2002;18:231-41
102. Chiotis K, Dimisianos N, Rigopoulou A, Chrysanthopoulou A, Chroni E. Role of anthropometric characteristics in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2013;94:737-44
103. Luchting B, Rachinger-Adam B, Heyn J, Hinske LC, Kreth S, Azad SC. Anti-inflammatory T-cell shift in neuropathic pain. *J Neuroinflammation*. 2015 Jan 21;12:12
104. Uceyler N, Sommer C. Cytokine regulation in animal models of neuropathic pain and in human diseases. *Neurosci Lett*. 2008;437:194–198
105. Austin PJ, Moalem-Taylor G. The neuro-immune balance in neuropathic pain: involvement of inflammatory immune cells, immune-like glial cells and cytokines. *J Neuroimmunol* 2010;229:26–50
106. Lees JG, Fivelman B, Duffy SS, Makker PG, Perera CJ, Moalem-Taylor G. Cytokines in Neuropathic Pain and Associated Depression. *Mod Trends Pharmacopsychiatry*. 2015;30:51-66
107. Moalem-Taylor G, Baharuddin B, Bennet B, Krishnan AV, Huynh W, Kiernan MC, Shin-Yi Lin C, Shulruf B, Keoshkerian E, Cameron B, Lloyd A. Immune dysregulation in patients with carpal tunnel syndrome. *Scientific Reports* 2017;7:8212
108. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *Open Orthop J*. 2012;6:69-76.
109. Stevens JC, Smith BE, Weaver AL, Bosch EP, Deen HG Jr, Wilkens JA. Symptoms of 100 patients with electromyographically verified carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 1999;22:1448-56.
110. LeBlanc KE, Cestia W. Carpal tunnel syndrome. *Am Fam Physician*. 2011;83:952–958

111. D'Arcy CA, McGee S. Therationalclinicalalexamination.Doesthis patient have carpal tunnel syndrome? JAMA. 2000;283:3110–3117
112. Simmons BP and Bosch JP. Hands: strategies for strong, pain-free hands. Boston, MA: Harvard Health Publications, 2006
113. Hegmann KT, Merryweather A, Thiese MS, Kendall R, Garg A, Kapellusch J, Foster J, Drury D, Wood EM, Melhorn JM. Median Nerve Symptoms, Signs, and Electrodiagnostic Abnormalities Among Working Adults. J Am Acad Orthop Surg 2018;26: 576-584
114. Kummel BM, Zazanis GA. Shoulder pain as the presenting complaint in carpal tunnel syndrome. Clin Orthop. 1973;92:227-230.
115. Cherington M. Proximal pain in carpal tunnel syndrome. Arch Surg. 1974;108(1):69
116. American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement. Muscle Nerve 2002;25:918-922
117. Fernandez-de-las-Penas C., Madeleine P., Martinez-Perez A., Arendt-Nielsen L., Jimenez-Garcia R., Pareja JA. Pressure pain sensitivity topographical maps reveal bilateral hyperalgesia of the hands in patients with unilateral carpal tunnel syndrome. Arthritis Care Res 2010;62(8):1055–1064
118. Pogorzelski R, Kułakowska A, Halicka D, Drozdowski W. Neurological and emotional profile of carpal tunnel syndrome patients. Przegl Lek. 2011;68:269-273.
119. Zyluk A, Kosovets L. An assessment of the sympathetic function within the hand in patients with carpal tunnel syndrome. J Hand Surg Eur. 2010; 35(5):402–408
120. Wipperman J, Goerl K. Carpal tunnel syndrome: diagnosis and management. Am Fam Physician 2016;94:993–999
121. Werner RA, Andary M. AANEM monograph: Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve. 2011;44:597–607.
122. Homan MM, Franzblau A, Werner RA, Albers JW, Armstrong TJ, Bromberg MB. Agreement between symptom surveys, physical examination findings and electrodiagnostic testing for carpal tunnel syndrome. Scand J Work Environ Health 1999;25:115–124

123. Shan RL, Nicolle M, Chan M, Ashworth N, White C, Winston P. Electrodiagnostic testing and treatment for carpal tunnel syndrome in Canada. *Can J Neurol Sci.* 2016;43:178–182
124. Rempel D, Evanoff B, Amadio PC, de Krom M, Franklin G, Franzblau A, Gray R, Gerr F, Hagberg M, Hales T, Katz JN, Pransky G. Consensus criteria for the classification of carpal tunnel syndrome in epidemiologic studies. *Am J Public Health.* 1998 Oct;88(10):1447-51
125. Chang MH, Liu LH, Lee YC, Wei SJ, Chiang HL, Hsieh PF. Comparison of sensitivity of transcarpal median motor conduction velocity and conventional conduction techniques in electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol.* 2006;117:984-91.
126. Keith MW, Masear V, Chung K, Maupin K, Andary M, Amadio PC, et al. Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17:389-96.
127. Kohara N. Clinical and Electrophysiological Findings in Carpal Tunnel Syndrome. *Brain Nerve.* 2007;59:1229-38.
128. Sandin KJ, Asch SM, Jablecki CK, Kilmer DD, Nuckols TK; Carpal Tunnel Quality Group. Clinical quality measures for electrodiagnosis in suspected carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2010;41:444-52.
129. Demirci S, Sonel B. Comparison of sensory conduction techniques in the diagnosis of mild idiopathic carpal tunnel syndrome: which finger, which test? *Rheumatol Int.* 2004;24:217-20.
130. Jablecki CK, Andary MT, So YT, Wilkins DE, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. *Muscle Nerve.* 1993;16:1392-414.
131. Simovic D, Weinberg DH. The median nerve terminal latency index in carpal tunnel syndrome: a clinical case selection study. *Muscle Nerve.* 1999;22:573-7.
132. De Lean J. Transcarpal median sensory conduction: detection of latent abnormalities in mild carpal tunnel syndrome. *Can J Neurol Sci.* 1988;15:388-93
133. Witt JC, Hentz JG, Stevens JC. Carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies. *Muscle Nerve.* 2004; 29:515-522

134. Boocock MG, Collier J, McNair PJ, Simmonds M, Larmer PJ, Armstrong B. A framework for the classification and diagnosis of work related upper extremity conditions: systematic review. *J Semarthrit*, 2009; 38: 296–311.
135. Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften: Leitlinie: Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms. Version 11/2006, www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/005-003m.ht
136. Pardini Júnior A, Freitas A, Tavares K. Antebraço. In: Hebert S, Barros Filho T, Xavier R, Pardini Júnior A, editores. *Ortopedia e traumatologia – princípios e prática*. Porto Alegre: Editora Artmed; 2009:231-253
137. Burnham R., Playfair L., Loh E et al. 2017. Evaluation of the effectiveness and safety of ultrasound-guided percutaneous carpal tunnel release: a cadaveric study. *Am J Phys Med. Rehabil* 2017;96:457-63
138. Chern TC., Jou IM., Chen WC et al. 2009. An ultrasonographic and anatomical study of carpal tunnel with special emphasis on the safe zones in percutaneous release. *J Hand Surg Eur Vol* 2009;34:66-71
139. Chern TC., Kuo LC., Shao CJ et al. Ultrasonographically guided percutaneous carpal tunnel release: early clinical experiences and outcomes. 2015. *Arthroscopy* 2015;18:00534
140. Chern TC., Wu KC., Huang LQ et al. 2014. A cadaveric and preliminary clinical study of ultrasonographically assisted percutaneous carpal tunnel release. *Ultrasound Med. Biol* 2014;40:1819-26
141. Nakamichi KI., Tachibana S. 1998. Distance between the median nerve and ulnar neurovascular bundle: clinical significance with ultrasonographically assisted carpal tunnel release. *J Hand Surg [Am]* 1998;23:870-4
142. Nakamichi K., Tachibana S. 1997. Ultrasonographically assisted carpal tunnel release. *J Hand Surg [Am]* 1997;22:853-62
143. Nakamichi KI., Tachibana S., Yamamoto S. et al. 2010. Percutaneous carpal tunnel release compared with mini-open release using ultrasonographic guidance for both techniques. *J Hand Surg [Am]* 2010;35:437-45
144. Seror P. Sonography and electrodiagnosis in carpal tunnel syndrome diagnosis, an analysis of the literature. *Eur J Radiol.* 2008;67(1):146-52

145. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? *Rheumatology*. 2004; 43: 887-895
146. Therimadasamy A, Peng YP, Putti TC, Wilder-Smith EP. Carpal tunnel syndrome caused by gouty tophus of the flexor tendons of the fingers: sonographic features. *J Clin Ultrasound*. 2011; 39: 463-465
147. Yü TF, Gutman AB. Principles of current management of primary gout. *Am J Med Sci*. 1967; 254: 893-907
148. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of carpal tunnel syndrome evidence base clinical practice guideline. Feb 29-2016. Available at https://www.aaos.org/uploadedFiles/PreProduction/Quality/Guidelines_and_Reviews/guidelines/CTS%20CPG_2.29.16.pdf.
149. Huisstede BM, Friden J, Coert JH, Hoogvliet P. Carpal tunnel syndrome: hand surgeons, hand therapists, and physical medicine and rehabilitation physicians agree on a multidisciplinary treatment guideline-results from the European HANDGUIDE Study. *Arch Phys Med. Rehabil*. 2014;95:2253-2263
150. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurolog*. 1993;43:2406–2409
151. New York State Worker’s Compensaton Board. New York Carpal Tunnel Syndrome Medical Treatment Guidelines. Jan 14-2013. Available at <http://www/wcb.ny.gov/content/main/hcpp/MedicalTreatmentGuidelines/CarpalTunnelMTG2012.pdf>
152. Amadio PC. The first carpal tunnel release? *J Hand Surg Br*. 1995;20:40-41.
153. Cullen KA, Hall MJ, Golosinskiy A. Ambulatory surgery in the United States. *Natl Health Stat Rep*. 2009;28:1-25
154. Kim PT, Lee HJ, Kim TG, Jeon IH. Current approaches for carpal tunnel syndrome. *Clin Orthop Surg*. 2014 Sep;6(3):253-7
155. Rojo-Manaute JM, Capa-Grasa A, Chana-Rodríguez F, Perez-Mañanes R, Rodriguez-Maruri G, Sanz-Ruiz P, Muñoz-Ledesma J, Aburto-Bernardo M, Esparragoza-Cabrera L, Cerro-Gutiérrez MD, Vaquero-Martín J. Ultra-Minimally

Invasive Ultrasound-Guided Carpal Tunnel Release: A Randomized Clinical Trial. *J Ultrasound Med.* 2016 Jun;35(6):1149-57

156. Keith MW, Masear V, Amadio PC, Andary M, Barth RW, Graham B, Chung K, Maupin K, Watters WC 3rd, Haralson RH 3rd, Turkelson CM, Wies JL, McGowan R. Treatment of carpal tunnel syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009 Jun;17(6):397-405

157. Thomsen NOB, Cederlund R, Rosén I, Björk J, Dahlin LB. Patients with carpal tunnel syndrome: prospective follow-up with matched controls. *J Hand Surg.* 2009;34A:1177-1187

158. Okutsu I, Ninomiya S, Takatori Y, Ugawa Y. Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy Association of North America.* 1989;5(1):11-18

159. Kato T, Kuroshima N, Okutsu I, Ninomiya S. Effects of endoscopic release of the transverse carpal ligament on carpal canal volume. *J Hand Surg.* 1994;19A:416-419

160. El-Karabaty H, Hetzel A, Galla TJ, Horch RE, Lucking CH, Glocker FX. The effect of carpal tunnel release on median nerve flattening and nerve conduction. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2005(Jun);45(4):225-7

161. Momose T, Uchiyama S, Kobayashi S, Nakagawa H, Kato H. Structural changes of the carpal tunnel, median nerve and flexor tendons in MRI before and after endoscopic carpal tunnel release. *Hand Surgery.* 2014;19(2):193-198

162. Smidt MH, Visser LH. Carpal tunnel syndrome: clinical and sonographic follow-up after surgery. *Muscle Nerve.* 2008;38(2):987–991.

163. Mondelli M, Filippou G, Aretini A, Frediani B, Reale F. Ultrasonography before and after surgery in carpal tunnel syndrome and relationship with clinical and electrophysiological findings. A new outcome predictor? *Scand J Rheumatol.* 2008;37(3):219–224.

164. Colak A, Kutlay M, Pekkaşali Z, Saracoglu M, Demircan N, Simsek H, et al. Use of sonography in carpal tunnel syndrome surgery. A prospective study. *Neurol Med Chir.* 2007;47(3):109–115; discussion 115.

165. Abicalaf CA, de Barros N, Sernik RA, Pimentel BF, Braga-Baiak A, Braga L, et al. Ultrasound evaluation of patients with carpal tunnel syndrome before and after endoscopic release of the transverse carpal ligament. *Clin Radiol.* 2007;62(9):891–894; discussion 895–896

166. Jones NF, Ahn HC, Eo S. Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release. *Plast Reconstr Surg.* 2012;129:683-92
167. Beck JD, Brothers JG, Maloney PJ, Deegan JH, Tang X, Klena JC. Predicting the outcome of revision carpal tunnel release. *J Hand Surg Am.* 2012 Feb;37(2):282-7
168. Tollestrup T, Berg C, Netscher D. Management of distal traumatic median nerve painful neuromas and of recurrent carpal tunnel syndrome: hypothenar fat pad flap. *J Hand Surg Am.* 2010;35:1010-4
169. Djerbi I, Cesar M, Lenoir H, et al. Revision surgery for recurrent and persistent carpal tunnel syndrome: clinical results and factors affecting outcomes. *Chir Main.* 2015;34: 312-7
170. Turner A, Kimble F, Gulyás K, Ball J. Can the outcome of open carpal tunnel release be predicted?: a review of the literature. *ANZ J Surg.* 2010 Jan;80(1-2):50-4
171. Verdugo RJ, Salinas RA, Castillo JL, Cea JG. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 Oct 8;2008(4):CD001552
172. Armağan O, Bakilan F, Ozgen M, Mehmetoglu O, Oner S. Effects of placebo-controlled continuous and pulsed ultrasound treatments on carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *Clinics (Sao Paulo).* 2014;69:524–528
173. Manente G, Torrieri F, Di blasio F, Staniscia T, Romano F, Uncini A. An innovative hand brace for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Muscle Nerve.* 2001;24:1020–1025.
174. De Angelis MV, Pierfelice F, Di Giovanni P, Staniscia T, Uncini A. Efficacy of a soft hand brace and a wrist splint for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled study. *Acta Neurol Scand.* 2009;119: 68–74
175. Ordahan B., Karahan AY. Efficacy of parafin wax bath for carpal tunnel syndrome: a randomized comparative study. *Int J Biometeorol.* 2017;61:2175-2181
176. Golriz B, Bani MA, Arazpour M, Bahramizadeh M, Curran S, Madani SP, Hutchins SW. Comparison of the efficacy of a neutral wrist splint and wrist splint incorporating a lumbrical unit for the treatment of patients with carpal tunnel syndrome. *Prosthetics and Orthotics International.* 2016;40(5):617-623

177. Weng C, Dong H, Chu H, Lu Z. Clinical and electrophysiological evaluation of neutral wrist nocturnal splinting in patients with carpal tunnel syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2016 Aug;28(8):2274-8
178. Akalin E, El O, Peker O, Senocak O, Tamci S, Gülbahar S, Cakmur R, Oncel S. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Feb;81(2):108-13
179. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE, Bertolini C, Tonali P, Maggi L. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil.* 2007;21:299–314
180. Al-Muhanna NA, Shamsi S. Different splinting time for carpal tunnel syndrome in women: comparative study. *Journal of nursing and health science (IOSR-JNHS).* 2015;4(2):01-11
181. Hamoda RE, Osman DA, Hamada HA, Radwan R, Yousef AM, Samea GAA, Gharib HO. Effect of myofascial release on electrophysiological and clinical measures of pregnant women with carpal tunnel syndrome. *Physiotherapy Quarterly.* 2019;27(1):18-24
182. Wang JC, Lin KP, Liao KK, Chang YC, Wang KA, Huang YF, Chiu JW. Sonographic median nerve change after steroid injection for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2018;58:402-406
183. Hagebeuk EE, de Weerd AW. Clinical and electrophysiological follow-up after local steroid injection in the carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol.* 2004;115(6):1464–1468
184. Armstrong T, Devor W, Borschel L, Contreras R. Intracarpal steroid injection is safe and effective for short-term management of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2004;29:82–88
185. Dammers JW, Veering MM, Vermeulen M. Injection with methylprednisolone proximal to the carpal tunnel: randomised double blind trial. *BMJ.* 1999;319:884–886.
186. Wolny T., Linek P. Neurodynamic techniques versus „sham” therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized placebo-controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2018;99:843-854
187. Wolny T, Saulicz E, Linek P, Shacklock M, Myśliwiec A. Efficacy of Manual Therapy Including Neurodynamic Techniques for the Treatment of Carpal Tunnel

Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2017 May;40(4):263-272

188. Oskouei A, Talebi GH, Shakouri SK, Ghabili K. Effects of neuromobilization maneuver on clinical and electrophysiological measures of patients with carpal tunnel syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26: 1017-22

189. Talebi GA, Saadat P, Javadian Y, et al. Manual therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome in diabetic patients: A randomized clinical trial. *Caspian J Intern Med.* 2018; 9(3): 283-289

190. Horng YS, Hsieh SF, Tu YK, Lin MC, Horng YS, Wang JD. The comparative effectiveness of tendon and nerve gliding exercises in patients with carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011 Jun;90(6):435-42

191. Hamzeh H, Madi M, Alghwiri AA, Hawamdeh Z. The long-term effect of neurodynamics vs exercise therapy on pain and function in people with carpal tunnel syndrome: A randomized parallel-group clinical trial. *J Hand Ther.* 2021 Oct-Dec;34(4):521-530

192. Vikranth GR, Vinod Kumar KC, Mathias L. Comparative effect of carpal bone mobilization versus neural mobilization in improving pain, functional status and symptoms severity in patients with carpal tunnel syndrome. *Int J Physiother.* 2015;2(3):524-530

193. Moraes DF., Gasparini ALP., Grecco MAS., Almeida NHN., Mainardi TC., Fernandes LFRM. 2016. Carpal tunnel syndrome: mobilization and segmental stabilization. *Fisioter. Mov.* 2016 July/Sept;29(3):569-79

194. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, Vincent KR, George SZ. A randomized sham-controlled trial of a neurodynamic technique in the treatment of carpal tunnel syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Oct;39(10):709-23

195. Yıldırım P, Dilek B, Şahin E, Gülbahar S, Kızıl R. Ultrasonographic and clinical evaluation of additional contribution of kinesiotaping to tendon and nerve gliding exercises in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Turk J Med Sci.* 2018 Oct 31;48(5):925-932

196. De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Ambite-Quesada S, Gil-Crujera A, Puenteadura EJ, Valenza MC, Fernández-de-las-Peñas C. Response of pain intensity to

- soft tissue mobilization and neurodynamic technique: a series of 18 patients with chronic carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012 Jul;35(6):420-7
197. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther.* 2000 Nov;5(4):214-22
198. Mohamed FI, Hassan AA, Abdel-Magied RA, Wageh RN. Manual therapy intervention in the treatment of patients with carpal tunnel syndrome: median nerve mobilization versus medical treatment. *Egypt Rheumatol Rehabil.* 2016;43, 27–34.
199. Seok H, Kim SH. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy vs. local steroid injection for management of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92:327–34.
200. Vahdatpour B, Kiyani A, Dehghan F. Effect of extracorporeal shock wave therapy on the treatment of patients with carpal tunnel syndrome. *Adv Biomed Res.* 2016;29:120.
201. Ke MJ, Chen LC, Chou YC, et al. The dose-dependent efficiency of radial shock wave therapy for patients with carpal tunnel syndrome: a prospective, randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Sci Rep* 2016;6:38344
202. Sucher BM. Myofascial manipulative release of carpal tunnel syndrome: documentation with magnetic resonance imaging. *J Am Osteopath Assoc.* 1993;93:1273–1278
203. Pintucci M., Imamura M., Thibaut A., de Exel Nunes LM., Mayumi Nagato M., Kaziyama HH., Tomikawa Imamura S., Stecco A., Fregni F., Rizzo Battistella L. 2017. Evaluation of fascial manipulation in carpal tunnel syndrome: a pilot randomized clinical trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2017 August;53(4):630-1
204. Pratelli E, Pintucci M, Cultrera P, Baldini E, Stecco A, Petrocelli A, Pasquetti P. Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: comparison between laser therapy and Fascial Manipulation(®). *J Bodyw Mov Ther.* 2015 Jan;19(1):113-8
205. Kannabiran B, Shanmugam N. Fascial manipulation in the management of carpal tunnel syndrome. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2018;22(4):862

206. Shen K, Wong J, Dirlikov B. Effective self-stretching of carpal ligament for the treatment of carpal tunnel syndrome: A double-blinded randomized controlled study. *J Hand Ther.* 2020 Jul-Sep;33(3):272-280
207. Burke J, Buchberger DJ, Carey-Loghmani MT, Dougherty PE, Greco DS, Dishman JD. A pilot study comparing two manual therapy interventions for carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30(1):50–61
208. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(6):551-7
209. Elwakil TF, Elazzazi A, Shokeir H. Treatment of carpal tunnel syndrome by low-level laser versus open carpal tunnel release. *Lasers Med Sci.* 2007;22(4):265-70
210. Irvine J, Chong SL, Amirjani N, Chan KM. Double-blind randomized controlled trial of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2004;30(2):182-7
211. Weintraub MI. Noninvasive laser neurolysis in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1997;20:1029–1031
212. de Pinho Marcelo Teixeira Alves M, de Araújo G. Low-level laser therapy after carpal tunnel release. *Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia.* 2011;46(6):697-701
213. Chang YW, Hsieh SF, Horng YS, Chen HL, Lee KC, Horng YS. Comparative effectiveness of ultrasound and paraffin therapy in patients with carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Nov 26;15:399
214. Bakhtiary AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Aust J Physiother.* 2004;50(3):147-51
215. Saeed FU, Hanif S, Aasim M. The effects of laser and ultrasound therapy on carpal tunnel syndrome. *Pakistan J Med Heal Sci.* 2012;6:238-241
216. O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;2003(1):CD003219
217. Muller M., Tsui D., Schnurr R., Biddulph-Deisroth L., Hard J., MacDermid JC. Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Journal of Hand Therapy.* 2004;17:210-228.

218. Ebenbichler GR., Resch KL., Nicolakis P., Wiesinger GF, Uhl F., Ghanem AH, Fialka V. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *Bmj*. 1998;316:731-735
219. Gerritsen AA., de Krom MC., Struijs MA., Scholten RJ., de Vet HC., Bouter LM. Conservative treatment options for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomised controlled trials. *Journal of neurology*. 2002;249:272-280
220. Oztas O, Turan B, Bora I, Karakaya MK. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998; 79: 1540-4
221. Baute V, Keskinyan VS, Sweeney ER, Bowden KD, Gordon A, Hutchens J, Cartwright MS. A randomized, controlled trial of magnetic therapy for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2018;58: 310–313
222. Colbert AP, Markov MS, Carlson N, Gregory WL, Carlson H, Elmer PJ. Static magnetic field therapy for carpal tunnel syndrome: a feasibility study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91:1098–1104.
223. Weintraub MI, Cole SP. Neuromagnetic treatment of pain in refractory carpal tunnel syndrome: an electrophysiological and placebo analysis. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2000;15:77–81
224. Weintraub MI, Cole SP. A randomized controlled trial of the effects of a combination of static and dynamic magnetic fields on carpal tunnel syndrome. *Pain Med*. 2008;9:493–504.
225. Carter R, Aspy CB, Mold J. The effectiveness of magnet therapy for treatment of wrist pain attributed to carpal tunnel syndrome. *J Fam Pract*. 2002;51:38–40.
226. Bongi SM, Signorini M, Bassetti M, Del Rosso A, Orlandi M, De Scisciolo G. A manual therapy intervention improves symptoms in patients with carpal tunnel syndrome: a pilot study. *Rheumatol Int*. 2013;33:1233–1241
227. Hains G, Descarreaux M, Lamy AM, Hains F. A randomized controlled (intervention) trial of ischemic compression therapy for chronic carpal tunnel syndrome. *J Can Chiropr Assoc*. 2010 Sep;54(3):155-63
228. Siu G, Jaffe JD, Rafique M, Weinik MM. Osteopathic manipulative medicine for carpal tunnel syndrome. *J Am Osteopath Assoc*. 2012 Mar;112(3):127-39
229. Fernández-de-Las-Peñas C, Cleland J, Palacios-Ceña M, Fuensalida-Novo S, Pareja JA, Alonso-Blanco C. The Effectiveness of Manual Therapy Versus Surgery on

Self-reported Function, Cervical Range of Motion, and Pinch Grip Force in Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017 Mar;47(3):151-161

230. Sucher BM, Hinrichs RN. Manipulative treatment of carpal tunnel syndrome: biomechanical and osteopathic intervention to increase the length of the transverse carpal ligament. *J Am Osteopath Assoc.* 1998;98:679–686

231. George JW, Tepe R, Busold D, Keuss S, Prather H, Skaggs CD. The effects of active release technique on carpal tunnel patients: a pilot study. *J Chiropr Med.* 2006;5(4):119-22

232. Dinarvand V, Abdollahi I, Raeissadat SA, Mohseni Bandpei MA, Babae M, Talimkhani A. The Effect of Scaphoid and Hamate Mobilization on Treatment of Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Anesth Pain Med.* 2017 Oct 23;7(5):e14621

233. Günay BC, Alp A. The effectiveness of carpal bone mobilization accompanied by night splinting in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Turk J Phys Med Rehab.* 2015;61:45-50

234. Langevin HM, Churchill DL, Fox JR, Badger GJ, Garra BS, Krag MH. Biomechanical response to acupuncture needling in humans. *J. Appl. Physiology.* 2001;91(6), 2471-2478

235. Gascon-Garcia J., Bagur-Calafat C., Girabent-Farres M., Balius R. Validation of the range of dry needling with the fascial Winding technique in the carpal tunnel using ultrasound. 2018. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 22(2018) 348-353

236. Kalichman L, Vered E, Volchek L. Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesiotaping: a pilot study. *ArchPhys Med Rehabil.* 2010;91:1137–1139

237. Park YD, Park YJ, Park SS, Lee HL, Moon HH, Kim MK. Effects of taping therapy for carpal space expansion on electrophysiological change in patients with carpal tunnel syndrome. *J Exerc Rehabil.* 2017;13(3):359–362

238. Öncü J, İlişer R, Yılmaz FK, Kuran B. Efficacy of Kinesiotaping on Symptoms, Hand Functions, and Hand Grip Strength in Carpal Tunnel Syndrome: A Single-Blind and Randomized Controlled Study. *Turk J Phys Med Rehab* 2014;60(1):43–51

239. Seradge H, Jia YC, Owens W. In vivo measurement of carpal tunnel pressure in the functioning hand. *J Hand Surg.* 1995;20:855-9

240. Butler D. Mobilization of the nervous system. Melbourne: Churchill Livingstone; 1991
241. Scholten RJ, de Krom MC, Bertelsmann FW, Bouter LM. Variation in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 1997 Oct;20(10):1334-5
242. Halac G, Demir S, Yucel H, Niftaliyev E, Kocaman G, Duruyen H (2015) Splinting is effective for night-only symptomatic carpal tunnel syndrome patients. *J Phys Ther Sci*. 27:993–996
243. Weiss ND, Gordon L, Bloom T, So Y, Rempel DM. Position of the wrist associated with the lowest carpal-tunnel pressure: implications for splint design. *J Bone Joint Surg Am*. 1995 Nov;77(11):1695-9
244. S Johnson. *Carpal Tunnel Syndrome With Nerve & Tendon Gliding Exercises*. 2013
245. Walker WC, Metzler M, Cifu DX, Swartz Z. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81: 424–429
246. Yagcı I, Elmas O, Akcan E, Ustun I, Gunduz OH, Guven Z. Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol*. 2009;28: 1059–1065
247. Brininger TL, Rogers JC, Holm MB, Baker NA, Li ZM, Goitz RJ. Efficacy of a fabricated customized splint and tendon and nerve gliding exercises for the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Nov;88(11):1429-35
248. von Schroeder HP., Botte MJ. The dorsal aponeurosis, intrinsic, hypothenar and thenar musculature of the hand. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;383:97-107
249. Evans R. The source of our strenght. *J Hand Ther*. 1997;10:17
250. Cobb T, An KN, Cooney WP. Effect of the lumbrical muscle incursion within the carpal tunnel on carpal tunnel pressure: a cadaveric study. *J Hand Surg Am*. 1995;20:186-92
251. Cartwright MS, White DL, Demar S, Wiesler ER, Sarlikiotis T, Chloros GD, et al. Median nerve changes following steroid injection for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2011;44(1):25–29

252. Karadas O, Omac OK, Tok F, Ozgul A, Odabasi Z. Effects of steroid with repetitive procaine HCl injection in the management of carpal tunnel syndrome: an ultrasonographic study. *J Neurol Sci.* 2012; 316(1–2):76–78
253. Lee JY, Park Y, Park KD, Lee JK, Lim OK. Effectiveness of ultrasound-guided carpal tunnel injection using in-plane ulnar approach: a prospective, randomized, single-blinded study. *Medicine.* 2014;93(29):e350
254. Ginanneschi F, Filippou G, Bonifazi M, Frediani B, Rossi A. Effects of local corticosteroid injection on electrical properties of ab-fibers in carpal tunnel syndrome. *J Mol Neurosci.* 2014;52(4):525–530.
255. Lee YS, Choi E. Ultrasonographic changes after steroid injection in carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 2017;46(11):1521–1530
256. Alam M, Khan M., Ahmed SI, Ali SS. Effectiveness of neural mobilization and ultrasound therapy on pain severity in carpal tunnel syndrome. *Biomedical Research and Therapy.* 2018;5(4):2187-2193
257. Rozmaryn LM, Dovel S, Rothman ER, Gorman K, Olvey KM, Bartko JJ. Nerve and tendon gliding exercises and the conservative management of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Therapy.* 1998;11:171-179
258. Goodyear-Smith F, Arroll B. What can family physicians offer patients with carpal tunnel syndrome other than surgery? A systematic review of nonsurgical management. *The Annals of Family Medicine.* 2004;2:267-273.
259. Endo C, Barbieri CH, Mazzer N, Fasan VS. A Laserterapia de baixa intensidade acelera a regeneração de nervos periféricos. *Acta Ortop Bras.* 2008;16(5):305-310
260. Davis PT, Hulbert JR, Kassak KM, Meyer JJ. Comparative efficacy of conservative medical and chiropractic treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 1998;21:317–326
261. Valente R, Gibson H. Chiropractic manipulation in carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 1994; 17: 246-9
262. Sucher BM. Palpatory diagnosis and manipulative management of carpal tunnel syndrome. *J Am Osteopath Assoc.* 1994;94(8):647–663
263. Bonebrake AR. A treatment for carpal tunnel syndrome: results of follow-up study. *J Manipulative Physiol Ther.* 1994;17:565–567

264. Aktürk S, Büyükavcı R, Aslan O, Ersoy Y. Comparison of splinting and Kinesio taping in the treatment of carpal tunnel syndrome: a prospective randomized study. *Clinical Rheumatology*. 2018;37:2465–2469
265. Langevin HM, Huijing PA. Communicating about fascia: history, pitfalls and recommendations. *Int. J. Ther. Massage Bodyw*. 2009;2:3-8
266. Schleip R, Jäger H, Klingler W. What is ‘fascia’? A review of different nomenclatures. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2012;16:496-502
267. Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M. *Anatoy, Fascia*. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan
268. Stecco C, Porzionato A, Macchi V, Tiengo C, Parenti A, Aldegheri R, De Caro. Histological characteristics of the deep fascia of the upper limb. *Italian J. Anat. Embryology*. 2006;111:105-110. *Archivio Italiano Di Anatomia Ed Embriologia*
269. Singer E. *Fascia of the human body and their relations to the organs they envelop*. Williams & Wilkins, Philadelphia, 1935
270. Clemente BD. *Gray’s anatomy of the human body*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1985
271. Standring S. *Gray’s anatomy, the anatomical basis of clinical practice, fortieth ed*. Elsevier Churchill Livingstone, Edinburgh, 2008
272. Stecco C, Macchi V, Porzionato A, Duparc F, De Caro R. The fascia: the forgotten structure. *Ital J Anat Embryol*. 2011;116(3):127-38
273. Findley T, Chaudhry H, Stecco A, Roman M. Fascia research – a narrative review. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2012;16:67-75
274. Schleip R. Fascial plasticity – a new neurobiological explanation: Part 1. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2003;7:11-19,
275. Yasuda I. 1964. Piezoelectric effects in collagen. *Jpn. J. Appl. Phys*. 1964;3:117
276. Chaitow L. Research in water and fascia. Micro-tornadoes, hydrogenated diamonds & nanocrystals. *Massage Today*. 2009;9:1-3
277. Benjamin M. The fascia of the limbs and back – a review. *J. Anat*. 2009;214:1-18
278. Stecco C, Gagey O, Belloni A, Pozzuoli A, Porzionato A, Macchi V, Delmas V. Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervation. *Morphologie*. 2007;91:38-43

279. Yahia LH, Rhalmi S, Newman N, Isler M. Sensory innervation of human thoracolumbar fascia: an immunohistochemical study. *Acta Orthop. Scand.* 1992;63:195-197
280. Schleip R, Klingler W, Lehmann-Horn F. Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Med Hypotheses.* 2005; 65(2):273-7
281. Hinz B. The myofibroblast: paradigm for a mechanically active cell. *J. Biomech.* 2010;43:146-155
282. Schleip R, Gabbiani G, Wilke J, Naylor I, Hinz B, Zorn A, Jäger H, Breul R, Schreiner S, Klingler W. Fascia is able to actively contract and may thereby influence musculoskeletal dynamics: A histochemical and mechanographic investigation. *Front Physiol.* 2019;10:336
283. Pavan PG, Stecco A, Stern R, Stecco C. Painful connections: densification versus fibrosis of fascia. *Curr Pain Headache Rep.* 2014; 18(8):441
284. Stecco C, Pavan P, Pachera P, De Caro R, Natali A. Investigation of the mechanical properties of the human crural fascia and their possible clinical implications. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2014;36:25-32
285. Purslow PP. The structure and functional significance of variations in the connective tissue within muscle. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2002;133(4):947-66.
286. Meijer HJ, Rijkkelikhuisen JM, Huijting PA. Myofascial force transmission between antagonistic rat lower limb muscles: effects of single muscle or muscle group lengthening. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2007;17:698-707
287. Stecco C, Porzionato A, Lancerotto L, Stecco A, Macchi V, Day JA, De Caro R. Histological study of the deep fasciae of the limbs. *J Bodyw Mov Ther.* 2008 Jul; 12(3):225-30
288. Passerieux E, Rossignol R, Letellier T, Delage JP. Physical continuity of the perimysium from myofibres to tendons: Involvement in lateral force transmission in skeletal muscle. *J Struct Biol.* 2007;159:19-28
289. Guimberteau JC, Delage JP, McGrouther DA, Wong JK. The microvacuolar system: how connective tissue sliding works. *J Hand Surg Eur.* 2010 Oct;35(8):614-22

290. Loukas M, Shoja MM, Thurston T, Jones VL, Linganna S, Tubbs RS. Anatomy and biomechanics of the vertebral aponeurosis part of the posterior layer of the thoracolumbar fascia. *Surg Radiol Anat.* 2008 Mar;30(2):125-9
291. Stecco C, Porzionato A, Macchi V, Stecco A, Vigato E, Parenti A, De Caro R. The expansions of the pectoral girdle muscles onto the brachial fascia: morphological aspects and spatial disposition. *Cells Tissues Organs.* 2008;188:320-329
292. Gerlach UJ, Lierse W. Functional construction of the superficial and deep fascia system of the lower limb in man. *Acta Anat (Basel).* 1990;139(1):11-25.
293. Hedley G. Demonstration of the integrity of human superficial fascia as an autonomous organ. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12(3):258
294. Fourie W. Fascia lata: Merely a thigh stocking, or a coordinator of complex thigh muscular activity? *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12(3):265
295. Caggiati A. Fascial relations and structure of the tributaries of the saphenous veins. *Surg Radiol Anat.* 2000; 22(3-4):191-6.
296. Stecco C, Pavan PG, Porzionato A, Macchi V, Lancerotto L, Carniel EL, Natali AN, De Caro R. Mechanics of crural fascia: from anatomy to constitutive modelling. *Surg Radiol Anat.* 2009 Aug; 31(7):523-9
297. Huijing PA, Baan GC. Extramuscular myofascial force transmission within the rat anterior tibial compartment: proximo-distal differences in muscle force. *Acta Physiol Scand.* 2001 Nov;173(3):297-311
298. Kumka M, Bonar J. Fascia: a morphological description and classification system based on a literature review. *J Can Chiropr Assoc.* 2012 Sep;56(3):179-191
299. Smeulders MJ, Kreulen M. Myofascial force transmission and tendon transfer for patients suffering from spastic paresis: a review and some new observations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007 Dec;17(6):644-56.
300. Yucesoy CA, Huijing PA. Substantial effects of epimuscular myofascial force transmission on muscular mechanics have major implications on spastic muscle and remedial surgery. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17:664-79
301. Huijing PA, Voermans NC, Baan GC, Busé TE, van Engelen BG, de Haan A. Muscle characteristics and altered myofascial force transmission in tenascin-X-deficient mice, a mouse model of Ehlers-Danlos syndrome. *J Appl Physiol (1985).* 2010 Oct;109(4):986-95

302. Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol. Rev.* 1992;72:623-666
303. Langevin HM, Stevens-Tuttle D, Fox JR, Badger GJ, Bouffard NA, Krag MH, Wu J, Henry SM. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009 Dec 10(3):151
304. Langevin HM, Sherman KJ. Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms. *Med Hypotheses.* 2007; 68(1):74-80
305. Wilke J, Macchi V, De Caro R, Stecco C. Fascia thickness, aging and flexibility: is there an association? *J. Anat.* 2019;234:43-49
306. Miller BF, Hansen M, Olesen JL, Schwarz P, Babraj JA, Smith K, Rennie MJ, Kjaer M. Tendon collagen synthesis at rest and after exercise in women. *J Appl Physiol* (1985). 2007 Feb;102(2):541-6
307. Fede C, Albertin G, Petrelli L, et al. . Hormone receptor expression in human fascial tissue. *Eur J Histochem.* 2016;60:2710
308. Hansen M, Kongsgaard M, Holm L, Skovgaard D, Magnusson SP, Qvortrup K, Larsen JO, Aagaard P, Dahl M, Serup A, Frystyk J, Flyvbjerg A, Langberg H, Kjaer M. Effect of estrogen on tendon collagen synthesis, tendon structural characteristics, and biomechanical properties in postmenopausal women. *J Appl Physiol* (1985). 2009 Apr; 106(4):1385-93
309. Kääriäinen M, Järvinen T, Järvinen M, Rantanen J, Kalimo H. Relation between myofibers and connective tissue during muscle injury repair. *Scand J Med Sci Sports.* 2000 Dec; 10(6):332-7
310. Smith LR, Lee KS, Ward SR, Chambers HG, Lieber RL. Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased in vivo sarcomere length. *J Physiol.* 2011 May 15; 589(10):2625-39
311. Bednar DA, Orr FW, Simon GT. Observations on the pathomorphology of the thoracolumbar fascia in chronic mechanical back pain: a microscopic study. *Spine* 1995;20:1161-1164
312. Hedley G. Notes on visceral adhesions as fascial pathology. *J Bodyw Mov Ther.* 2010 Jul; 14(3):255-61

313. Manheim CJ. The myofascial release manual. 4th ed. Charleston, SD:Slack Incorporated, 2008
314. Mewis J, Wagner NJ. Thixotropy. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2008;147:214e227
315. Barnes MF. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 1997;1:231e238
316. Tozzi P. Selected fascial aspects of osteopathic practice. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2012;16:503e519
317. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Man. Ther.* 2009;14:531e538
318. Melzack R. Recent concepts of pain. *J. Med.* 1981;13:147e160
319. Shacklock M. *Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment.* 1st ed. Oxford: Elsevier 2005;118-21
320. Fuss FK, Wagner TF. Biomechanical alterations in the carpal arch and hand muscles after carpal tunnel release: a further approach toward understanding the function of the flexor retinaculum and the cause of postoperative grip weakness. *Clin Anat.* 1996; 9(2):100–108
321. Vasiliadis HS, Tokis AV, Andrikoula SI, Kordalis NV, Beris AE, Xenakis T, Georgoulis AD. Microsurgical dissection of the carpal tunnel with respect to neurovascular structures at risk during endoscopic carpal tunnel release. *Arthroscopy.* 2006; 22:807-812
322. Brooks JJ, Schiller JR, Allen SD, Akelman E. Biomechanical and anatomical consequences of carpal tunnel release. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003 Oct;18(8):685-93.
323. Tengrootenhuysen M, van Riet R, Pimontel P, Bortier H, Van Glabbeek F. The role of the transverse carpal ligament in carpal stability: an in vitro study. *Acta Orthop Belg.* 2009; 75(4): 467–471
324. Kiritsis PG, Kline SC. Biomechanical changes after carpal tunnel release: a cadaveric model for comparing open, endoscopic, and step-cut lengthening techniques. *J Hand Surg Am.* 1995; 20(2): 173–180
325. Kline SC, Moore JR. The transverse carpal ligament. An important component of the digital flexor pulley system. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74(10):1478–1485

326. Li ZM, Marquardt TL, Evans PJ, Seitz WH Jr. Biomechanical role of the transverse carpal ligament in carpal tunnel compliance. *J Wrist Surg.* 2014; 3(4):227–232
327. Li ZM, Tang J, Chakan M, Kaz R. Carpal tunnel expansion by palmarly directed forces too the transverse carpal ligament. *J. Biomech. Eng.* 2009;131(8), 081011
328. Mathers B, Agur A, Oliver M, Gordon K. Biaxial quantification of deep layer transverse carpal ligament elastic properties by sex and region. *Clin. Biomech.* 2016;40:58-62
329. Gabra JN, Gordon JL, Marquardt TL, Seitz WH, Evans PJ, Li ZM. In vivo tissue interaction between the transverse carpal ligament and finger flexor tendons associated with wrist posture and tendon tension. *Medical Engineering and Physics.* 2016; 38(10):1055–1062
330. Chiarugi G. Bucciante L. Istituzioni di Anatomia dell 'uomo. Vallardi-Piccin: Padova. 1975
331. Stecco A, Macchi V, Stecco C, Porzionato A, Day JA, Delmas V, De Caro R. Anatomical study of myofascial continuity in the anterior region if the upper limb. *Human Anatomy.* 2009;13(1):P53-62
332. Gray H. Anatomia, Ed. Zanichelli, Bologna 1993
333. Schleip R, Findley TW, Chaitow L, Huijing PA. Powięź. Badanie, profilaktyka i terapia dysfunkcji sieci powięziowej. Elsevier Urban & Partner. Wrocław 2012
334. Caetano EB, Vieira LA, Almeida TA, Montero Gonzales LA, de Bona JE, Simonatto TM. Bicipital aponeurosis. Anatomical study and clinical implications. *Rev Bras Ortop.* 2018 Jan-Feb;53(1):75-81
335. Lang J. Clinical Anatomy, Thieme Medical Pub. 1991
336. Baig MA, Bordoni B. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Pectoral Muscles. [Updated 2019 Aug 4]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan
337. Kjaer M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol Rev.* 2004;84: 649–698
338. Wang JH. Mechanobiology of tendon. *J Biomech.* 2006;39:1563–1582
339. Wang JH, Thampatty BP. An introductory review of cell mechanobiology. *Biomech Model Mechanobiol.* 2006;5:1–16

340. Woo SL, Gomez MA, Woo YK, Akeson WH. Mechanical properties of tendons and ligaments. II. The relationships of immobilization and exercise on tissue remodeling. *Biorheology*. 1982;19: 397–408
341. Langevin HM. *Fascia Mobility, Proprioception, and Myofascial Pain*. Life (Basel). 2021 Jul;8;11(7):668
342. Kjaer M, Langberg H, Heinemeier K, Bayer ML, Hansen M, Holm L, Doessing S, Kongsgaard M, Krogsgaard MR, Magnusson SP. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scand J Med Sci Sports*. 2009 Aug;19(4):500-10
343. Reeves ND, Magnaris CN, Narici MV. Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *J Physiol*. 2003;548:971-81
344. Epro G, Mierau A, Doerner J, Luetkens JA, Scheef L, Kukuk GM, Boecker H, Maganaris CN, Brüggemann GP, Karamanidis K. The Achilles tendon is mechanosensitive in older adults: adaptations following 14 weeks versus 1.5 years of cyclic strain exercise. *J Exp Biol*. 2017 Mar 15;220(Pt 6):1008-1018
345. Passerieux E, Rossignol R, Chopard A., Carnino A., Marini JF., Letellier T., Delage JP. Structural organisation of the perimysium in bovine skeletal muscle: Junctional plates associated intracellular subdomains. *J Struct Biol*. 2006; 154:206-216
346. Marquardt TL, Evans PJ, Seitz WH, Li ZM. Carpal arch and median nerve changes during radioulnar wrist compression in carpal tunnel syndrome patients. *J Orthop Res*. 2016
347. Sanders RJ, Annet SJ. *Pectoralis Minor Syndrome: Subclavicular Brachial Plexus Compression*. Diagnostics (Basel). 2017 Jul 28;7(3):46
348. Piazza G, Buccellato C. Le sindromi del défilé costo-claviculaire [Costo-clavicular outlet syndrome]. *Minerva Chir*. 1992 Jun 15;47(11):1009-13
349. Guimberteau JC, Bakhach J. *Subcutaneous tissue function: the multimicrovacuolar absorbing sliding system in hand and plastic surgery*. Tissue surgery. New techniques in surgery. Springer 2006
350. Storey PA, Fakis A, Hilliam R, Bradley MJ, Lindau T, Burke FD. Levine-Katz (Boston) Questionnaire analysis: means, medians or grouped totals? *J Hand Surg Eur Vol*. 2009 Dec;34(6):810-2

351. Chammas M., Boretto J., Burmann LM., Ramos RM., Neto FC., Silva JB. Carpal tunnel syndrome – Part II (treatment). *Rev Bras Ortop.* 2014 Aug;49(5):437-45
352. Godek P, Ruciński W, Brzuszkiewicz-Kuźmicka G. Functional Thoracic Outlet Syndrome. *Adv Rehab.* 2017;3:71-86
353. Kuliński W, Mróz J, Leśniewski P, Koczorowski R. Cervical discopathy and carpal tunnel syndrome, problems in diagnostics and therapy *Adv Rehab.* 2004;4:41-4
354. Stanborough M. Towards the more effective treatment of headaches, *Direct Release Myofascial Technique.* Elsevier Limited. London, 2004.
355. Stover SA et al. 1998. Augmented soft tissue mobilization in the treatment of chronic Achilles tendinitis. A case study. *JOSPT*, 27, No.1, pp. 80, 1998
356. Rubin E., Farber JL. *Pathology.* Lippincott Co. Philadelphia, 1993
357. Martin MM. Effects of myofascial release in diffuse systemic sclerosis. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2009;13(4), 320-327
358. Myers TW. *Anatomy Trains*, second ed. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2009
359. Chaitow L, DeLany J. Neuromuscular techniques in orthopedics. *Techniques in Orthopedics.* 2003;18(1), 74-86
360. Aaron RK., Bolander ME. Physical regulation of skeletal repair. *Symposium of the American Academy of Orthopedic Surgeons.* 2005
361. Finerman GAM, Noyes FR. Biology and biomechanics of the traumatized synovial joint: the knee as a model. *American Academy of Orthopedic Surgeons, Rosemont.* 1992
362. Currier D, Nelson R. *Dynamics of human biologic tissues.* FA Davis Company, Philadelphia. 1992
363. Clark RAF. *The molecular and cellular biology of wound repair*, second ed. Plenum Press, New York. 1996
364. Cohen KI, Diegelman RF, Lindblad WJ. *Wound healing, biochemical and clinical aspects.* WB Saunders Company, Philadelphia. 1992
365. Kloth LC, McCulloch JM, Fedar JA. *Wound healing: alternatives in management.* FA Davis Company, Philadelphia. 1990
366. Findley TW, Schleip R. *Fascia research: basic science and implications for conventional and complementary health care.* Elsevier Urban & Fischer. Munich, 2007
367. Riggs A. *Masaż tkanek głębokich.* Opolgraf S.A. Opole. 2012

368. Van Deun B, Hobbelen JSM, Cagnie B. Reproducible measurements of muscle characteristics using the MyotonPRO device: Comparison between individuals with and without paratonia: *J Geriatr Phys Ther.* 2018; 41; 194-203
369. Chuang LL, Wu CY, Lin KC, Lur SY. Quantitative mechanical properties of the relaxed biceps and triceps brachii muscles in patients with subacute stroke: a reliability study of the myoton-3 myometer. *Stroke Res Treat.* 2012;2012 617694
370. Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012;55(2):e31-39
371. Liu CL, Feng YN, Zhang HQ, Li YP, Zhu Y, Zhang ZJ. Assessing the viscoelastic properties of upper trapezius muscle: Intra- and inter-tester reliability and the effect of shoulder elevation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2018 Dec;43:226-229
372. Chen G, Wu J, Chen G, Lu Y, Ren W, Xu W, Xu X, Wu Z, Guan Y, Zheng Y, Qiu B. Reliability of a portable device for quantifying tone and stiffness of quadriceps femoris and patellar tendon at different knee flexion angles. *PLoS One.* 2019 Jul 31;14(7):e0220521
373. Taş S, Arda A, Tufek MT, Dag F. MyotonPRO is a reliable and repeatable tool for measuring mechanical properties of the upper limb muscles in patients with chronic stroke. 2021;10.21203/rs.3.rs-287088/v1
374. Bizzini M, Mannion A. Reliability of a new, hand-held device for assessing skeletal muscle stiffness. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon).* 2003, 18. 459-61
375. Myoton AS. MyotonPro user manual. Tallinn, Estonia: Myoton AS; 2012
376. Shen ZL, Li ZM. Ultrasound assessment of transverse carpal ligament thickness: a validity and reliability study. *Ultrasound Med Biol.* 2012 Jun;38(6):982-8
377. Pacek CA, Chakan M, Goitz RJ, Kaufmann RA, Li ZM. Morphological analysis of the transverse carpal ligament. *Hand (N Y).* 2010 Jun;5(2):135-40
378. Trybus M, Koziej M, Belka M, Bednarek M, Banach M. The Polish version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire: Associations between patient-rated outcome measures and nerve conduction studies. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2019 Jun;72(6):924-932

379. Golicki D, Krzysiak M, Strzelczyk P. Translation and cultural adaptation of the Polish version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) and QuickDASH questionnaires. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2014 Jul-Aug;16(4):387-95
380. DASH Kwestionariusz dotyczący niepełnosprawności kończyn górnych. 2006 [Dok.elekt.]http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/public/translations/Scoring_DASH_Polish.pdf
381. Buntragulpoontawee M, Phutrit S, Tongprasert S, Wongpakaran T, Khunachiva J. Construct validity, test-retest reliability and internal consistency of the Thai version of the disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (DAST-TH) in patients with carpal tunnel syndrome. *BMC Res Notes.* 2018 Mar 27;11(1):208
382. Raven EE, Haverkamp D, Sierevelt IN, van Montfoort DO, Pöll RG, Blankevoort L, Tak PP. Construct validity and reliability of the disability of arm, shoulder and hand questionnaire for upper extremity complaints in rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 2008 Dec;35(12):2334-8
383. Atroshi I, Gummesson C, Andersson B, Dahlgren E, Johansson A. The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: Scandinavica, 2000 71:6, 613-618
384. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, Katz JN. 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
385. Sambandam SN, Priyanka P, Gul A, Ilango B. Critical analysis of outcome measures used in the assessment of carpal tunnel syndrome. *International Orthopaedics (SICOT).* 2008;32:497-504
386. de Carvalho Leite JC, Jerosch-Herold Ch, Song Fujian. A systematic review of psychometric properties of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:78
387. Stecco C, Macchi V, Lancerotto L, Tiengo C, Porzionato A, De Caro R. Comparison of transverse carpal ligament and flexor retinaculum terminology for the wrist. *J Hand Surg Am.* 2010;35:746-53

388. Lee SK, Hwang SY, An YS, Choy WS. The influence of transverse carpal ligament thickness on treatment decisions for idiopathic mild to moderate carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg.* 2020 Aug;85(2):127-134
389. Stecco C, Stern R, Porzionato A, Macchi V, Masiero S, Stecco A, De Caro R. Hyaluronan within fascia in the etiology of myofascial pain. *Surg Radiol Anat.* 2011, 33(10):891-896
390. Fede C, Pirri C, Petrelli L, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. Sensitivity of the fasciae to the endocannabinoid system: production of hyaluronan-rich vesicles and potential peripheral effects of cannabinoids in fascial tissue. *Int J Mol Sci.* 2020; 21(8):2936
391. Spicer AP, Tien JY. Hyaluronan and morphogenesis. *Birth Defects Res C Embryo Today.* 2004 Mar;72(1):89-108
392. Hinz B, Gabbiani G. Mechanisms of force generation and transmission by myofibroblasts. *Current opinion in biotechnology.* 2003; 14:538-546
393. Fede C, Petrelli L, Pirri C, Neuhuber W, Tiengo C, Biz C, De Caro R, Schleip R, Stecco C. Innervation of human superficial fascia. *Front Neuroanat.* 2022 Aug;29;16:981426
394. Wong KK, Chai HM, Chen YJ, Wang CL, Shau YW, Wang SF. Mechanical deformation of posterior thoracolumbar fascia after myofascial release in healthy men: a study dynamic ultrasound imaging. *Musculoskeletal Science and Practice.* 2017;27:124-130
395. Langevin HM, Bouffard NA, Fox JR, Palmer BM, Wu J, Iatridis JC, et al. Fibroblast cytoskeletal remodeling contributes to connective tissue tension. *Journal of Cellular Physiology.* 2011; 226:1166-1175
396. Day JA, Stecco C, Stecco A. Application of Fascial Manipulation technique in chronic shoulder pain – anatomical basis and clinical implications. *J Bodyw Mov Ther.* 2009 Apr;13(2):128-35
397. Kamani NC, Poojari S, Prabu RG. The influence of fascial manipulation on function, ankle dorsiflexion range of motion and postural sway in individuals with chronic ankle instability. *J Bodyw Mov Ther.* 2021 Jul;27:216-221
398. Stecco L, Stecco C. *Fascial Manipulation: Practical Part.* Padua, Italy: Piccin; 2009

399. Ercole B, Antonio S, Julie Ann D, Stecco C. How much time is required to modify a fascial fibrosis? *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14:318- 25
400. Kannabiran B, Selvi T, Nagarani R. Fascial Manipulation in the management of Carpal Tunnel Syndrome. *EC Orthopaedics.* 2016;4(2):473-482
401. Melham TJ, Sevier TL, Malnofski MJ, Wilson JK, Helfst RH. Chronic ankle pain and fibrosis successfully treated with a new noninvasive augmented soft tissue mobilization technique (ASTM): a case report. *Med. Sci Sports Exerc.* 1998;30:801-4
402. Fernandez-de-las-Penas C, Cleland J, Palacios-Cena M, Fuensalida-Novo S, Pareja JA, Alonso-Blanco C. The effectiveness of manual therapy versus surgery on self-reported function, cervical range of motion and pinch grip force in carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(3):151-161
403. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord Tech.* 1992;5(4):390-7
404. Butler DS. *The sensitive nervous system.* Adelaide, Australia: Noigroup Publications, 2000
405. Shacklock MO. Neurodynamics. *Physiotherapy* 1995;81:9-16
406. Skacklock MO. *Clinical Neurodynamics: a new system of neuromusculoskeletal treatment.* Oxford, UK: Butterworth Heinemann, 2005
407. Butler DS., Shacklock MO, Slater H. Treatment of altered nervous system mechanics. In: Boyling J, Palastanga N, eds. *Grieve's Modern Manual Therapy: The vertebral column.* 2nd ed. Edinburgh, UK: Livingstone Churchill, 1994:693-703
408. Gifford L. Neurodynamics. In: Pitt-Brooke J, Reid H, Lockwood J, Kerr K, eds. *Rehabilitation of movement.* London, UK: WB Saunders Company Ltd. 1998:159-195
409. Kitteringham C. The effect of straight leg raise exercises after lumbar decompression surgery: a pilot study. *Physiotherapy.* 1996;82:115-123
410. Mulligan BR. *Manual therapy „NAGS”, „SNAGS”, „PRP’S” etc.* 2nd edition; 1992
411. Maitland GD. *Peripheral Manipulation* 3rd edn. Butterworth-Heinemann, Oxford. 1991
412. Hicks CM. *Research for Physiotherapists, Project design and analysis,* 2nd edn, Churchill Livingstone, Edinburgh. 1995

413. Huskisson EC, Jones JS PJ. Application of Visual-Analogue Scales to the measurement of functional capacity rheumatology and rehabilitation. 1976;15(3):185-187
414. Wolny T, Linek P. Is manual therapy based on neurodynamic techniques effective in the treatment of carpal tunnel syndrome? A randomized controlled trial. Clin. Rehabil. 2018, 33, 408-417
415. Butler D. Mobilization of the nervous system. 1st edition; 1993
416. Stecco C, Giordani F, Fan C, Biz C, Pirri C, Frigo AC, Fede C, Macchi V, Masiero S, De Caro R. Role of fasciae around the median nerve in pathogenesis of carpal tunnel syndrome: microscopic and ultrasound study. J Anat. 2020 Apr;236(4):660-667
417. Stecco A, Stern R, Fantoni I, De Caro R, Stecco C. Fascial Disorders: Implications for Treatment. PM R. 2016 Feb;8(2):161-8

SPIS TABEL

Tabela. 1. Etiologia Zespołu Kanału Nadgarstka

Tabela. 2. Charakterystyka badanych osób (chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz zdrowych)

Tabela 3. Wyniki oceny częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz kończyny dominującej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 4. Wyniki oceny sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 5. Wyniki oceny tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela. 6. Wyniki oceny czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 7. Wyniki odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 8. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej osób z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny osób zdrowych przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 9. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 10. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 11. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 12. Wyniki pomiaru czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 13. Odkształcenie wybranych struktur anatomicznych zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 14. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej kończyny górnej osób chorych oraz dominującej ręki osób zdrowych

Tabela 15. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 16. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 17. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 18. Wyniki pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 19. Wyniki pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 20. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 21. Wyniki kwestionariuszy: DASH, BCTQ-FSS i BCTQ-SSS dla chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 22. Wyniki pomiaru częstotliwości badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed i po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 23. Wyniki pomiaru sztywności badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed i po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 24. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 25. Wyniki oceny czasu relaksacji badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 26. Wyniki pomiaru odkształcenia badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej pacjentów z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 27. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii Tabela 28. Wyniki kwestionariusza DASH przed oraz po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 29. Wyniki kwestionariusza BCTQ badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed oraz po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 30. Wyniki oceny częstotliwości wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz kończyny dominującej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 31. Wyniki oceny sztywności wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 32. Wyniki oceny tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 33. Wyniki oceny czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 34. Wyniki odkształcenia wybranych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny górnej zdrowych osób po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 35. Wyniki pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka chorej kończyny górnej osób z Zespołem Kanału Nadgarstka oraz dominującej kończyny osób zdrowych po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 36. Wyniki pomiaru częstotliwości wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 37. Wyniki pomiaru sztywności wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 38. Wyniki pomiaru tłumienia (wskaźnika elastyczności) wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 39. Wyniki pomiaru czasu relaksacji wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 40. Wyniki pomiaru odkształcenia wybranych struktur anatomicznych w obrębie chorej oraz zdrowej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 41. Porównanie wyników pomiaru grubości więzadła poprzecznego nadgarstka zdrowej i chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 42. Wyniki kwestionariuszy: DASH, BCTQ-FSS i BCTQ-SSS dla chorej i zdrowej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 43. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a częstotliwością badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem terapii

Tabela 44. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a sztywnością badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka, zmierzonymi przed rozpoczęciem terapii

Tabela 45. Korelacja między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych w obrębie chorej kończyny górnej badanych z Zespołem Kanału Nadgarstka, zmierzonymi przed rozpoczęciem terapii

Tabela 46. Korelacje między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, a częstotliwością, sztywnością, tłumieniem, czasem relaksacji i odkształceniem badanych struktur anatomicznych chorej kończyny górnej badanych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 47. Korelacja między wynikiem skali DASH, a częstotliwością, sztywnością, tłumieniem, czasem relaksacji i odkształceniem badanych struktur anatomicznych, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 48. Korelacja między wynikiem skali DASH, a częstotliwością i sztywnością badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 49. Korelacja między wynikiem skali DASH, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 50. Korelacja między wynikiem skali DASH, a czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 51. Korelacja między wynikiem skali DASH, a odkształceniem badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 52. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością badanych struktur anatomicznych, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 53. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 54. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a czasem relaksacji badanych struktur anatomicznych, ocenionymi po zakończeniu fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 55. Korelacja między wynikiem kwestionariusza DASH, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka, ocenionymi przed rozpoczęciem fizjoterapii chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka

Tabela 56. Korelacja między wynikiem kwestionariusza DASH, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 57. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem terapii

Tabela 58. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-FSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 59. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 60. Korelacja między wynikiem kwestionariusza BCTQ-SSS, a grubością więzadła poprzecznego nadgarstka u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

Tabela 61. Korelacja między wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS, a DASH u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka przed rozpoczęciem fizjoterapii

Tabela 62. Korelacja między wynikami kwestionariuszy: BCTQ-FSS, a DASH u chorych z Zespołem Kanału Nadgarstka po zakończeniu fizjoterapii

SPIS RYCIN

Rycina 1. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i częstotliwością głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CL) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 2. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i sztywnością głowy krótkiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CB) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 3. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i sztywnością głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (BB-CL) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 4. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) głowy krótkiej (BB-CB) mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 5. Diagram korelacji między grubością więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) i tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) głowy długiej (BB-CL) mięśnia dwugłowego ramienia u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 6. Diagram zależności między wynikami skali DASH, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina. 7. Diagram korelacji między wynikami skali DASH, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina. 8. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a częstotliwością mięśnia przywodziciela kciuka (AdP) u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina. 9. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a tłumieniem (wskaźnikiem elastyczności) więzadła poprzecznego nadgarstka (TCL) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina 10. Diagram zależności między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a czasem relaksacji mięśnia zginacza krótkiego kciuka (FPB) u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina 11. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 12. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina 13. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 14. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-SSS, a wynikami skali DASH u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

Rycina 15. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a BCTQ-SSS u chorych z ZKN przed rozpoczęciem fizjoterapii

Rycina 16. Diagram korelacji między wynikami kwestionariusza BCTQ-FSS, a BCTQ-SSS u chorych z ZKN po zakończeniu fizjoterapii

ANEKS

ANEKS NR. 1 – DASH – Kwestionariusz Dotyczący Niepełnosprawności Kończyn Górnych

NEPEŁNOSPRAWNOŚCI KOŃCZYN GÓRNYCH

DASH

INSTRUKCJA

Ten kwestionariusz dotyczy Pana/Pani objawów oraz zdolności do wykonywania pewnych czynności.

Prosimy, aby w oparciu o stan zdrowia w zeszłym tygodniu, odpowiedzieli Państwo na każde pytanie, zakreślając odpowiedni numer.

Jeśli nie mieliście Państwo okazji wykonywać danej czynności w zeszłym tygodniu, prosimy o zaznaczenie odpowiedzi w Państwa ocenie najbardziej prawdopodobnej.

Nie ma znaczenia, której dłoni lub ręki używacie Państwo do wykonania określonej czynności. Prosimy o ocenę Państwa zdolności do jej wykonania, bez względu na sposób postępowania dla osiągnięcia danego celu.



DASH - KWESTIONARIUSZ DOTYCZĄCY NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI KONCZYŃ GÓRNYCH

Prosimy Pana/Panią o ocenę swoich zdolności do wykonania poniższych czynności w zeszłym tygodniu poprzez zakreślenie numeru poniżej najtrafniejszej odpowiedzi.

	Nie sprawiało mi trudności	Sprawiło mi niewielkie trudności	Sprawiło mi umiarkowane trudności	Sprawiło mi duże trudności	Nie byłem/am w stanie tego zrobić	
1.	Otwieranie szczelnie zamkniętego lub nowego słoika.	1	2	3	4	5
2.	Pisanie.	1	2	3	4	5
3.	Przekręcanie klucza w zamku.	1	2	3	4	5
4.	Przygotowanie posiłku.	1	2	3	4	5
5.	Otwieranie ciężkich drzwi.	1	2	3	4	5
6.	Umieszczanie przedmiotu na półce znajdującej się nad głową.	1	2	3	4	5
7.	Wykonywanie ciężkich prac domowych (np. mycie ścian, mycie podłóg).	1	2	3	4	5
8.	Praca w ogrodzie lub na podwórzu.	1	2	3	4	5
9.	Ścielenie łóżka.	1	2	3	4	5
10.	Niesienie torby z zakupami lub aktówki.	1	2	3	4	5
11.	Dźwiganie ciężkich przedmiotów (ponad 5 kg).	1	2	3	4	5
12.	Wymiana żarówki w lampie wiszącej nad głową.	1	2	3	4	5
13.	Mycie lub suszenie włosów.	1	2	3	4	5
14.	Mycie pleców.	1	2	3	4	5
15.	Zakładanie swetra przez głowę.	1	2	3	4	5
16.	Krojenie nożem żywności.	1	2	3	4	5
17.	Zajęcia rekreacyjne niewymagające dużego wysiłku (np. gra w karty, szydełkowanie itp.).	1	2	3	4	5
18.	Zajęcia rekreacyjne, podczas których obciążana jest ręka, bark lub dłoń (np. golf, tenis, wbijanie gwoździ itp.).	1	2	3	4	5
19.	Zajęcia rekreacyjne, podczas których ręka wykonuje obszerne ruchy bez obciążenia (np. gra w ringo, badmintona itp.).	1	2	3	4	5
20.	Podróżowanie (przemieszczanie się z miejsca na miejsce).	1	2	3	4	5
21.	Aktywność seksualna.	1	2	3	4	5

	Wcale	W niewielkim stopniu	Umiarkowanie	W dużym stopniu	W bardzo dużym stopniu
22. Do jakiego stopnia Pana/Pani problemy z ręką, barkiem lub dłonią wpływały w ostatnim tygodniu na normalną aktywność towarzyską w kręgu rodziny, przyjaciół, sąsiadów czy znajomych?	1	2	3	4	5

	Wcale nie ograniczały	Ograniczały w niewielkim stopniu	Ograniczały umiarkowanie	Bardzo ograniczały	Uniemożliwiały te czynności
23. Czy w ostatnim tygodniu problemy z ręką, barkiem lub dłonią ograniczały Pana/Panią w pracy lub czynnościach codziennych?	1	2	3	4	5

Prosimy Pana/Panią o ocenę ciężkości objawów w zeszłym tygodniu poprzez zakreślenie numeru poniżej najtrafniejszej odpowiedzi.

	Brak	Łagodny/e/a	Umiarkowany/e/a	Ostry/e/a	Nie do wytrzymania
24. Ból ręki, barku lub dłoni.	1	2	3	4	5
25. Ból ręki, barku lub dłoni podczas wykonywania określonych czynności.	1	2	3	4	5
26. Mrowienie w obrębie ręki, barku lub dłoni.	1	2	3	4	5
27. Osłabienie ręki, barku lub dłoni.	1	2	3	4	5
28. Sztywność w obrębie ręki, barku lub dłoni.	1	2	3	4	5

	Nie miałem/am trudności	Miałem/am niewielkie trudności	Miałem/am umiarkowane trudności	Miałem/am duże trudności	Ból nie pozwalał spać
29. Do jakiego stopnia w ostatnim tygodniu ból ręki, barku lub dłoni przeszkadzał Panu/Pani podczas snu?	1	2	3	4	5
	Nie zgadzam się zdecydowanie	Nie zgadzam się	Nie mam zdania	Zgadzam się	Zgadzam się zdecydowanie

30. Ze względu na moje problemy z ręką, barkiem lub dłonią czuję się mniej sprawny, mniej pewny siebie lub mniej użyteczny.	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

BOSTOŃSKI KWESTIONARIUSZ ZESPOŁU CIEŚNI NADGARSTKA

TABELA I
SKALA NASILENIA OBJAWÓW

Poniższe pytania odnoszą się do objawów występujących u Pana/Pani w typowym dwudziestoczworgodzinnym okresie w ciągu ostatnich dwóch tygodni (proszę zakreślić jedną odpowiedź na każde pytanie).

1. Jak dokuczliwy jest ból dłoni lub nadgarstka odczuwany przez Pana/Panią w nocy?

- 1 Nie odczuwam bólu dłoni lub nadgarstka w nocy
- 2 Łagodny ból
- 3 Umiarkowany ból
- 4 Silny ból
- 5 Bardzo silny ból

2. Jak często ból dłoni lub nadgarstka budził Pana/Panią w ciągu typowej nocy podczas ostatnich dwóch tygodni?

- 1 Nigdy
- 2 Jeden raz
- 3 Dwa lub trzy razy
- 4 Cztery lub pięć razy
- 5 Ponad pięć razy

3. Czy w ciągu dnia zazwyczaj odczuwa Pan/Pani ból dłoni lub nadgarstka?

- 1 Nigdy nie odczuwam bólu w ciągu dnia.
- 2 Odczuwam łagodny ból w ciągu dnia.
- 3 Odczuwam umiarkowany ból w ciągu dnia.
- 4 Odczuwam silny ból w ciągu dnia.
- 5 Odczuwam bardzo silny ból w ciągu dnia.

4. Jak często odczuwa Pan/Pani ból dłoni lub nadgarstka w ciągu dnia?

- 1 Nigdy
- 2 Raz lub dwa razy dziennie
- 3 Trzy do pięciu razy dziennie
- 4 Ponad pięć razy dziennie
- 5 Ból jest stały

5. Jak długo średnio trwa epizod bólu występujący w ciągu dnia?

- 1 Nigdy nie odczuwam bólu w ciągu dnia.
- 2 Krócej niż 10 minut
- 3 Od 10 do 60 minut
- 4 Dłużej niż 60 minut
- 5 Ból jest stały przez cały dzień.

6. Czy doświadcza Pan/Pani drętwienia (utruty czucia) w dłoni?

- 1 Nie
- 2 Odczuwam łagodne drętwienie.
- 3 Odczuwam umiarkowane drętwienie.
- 4 Odczuwam silne drętwienie.
- 5 Odczuwam bardzo silne drętwienie

7. Czy odczuwa Pan/Pani osłabienie w dłoni lub nadgarstku?

- 1 Brak osłabienia
- 2 Lekkie osłabienie
- 3 Umiarkowane osłabienie
- 4 Silne osłabienie
- 5 Bardzo silne osłabienie

8. Czy doświadcza Pan/Pani mrowienia w dłoni?

- 1 Brak mrowienia
- 2 Lekkie mrowienie
- 3 Umiarkowane mrowienie
- 4 Silne mrowienie
- 5 Bardzo silne mrowienie

9. Jak bardzo nasilone jest drętwienie (utrata czucia) lub mrowienie w nocy?

- 1 Nie odczuwam drętwienia ani mrowienia w nocy.
- 2 Lekkie
- 3 Umiarkowane
- 4 Silne
- 5 Bardzo silne

10. Jak często drętwienie lub mrowienie dłoni budziło Pana/Panią w ciągu typowej nocy podczas ostatnich dwóch tygodni?

- 1 Nigdy
- 2 Jeden raz
- 3 Dwa lub trzy razy
- 4 Cztery lub pięć razy
- 5 Ponad pięć razy

11. Czy ma Pan/Pani trudności w chwytaniu i używaniu małych przedmiotów, takich jak klucze lub długopisy?

- 1 Brak trudności
- 2 Niewielka trudność
- 3 Umiarkowana trudność
- 4 Duża trudność
- 5 Bardzo duża trudność

TABELA II
SKALA STANU FUNKCJONALNEGO

Czy podczas ostatnich dwóch tygodni, w ciągu typowego dnia objawy w dłoni i nadgarstku powodowały u Pana/Pani trudności w wykonywaniu poniższych czynności? Proszę zakreślić cyfrę najlepiej odpowiadającą Pana/Pani możliwości wykonania danej czynności.

Czynność	Brak trudności	Niewielka trudność	Umiarkowana trudność	Duża trudność	Nie mogę wcale wykonać tej czynności z powodu objawów w bolesnej dłoni lub nadgarstku
1. Pisanie	1	2	3	4	5
2. Zapinanie guzików w ubraniach	1	2	3	4	5
3. Trzymanie książki podczas czytania	1	2	3	4	5
4. Chwytanie i używanie telefonu	1	2	3	4	5
5. Otwieranie słoików	1	2	3	4	5
6. Prace domowe	1	2	3	4	5
7. Noszenie toreb z zakupami	1	2	3	4	5
8. Mycie się i ubieranie	1	2	3	4	5

AKCEPTACJA

dot. opinii nr: 1072.6120.59.2019 z dnia 28 lutego 2019 roku

TYTUŁ BADANIA:

„Ocena funkcjonalna chorych ortopedycznych poddanych wybranym metodom fizjoterapii”

WNIOSKODAWCA:

dr n. med. Alicja Jurecka
Klinika Ortopedii i Fizjoterapii
Instytut Fizjoterapii UJCM
31 – 501 Kraków, ul. Kopernika 21

PRZEDSTAWIONE DOKUMENTY:

Zgłoszenie poprawki z dnia 15 września 2021 r. dotyczącej wyrażenia zgody Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego na wznowienie badania do dnia 31 grudnia 2024 roku.

Komisja Bioetyczna Uniwersytetu Jagiellońskiego na posiedzeniu w dniu 29 września 2021 r., po zapoznaniu się z wyżej wymienionym dokumentem pozytywnie zaopiniowała zgłoszoną poprawkę.

Lista członków Komisji Bioetycznej biorących udział w posiedzeniu:

Przewodnicząca: prof. dr hab. n. med. Dominika Dudek – lekarz – psychiatra
Zastępca Przewodniczącej: dr hab. Jacek Jaśtał, prof. PK – filozof

Członkowie:

dr hab. n. med. Ewa Cichońska-Jarosz, prof. UJ – lekarz – pediatra, alergolog
prof. dr hab. n. med. Tomasz Kaczmarzyk – lekarz stomatolog, chirurg stomatolog
dr hab. n. med. Ewa Konduracka, prof. UJ – lekarz – specjalista chorób wewnętrznych, kardiolog
dr hab. n. med. Agnieszka Olszanecka – lekarz – specjalista chorób wewnętrznych, hipertensjolog, kardiolog
dr hab. n. med. Szymon Skoczeń – lekarz – pediatra, onkolog, hematolog dziecięcy, transplantolog kliniczny
dr hab. n. med. Klaudia Stangel-Wójcikiewicz – lekarz – ginekolog-położnik
dr n. med. Stefan Bednarz – lekarz – specjalista chorób wewnętrznych – przedstawiciel Okręgowej Rady Lekarskiej w Krakowie
dr n. farm. Łukasz Hońdo – farmaceuta – specjalista farmacji klinicznej
dr Jacek Prusak – duchowny, psycholog

Skład i działanie Komisji zgodne z GCP oraz wymogami lokalnymi

Kraków, 29 września 2021 r.

Komisja Bioetyczna UJ

prof. dr hab. n. med. Dominika Dudek
przewodnicząca

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ UJ
DO WYŁĄCZNEGO WYKORZYSTANIA
DLA CELÓW STATUTOWYCH
UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Komisja Bioetyczna
Uniwersytetu
Jagiellońskiego

ul. Skawińska 8

31-066 Kraków

tel. + 48 (12) 433 27 39

+ 48 (12) 433 27 43

kbet@cm-uj.krakow.pl

www.kbet.cm-uj.krakow.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

OPINIA

nr 1072.6120.59.2019 z dnia 28 lutego 2019 roku

Na zebraniu w dniu 28 lutego 2019 r. Komisja zapoznała się z wnioskiem z dnia 14 lutego 2019 r.

złożonym:

przez kierownika tematu: **dr n. med. Alicja Jurecka**

zatrudnionego

Klinika Ortopedii i Fizjoterapii

Instytut Fizjoterapii UJCM

31 – 501 Kraków, ul. Kopernika 21

Komisja Bioetyczna

Uniwersytetu

Jagiellońskiego

oraz jego merytorycznym uzasadnieniem dotyczącym przeprowadzenia eksperymentu medycznego pt. „Ocena funkcjonalna chorych ortopedycznych poddanych wybranym metodom fizjoterapii”.

Do wniosku dołączono:

1. Protokół badania w języku polskim, wersja 1 z dnia 13.02.2019 r.
2. Informacja dla uczestnika badania, wersja 1 z dnia 13.02.2019 r.
3. Formularz świadomej zgody, wersja 1 z dnia 13.02.2019 r.
4. Informacja o przetwarzaniu danych osobowych, wersja 1 z dnia 13.02.2019 r.
5. Życiorys naukowy Wnioskodawcy.
6. Lista piśmiennictwa.
7. Ocena KOOS Stawu Kolanowego.
8. Kwestionariusz Oxford Knee Score.
9. Kwestionariusz dotyczący niepełnosprawności kończyn górnych – DASH.
10. Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire (BCTQ).
11. System oceny funkcjonalnej FMS, wersja polska.
12. Oświadczenie o realizacji projektu w ramach prac badawczych UJ/UJCM.

Komisja wyraża pozytywną opinię w sprawie przeprowadzenia wnioskowanego badania - na warunkach określonych we wniosku oraz dodatkowo zastrzegając:

1/ obowiązek uzyskania pisemnej zgody każdej osoby wyrażającej wolę (gotowość) udziału w danym eksperymencie, zgodnie z obowiązującymi przepisami

2/ obowiązek przedstawienia Komisji:

- wszystkich zmian w protokole mających wpływ na przebieg oraz ocenę badania,
- zawiadomienia o przyczynach przedwczesnego zakończenia badania,
- sprawozdania w toku przeprowadzanych badań - co sześć miesięcy,
- raportu końcowego.

Badanie może być prowadzone do dnia 28 lutego 2020 roku.

Skład i działanie Komisji zgodne z GCP oraz wymogami lokalnymi.

Lista członków Komisji biorących udział w podjęciu uchwały stanowi załącznik do niniejszego dokumentu.

Kraków, dnia 28 lutego 2019 r.

Przewodniczący
Komisji Bioetycznej UJ

prof. dr hab. n. med. Piotr Thor

ul. Grzegórzecka 20

PL 31-531 Kraków

tel. + 48 (12) 433 27 39

+ 48 (12) 433 27 43

kbet@cm-uj.krakow.pl

www.kbet.cm-uj.krakow.pl

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ UJ
DO WYŁĄCZNEGO WYKORZYSTANIA
DLA CELÓW STATUTOWYCH
UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO