

**Załącznik nr 3**

**Sebastian Klich**

**AUTOREFERAT**

**Opisujący osiągnięcia i dorobek naukowy**

**Wrocław 2023**

## Spis treści

1.	Imię i Nazwisko .....	4
2.	Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca oraz roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej .....	4
3.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych ...	4
4.	Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) .....	5
4.1.	Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego .....	5
4.2.	Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa.....	5
4.3.	Omówienie celu naukowego ww. cyklu prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	7
4.3.1.	Wprowadzenie .....	7
4.3.2.	Cele osiągnięte w cyklu pięciu publikacji.....	10
4.3.3.	Omówienie realizacji celów w poszczególnych pracach.....	11
4.3.4.	Podsumowanie – wkład cyklu prac w dziedzinę nauk medycznych i o zdrowiu, dyscyplinę nauk medycznych (przekaz naukowy i aplikacyjny omawianych prac) cyklu pt. „Właściwości morfologiczne i aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów oraz kinematyka ruchu obręczy barkowej u sportowców” .....	25
4.3.5.	Naukowe perspektywy rozwoju przedstawionego cyklu publikacji „Właściwości morfologiczne i aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów oraz kinematyka ruchu obręczy barkowej u sportowców” .....	27
4.3.6.	Piśmiennictwo .....	28
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych .....	34
5.1.	Dane bibliometryczne .....	39
6.	Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	39
6.1.	Udział w stażach zagranicznych.....	39
6.2.	Kierownictwo w projektach naukowych.....	42
6.3.	Wykonawca w grantach międzynarodowych.....	43
6.4.	Recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych.....	44
6.5.	Udział w konferencjach naukowych .....	46

6.6.	Współpraca międzynarodowa .....	46
6.6.1.	Współpraca międzynarodowa potwierdzona publikacjami .....	46
6.6.2.	Współpraca międzynarodowa niepotwierdzona publikacjami.....	49
6.7.	Redaktor numeru specjalnego czasopisma z Impact Factor.....	50
7.	Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	51
7.1.	Osiągnięcie organizacyjne .....	51
7.2.	Prowadzenie i udział w szkoleniach dla trenerów lekkiej atletyki .....	51
7.3.	Podręcznik akademicki.....	51
7.4.	Opieka nad studentami w formie promotora pomocniczego .....	52
7.5.	Członkostwo w komisji doktorskiej .....	52
7.6.	Nagrody oraz wyróżnienia.....	52
7.7.	Członkostwo w międzynarodowych towarzystwach naukowych.....	52
8.	Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej.....	53
8.1.	Udział w kursach zawodowych .....	53
8.2.	Praca zawodowa jako fizjoterapeuta w profesjonalnych klubach sportowych i związkach sportowych.....	53

**1. Imię i Nazwisko**

Sebastian Klich (ORCID: 0000-0002-8182-2975)

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca oraz roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**

- 2012** magister fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (nr PWZFz: 1662)
- 2012** instruktor sportu osób niepełnosprawnych – goalball, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
- 2017** doktor nauk o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Poziom wydolności tlenowej oraz beztlenowej a zmiany stężenia tryptofanu i serotoniny u piłkarzy ręcznych”. Promotor pracy: dr hab. Iwona Wierzbicka-Damska, prof. AWF

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych**

- 2017–2018** Katedra Sportu Paraolimpijskiego, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, instruktor
- 2018–nadal** Zakład Sportu Paraolimpijskiego, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, adiunkt badawczo-dydaktyczny

**Zatrudnienie w klubach sportowych oraz kadrach narodowych jako fizjoterapeuta:**

- 2013 – 2015** WKS Śląsk Wrocław Handball Team (piłka ręczna)
- 2015 – 2018** KS AZS - AWF Wrocław (sekcja lekkoatletyki)
- 2016 – 2017** Polski Związek Lekkiej Atletyki
- 2018 – 2018** MKS Miedź Legnica (piłka nożna)
- 2017 – 2021** Polski Związek Kolarski (kolarstwo torowe)

#### **4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)**

Jako osiągnięcie naukowe wskazuję cykl pięciu publikacji powiązanych tematycznie, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej w międzynarodowych czasopismach ze wskaźnikiem oddziaływania Impact Factor.

##### **4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego**

**„Właściwości morfologiczne oraz aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów i obręczy barkowej u sportowców”**

##### **4.2. Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

1. **Klich S**, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Zatoń M, Kawczynski A, Michener LA. 2019. Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. *Physical Therapy in Sport* 35:23-28.

**IF= 1.926; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

2. **Klich S**, Pietraszewski B, Zago M, Galli M, Lovecchio N, Kawczynski A. 2020. Ultrasonographic and myotonometric evaluation of the shoulder girdle after an isokinetic muscle fatigue protocol. *Journal of Sport Rehabilitation* 29:1047-1052.

**IF= 1.931; punktacja MEiN=70.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

3. **Klich S**, Kawczyński A, Pietraszewski B, Zago M, Chen A, Smoter M, Hassanlouei H, Lovecchio N. 2021. Electromyographic evaluation of the shoulder muscle after an fatiguing isokinetic protocol in recreational overhead athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18:2516.

**IF= 4.614; punktacja MEiN=140.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

4. **Klich S**, Madeleine P, Ficek K, Sommer K, Fernández-de-Las-Peñas C, Michener LA, Kawczyński A. 2022. Functional and morphological changes in shoulder girdle muscles after repeated climbing exercise. *Research in Sports Medicine* 18:1-15 [opublikowana 18.02.2022]; status w PubMed: Ahead of print].

**IF= 3.661\*; punktacja MEiN=70.000\***

\* stan na 08.05.2023 wg Web of Science's Journal Citation Reports oraz komunikatu MEiN z dnia 21 grudnia 2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Potwierdzenie opublikowania publikacji znajduje się w załączniku nr 10.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

5. **Klich S**, Kawczyński A, Sommer K, Danek N, Fernández-de-las-Peñas C, Michener LA, Madeleine P. 2022. Stiffness and thickness of the upper trapezius muscle increase after repeated climbing bouts. *PeerJ* 10:e14409.

**IF= 3.061; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń

statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

**Liczba prac: 5, sumaryczna wartość współczynnika IF=15,193; MEiN=480.000**

Indywidualny wkład każdego współautora w przygotowaniu wyżej wymienionych prac przedstawiono w załączniku nr 7.

### **4.3. Omówienie celu naukowego ww. cyklu prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

#### **4.3.1. Wprowadzenie**

Funkcjonalność obręczy barkowej człowieka w wielu dyscyplinach sportowych jest niezbędnym elementem prawidłowo wykonanej czynności ruchowej. W literaturze anglojęzycznej istnieje określenie „*overhead sports*” odnoszące się do określonych dyscyplin lub konkurencji sportowych, w których kończyna górna uniesiona jest powyżej poziomu głowy (Cools i wsp., 2004; Wilk i wsp., 2000). Do tego typu dyscyplin sportowych można zaliczyć zespołowe gry sportowe, takie jak: piłka ręczna, piłka siatkowa, piłka koszykowa, baseball, oraz dyscypliny indywidualne: pływanie, tenis czy niektóre konkurencje lekkoatletyczne (rzut oszczepem, młotem i dyskiem).

Obręcz barkowa odgrywa istotną rolę w wielu czynnościach ruchowych, tj.: rzuty, pływanie czy zagrywka serwisowa w tenisie oraz piłce siatkowej. Należy zwrócić uwagę, że wielokrotne powtarzanie tych ruchów może mieć istotny wpływ na powstawanie przeciążeń o charakterze pierwotnym (Laudner i Sipes 2009; Zaremski i wsp., 2017).

#### *Budowa anatomiczna oraz funkcja obręczy barkowej*

Obręcz kończyny górnej jest złożoną strukturą, składającą się z elementów kostnow stawowych oraz mięśniowo-ścięgnistych. Stanowi ona zespół barkowy, który składa się z mostka, obojczyka, kości ramiennej oraz łopatki. Obręcz barkową tworzy staw mostkowo-obojczykowy, barkowo-obojczykowy, ramienny oraz zespół żebrowo-łopatkowy (Bochenek i Reicher, 2010). W moim osiągnięciu naukowym skoncentrowałem się na stawie ramiennym oraz zespole żebrowo-łopatkowym wraz z głównymi mięśniami stożka rotatorów (nadgrzebieniowym i podgrzebieniowym) oraz mięśniami klatki piersiowej i grzbietu.

Staw ramienny jest jednym ze stawów kulistych, który charakteryzuje się największą ruchomością w organizmie człowieka, wynoszącą trzy stopnie swobody. Jego powierzchnie stawowe stanowi głowa kości ramiennej oraz wydrążenie, które tworzy panewka stawowa łopatki. Nieproporcjonalnie większy rozmiar głowy kości ramiennej względem wydrążenia sprawia, że staw ramienny jest niestabilny. Należy nadmienić, że płytkie wydrążenie jest wzmocnione na jego brzegu przez pierścień włóknisty tworzący obrąbek stawowy, który zapewnia większą ruchomość w obrębie stawu (Bochenek i Reicher, 2010; Culham i Peat, 1993; Halder i wsp., 2000; Terry i Chopp 2000). Stabilność stawu zależy przede wszystkim od struktur torebkowo-więzadłowych oraz mięśniowo-ścięgnistych całej obręczy barkowej. Torebka stawu ramiennego jest współtworzona oraz wzmocniana przez struktury mięśniowo-ścięgniste stożka rotatorów (głównie mięsień podgrzebieniowy, nadgrzebieniowy oraz podłopatkowy), a także więzadła (w tym obrąbkowo-ramienne i kruczo-ramienne). Mięśnie stożka rotatorów uczestniczą również w stabilizacji głowy kości ramiennej w jego przedniej oraz tylnej części. Wraz ze ścięgnem głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia dociskają głowę kości ramiennej do panewki stawowej łopatki, natomiast wraz z mięśniem naramiennym oraz częścią obojczykową mięśnia piersiowego większego stabilizują głowę kości ramiennej (Bochenek i Reicher, 2010; Culham i wsp., 1993; Halder i wsp., 2000; Terry i Chopp 2000).

Łopátka nie ma przyczepu kostnego ani więzadłowego do innych struktur szkieletu, tak jak ma to miejsce na przykład w stawie barkowo-obojczykowym lub mostkowo-obojczykowym (Bochenek i Reicher, 2010; Culham i Peat, 1993). Położona jest na tylnej ścianie klatki piersiowej i podtrzymywana przez mięsie szkieletowe, w tym czworoboczny grzbietu, zębaty przedni, równoległoboczny większy i mniejszy oraz dźwigacz łopatki (Bochenek i Reicher, 2010; Kent, 1971). Wklęsła, przednia powierzchnia łopatki jest oddzielona od wypukłej, zewnętrznej powierzchni klatki piersiowej mięśniami podłopatkowymi oraz zębatymi przednimi, które ślizgają się względem siebie podczas ruchu kończyny górnej. Główną funkcją zespołu żebrowo-łopatkowego jest wielopłaszczyznowy ruch łopatki, w tym unoszenia i opuszczania, przesuwania barku do przodu i ku tyłowi, a także ruchu obrotowego do wewnątrz i na zewnątrz. Głównymi mięśniami odpowiedzialnymi za ustawienie łopatki jest część dolna oraz górna mięśnia czworobocznego grzbietu i dźwigacz łopatki (unoszenie i opuszczanie łopatki). Ustawienie w kierunku przesuwania barku do przodu i ku tyłowi, czy ruchów obrotowych do wewnątrz i na zewnątrz jest związane z odpowiednią aktywacją mięśnia czworobocznego grzbietu, dźwigacza łopatki oraz równoległobocznego



przy koaktywacji zębatego przedniego oraz naramiennego (Bochenek i Reicher, 2010; Culham i Peat, 1993).

### *Mechanizmy przeciążeń obręczy barkowej*

Mechanizmy przeciążeń w obrębie całego zespołu barkowego prowadzą do zaburzeń ruchomości oraz stabilności obręczy barkowej oraz tułowia. Zważywszy na złożoną budowę anatomiczną obręczy barkowej, sportowcy narażeni są w bardzo wysokim stopniu na pierwotne zmiany przeciążeniowe, których efektem może być zespół cieśni podbarkowej (Borsa i wsp., 2008). W dyscyplinach oraz konkurencjach sportowych, w których zawodnicy często unoszą kończynę górną powyżej poziomu głowy, dochodzi do zaburzenia równowagi sił generowanych przez mięśnie stożka rotatorów. Skutkuje to nadmierną rotacją zewnętrzną oraz ograniczeniem rotacji wewnętrznej w stawie ramiennym. Co więcej, wielokrotnie u zawodników występuje ograniczenie ruchów w płaszczyźnie czołowej, głównie przy odwiedzeniu (Bigliani i wsp., 1997). Z badań wynika, że zaburzenie ruchomości oraz niewłaściwe wzorce ruchowe są skutkiem zbyt dużych napięć w obrębie struktur torebkowych oraz mięśniowo-ścięgnistych (Wilk i wsp., 2000; Wilk i wsp., 2011). Stabilność obręczy barkowej jest determinowana przez rytm łopatkowo-ramienny oraz mięśnie stożka rotatorów (McClure i wsp., 2006; Michener i wsp., 2005; Struyf i wsp., 2017; Timmons i wsp., 2012).

Zespół cieśni podbarkowej to jedna z najczęściej występujących dysfunkcji w obrębie obręczy barkowej (Michener i wsp., 2003). Wykazano, że u sportowców właśnie ten zespół przeważnie powoduje kontuzje obręczy barkowej (Page, 2011). Zaburzenie to może występować w wielu postaciach, np. zapaleń bądź zmian zwyrodnieniowych kaletki oraz ścięgien stożka rotatorów (Michener i wsp., 2015).

Pod wpływem nakładania się przeciążeń, głównie sił ścinających, dochodzi do zaburzeń w układzie mięśniowo-ścięgnistym oraz kostno-stawowym. Przeciążenia, które najczęściej są wynikiem rozwoju zmęczenia, prowadzą do zaburzeń napięć mięśniowych w obrębie stożka rotatorów, głównie ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego (Klich i wsp., 2017; Klich i wsp., 2019; Klich i wsp., 2020; Leong i wsp., 2012; McCreesh i wsp., 2017; Michener i wsp., 2015). Następnie dochodzi do gwałtownego przekrwienia, czego skutkiem jest zwiększenie grubości samego ścięgna (Tsui i wsp., 2017). Istotnym aspektem zespołu cieśni podbarkowej jest również zwężenie przestrzeni podbarkowej (Cholewinski i wsp., 2008; Chopp i wsp., 2011; Klich i wsp., 2019; Michener i wsp., 2003; Michener i wsp., 2015). Mechanizm zwężenia

przestrzeni podbarkowej ma charakter dwufazowy. W pierwszej fazie dochodzi do zaburzenia właściwości mechanicznych, w tym zwiększenia sztywności oraz napięcia ścięgna głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. W związku z tym ścięgno to pociąga głowę kości ramiennej, wywołując tzw. „migrację głowy kości ramiennej” (Kumar i wsp., 1989; Michener i wsp., 2003; Park i wsp., 2018; Rattee i wsp., 2022). Badania naukowe pokazują, że translacja głowy kości ramiennej może wynieść nawet 1-3 mm (Ludewig i Cook 2000). W drugiej fazie zaburzeniu ulega rytm łopatkowo-ramienny, który wpływa na nieodpowiednie ustawienie łopatki. Łopátka wykazuje nadmierny ruch unoszenia oraz obrotu na zewnątrz, a także przesunięcia barku do przodu (McClure i wsp., 2001). Opisana kombinacja ruchów oraz zmiana pozycji ustawienia łopatki względem tylnej ściany klatki piersiowej powoduje zaburzenie koaktywacji dwóch głównych stabilizatorów tej kości płaskiej, tj. mięśnia zębatego przedniego oraz dolnej części mięśnia czworobocznego grzbietu (Paine i Voight, 1993). Skutkiem zmian w jej ustawieniu jest obniżenie wyrostka barkowego łopatki (Cholewinski i wsp., 2008; Chopp-Hurley i Dickerson 2015; Chopp-Hurley i wsp., 2016; Chopp i wsp., 2011; Leong i wsp., 2016; Michener i wsp., 2003; Michener i wsp., 2015; Timmons i wsp., 2012; Zago i wsp., 2020). Reasumując, obniżenie wyrostka barkowego łopatki oraz translacja głowy kości ramiennej wpływają na zwężenie przestrzeni podbarkowej. Uwzględniając zwiększenie grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego oraz zwężenie samej przestrzeni podbarkowej, dochodzi do kompresji ścięgna (Michener i wsp., 2015). W wyniku oddziaływania przeciążeń, ścięgno może ulec dodatkowemu przekrwieniu, a tym samym obrzękowi oraz rozwojowi stanu zapalnego, rozprzestrzeniając się na kaletkę podbarkowo-podnaramienną (Tsui i wsp., 2017).

Poznanie oraz zrozumienie mechanizmów zmęczenia, skutkujących objawami zespołu cieśni podbarkowej może dostarczyć cennych informacji w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauk medycznych, które znajdują swoje aplikacje praktyczne, szczególnie w zakresie: (1) monitorowania procesu zmęczenia, (2) kontroli efektów zastosowania metod prewencji w kontuzjach obręczy barkowej, (3) zwiększenia efektywności procesu fizjoterapii, a także (4) możliwości programowania procesu fizjoterapii w warunkach klinicznych oraz medycyny sportowej.

#### **4.3.2. Cele osiągnięte w cyklu pięciu publikacji**

Przedstawiony problem badawczy oraz analiza piśmiennictwa pozwoliły na sformułowanie następujących celów pracy:

1. Ocena i analiza właściwości morfologicznych struktur stożka rotatorów wśród pływaków pełnosprawnych oraz pływaków z niepełnosprawnościami. Określenie różnic we właściwościach morfologicznych stożka rotatorów pomiędzy pływakami pełnosprawnymi oraz z niepełnosprawnościami kończyn górnych.
2. Ocena właściwości morfologicznych oraz mechanicznych mięśni stożka rotatorów oraz obręczy barkowej jako efekt zmian powysiłkowych zmęczenia.
3. Określenie wpływu powtarzanego testu zmęczeniowego mięśni kończyn górnych oraz obręczy barkowej na poziom sprawności, a także właściwości morfologiczne oraz mechaniczne mięśni stożka rotatorów.
4. Ocena zmian właściwości morfologicznych oraz mechanicznych części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu podczas testu zmęczenia na ścianie wspinaczkowej.
5. Ocena wpływu zmęczenia mięśni stożka rotatorów na zakres ruchomości oraz siłę mięśni kończyny górnej w stawie ramiennym
6. Analiza zmian częstotliwości sygnału EMG mięśni obręczy barkowej podczas izokinetycznego testu zmęczenia mięśni stożka rotatorów.

#### 4.3.3. Omówienie realizacji celów w poszczególnych pracach

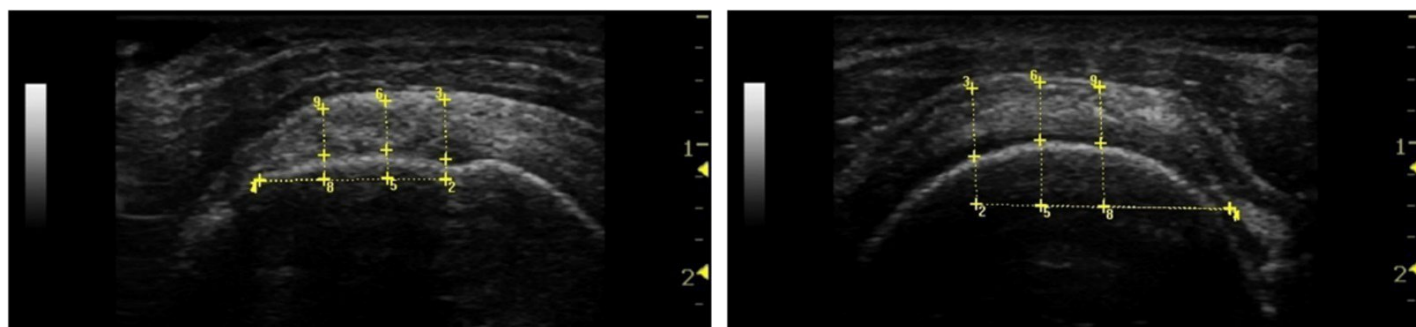
*Praca 1 – Klich S, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Zatoń M, Kawczynski A, Michener LA. 2019. Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. Physical Therapy in Sport 35:23-28.*

Pierwszym celem pracy była ocena właściwości morfologicznych ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego (grubość oraz wskaźnik objętości) oraz przestrzeni podbarkowej wśród pływaków pełnosprawnych oraz z niepełnosprawnościami. Drugim celem badań było określenie różnic we właściwościach morfologicznych stożka rotatorów u sportowców z tych dwóch grup. Postawiona została hipoteza, według której ścięgno mięśnia nadgrzebieniowego będzie najgrubsze, a tym samym będzie zajmować największą część w przestrzeni podbarkowej przy najmniejszej szerokości przestrzeni podbarkowej w grupie badanych pływaków z niepełnosprawnościami w obrębie kończyn górnych.

**Model badawczy:** Model miał charakter badania przekrojowego, w którym wzięło udział 30 zawodników. Zostali oni podzieleni na trzy grupy: (1) pływacy z niepełnosprawnościami w obrębie kończyn górnych (DSw Upper) (n=8; 20±3 lat; 66.5±4.8 kg; 174.8±5.6 cm); w obrębie kończyn dolnych (DSw-Lower) (n=7; 21±4 lat; 64.5±6.6 kg;

178.4±3.3 cm) oraz (3) pełnosprawni pływacy (CSw) (n=15; 23±1 lat; 80.2±2.5 kg; 185.3±3.2 cm). Osoby badane z grupy DSw-Upper oraz DSw-Lower były członkami kadry narodowej oraz sekcji pływackiej osób z niepełnosprawnością. Grupę CSw stanowili natomiast studenci będący zawodnikami w akademickiej sekcji pływania. Zrekrutowani zawodnicy posiadali staż treningowy ≤ 8 lat. Wśród grupy DSw Upper oraz DSw-Lower było dwóch uczestników Letnich Igrzysk Paraolimpijskich (Rio 2016) oraz imprez międzynarodowych (Mistrzostwa Świata, Europy oraz Puchary Świata). Pływacy w grupie kontrolnej mieli natomiast osiągnięcia na poziomie Mistrzostw Polski oraz zawodów międzynarodowych.

Ocena właściwości morfologicznych struktur stożka rotatorów odbywała się w certyfikowanym laboratorium nauk o sporcie AWF we Wrocławiu przy użyciu ultrasonografu Honda HS-2200 (Honda, Japonia) oraz głowicy liniowej o częstotliwości 7.5 (6.0–11.0) MHz (HLS-584 M, Honda, Japonia). Pomiar właściwości morfologicznych struktur stożka rotatorów dokonano we wszystkich grupach w obrębie prawej kończyny górnej, w tym: (1) ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego (płaszczyzna czołowa), (2) ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego (płaszczyzna strzałkowa) oraz (3) przestrzeni podbarkowej. Na podstawie pomiaru grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego w płaszczyźnie strzałkowej oraz szerokości przestrzeni podbarkowej obliczono wskaźnik określający proporcję ścięgna w przestrzeni podbarkowej.



**Rycina 1. Projekcja USG oraz pomiar grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego w płaszczyźnie czołowej (lewa strona) oraz strzałkowej (prawa strona).**

**Metodologia badania ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego:** Osoba badana siedziała oparta plecami o krzesło z niskim oparciem. Ramię ustawiono w rotacji wewnętrznej, gdzie strona dłoniowa ręki umieszczona była na wysokości talerza kości biodrowej, ze zgiętym stawem łokciowym skierowanym w jednej linii z obręczą barkową. W projekcji płaszczyzny poprzecznej głowica USG była ustawiona prostopadle do przebiegu włókien części ścięgnistej

mięśnia nadgrzebieniowego. Ponadto głowica była przesuwana w kierunku przyśrodkowym głowy kości ramiennej, aby uchwycić ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (Jacobson, 2011). W celu dokonania pomiaru poprowadzono trzy linie pomocnicze, w odległości 10-15-20 mm od ścięgna głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (najbardziej bocznego, hiperechogenicznego punktu) w kierunku dystalnym. Następnie uzyskane grubości uśredniono dla pojedynczego pomiaru grubości ścięgna (Rycina 1) (Cholewinski i wsp., 2008; Michener i wsp., 2015). Dla pomiaru grubości ścięgna w płaszczyźnie strzałkowej głowica ustawiona była równolegle do przebiegu ścięgna. Głowica była przesuwana w kierunku przyśrodkowo-bocznym głowy kości ramiennej, aby uchwycić guzek większy kości ramiennej (Jacobson, 2011). W celu dokonania pomiaru poprowadzono trzy linie pomocnicze, w odległości 5-10-15 mm od guzka większego kości ramiennej (najbardziej dystalny, hiperechogenicznego punktu) w kierunku proksymalnym. Następnie uzyskane grubości uśredniono dla pojedynczego pomiaru grubości ścięgna (Rycina 1) (Tsui i wsp., 2017).



**Rycina 2. Projekcja USG oraz pomiar szerokości przestrzeni podbarkowej.**

**Metodologia badania przestrzeni podbarkowej:** Osoba badana siedziała oparta plecami o krzesło z niskim oparciem. Ramię ustawiono wzdłuż linii ciała, natomiast przedramię oparte było o udo. Głowicę umieszczono na przednio-bocznej stronie wyrostka barkowego łopatki (Jacobson, 2011). Pomiar przestrzeni podbarkowej mierzono jako odległość liniową między krawędzią górnej części głowy kości ramiennej a dolną częścią wyrostka barkowego łopatki (Rycina 2) (Michener i wsp., 2015).

**Analiza statystyczna:** Pierwszym etapem była ocena powtarzalności pomiarowej każdego ze wskaźników, podczas której wyliczono współczynnik korelacji międzyklasowej (ICC<sub>3,2</sub>) oraz przeprowadzono analizę bezwzględną – wyliczając standardowy błąd pomiaru (SEM) i minimalną wykrywalną różnicę (MDC). W tych badaniach przeprowadzono nieparametryczną analizę wariancji przy użyciu testu Kruskala-Wallisa. Do analizy post-hoc

wybrano test U Manna-Whitneya ze skorygowaną poprawką Bonferroniego ( $p \leq 0.05$ ).

**Wyniki:** Analiza powtarzalności, wyrażona przez ICC, wykazała bardzo dużą rzetelność pomiaru wszystkich wskaźników określających właściwości morfologiczne struktur stożka rotatorów. W grupie DSw-Upper stwierdzono najgrubsze ścięgno mięśnia nadgrzebieniowego (płaszczyzna czołowa i strzałkowa), porównując z DSw-Lower ( $p=0.018$  oraz  $p=0.002$ ) oraz C-Sw ( $p=0.012$  oraz  $p=0.0001$ ). Ponadto większy współczynnik określający proporcję ścięgna w przestrzeni podbarkowej był w grupie DSw-Upper niż DSw-Lower ( $p=0.013$ ).

**Wnioski pracy:** W niniejszej pracy wykazano po raz pierwszy, że pływacy z amputacjami ramion oraz deformacjami (np. fokomelia) mają zmiany we właściwościach morfologicznych struktur stożka rotatorów, które charakteryzują się pogrubieniem ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego oraz zwężeniem przestrzeni podbarkowej. Ponadto większy współczynnik określający proporcję ścięgna w przestrzeni podbarkowej może świadczyć o występowaniu zespołu cieśni podbarkowej. Zróznicowanie we właściwościach morfologicznych między pływakami z niepełnosprawnością w obrębie kończyn górnych a pozostałymi dwoma grupami może być związane z przebudową struktur mięśniowo-ścięgnistych stożka rotatorów przez np. waskularyzację ścięgien.

Kolejna praca stanowi kontynuację i uzupełnienie wcześniejszej, ponieważ podejmuje jednoczesną analizę właściwości morfologicznych oraz mechanicznych struktur stożka rotatorów. Dodatkowo przedstawia nowatorskie metodologiczne podejście do analizowanych właściwości struktur mięśniowo-ścięgnistych ze względu na analizę tych właściwości podczas rozwoju zmęczenia.

***Praca 2 – Klich S, Pietraszewski B, Zago M, Galli M, Lovecchio N, Kawczynski A. 2020. Ultrasonographic and myotonometric evaluation of the shoulder girdle after an isokinetic muscle fatigue protocol. Journal of Sport Rehabilitation 29:1047-1052.***

W literaturze dotyczącej mechanizmów rozwoju zespołu cieśni podbarkowej brakowało publikacji, które bardziej szczegółowo opisałyby zmiany w strukturach mięśniowo-ścięgnistych. Warto dodać, że zdecydowana większość prac badawczych z tego tematu skupiała się na porównaniu właściwości morfologicznych pomiędzy osobami z oraz bez dolegliwości

bólowych (Leong i wsp., 2016; Leong i wsp., 2012; Michener i wsp., 2015; Struyf i wsp., 2017). Należy zauważyć, że większość sportowców może odnieść kontuzje bez odczuwania dolegliwości bólowych w obrębie obręczy barkowej (Abdulla i wsp., 2015). W związku z tym celem tego badania była ocena właściwości morfologicznych oraz mechanicznych mięśni stożka rotatorów oraz obręczy barkowej po zakończonym laboratoryjnym teście zmęczenia w obrębie mięśni obręczy barkowej.

**Model badawczy:** Model miał charakter badania typu „opis serii przypadków”, w którym wzięły udział 24 osoby badane ( $22 \pm 2$  lat;  $78 \pm 7.8$  kg;  $181.9 \pm 6.0$  cm). Badani byli studentami oraz sportowcami zrzeszonymi w klubie sportowym AZS, rywalizującymi w dyscyplinach zespołowych oraz indywidualnych. Sportowcy, biorący udział w badaniu, trenowali jedną z następujących dyscyplin: piłka siatkowa ( $n = 8$ ), piłka ręczna ( $n = 8$ ) oraz tenis ( $n = 8$ ). Wszyscy uczestnicy byli praworęczni ze stażem treningowym w określonych dyscyplinach od 10 do 14 lat (mediana: 11.5 lat).

Ocena właściwości morfologicznych (grubość ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego i przestrzeń podbarkowa) oraz mechanicznych (sztywność i „creep”) struktur stożka rotatorów oraz obręczy barkowej odbywała się w certyfikowanym laboratorium analiz biomechanicznych AWF we Wrocławiu przy użyciu ultrasonografu Honda HS-2200 (Honda, Japonia) oraz miotonometru MyotonPro (Myoton Ltd, Tallinn, Estonia).

**Metodologia badania ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego oraz przestrzeni podbarkowej:** Metodologia opisana w pracy nr 1.

**Metodologia badania sztywności i „creep” mięśni obręczy barkowej:** Pomiar dotyczył następujących mięśni: (1) część górna mięśnia czworobocznego grzbietu – połowa odległości między wyrostkiem barkowym łopatki oraz wyrostkiem kolczystym kręgu C7 (Kawczynski i wsp., 2018); (2) podgrzebieniowy – szerokość dwóch palców poniżej środkowej części grzebienia łopatki (Kelly i Beardsley 2016); (3) część przednia mięśnia naramiennego; (4) część tylna mięśnia naramiennego oraz (5) piersiowy większy – brzusiec mięśniowy, połowa odległości między obojczykiem a kością ramienną.

**Procedura zmęczenia:** Obejmowała protokół, podczas którego osoby badane wykonywały test zmęczenia o charakterze pracy koncentrycznej, polegający na wykonywaniu rotacji wewnętrznej oraz zewnętrznej w stawie ramiennym. Do wykonania procedury wykorzystano dynamometr izokinetyczny Biodex Multijoint System 4 Pro (Biodex Medical System Inc, Shirley, NY, USA). Ustawienie kończyny górnej w adapterze systemu Biodex

podlegało na ułożeniu odwiedzeniowym w stawie ramiennym ( $90^\circ$ ) oraz zgięciu w stawie łokciowym ( $90^\circ$ ) (Zanca i wsp., 2011). Badani siedzieli z plecami opartymi o krzesło dynamometru izokinetycznego, a następnie byli zabezpieczeni pasami stabilizującymi. Prawa kończyna górna została umieszczona w pozycji 90/90. Zakres ruchomości w płaszczyźnie poprzecznej ustawiono od  $0^\circ$  (rotacja wewnętrzna) do  $90^\circ$  (rotacja zewnętrzna). Protokół zmęczeniowy składał się z trzech serii po 32 powtórzenia z prędkością izokinetyczną  $120^\circ/s$ . Pomiędzy seriami nastąpiła przerwa odpoczynkowa (jedna minuta) (Mullaney i McHugh 2006). Przed rozpoczęciem części głównej eksperymentu każdy z badanych wziął udział w rozgrzewce, podczas której wykonał 10 maksymalnych powtórzeń przy  $120^\circ/s$ . Następnie badani mieli 5-minutowy odpoczynek, by następnie rozpocząć protokół zmęczenia.

**Analiza statystyczna:** Pierwszym etapem była ocena powtarzalności pomiarowej każdego ze wskaźników. Następnie poddano analizie różnic między wartościami średnimi w badaniu przed, a także po zakończonym teście zmęczeniowym dla badania ultrasonograficznego oraz miotometrycznego. Ocena była wykonana przy użyciu testu t dla prób zależnych.

**Wyniki:** Analiza powtarzalności, wyrażona przez ICC, wykazała bardzo dużą ( $>0.90$ ) rzetelność pomiaru wszystkich wskaźników określających właściwości morfologiczne, a także dobrą (0.86 oraz 0.89) powtarzalność dla wskaźników właściwości mechanicznych struktur stożka rotatorów oraz obręczy barkowej. Po zakończonym teście zmęczenia stwierdzono istotne statystyczne zwiększenie się grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego (zarówno w płaszczyźnie czołowej oraz strzałkowej) (odpowiednio  $p=0.045$  i  $p=0.01$ ), oraz zmniejszenie szerokości przestrzeni podbarkowej ( $p = 0.01$ ). Istotnemu zwiększeniu uległa również sztywność w obrębie części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu ( $p\leq 0.01$ ), podgrzebieniowego ( $p=0.003$ ), części tylnej naramiennego ( $p=0.047$ ) oraz piersiowego większego ( $p=0.01$ ). Natomiast analiza „creep” wskazała na istotne zmniejszenie się tego wskaźnika w obrębie części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu ( $p=0.001$ ) oraz podgrzebieniowego ( $p=0.003$ ).

**Wnioski pracy:** Przedstawiona procedura laboratoryjna wskazuje na rozwój zmęczenia w obrębie struktur stożka rotatorów oraz obręczy barkowej. Zwiększenie sztywności mięśni obręczy barkowej oraz grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego z jednoczesnym zwężeniem przestrzeni podbarkowej może potwierdzać rozwój cieśni podbarkowej. Powyższe badania sugerują, że czynniki wewnętrzne takie jak unaczynienie mogą skutkować zwiększoną



sztynnością oraz grubością ścięgna. Wśród czynników zewnętrznych można natomiast wyszczególnić kompresję ścięgna w wyniku zmniejszenia szerokości przestrzeni podbarkowej.

Kolejna praca była uzupełnieniem oraz kontynuacją pracy nr 2, podejmując analizę aktywności bioelektrycznej mięśni obręczy barkowej.

***Praca 3 – Klich S, Kawczyński A, Pietraszewski B, Zago M, Chen A, Smoter M, Hassanlouei H, Lovecchio N. 2021. Electromyographic evaluation of the shoulder muscle after an fatiguing isokinetic protocol in recreational overhead athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health 18:2516.***

Przegląd literatury w zakresie analizy bioelektrycznej mięśni obręczy barkowej oraz tułowia został równie szeroko opisany, co zmiany kinematyczne obręczy barkowej. Podobnie jak w przypadku kinematyki, badanie EMG zostało wykonane w warunkach klinicznych u osób ze zdiagnozowanym zespołem cieśni podbarkowej (z dolegliwościami bólowymi) oraz w grupie kontrolnej (osób zdrowych, bez dolegliwości bólowych) (Huang i wsp., 2013; Michener i wsp., 2005; Michener i wsp., 2003; Struyf i wsp., 2014; Struyf i wsp., 2017; Worsley i wsp., 2013). Dodatkowo należy zaznaczyć, że prace, które podejmowały aspekt rozwoju zmęczenia, stanowią obecnie podstawową wiedzę odnośnie do mechanizmów rozwoju cieśni podbarkowej (Chopp-Hurley i Dickerson 2015; Ebaugh i wsp., 2006). W badaniach własnych podjęto próbę wyjaśnienia mechanizmów rozwoju zmęczenia poprzez analizę aktywności bioelektrycznej mięśni obręczy barkowej podczas procedury zmęczenia, opierającej się na izokinetycznym ruchu rotacji wewnętrznej i zewnętrznej. Ponadto niniejsza praca stanowi ostatnią część analizy zmęczenia, wywołanego pracą izometryczną u zawodników trenujących dyscypliny sportowe typu „overhead sports”. Celem tego badania była analiza zmian częstotliwości sygnału EMG mięśni obręczy barkowej podczas izokinetycznego testu zmęczenia mięśni stożka rotatorów.

**Model badawczy oraz procedura zmęczenia:** Opisane w pracy nr 2.

**Analiza momentów siły:** W trakcie procedury eksperymentalnej rejestrowano moment siły oraz wskaźnik rotacji wewnętrznej/zewnętrznej, który został zdefiniowany jako stosunek szczytowego momentu siły rotacji zewnętrznej do wewnętrznej (Batalha i wsp., 2012). Zmiany momentu izokinetycznego zdefiniowano jako średnie momenty dla pierwszych (TINI) oraz ostatnich (TFIN) trzech powtórzeń każdej serii. Ponadto analizę momentu siły

przeprowadzono w trybach: 1–5 do 26–32 do 33–37 do 60–64 do 65–69 do 92–96 (Mullaney i McHugh 2006).

**Analiza sygnału EMG:** Rejestracja aktywności bioelektrycznej mięśni obręczy barkowej została wykonana przy użyciu elektromiografii powierzchniowej. Sygnał był analogowy, filtrowany na poziomie częstotliwości 10–500 Hz, amplifikowany 2000 razy oraz próbkowany w 2000 Hz przy użyciu urządzenia TeleMyo 2400 G2 (Noraxon U.S.A. Inc., Scottsdale, AZ, USA). Elektrody umieszczono jednostronnie po stronie dominującej (prawej) w następujących lokalizacjach: (1) część górna mięśnia czworobocznego grzbietu – około 20% przyśrodkowo do punktu środkowego między wyrostkiem kolczystym C7, a wyrostkiem barkowym łopatki, (2) podgrzebieniowy – w dole podgrzebieniowym, szerokość dwóch palców poniżej przyśrodkowej części grzebienia łopatki, (3) część przednia mięśnia naramiennego – w połowie odległości między 1/3 boczną stroną obojczyka i przyczepem mięśnia naramiennego oraz (4) tylna część mięśnia naramiennego – około 2 cm poniżej bocznej części grzebienia łopatki (Kawczynski i wsp., 2015; Madeleine i Farina 2008; Madeleine i wsp., 2003). Elektrode referencyjną umieszczono na wyrostku kolczystym kręgu C7. Przetworzony sygnał, wyodrębniony z surowych danych EMG, został wykorzystany do wyznaczenia mediany częstotliwości (MF).

**Analiza statystyczna:** Analiza momentu siły została przeprowadzona przy użyciu dwukierunkowej analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami (RMANOVA), wykorzystując zmienną kierunku ruchu (rotacja wewnętrzna – zewnętrzna), powtórzenia (1-2-3). Natomiast jednoczynnikowa RMANOVA została wykorzystana do analizy zmiennej czasu (MFINI – MFFIN) dla wszystkich mięśni. Ponadto jednoczynnikowa ANOVA została wykorzystana do analizy różnic pomiędzy poszczególnymi mięśniami wraz z analizą testu Tukey jako post-hoc. Wszystkie testy statystyczne zostały przeprowadzone przy użyciu kodu Pythona i biblioteki Pingouin.

**Wyniki:** Analiza wskazuje na istotny spadek różnicy częstotliwości mediany po zakończonym teście zmęczenia dla wszystkich rejestrowanych mięśni. Różnica pomiędzy częstotliwością mediany w początkowej części (MFINI=65.1±1.1 Hz) oraz końcowej (MFFIN=57.9±0.9 Hz) wskazuje na istotny spadek ( $F(1,22)=43.15$ ,  $p<0,001$ ). Wartość częstotliwości mediany uległa zmniejszeniu dla mięśnia podgrzebieniowego ( $\Delta MFIS=-9.9\pm 1.6$  Hz) oraz tylnej części mięśnia naramiennego ( $\Delta MFDP=-9.5\pm 1.9$  Hz), podczas gdy część przednia mięśnia naramiennego oraz część górna mięśnia czworobocznego grzbietu wykazały mniejszy spadek ( $\Delta MFDA=-6.9\pm 1.5$  Hz) oraz ( $\Delta MFUT=-3.2\pm 1.3$  Hz).

**Wnioski pracy:** Wyniki niniejszej pracy wskazują na znaczący rozwój zmęczenia w obrębie mięśnia podgrzebieniowego. Wykazany spadek częstotliwości mediany we wszystkich badanych mięśniach, a zwłaszcza w mięśniu podgrzebieniowym oraz tylnej części mięśnia naramiennego może wskazywać na rozwój cieśni podbarkowej.

Kolejna praca wprowadza analizę rozwoju zmęczenia w warunkach treningowych poza laboratorium. Wprowadzono kolejne czynniki, tj. funkcjonalną ocenę zmęczenia, wykorzystując pomiar zakresu ruchomości w stawie ramiennym oraz siłę mięśni obręczy barkowej. Najważniejszą innowacją w tych badaniach jest pomiar części ścięgnistej oraz mięśniowej mięśnia nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego.

***Praca 4 – Klich S, Madeleine P, Ficek K, Sommer K, Fernández-de-Las-Peñas C, Michener LA, Kawczyński A. 2022. Functional and morphological changes in shoulder girdle muscles after repeated climbing exercise. Research in Sports Medicine 18:1-15***

W literaturze przedmiotu wciąż brakowało prac badawczych prowadzonych w warunkach poza-laboratoryjnych (Møller i wsp., 2018). Co więcej, analiza mechanizmów rozwoju zmęczenia predysponującego do rozwoju cieśni podbarkowej powinna również obejmować część mięśniową struktur stożka rotatorów, w tym mięśnia nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego. Należy nadmienić, że próby zmęczeniowe składające się z powtarzanych wysiłków mogą w większym stopniu wpłynąć na rozwój zmęczenia w obrębie obręczy barkowej. Celem pracy było określenie wpływu powtarzanego testu zmęczeniowego kończyn górnych oraz obręczy barkowej na poziom sprawności funkcjonalnej, a także właściwości morfologicznych oraz mechanicznych mięśni stożka rotatorów. Dodatkowo celem pracy była również analiza rozwoju zmęczenia mięśni stożka rotatorów. Postawiono hipotezę, według której po powtarzonym protokole wspinaczkowym dojdzie do zwiększenia grubości części ścięgnistej oraz mięśniowej mięśnia nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego, z jednoczesnym zmęczeniem przestrzeni podbarkowej. Ponadto próba zmęczeniowa wpłynie na zwiększenie sztywności w obrębie mięśni obręczy barkowej.

**Model badawczy:** Miał charakter badania typu „opis serii przypadków”, w którym wzięło udział 15 osób badanych ( $29 \pm 7$  lat;  $74.5 \pm 6.7$  kg;  $178 \pm 9.3$  cm). Badaniem objęto amatorów trenujących wspinaczkę ściankową. Wszyscy uczestnicy byli praworęczni, z średnią długością stażu treningowego  $6 \pm 2$  lata oraz czasem treningu  $10 \pm 1$  h/tydzień. Stopień trudności

ścieżki został ściśle dostosowany do umiejętności i osiągnięć wspinaczy, w oparciu o skalę trudności wg modelu francuskiego (Draper i wsp., 2011).

W pracy dokonano analizy subiektywnej oceny zmęczenia (skala Borga), zmian funkcjonalnych wyrażonych zakresem ruchomości w stawie ramiennym oraz siłą mięśni obręczy barkowej, a także zmian we właściwościach morfologicznych (grubość ścięgna/mięśnia nadgrzebieniowego i podgrzebieniowego oraz szerokość przestrzeni podbarkowej) oraz właściwościach mechanicznych (sztywność) mięśni obręczy barkowej.

Uczestników badania poproszono o określenie poziomu zmęczenia w skali od 6 do 20 RPE (Borg, 1998). Podczas oceny uczestnicy musieli wskazać skalę RPE według swoich odczuć, jeśli chodzi o zmęczenie w obrębie obręczy barkowej oraz kończyn górnych. Do analizy zakresów ruchomości w stawie ramiennym wykorzystano elektrogoniometr (Noraxon USA Inc., Arizona, USA), który został użyty do rejestracji ruchu zgięcia, odwiedzenia oraz rotacji wewnętrznej. Natomiast do oceny siły mięśni obręczy barkowej wykorzystano dynamometr (Hoggan Scientific, Lafayette, IN), który posłużył do pomiaru siły szczytowej podczas maksymalnego, świadomego skurczu izometrycznego dla zgięcia, odwiedzenia oraz rotacji wewnętrznej (Harrington et al., 2011).

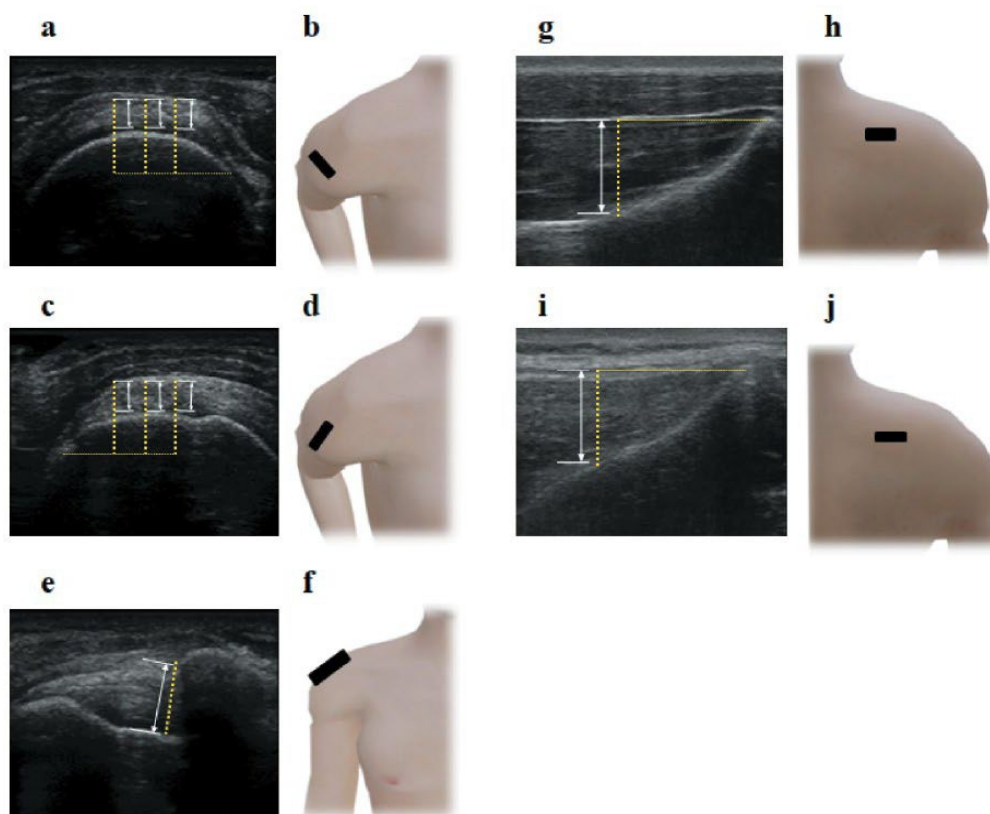
**Metodologia badania sztywności mięśni obręczy barkowej:** Metodologia opisana w pracy nr 2.

**Metodologia badania ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego oraz przestrzeni podbarkowej:** Metodologia opisana w pracy nr 1 i 2.

**Metodologia badania mięśnia nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego:** Badanie grubości mięśnia nadgrzebieniowego zostało wykonane na podstawie artykułu Schneebeli i wsp., (2014), natomiast mięśnia podgrzebieniowego wg Koppenhaver i wsp., (2015). Do wykonania obu projekcji USG osoby badane siadały na krześle z niskim oparciem, z rękoma opuszczonymi wzdłuż ciała; dłonie były zwrócone do ciała, a głowa i szyja były ustawione w pozycji neutralnej. Dla mięśnia nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego punktem referencyjnym był grzebień łopatki, który był identyfikowany pulsacyjnie. Następnie głowica została umieszczona poziomo oraz nad grzebieniem łopatki (mięsień nadgrzebieniowy, Rycina 3 g, h), natomiast dla mięśnia podgrzebieniowego głowicę umieszczano poziomo oraz pod grzebieniem łopatki (Rycina 3 i, j). Pomiar grubości mięśnia nadgrzebieniowego został wykonany przy pomocy linii poziomej poprowadzonej w odległości 20 mm od kąta utworzonego przez górną powieź mięśniową mięśnia nadgrzebieniowego oraz środkową część

dołu nadgrzebieniowego. Pomiar grubości mięśnia podgrzebieniowego został również wykonany przy pomocy linii poziomej poprowadzonej w odległości 20 mm, ale od najbardziej dystalnie położonego hiperechogenicznego punktu znajdującego się w dole podgrzebieniowym.

**Procedura wywołania zmęczenia:** Po badaniu wstępnym uczestnicy wzięli udział w standardowej, 15-min. rozgrzewce. Rozgrzewka zakończyła się pojedynczym wejściem na ścianę na poziomie 6a+ w celu zapoznania uczestnika z konkretną trasą wspinaczkową. Po 5-min. odpoczynku każdy badany wykonał powtarzany protokół ćwiczeń wspinaczkowych na ścianie wspinaczkowej. Ścianka miała 15 m wysokości, z przewieszeniem około 7° od kąta prostego (83°). Chwyty miały różne rozmiary oraz kształty, poza tym były rozmieszczone w różnych odległościach, aby umożliwić ruch ramion zarówno w pionie, jak i w poziomie. Procedura eksperymentalna składała się z pięciu wejść (poziom 6a+) o łącznym czasie 5 min na pojedyncze wejście, a następnie 5-min odpoczynku. Badanie powtórzono bezpośrednio po oraz 1 h po zakończonym teście.



**Rycina 3. Właściwości morfologiczne struktur stożka rotatorów, obejmujące grubość ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego w płaszczyźnie czołowej (a, b) i strzałkowej (c, d); przestrzeń podbarkowa (e, f), grubość mięśnia nadgrzebieniowego (g, h) oraz podgrzebieniowego (i, j).**

**Analiza statystyczna:** W tej pracy zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji z powtarzanym pomiarem (RM-ANOVA), wykorzystując zmienną czasu (badanie wyjściowe, natychmiast po oraz 1 h po próbie zmęczeniowej). Jeśli znaleziono interakcję między zmiennymi, w testach post hoc stosowano korektę Bonferroniego dla porównań wielokrotnych.

**Wyniki:** Analiza wykazała istotne zwiększenie się subiektywnego zmęczenia, wyrażone skalą Borga ( $p \leq 0.001$ ). Stwierdzono zmniejszenie się zakresu ruchomości w stawie ramiennym oraz spadek siły mięśniowej po zakończonym teście ( $p \leq 0.001$ ) oraz 1 h po ( $p \leq 0.001$ ). Grubość wszystkich mierzonych struktur (ścięgien i mięśni) uległa istotnemu pogrubieniu bezpośrednio po zakończeniu testu ( $p \leq 0.001$ ), z wyjątkiem ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego w płaszczyźnie strzałkowej ( $p = 0.007$ ). Dodatkowo szerokość przestrzeni podbarkowej uległa istotnemu zwiększeniu po 1 h ( $p \leq 0.001$ ).

**Wnioski pracy:** Niniejsza praca wykazała zmiany funkcji obręczy barkowej, a także właściwości morfologicznych oraz mechanicznych mięśni stożka rotatorów oraz obręczy barkowej po powtarzanym wysiłku u rekreacyjnych wspinaczy ściankowych. Znaczący wzrost grubości mięśnia nadgrzebieniowego przy jednoczesnym zmniejszeniu przestrzeni podbarkowej spowodował większy współczynnik określający proporcję ścięgna w przestrzeni podbarkowej. Badania własne wykazały rozwój zmęczenia, który objawia się zmianą grubości ścięgien. Należy podkreślić, że zaobserwowane zmiany grubości w częściach ścięgniastych oraz mięśniowych są związane z nadmierną sztywnością części tylnej mięśnia naramiennego oraz nadgrzebieniowego, które oddziałują na siebie jako synergisci.

Kolejna praca jest kontynuacją wcześniejszej, ponieważ została oparta na tej samej procedurze eksperymentalnej. Należy podkreślić, że innowacja tej pracy polega na jednoczesnym monitorowaniu grubości oraz sztywności części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu.

***Praca 5 – Klich S, Kawczyński A, Sommer K, Danek N, Fernández-de-las-Peñas C, Michener LA, Madeleine P. 2022. Stiffness and thickness of the upper trapezius muscle increase after repeated climbing bouts in male climbers. PeerJ 10:e14409.***

Zdaniem Tsui i wsp., (2017) istnieje zależność pomiędzy zmianami we właściwościach morfologicznych mięśnia nadgrzebieniowego a częścią górną mięśnia czworobocznego

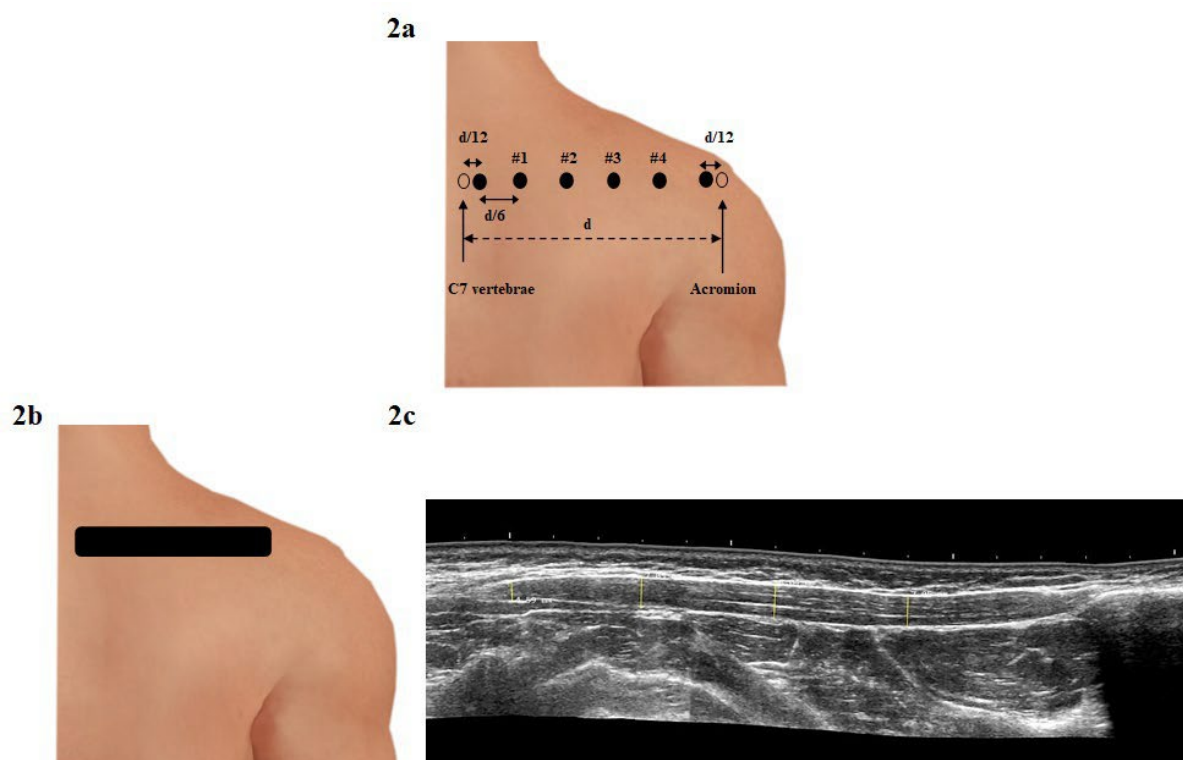
grzbietu. Ponadto należy zauważyć, że w piśmiennictwie brakuje prac badawczych, które podejmują jednoczesną analizę grubości oraz sztywności mięśnia podczas wysiłku fizycznego. W związku z tym za cel badań uznano ocenę zmian właściwości morfologicznych oraz mechanicznych części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu podczas testu zmęczenia na ścianie wspinaczkowej.

**Model badawczy:** Miał charakter badania typu „opis serii przypadków”, z powtarzanimi pomiarami. Cała procedura wysiłkowa została stworzona na podstawie pracy nr 3. W pracy dokonano analizy subiektywnej oceny zmęczenia (skala rpe), stężenia mleczanu ([La<sup>-</sup>]) oraz grubości oraz sztywności części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu. Skala RPE, grubość oraz sztywność mięśnia była zbierana przed rozpoczęciem testu oraz każdorazowo po zejściu ze ścianki wspinaczkowej (1-2-3-4-5), natomiast dla [La<sup>-</sup>] próbka została pobrana z opuszków palców obu rąk przy użyciu jednorazowego ostrza lancetowego Medlance® Red (HTL-Zone, Berlin, Niemcy). Procedurę przeprowadzono w celu określenia stężenia mleczanu we krwi ([La<sup>-</sup>]) (mmol·l<sup>-1</sup>) za pomocą analizatora Lactate Scout 4 (EKF Diagnostics, Magdeburg, Niemcy).

**Metodologia badania sztywności mięśnia czworobocznego:** Sztywność była mierzona przy użyciu miotometru MyotonPro (Myoton Ltd, Estonia). Osoby badane siedziały na krześle z dolnym oparciem (twarzą do kozetki, która była umieszczona naprzeciw), gdzie przedramiona spoczywały na kozetce. Za pomocą markera zmywalnego zaznaczono cztery punkty pomiaru sztywności mięśnia. Najpierw zmierzono odległość między wyrostkiem kolczystym kręgu C7 a wyrostkiem barkowym łopatki (średnio 24+1 cm), a następnie podzielono przez 6 (średnio 4+0,5 cm), aby obliczyć umiejscowienie punktów. Najbardziej boczne punkty przy kręgu C7 zostały podzielone przez 12 (średnio 2+0,3 cm), ale nie zostały uwzględnione w zbieraniu danych, ponieważ te punkty odpowiadają lokalizacji mięśniowości górnej części mięśnia czworobocznego (Kawczyński i wsp., 2018). Do pomiaru wykorzystano cztery punkty środkowe (1–4), ponieważ uznano je za miejsca brzośca mięśniowego (Rycina 4a) (Kawczyński i wsp. 2018; Kisilewicz i wsp. 2020). Sonda miotometru została umieszczona prostopadle do wyznaczonych czterech punktów pomiarowych, generując trzy impulsy (0.4 N przez 15 ms) (Kelly i wsp., 2018).

**Metodologia badania mięśnia czworobocznego grzbietu:** Grubość części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu była mierzona przy pomocy ultrasonografu Alpinion X- CUBE 90 (Alpinion, Korea Południowa) posiadającego głowicę liniową (60 mm)

o średniej częstotliwości 10.0 (3.0 to 19.0) MHz (Single Crystal, Alpinion, Korea Południowa). W celu zobrazowania części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu głowica liniowa została umieszczona równolegle do przebiegu włókien mięśniowych. Do analizy wykorzystano moduł panoramiczny, ponieważ umożliwia uchwycenie całego mięśnia – od wyrostka kolczystego C7, w kierunku dystalnym, do okolicy wyrostka barkowego łopatki (Kisilewicz i wsp., 2020) (Rycina 4b). Pomiary grubości wykonano przy użyciu oprogramowania MicroDicom viewer (MicroDicom DICOM Viewer, Bułgaria). W celu identyfikacji mięśnia czworobocznego grzbietu szukano punktów odniesienia pomiędzy powierzchnią i głęboką warstwą powięzi mięśnia czworobocznego (Kisilewicz i wsp., 2020) (Rycina 4c).



**Rycina 4. Punkty referencyjne służące do pomiaru sztywności oraz grubości części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu (a), lokalizacja umieszczenia głowicy liniowej (b) oraz przykładowy pomiar grubości (c).**

**Analiza statystyczna:** Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji z powtórzonymi pomiarami dla RPE i  $[La^-]$ , a także trójczynnikową analizę wariancji z powtórzonym pomiarem dla sztywności i grubości. W przypadku gdy stwierdzono istotną interakcję między zmiennymi, w testach post hoc zastosowano test Bonferroniego dla porównań wielokrotnych.



**Wyniki:** Wykazano istotne zwiększenie się subiektywnego zmęczenia, wyrażonego skalą RPE, po trzeciej próbie wejścia na ściankę ( $p \leq 0.01$ ). Natomiast [La-] zwiększył stężenie po piątej próbie ( $p \leq 0.001$ ). Sztywność i grubość mięśni wzrosły we wszystkich punktach (1–2–3–4) po piątym wzniesieniu ( $p \leq 0.01$ ). Sztywność była najwyższa w punkcie 4, natomiast grubość w punktach 1–2. Ponadto analiza wykazała istotnie większą sztywność po pierwszym wejściu w punkcie 1 ( $p = 0.004$ ) oraz po piątym wejściu w punkcie 4 ( $p \leq 0.001$ ) po stronie dominującej.

**Wnioski pracy:** Grubość części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu wykazała istotne różnice oraz zmiany w czasie oraz lokalizacji pomiędzy stroną dominującą a niedominującą. Obustronne zwiększenie sztywności oraz grubości mięśnia czworobocznego, przy jednoczesnym zwiększeniu się RPE i mleczanu we krwi może świadczyć o rozwoju zmęczenia.

#### **4.3.4. Podsumowanie – wkład cyklu prac w dziedzinę nauk medycznych i o zdrowiu, dyscyplinę nauk medycznych (przekaz naukowy i aplikacyjny omawianych prac) cyklu pt. „Właściwości morfologiczne oraz aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów i obręczy barkowej u sportowców”**

Celami podjętych prac w ramach realizacji cyklu „Właściwości morfologiczne oraz aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów i obręczy barkowej u sportowców” była analiza i charakterystyka właściwości morfologicznych, a także mechanicznych u zawodników różnych dyscyplin sportowych, w których kończyna górna wykonuje ruch uniesienia nad głowę (ang. *overhead sports*). W ramach przedstawionych prac podjęto się także określenia mechanizmów rozwoju zmęczenia, prowadzących do powstania pierwotnych objawów cieśni podbarkowej. Określenie tych mechanizmów miało charakter kompleksowy, ponieważ zwrócono uwagę zarówno na zmiany zachodzące we właściwościach mięśni i struktur ścięgniastych, jak również aktywności bioelektrycznej. Poprzez realizację tego cyklu tematycznego wszystkie założenia badawcze zostały zrealizowane, a wyraża się to w następujących osiągnięciach:

- Określono powtarzalność pomiarów ultrasonograficznych oraz miotonometrycznych dla struktur stożka rotatorów oraz mięśni obręczy barkowej.
- Zastosowano nowatorskie projekcje ultrasonograficzne do określenia zmian we właściwościach morfologicznych mięśni stożka rotatorów, głównie mięśnia

nadgrzebieniowego oraz podgrzebieniowego. Innowacyjność badań polega na jednoczesnej analizie zmian grubości oraz sztywności części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu.

- Przedstawiono procedury testowe predysponujące do rozwoju zmęczenia w warunkach laboratoryjnych oraz terenowych.
- Określono wartości grubości struktur ścięgniastych oraz mięśniowych, a także szerokości przestrzeni podbarkowej u zawodników trenujących dyscypliny sportu typu „overhead”.
- Porównano wartości grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego, szerokości przestrzeni podbarkowej oraz współczynnika określającego proporcję ścięgna w przestrzeni podbarkowej u zawodników trenujących pływanie oraz pływaków z niepełnosprawnościami.
- Określono zmiany we właściwościach morfologicznych oraz mechanicznych po zakończonym teście zmęczeniowym o charakterze pracy izokinetycznej.
- Przedstawiono dodatkowe czynniki rozwoju zmęczenia, opierając się o subiektywną skalę zmęczenia, stężenie mleczanu we krwi obwodowej oraz funkcjonalne czynniki, tj. zakres ruchomości oraz siła mięśni odpowiedzialnych za podstawowe ruchy w stawie ramiennym.
- Wykazano zmniejszenie zakresu ruchomości oraz siły mięśniowej w stawie ramiennym w dyscyplinach sportowych typu „overhead” zwłaszcza podczas ruchu zgięcia, odwodzenia oraz rotacji wewnętrznej.
- Potwierdzono rozwój ciasnoty podbarkowej w teście izokinetycznym poprzez obniżenie się częstotliwości mediany dla mięśnia podgrzebieniowego oraz tylnej części mięśnia naramiennego jako czynnik rozwoju zmęczenia.
- Wyodrębniono mechanizmy rozwoju zmęczenia, które prowadzą do ciasnoty podbarkowej podczas izokinetycznego (laboratoryjnego) oraz terenowego (test na ścianie wspinaczkowej) testu zmęczenia.
- Potwierdzono istotny wpływ zaburzeń we właściwościach morfologicznych oraz mechanicznych części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu na rozwój zmęczenia w obrębie obręczy barkowej.

Uzyskane wyniki badań w pięciu omawianych pracach pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Zróznicowanie we właściwościach morfologicznych między pływakami z dysfunkcją kończyn górnych a pozostałymi dwoma grupami może być związane z rozwojem zespołu cieśni podbarkowej przez przebudowę struktur mięśniowo-ścięgnistych stożka rotatorów.
- Izokinetyczny test rotacji wewnętrznej i zewnętrznej prowadzi do rozwoju zmęczenia, czego skutkiem są zmiany właściwości morfologicznych (zwiększenie grubości ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego oraz zwężenie szerokości przestrzeni podbarkowej) oraz mechanicznych, wyrażonych przez zwiększenie sztywności mięśni obręczy barkowej. Przeprowadzone badania mogą wskazywać na kompresję ścięgna w wyniku zmniejszenia szerokości przestrzeni podbarkowej.
- Zmęczenie mięśni stożka rotatorów oraz obręczy barkowej jest wynikiem zmniejszenia częstotliwości mediany sygnału elektromiograficznego mięśnia podgrzebieniowego oraz tylnej części mięśnia naramiennego, co może wskazywać na objawy rozwoju cieśni podbarkowej.
- Zmniejszenie sprawności funkcjonalnej, a także zmiany właściwości morfologicznych oraz mechanicznych (charakterystyczne dla zespołu cieśni podbarkowej) podczas testu zmęczeniowego mogą być związane z nadmierną sztywnością części tylnej mięśnia naramiennego oraz podgrzebieniowego, które oddziałują na siebie jako synergisci.
- Zmiany grubości oraz sztywności części górnej mięśnia czworobocznego grzbietu w terenowym teście wspinaczkowym mogą mieć wpływ na zmiany właściwości morfologicznych oraz mechanicznych struktur stożka rotatorów oraz pozostałych mięśni obręczy barkowej.

#### **4.3.5. Naukowe perspektywy rozwoju przedstawionego cyklu publikacji „Właściwości morfologiczne oraz aktywność bioelektryczna mięśni stożka rotatorów i obręczy barkowej u sportowców”**

Przyszłe badania oraz prace naukowe będą ukierunkowane na dalszy rozwój wiedzy w zakresie mechanizmów rozwoju zmęczenia oraz zespołu cieśni podbarkowej, zwracając uwagę na długotrwały wpływ zmęczenia oraz jego skutków na właściwości struktur mięśniowo-ścięgnistych. Ponadto zasadniczym celem dalszych prac będzie analiza właściwości architektonicznych (kąta pierzastości i długość włókna mięśniowego) mięśni obręczy barkowej,

stanowiących kolejny czynnik służący wyjaśnieniu podejmowanego tematu.

Należy również dodać, że dalsze badania będą wykorzystywać bardzo zaawansowany technologicznie sprzęt, głównie ultrasonografy, które posiadają moduł elastografii. Jest to specjalny moduł, w który zaopatrzona jest głowica liniowa, umożliwiając jednoczesną analizę grubości mięśnia oraz jego sztywności. Nadrzędnym celem kolejnych badań będzie wykorzystanie powyższych obserwacji oraz wniosków w badaniach klinicznych u pacjentów z zespołem dolegliwości bólowych obręczy barkowej, jak i osób z zespołem cieśni podbarkowej.

#### 4.3.6. Piśmiennictwo

- Abdulla SY, Southerst D, Cote P, Shearer HM, Sutton D, Randhawa K, Varatharajan S, Wong JJ, Yu H, Marchand H. 2015. Is exercise effective for the management of subacromial impingement syndrome and other soft tissue injuries of the shoulder? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Man Ther* 20:646-656.
- Batalha N, Raimundo A, Tomas-Carus P, Fernandes O, Marinho DA, Silva A. 2012. Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum* 14:545-553.
- Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon S. 1997. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med* 25:609-613.
- Bochenek A, Reicher M. 2010. *Anatomia człowieka. Anatomia ogólna, kości, stawy i więzadła, mięśnie*. Tom 1: PZWL.
- Borg G. 1998. *Borg's perceived exertion and pain scales*: Human kinetics.
- Borsa PA, Laudner KG, Sauers E. 2008. Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete. *Sports Med* 38:17-36.
- Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, Cielinski LS, Zoladz M, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2008. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16:408-414.
- Chopp-Hurley JN, Dickerson C. 2015. The potential role of upper extremity muscle fatigue in the generation of extrinsic subacromial impingement syndrome: a kinematic perspective. *Phys Ther Rev* 20:201-209.
- Chopp-Hurley JN, O'Neill JM, McDonald AC, Maciukiewicz JM, Dickerson CR. 2016.

- Fatigue-induced glenohumeral and scapulothoracic kinematic variability: implications for subacromial space reduction. *J Electromyogr Kinesiol* 29:55-63.
- Chopp JN, Fischer SL, Dickerson CR. 2011. The specificity of fatiguing protocols affects scapular orientation: Implications for subacromial impingement. *Clin Biomech* 26: 40-45.
- Cools A, Witvrouw E, Declercq G, Vanderstraeten G, Cambier D. 2004. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* 38:64-68.
- Culham E, Peat M. 1993. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther* 18:342-350.
- Drakos MC, Rudzki JR, Allen AA, Potter HG, Altchek D. 2009. Internal impingement of the shoulder in the overhead athlete. *J Bone Joint Surg Am* 91:2719-2728.
- Draper N, Dickson T, Blackwell G, Fryer S, Priestley S, Winter D, Ellis G. 2011. Self-reported ability assessment in rock climbing. *J Sports Sci* 29:851-858.
- Ebaugh DD, McClure PW, Karduna A. 2006. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol* 16:224-235.
- Halder AM, Itoi E, An K. 2000. Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 31:159-176.
- Harrington S, Padua D, Battaglini C, Michener LA, Giuliani C, Myers J, Groff D. 2011. Comparison of shoulder flexibility, strength, and function between breast cancer survivors and healthy participants. *J Cancer Surviv* 5:167-174.
- Huang H-Y, Lin J-J, Guo YL, Wang WT-J, Chen Y-J. 2013. EMG biofeedback effectiveness to alter muscle activity pattern and scapular kinematics in subjects with and without shoulder impingement. *J Electromyogr Kinesiol* 23:267-274.
- Jacobson J. 2011. Shoulder US: anatomy, technique, and scanning pitfalls. *Radiology* 260:6-16.
- Kawczynski A, Mroczek D, Andersen RE, Stefaniak T, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. 2018. Trapezius viscoelastic properties are heterogeneously affected by eccentric exercise. *J Sci Med Sport* 21:864-869.
- Kawczynski A, Samani A, Mroczek D, Chmura P, Blach W, Migasiewicz J, Klich S, Chmura J, Madeleine P. 2015. Functional connectivity between core and shoulder muscles increases during isometric endurance contractions in judo competitors. *Eur J Appl Physiol* 115:1351-1358.

- Kelly JP, Koppenhaver SL, Michener LA, Proulx L, Bisagni F, Cleland JA. 2018. Characterization of tissue stiffness of the infraspinatus, erector spinae, and gastrocnemius muscle using ultrasound shear wave elastography and superficial mechanical deformation. *J Electromyogr Kinesiol* 38:73-80.
- Kelly S, Beardsley C. 2016. Specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther* 11:544-551.
- Kent B. 1971. Functional anatomy of the shoulder complex: a review. *J Orthop Sports Phys Ther* 51:867-888.
- Kisilewicz A, Madeleine P, Ignasiak Z, Ciszek B, Kawczynski A, Larsen RG. 2020. Eccentric exercise reduces upper trapezius muscle stiffness assessed by shearwave elastography and myotonometry. *Front Bioeng Biotechnol* 8.
- Klich S, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Fic M, Seidel W, Chromik K, Kawczynski A. 2017. Reliability of ultrasound measures of supraspinatus tendon thickness and subacromial space in judo athletes. *Arch. Budo Sci Martial Arts Extrem Sports* 13:135-142.
- Klich S, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Zaton M, Kawczynski A, Michener LA. 2019. Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. *Phys Ther Sport* 35:23-28.
- Klich S, Pietraszewski B, Zago M, Galli M, Lovecchio N, Kawczynski A. 2020. Ultrasonographic and myotonometric evaluation of the shoulder girdle after an isokinetic muscle fatigue protocol. *J Sport Rehabil* 29:1047-1052.
- Koppenhaver S, Harris D, Harris A, O'Connor E, Dummar M, Croy T, Walker M, Flynn T. 2015. The reliability of rehabilitative ultrasound imaging in the measurement of infraspinatus muscle function in the symptomatic and asymptomatic shoulders of patients with unilateral shoulder impingement syndrome. *Int J Sports Phys Ther* 10:128-135.
- Kumar V, Satku K, Balasubramaniam P. 1989. The role of the long head of biceps brachii in the stabilization of the head of the humerus. *Clin Orthop Relat Res* 244:172-175.
- Laudner K, Sipes R. 2009. The incidence of shoulder injury among collegiate overhead athletes. *J. Intercolleg Sport* 2:260-268.
- Leong HT, Tsui S, Ng GY-f, Fu SN. 2016. Reduction of the subacromial space in athletes with and without rotator cuff tendinopathy and its association with the strength of scapular muscles. *Scand J Med Sci Sports* 19:970-974.
- Leong HT, Tsui S, Ying M, Leung VY, Fu SN. 2012. Ultrasound measurements on acromio-

- humeral distance and supraspinatus tendon thickness: test-retest reliability and correlations with shoulder rotational strengths. *J Sci Med Sport* 15:284-291.
- Ludewig PM, Cook TM. 2000. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 80:276-291.
- Madeleine P, Farina D. 2008. Time to task failure in shoulder elevation is associated to increase in amplitude and to spatial heterogeneity of upper trapezius mechanomyographic signals. *Eur J Appl Physiol* 102:325-333.
- Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L. 2003. The effects of neck-shoulder pain development on sensory-motor interactions among female workers in the poultry and fish industries. A prospective study. *Int Arch Occup Environ Health* 76:39-49.
- McClure PW, Bialker J, Neff N, Williams G, Karduna A. 2004. Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther* 84:832-848.
- McClure PW, Michener LA, Karduna A. 2006. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther* 86:1075-1090.
- McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna A. 2001. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg* 10:269-277.
- McCreesh KM, Purtill H, Donnelly AE, Lewis JS. 2017. Increased supraspinatus tendon thickness following fatigue loading in rotator cuff tendinopathy: potential implications for exercise therapy. *BMJ Open Sport Exerc Med* 3:e000279.
- Michener LA, Boardman ND, Pidcoe PE, Frith AM. 2005. Scapular muscle tests in subjects with shoulder pain and functional loss: reliability and construct validity. *Phys Ther* 85:1128-1138.
- Michener LA, McClure PW, Karduna A. 2003. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech* 18:369-379.
- Michener LA, Subasi Yesilyaprak SS, Seitz AL, Timmons MK, Walsworth MK. 2015. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23:363-369.
- Møller M, Attermann J, Myklebust G, Lind M, Sørensen H, Hebert J, Nielsen R, Bertelsen S, Wedderkopp N. 2018. The inter-and intrarater reliability and agreement for field-based

- assessment of scapular control, shoulder range of motion, and shoulder isometric strength in elite adolescent athletes. *Phys Ther Sport* 32:212-220.
- Mullaney MJ, McHugh MP. 2006. Concentric and eccentric muscle fatigue of the shoulder rotators. *Int J Sports Med* 27:725-729.
- Page P. 2011. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther* 6:51.
- Paine RM, Voight M. 1993. The role of the scapula. *Int J Sports Phys Ther* 18:386-391.
- Park MC, Itami Y, Lin CC, Kantor A, McGarry MH, Park CJ, Lee TQ. 2018. Anterior cable reconstruction using the proximal biceps tendon for large rotator cuff defects limits superior migration and subacromial contact without inhibiting range of motion: A biomechanical analysis. *Arthroscopy* 34:2590-2600.
- Rattee J, Sims L, Leswick DA, Obaid H. (2022). Correlation between superior humeral head migration and proximal long head of biceps tendon pathology in patients with and without rotator cuff tears using magnetic resonance imaging and radiography. *JSES Int* 6(5): 809-814.
- Richardson JT. 2011. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Rev Educ Res* 6:135-147.
- Saadatian A, Sahebozamani M, Karimi M. 2022. The contrast of the Maximum Functional Torque Shoulder Joint in Overhead Athletes with and without sub-acromion impingement during Sitting Throw. *J Rehabil Sci*.
- Schneebeli A, Egloff M, Giampietro A, Clijsen R, Barbero M. 2014. Rehabilitative ultrasound imaging of the supraspinatus muscle: Intra-and interrater reliability of thickness and cross-sectional area. *J Bodyw Mov Ther* 18:266-272.
- Struyf F, Tate A, Kuppens K, Feijen S, Michener LA. 2017. Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. *Br J Sports Med* 51:775-780.
- Struyf F, Cagnie B, Cools A, Baert I, Van Brempt J, Struyf P, Meeus M. 2014. Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. *J Electromyogr Kinesiol* 24:277-284.
- Terry GC, Chopp TM. 2000. Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train* 35:248.
- Timmons MK, Thigpen CA, Seitz AL, Karduna AR, Arnold BL, Michener LA. 2012. Scapular kinematics and subacromial-impingement syndrome: a meta-analysis. *J Sport Rehabil* 21:354-370.
- Tsui SS, Leong HT, Leung VY, Ying M, Fu SN. 2017. Tendon vascularity in overhead athletes



- with subacromial pain syndrome and its correlation with the resting subacromial space. *J Shoulder Elbow Surg* 26:774-780.
- van Andel C, van Hutten K, Eversdijk M, Veeger D, Harlaar J. 2009. Recording scapular motion using an acromion marker cluster. *Gait Posture* 29:123-128.
- Wilk KE, Arrigo CA, Hooks TR, Andrews JR. 2016. Rehabilitation of the overhead throwing athlete: there is more to it than just external rotation/internal rotation strengthening. *PM R* 8:S78-S90.
- Wilk KE, Meister K, Fleisig G, Andrews JR. 2000. Biomechanics of the overhead throwing motion. *Sports Med Arthrosc Rev* 8:124-134.
- Wilk KE, Yenchak AJ, Arrigo CA, Andrews JR. 2011. The Advanced Throwers Ten Exercise Program: a new exercise series for enhanced dynamic shoulder control in the overhead throwing athlete. *Phys Sportsmed* 39:90-97.
- Worsley P, Warner M, Mottram S, Gadola S, Veeger H, Hermens H, Morrissey D, Little P, Cooper C, Carr AJ. 2013. Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *J Shoulder Elbow Surgery* 22:e11-e19.
- Zago M, Kawczyński A, Klich S, Pietraszewski B, Galli M, Lovecchio N. 2020. Fatigue-Induced Scapular Dyskinesia in Healthy Overhead Athletes. *Front Bioeng Biotechnol* 8:302.
- Zanca GG, Oliveira AB, Saccol MF, Mattiello-Rosa SM. 2011. Isokinetic dynamometry applied to shoulder rotators - velocity limitations in eccentric evaluations. *J Sci Med Sport* 14:541-546.
- Zaremski JL, Wasser JG, Vincent HK. 2017. Mechanisms and treatments for shoulder injuries in overhead throwing athletes. *Curr Sports Med Rep* 16:179-188.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Podsumowanie pozostałych osiągnięć naukowych, na które składają się 15 prace, z czego 13 posiada wskaźnik Impact Factor oraz dwóch pozostałych z punktacją MEiN. Łącznie, mój dorobek po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, z wyłączeniem jednotematycznego cyklu prac wynosi: **IF=41.831; MEiN=1205.000**.

Poza głównym nurtem mojej działalności naukowej zajmuję się oceną właściwości morfologicznych, mechanicznych oraz sensomotorycznych ścięgna mięśnia czworogłowego uda, więzadła właściwego rzepki oraz głównych mięśni kończyny dolnej u kolarzy torowych trenujących konkurencje sprinterskie. Prace z tego zakresu tematycznego dotyczyły stworzenia innowacyjnego modelu obrazowania ultrasonograficznego w obrębie ścięgna mięśnia czworogłowego uda oraz więzadła właściwego rzepki. Celem badań była również analiza rozwoju procesu zmęczenia oraz efektywność procesu regeneracji po treningu sprinterskim. Z tego zakresu opublikowałem następujące prace:

1. **Klich S**, Krymski I, Michalik K, Kawczynski A. 2018. Effect of short-term cold-water immersion on muscle pain sensitivity in elite track cyclists. *Physical Therapy in Sport* 32:42-47.

**IF= 2.000; punktacja MEiN=35.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

2. **Klich S**, Krymski I, Kawczynski A. 2020. Viscoelastic properties of lower extremity muscles after elite track cycling sprint events: a case report. *Central European Journal of Sport Science and Medicine* 29: 5-10.

**IF= 0.000; punktacja MEiN=40.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 80%.

3. **Klich S**, Ficek K, Krymski I, Klimek A, Kawczyński A, Madeleine P, Fernández-de-Las-Peñas C. 2020. Quadriceps and patellar tendon thickness and stiffness in elite track cyclists: An ultrasonographic and myotonometric evaluation. *Frontiers in physiology* 11:1659.

**IF= 4.566; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 75%.

4. **Klich S**, Kosendiak A, Krymski I, Kawczyński A, Madeleine P, Fernández-de-Las-Peñas C. 2022. Ultrasound imaging of patellar tendon thickness in elite sprint track cyclists and elite soccer players: An intra-rater and inter-rater reliability study. *Plos One* 17: e0270871.

**IF= 3.752; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 75%.

**Liczba prac 4, sumaryczna wartość współczynnika IF=10.318, MEiN=275.000**

Poza powyżej przedstawianymi pracami prowadziłem badania, dotyczące zastosowania wybranych metod prewencji narządu ruchu, tj. aplikacja Low-Dye taping, zastosowanie rolowania czy wpływ flossingu na właściwości sensomotoryczne, rozkład nacisków na podszwowej powierzchni stóp, jak również wskaźniki szybkościowe oraz skocznościowe. Z zakresu tej tematyki opublikowano następujące prace:

1. **Klich S**, Wang B, Chen A, Yan J, Kawczyński A. 2020. Preventative taping in futsal: an exploratory analysis of Low-Dye taping on planter force distribution and pain sensitivity. *Applied Sciences* 10:540.

**IF= 2.679; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych,

przeprowadzeniu badań, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 75%.

2. **Klich S**, Smoter M, Michalik K, Bogdański B, Valera Calero JA, Clemente FM, Makar P, Mroczek D. 2022. Foam rolling and tissue flossing of the Triceps Surae muscle: acute effect on jump height, sprint performance, and Achilles tendon stiffness – a randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*.

**IF= 3.661\***; **punktacja MEiN=70.000\***

\* stan na 08.05.2023 wg Web of Science's Journal Citation Reports oraz komunikatu MEiN z dnia 21 grudnia 2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Potwierdzenie opublikowania publikacji znajduje się w załączniku nr 10.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 70%.

**Liczba prac 2, sumaryczna wartość współczynnika IF=6.340, MEiN=170.000**

Inne moje publikacje, w których jestem współautorem:

1. Stacco W, Kawczyński A, Lovecchio N, Giuriato M, **Klich S**, and Vandoni M. 2022. A new rationale to assess balance in skiers. *Sport Science* 15:104-109.

**IF= 0.000; punktacja MEiN=20.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury oraz korekcie po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 5%.

2. Navas-Mosqueda Á, Valera-Calero JA, Varol U, **Klich S**, Navarro-Santana MJ, Fernandez-de-Las-Peñas C, Ríos-León M, Belón-Pérez P, Cimadevilla-Fernández-Pola E, and Hervás-Pérez J. 2022. The prevalence of shoulder disorders among professional bullfighters: a cross-sectional ultrasonography study. *Tomography* 8:1726-1734.

**IF= 3.000; punktacja MEiN=40.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie oraz interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury,

pisaniu artykułu i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 5%.

3. Wang S, Chen D, Yoon I, **Klich S**, and Chen A. 2022. Bibliometric analysis of research trends of physical activity intervention for autism spectrum disorders. *Frontiers in Human Neuroscience* 16.

**IF= 3.473; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie i interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury, pisaniu artykułu i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 10%.

4. Muracki J, **Klich S**, Kawczyński A, and Boudreau S. 2021. Injuries and Pain Associated with Goalkeeping in Football—Review of the Literature. *Applied Sciences*. 11: 4669.

**IF= 2.838; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie literatury przedmiotu, przeprowadzeniu dyskusji, pisaniu artykułu i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 10%.

5. Chen D, Liu M, **Klich S**, Zhu L, Dong X, Xiong X, and Chen A. 2021. Effects of spontaneous neural activity during learning football juggling – a randomized control trial. *Applied Sciences* 11:4079.

**IF= 2.838; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie i interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury, pisaniu artykułu i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 15%.

6. Guo W, Zang M, Klich S, Kawczyński A, Smoter M, Wang B. 2020. Effect of combined physical and cognitive interventions on executive functions in older adults: a meta-analysis of outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 6166.

**IF= 3.390; punktacja MEiN=140.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę

wynosi 5%.

7. Zago M, Kawczyński A, **Klich S**, Pietraszewski B, Galli M, Lovecchio N. 2020. Fatigue-induced scapular dyskinesis in healthy overhead athletes. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 8:302.

**IF= 5.890; punktacja MEiN=100.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji oraz modelu badań, zaplanowaniu eksperymentu, wyborze metodyki badań, pozyskaniu osób badanych, analizie danych, interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, a także pisaniu pierwotnej wersji artykułu. Mój wkład w tę pracę wynosi 35%.

8. Cai K-L, Wang J-G, Liu Z-M, Zhu L-N, Xiong X, Klich S, Maszczyk A, Chen A. 2020. Mini-basketball training program improves physical fitness and social communication in preschool children with autism spectrum disorders. *Journal of Human Kinetics* 73:267-278.

**IF= 2.193; punktacja MEiN=140.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie oraz interpretacji wyników oraz obliczeń statystycznych, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury, pisaniu artykułu i korekcie przed oraz po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 10%.

9. Zarzycki A, Stawarz M, Maillette J, Lovecchio N, Zago M, Kawczynski A, **Klich S**. 2018. Acute changes of Achilles tendon thickness investigated by ultrasonography after shotokan and kyokushin karate training. *Archives of Budo* 14:213-219.

**IF= 1.551; punktacja MNiSW=20.000**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury oraz korekcie po złożeniu pracy do druku. Mój wkład w tę pracę wynosi 10%.

**Liczba prac 9, sumaryczna wartość współczynnika IF=25,173; MEiN=760.00**

### 5.1. Dane bibliometryczne

**Sumaryczny wskaźnik Impact Factor – 60.316\***

**Sumaryczna punktacja MEiN – 1787\***

**Liczba cytowani (wg Scopus) – 140 (z autocytowaniami); 118 (bez autocytowań)**

**Liczba cytowani (wg Web of Science) – 116 (z autocytowaniami); 98 (bez autocytowań)**

**Indeks Hirscha – 7 (Scopus); 6 (Web of Science)**

\*Suma uwzględnia wartość wskaźnika IF oraz punktów na dzień 08.05.2023 r. dla artykułów w druku z nadanym identyfikatorem dokumentu elektronicznego

Dane na podstawie analizy bibliometrycznej zostały sporządzone przez jednostkę procedującą wniosek (załącznik nr 6).

### **6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej**

#### **6.1. Udział w stażach zagranicznych**

Dokumentacja przedstawiająca udział w stażach znajduje się w załączniku nr 9.

Od 15 sierpnia do 18 grudnia 2016 roku wziąłem udział w stażu naukowym w **University of Southern California** (Los Angeles, CA, USA). Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 53 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Staż był realizowany pod kierownictwem **prof. Lori Michener** (Index Hirscha=45 według Scopus) w Clinical biomechanics and Orthopedic sports Outcomes Research (COOR) Laboratory. Ponadto odbyłem również staż zawodowy jako fizjoterapeuta w **USC Physical Therapy Associate Clinic** (Los Angeles, CA, USA). Głównym zadaniem stażu naukowego była nauka wykorzystania ultrasonografii mięśni stożka rotatorów w celu analizy właściwości morfologicznych mięśni obręczy barkowej. W tej części stażu uczyłem się technik badawczych służących do pomiaru ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego i podgrzebieniowego w dwóch projekcjach (w osi długiej i krótkiej), a także przestrzeni podbarkowej. Pozostałe umiejętności dotyczyły analizy, interpretacji oraz pomiaru grubości struktur mięśniowo-ścięgnistych oraz szerokości przestrzeni podbarkowej. Istotnym celem stażu było przygotowanie wspólnego projektu naukowego, który został zrealizowany w AWF we Wrocławiu. Na tej podstawie powstał artykuł: **Klich S, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Zatoń M, Kawczynski A,**

**Michener LA. 2019. Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. Physical Therapy in Sport 35:23-28**, który stanowi istotną część mojego osiągnięcia naukowego. Dodatkowo brałem udział w zajęciach dydaktycznych z przedmiotu „Musculoskeletal and Biomechanical Basis of Movement” prowadzonego przez **prof. Kornelię Kulig** (Index Hirscha=31 według Scopus). Staż fizjoterapeutyczny polegał natomiast na zdobyciu nowej wiedzy teoretycznej oraz praktycznej w zakresie metod terapeutycznych w różnych jednostkach chorobowych.

Od 13 do 19 grudnia 2018 roku wzięłem udział w stażu naukowym oraz międzynarodowej konferencji naukowej jako zaproszony wykładowca w **Yangzhou University** (Yangzhou, Chiny). Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 401–500 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Staż był realizowany pod kierownictwem **dr Ai-Guo Chen** (Index Hirscha=13 według Scopus). Głównym celem stażu naukowego było zapoznanie się z procedurami wykorzystania rezonansu magnetycznego w monitorowaniu zmian układu mięśniowo-szkieletowego. Ponadto brałem udział w rozmowach na temat wspólnych badań naukowych. Od 22 do 26 października 2019 roku wzięłem udział w **stażu programu Erasmus+** (projekt KA107) w Yangzhou University. Głównym zadaniem tego stażu było zapoznanie się z metodami oraz środkami dydaktycznymi, wykorzystywanymi przez nauczycieli akademickich w Chinach. W trakcie pobytu otwarte zostało mobilne laboratorium współpracy chińsko-polskiej: „Laboratory of Sport and Brain Science”. Ze wspólnych badań oraz współpracy powstało 5 artykułów o sumarycznej wartości współczynnika **IF=15,797 oraz MEiN=580.000**.

Od 9 sierpnia do 12 września 2021 roku wzięłem udział w stażu naukowym w **Aalborg University** (Aalborg, Dania) pod kierownictwem **prof. Pascala Madeleine** (Index Hirscha=45 według Scopus). Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 301–400 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Staż odbył się w ramach realizacji pojedynczego zadania naukowego w programie **MINIATURA 3**, które było finansowane przez **Narodowe Centrum Nauki**. Podczas realizacji stażu pracowałem wspólnie z prof. Madeleine nad projektem naukowym pt. „Zmęczenie obwodowe mięśni obręczy barkowej a właściwości mechaniczne oraz morfologiczne w obrębie mięśni stożka rotatorów”. W związku z tym powstały dwa artykuły opublikowane w **Research in Sports Medicine i PeerJ (Impact Factor: 6.722; MEiN: 170.000)**. Istotnym celem stażu było nabycie umiejętności wykorzystania badania elastograficznego w ocenie właściwości mechanicznych tkanek



miękkich. Natomiast od 1 marca do 1 lipca 2022 roku byłem stypendystą w Aalborg University w ramach programu **Bekker NAWA – Program im. Mieczysława Bekkera**, który był finansowany przez **Narodową Agencję Wymiany Akademickiej**. W ramach stypendium realizowałem staż podoktorski, podczas którego przygotowałem projekt badawczy związany z analizą elastograficzną mięśnia nadgrzebieniowego oraz czworobocznego grzbietu podczas izometrycznego odwodzenia obręczy barkowej w stawie ramiennym.

Od 13 września do 17 września 2021 roku wziąłem udział w stażu naukowym w **King Juan Carlos University** (Madryt, Hiszpania) pod kierownictwem prof. **Césara Fernández-de-Las-Peñas** (Index Hirscha=67 według Scopus). Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 901–1000 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Podczas stażu wziąłem udział w szkoleniu, którego celem była analiza oraz metodyka wykonania pomiaru mięśni obręczy barkowej w dwóch modułach ultrasonograficznych, tj.: B-mode oraz elastografii. Na podstawie współpracy powstał artykuł: **Navas-Mosqueda Á, Valera-Calero JA, Varol U, Klich S, Navarro-Santana MJ, Fernandez-de- Las-Peñas C, Ríos-León M, Belón-Pérez P, Cimadevilla-Fernández-Pola E, and Hervás-Pérez JPJT. 2022. The prevalence of shoulder disorders among professional bullfighters: a cross-sectional ultrasonography study. Tomography 8:1726-1734.**

Od 10 lipca do 17 lipca 2022 roku wziąłem udział w stażu naukowym w **Universitat Internacional de Catalunya** (Barcelona, Hiszpania) pod kierownictwem **dr Alberta Perez-Bellmunt** (Index Harsha=10 według Scopus). Podczas stażu brałem udział w szkoleniu z obsługi tensomiografu, urządzenia do oceny właściwości mechanicznych mięśni szkieletowych. Podczas stażu przygotowaliśmy procedurę badawczą oraz przeprowadziliśmy badanie pilotażowe. Badanie polegało na ocenie powtarzalności oraz wiarygodności sztywności ocenionej przy użyciu miotonometrii oraz tensomiografii. Jesteśmy w trakcie planowania oraz przygotowania projektu badawczego związanego z wykorzystaniem tensomiografii w ocenie zmęczenia w obrębie mięśni obręczy barkowej.

## 6.2. Kierownictwo w projektach naukowych

Po doktoracie otrzymywałem finansowanie na badania naukowe w postaci grantu zewnętrznego oraz wewnętrznego, a także stypendiów naukowych na realizację staży podoktorskiego. Finansowanie tych projektów odbywało się po rozstrzygnięciu konkursów na ich finansowanie. Dokumentacja przedstawiająca kierownictwo w grantach naukowych znajduje się w załączniku nr 9.

- **MINIATURA 3 – Narodowe Centrum Nauki (NCN)**

**Tytuł:** „Zmęczenie obwodowe mięśni obręczy barkowej a właściwości mechaniczne oraz morfologiczne w obrębie mięśni stożka rotatorów”

**Nr decyzji:** DEC-2019/03/X/NZ7/01100

W ramach finansowania przez NCN realizowałem pojedyncze zadanie badawcze w ramach programu MINIATURA 3, którego celem było przygotowanie badań naukowych oraz realizacja stażu naukowego w Aalborg University pod kierownictwem prof. Pascala Madeleine. W ramach realizacji pojedynczego zadania badawczego powstały następujące prace naukowe:

1. **Klich S, Madeleine P, Ficek K, Sommer K, Fernández-de-Las-Peñas C, Michener LA, Kawczyński A.** 2022. Functional and morphological changes in shoulder girdle muscles after repeated climbing exercise. *Research in Sports Medicine* 18:1-15.
2. **Klich S, Kawczyński A, Sommer K, Danek N, Fernández-de-las-Peñas C, Michener LA, Madeleine P.** 2022. Stiffness and thickness of the upper trapezius muscle increase after repeated climbing bouts. *PeerJ* 10:e14409.

- **Grant wewnętrzny (OPUS) – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu**

**Tytuł:** „Właściwości morfologiczne i mechaniczne więzadła właściwego rzepki podczas wybranych procedur zmęczenia obwodowego kończyny dolnej”

**Nr decyzji:** PN/BK/2021/03

W ramach grantu wewnętrznego realizowałem projekt badawczy, którego celem była: (1) analiza właściwości architektonicznych (kąt pierzastości oraz długość włókna mięśniowego) oraz mechanicznych mięśnia prostego uda podczas maksymalnego skurczu izometrycznego; a także (2) realizacja konsultacji naukowych w Universitat Internacional de Catalunya pod kierownictwem dr Alberta Perez-Bellmunt.

- **Bekker NAWA - Program im. Mieczysława Bekkera**

**Tytuł:** „Właściwości morfologiczne i mechaniczne mięśni stożka rotatorów a zmęczenie obwodowe podczas różnych typów wysiłku”

**Nr decyzji:** BPN/BEK/2021/1/00090/U/00001

W ramach programu NAWA realizowałem stypendium, którego celem było przygotowanie projektu naukowego oraz realizacja stażu podoktorskiego w Aalborg University pod kierownictwem prof. Pascala Madeleine. Głównym założeniem stażu było doskonalenie umiejętności monitorowania właściwości morfologicznych (grubość) oraz mechanicznych (sztywność) mięśni szkieletowych obręczy barkowej oraz stożka rotatorów poprzez wykorzystanie badania ultrasonograficznego oraz modułu elastografii.

- **Fulbright Senior Award 2023-24 – stypendium Polsko-Amerykańskiej Komisji Fulbrighta**

**Tytuł:** „Physiological and biomechanical analysis of the shoulder girdle: a response to maximal exercise as an acute effect of fatigue in swimmers”

**Nr decyzji:** Akceptacja nominacji Rady Polsko-Amerykańskiej Komisji Fulbrighta przez Radę J. William Fulbright Foreign Scholarship Board (FFSB) z dnia 13.03.2023.

W ramach stypendium odbędę sześciomiesięczny (01.08.2023-31.01.2024) staż naukowy w University of Southern California (Clinical Biomechanics Orthopedic and Sports Outcomes Research laboratory) pod kierownictwem **prof. Lori Michener**, podczas którego realizował będę dwa wspólne projekty naukowe:

1. Physiological and biomechanical analysis of the shoulder girdle: a response to maximal exercise as an acute effect of fatigue in swimmers.
2. Patient-specific factors of recovery in rotator cuff tendinopathy.

### **6.3. Wykonawca w grantie międzynarodowym**

Dokumentacja przedstawiająca udział w wykonywaniu grantu znajduje się w załączniku nr 9.

- **MOST – Współpraca naukowa Polskiej Akademii Nauk oraz Ministerstwa Nauki i Technologii w Tajpej**

**Tytuł:** „Charakterystyka tkanek mięśni grupy tylnej uda u sportowców, którzy nie doznali kontuzji oraz u sportowców po urazie”

**Nr decyzji:** BWZ.063.56.2021.KF

W ramach realizacji grantu wykonuję pilotażowe badania oraz pomiary ultrasonograficzne w obrębie grupy mięśni kulszowo-goleniowych u zawodników oraz osób rekreacyjnie uprawiających różne dyscypliny sportu. Wraz z zespołem **prof. Hsing-Kuo Wanga** (Index Hirscha=19 według Scopus) opracowaliśmy autorski model projekcji ultrasonograficznej mięśnia dwugłowego uda oraz półścięgnistego. W dniach 01.05 – 10.05.2023 odbyłem staż naukowy w **National Taiwan University** (Tajpej, Tajwan). Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 201–300 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Celem stażu była nauka wykorzystania nowoczesnych rozwiązań w monitorowaniu struktur mięśniowo-ścięgnistych przy użyciu elastografii oraz ultrasonografii dopplerowskiej (tj. Power Doppler).

#### **6.4.Recenze dla międzynarodowych czasopism naukowych**

Po doktoracie otrzymywałem zaproszenia do recenzowania prac od międzynarodowych czasopism naukowych z Impact Factor. Wykonałem recenzję dla następujących czasopism:

- **European Journal of Ultrasound (IF: 5.445)** – Reproducibility of anterior scalene stiffness measurement with shear wave elastography: An inter-examiner reliability study.
- **Frontiers in Neuroscience (IF: 5.152)** – Alteration of effective connectivity in the default mode network of autism after an intervention.
- **Journal of Clinical Medicine (IF: 4.964)** – (1) Literature review proposing return to sport criteria after chronic lateral ankle instability surgery; (2) Temperature controlled high-energy polymodal laser therapy in subjects affected by rotator cuff tendinopathy: observational prospective clinical study; (3) Glenoid inclination: choosing the transverse axis is critical. a 3D automated versus manually measured study; (4) Association between symptomatic rotator cuff tear, elevated critical shoulder angle, and acromion index.
- **International Journal of Environmental Research and Public Health (IF: 4.614)** – (1) Injury profile of male and female senior and youth handball players: a systematic review; (2) Variation in the thickness of the plantar fascia after 2training based

in training race; (3) Injury and illness in world taekwondo junior athletes.

- **Sports Health (IF: 4.355)** – Convergent validity of muscular activity, muscle thickness and hand grip force for measuring muscle fatigue.
- **Diagnostics (IF: 3.992)** – Shoulder magnetic resonance arthrography with internal and external rotation position of the humeral head in the evaluation of SLAP lesions.
- **Sensors (IF: 3.847)** – Local positioning system analysis of physical demands during official matches in the Spanish Futsal League.
- **Research in Sports Medicine (IF: 3.661)** – Acromiohumeral distance quantification during a variety of shoulder external and internal rotational Exercises in recreationally overhead athletes.
- **PLOS One (IF: 3.240)** – (1) The effect of shoulder muscle succinylcholine injection on the foreleg raising power: Sion's local paralysis; (2) Validity And Intrarater Reliability Of A Novel Device For Assessing Plantar flexor Strength.
- **Physica Medica (IF: 3.119)** – Panoramic ultrasound imaging does not produce muscle morphology deformation during imaging acquisition: a validity study.
- **PeerJ (IF: 3.060)** – (1) Application of carbon dioxide to the skin and muscle oxygenation of human lower-limb muscle sites during cold water immersion; (2) Electromyographic analysis of the serratus anterior and upper trapezius in closed kinetic chain exercises performed on different unstable support surfaces: a systematic review and meta-analysis; (3) Novice raters demonstrate good intra-rater agreement and reliability when determining pressure pain thresholds; a cross-sectional study; (4) The effect of elastic ankle taping on ankle and knee biomechanics during a side-cutting task in young adult males.
- **Journal of Pain Research (IF: 2.832)** – Pain diagnosis, pain coping, and function in individuals with chronic musculoskeletal pain.
- **Journal of Biomechanics (IF: 2.789)** – Plantar fascia thickness and stiffness in response to high intensity interval running.
- **Journal of Sport Rehabilitation (IF: 2.202)** – (1) A clinical comparison of home-based and hospital-based exercise programs following arthroscopic capsulolabral repair for anterior shoulder instability; (2) Serratus anterior fatigue reduces scapular posterior tilt and external rotation during arm elevation; (3) Relationship between seated single arm shot put and isokinetic shoulder flexion and elbow extension strength; (4) Reliability of isokinetic decay slope is superior to using fatigue indices for shoulder

horizontal abduction; (5) Effects of combined neuromuscular electrical stimulation and therapeutic exercise in amateur female handball players with scapular dyskinesis.

- **International Journal of Sports Science & Coaching (IF: 2.029)** – Comparisons and correlations between the anthropometric profile and physical performance of professional female and male soccer players: individualities that should be considered in training.
- **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering (IF: 1.669)** – An electromyography-based multi-muscle fatigue model to investigate operational task performance.
- **International Journal of Exercise Science Coaching (IF: 1.150)** – Freely chosen cadence is increased during repeated bouts of submaximal ergometer pedaling.
- **Journal of Men's Health (IF: 0.789)** – Effect of topical sports cream containing *Cymbopogon schoenanthus* on acute recovery markers following exercise-induced muscle fatigue in competitive athletes: a pilot study.

#### 6.5. Udział w konferencjach naukowych

Po doktoracie byłem prelegentem oraz brałem czynny udział w konferencjach:

- 4<sup>th</sup> Annual Symposium on Sport Sciences – Performance and Technology, Aalborg University (Aalborg, Dania), 2022. **Wykład gościnny** pt. „Muscle-tendon unit characteristics - a perspective of different properties“  
**Symposium pod patronatem European College of Sports Science**
- 24<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Praga, Czechy), 2019. **Sesja plakatowa oraz krótkie wystąpienie** pt. „Patellar tendon stiffness and thickness in elite sprint and endurance track cyclists using myotonometric and ultrasonographic measurements “
- 2<sup>nd</sup> China Physical Exercise and Brain Science Forum”, Yangzhou University (Yangzhou, Chiny), 2018. **Wykład gościnny** pt. „Central fatigue indicators after different exercise protocols“
- IX Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Aktywność Ruchowa Osób Niepełnosprawnych”, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (Wrocław, Polska), 2018. **Prezentacja ustna** pt. „Pomiar przestrzeni podbarkowej jako wskaźnik monitorowania przeciążeń obręczy barkowej wśród pływaków “

## 6.6. Współpraca międzynarodowa

### 6.6.1. Współpraca międzynarodowa potwierdzona publikacjami

- Współpraca z University of Southern California (Los Angeles, USA) – prof. Lori Michener, potwierdzona publikacjami oraz wspólnym projektem:
  - **Klich S**, Kisilewicz A, Pozarowszczyk B, Zaton M, Kawczyński A, Michener LA. 2019. Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. *Physical Therapy in Sport* 35:23-28.
  - Projekt badawczy w ramach stypendium Fundacji Polsko-Amerykańskiej Fulbrighta pt. „Physiological and biomechanical analysis of the shoulder girdle: a response to maximal exercise as an acute effect of fatigue in swimmers” oraz „Patient-specific factors of recovery in rotator cuff tendinopathy”.
- Współpraca z University of Bergamo (Bergamo, Włochy) oraz Politecnico di Milano (Mediolan, Włochy) – prof. Nicola Lovecchio, prof. Matteo Zago oraz prof. Manuela Galli, potwierdzona publikacjami:
  - Zarzycki A, Stawarz M, Maillette J, Lovecchio N, Zago M, Kawczyński A, **Klich S**. 2018. Acute changes of Achilles tendon thickness investigated by ultrasonography after shotokan and kyokushin karate training. *Archives of Budo* 14:213-219.
  - **Klich S**, Pietraszewski B, Zago M, Galli M, Lovecchio N, Kawczyński A. 2020. Ultrasonographic and myotonometric evaluation of the shoulder girdle after an isokinetic muscle fatigue protocol. *Journal of Sport rehabilitation* 29:1047-1052.
  - Zago M, Kawczyński A, **Klich S**, Pietraszewski B, Galli M, Lovecchio N. 2020. Fatigue-induced scapular dyskinesia in healthy overhead athletes. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 8:302.
  - **Klich S**, Kawczyński A, Pietraszewski B, Zago M, Chen A, Smoter M, Hassanlouei H, Lovecchio N. 2021. Electromyographic evaluation of the shoulder muscle after an fatiguing isokinetic protocol in recreational overhead athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18:2516.
- Współpraca z Yangzhou University – prof. Ai-Guo Chen, dr Biye Wang, dr Dan Dan Chen oraz dr Wei Guo, potwierdzona publikacjami:

- **Klich S**, Wang B, Chen A, Yan J, Kawczyński A. 2020. Preventative taping in futsal: an exploratory analysis of Low-Dye taping on planter force distribution and pain sensitivity. *Applied Sciences* 10:540.
- Wang S, Chen D, Yoon I, **Klich S**, and Chen AJFihn. 2022. Bibliometric analysis of research trends of physical activity intervention for autism spectrum disorders. *Frontiers in Human Neuroscience* 16.
- Chen D, Liu M, **Klich S**, Zhu L, Dong X, Xiong X, and Chen AJAS. 2021. Effects of spontaneous neural activity during learning football juggling – a randomized control trial. *Applied Sciences* 11:4079.
- Guo W, Zang M, **Klich S**, Kawczyński A, Smoter M, Wang B. 2020. Effect of combined physical and cognitive interventions on executive functions in older adults: a meta-analysis of outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 6166.
- Cai K-L, Wang J-G, Liu Z-M, Zhu L-N, Xiong X, **Klich S**, Maszczyk A, Chen A-G. 2020. Mini-basketball training program improves physical fitness and social communication in preschool children with autism spectrum disorders. *Journal of Human Kinetics* 73:267-278.
- Współpraca z Aalborg University (Aalborg, Dania) – prof. Pascal Madeleine oraz prof. Shellie Boudreau, potwierdzona publikacjami:
  - Kawczynski A, Samani A, Mroczek D, Chmura P, Blach W, Migasiewicz J, **Klich S**, Chmura J, Madeleine P. 2015. Functional connectivity between core and shoulder muscles increases during isometric endurance contractions in judo competitors. *Eur J Appl Physiol* 115:1351-1358.
  - Muracki J, **Klich S**, Kawczyński A, and Boudreau SA. 2021. Injuries and pain associated with goalkeeping in football – review of the literature. *Applied Sciences*. 11: 4669.
- Współpraca z King Juan Carlos University (Madryt, Hiszpania) – prof. César Fernández-de-Las-Peñas, prof. José Luis Arias-Buría oraz Universidad Camilo José Cela – dr Juan Antonio Valera Calero, potwierdzona publikacjami:
  - Navas-Mosqueda Á, Valera-Calero JA, Varol U, **Klich S**, Navarro-Santana MJ, Fernandez-de-Las-Peñas C, Ríos-León M, Belón-Pérez P, Cimadevilla-Fernández-Pola E, and Hervás-Pérez J. 2022. The prevalence of shoulder disorders among professional bullfighters: a cross-sectional ultrasonography



- study. *Tomography* 8:1726-1734.
- **Klich S**, Smoter M, Michalik K, Bogdański B, Valera Calero JA, Clemente FM, Makar P, Mroczek D. 2022. oam rolling and tissue flossing of the Triceps Surae muscle: acute effect on jump height, sprint performance, and Achilles tendon stiffness – a randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*.
- Współpraca w ramach międzynarodowego zespołu badawczego – prof. Pascal Madeleine, prof. César Fernández-de-Las-Peñas oraz prof. Lori Michener, potwierdzona publikacjami:
    - **Klich S**, Kawczyński A, Sommer K, Danek N, Fernández-de-las-Peñas C, Michener LA, Madeleine P. 2022. Stiffness and thickness of the upper trapezius muscle increase after repeated climbing bouts in male climbers. *PeerJ* 10:e14409.
    - **Klich S**, Madeleine P, Ficek K, Sommer K, Fernández-de-Las-Peñas C, Michener LA, Kawczyński A. 2022. Functional and morphological changes in shoulder girdle muscles after repeated climbing exercise. *Research in Sports Medicine* 18:1-15.
    - **Klich S**, Kosendiak A, Krymski I, Kawczyński A, Madeleine P, Fernández-de-Las-Peñas C. 2022. Ultrasound imaging of patellar tendon thickness in elite sprint track cyclists and elite soccer players: An intra-rater and inter-rater reliability study. *Plos One* 17: e0270871.
    - **Klich S**, Ficek K, Krymski I, Klimek A, Kawczyński A, Madeleine P, Fernández-de-Las-Peñas C. 2020. Quadriceps and patellar tendon thickness and stiffness in elite track cyclists: An ultrasonographic and myotonometric evaluation. *Frontiers in physiology* 11:1659.

### 6.6.2. Współpraca międzynarodowa niepotwierdzona publikacjami

Dokumentacja przedstawiająca współpracę zagraniczną znajduje się w załączniku nr 9.

- **Współpraca z National Taiwan University (Tajpej, Tajwan) – prof. Hsing-Kuo Wang.**

Obustronna współpraca związana jest z przygotowaniem projektu naukowego, którego celem będzie określenie zmian właściwości morfologicznych oraz architektonicznych mięśni grupy kulszowo-goleniowej w wyniku zmian zmęzeniowych u sportowców oraz osób rekreacyjnie uprawiających sport. Ponadto, nasza współpraca dotyczy również opracowania

metodologii badań oraz metodyki pomiarów właściwości morfologicznych w obrębie mięśni stożka rotatorów oraz obręczy barkowej.

- **Współpraca z Universitat Internacional de Catalunya (Barcelona, Hiszpania) – dr. Albert Perez-Bellmunt.**

Wraz z zespołem dr. Pereza-Bellmunt pracujemy nad finalizacją projektu, który był przedmiotem mojego stażu naukowego. Planujemy przygotowanie projektu badawczego związanego z wykorzystaniem tensomiografii w ocenie zmęczenia w obrębie mięśni obręczy barkowej.

- **Współpraca z University of Canterbury (Christchurch, Nowa Zelandia) – mgr Hamish Ferguson.**

Uczelnia jest sklasyfikowana na miejscu 401–500 według Academic Ranking of World Universities (ranking szanghajski 2022 rok). Współpraca z mgr Fergusonem związana jest ze wspólnym doświadczeniem w pracy z kadrami narodowymi w kolarstwie torowym. Mgr Ferguson współpracuje z kadrą narodową Nowej Zelandii. W związku z tym realizujemy bilateralny projekt naukowy, którego głównym celem jest analiza zdolności generowania mocy maksymalnej w wysiłku sprinterskim, jak również modelowanie różnic pomiędzy płciami w generowaniu mocy maksymalnej.

#### **6.7. Redaktor numeru specjalnego czasopisma z Impact Factor**

- **Applied Sciences (Impact Factor: 2.838; MEiN: 100.000)** – współredaktor numeru specjalnego pt. „Human Skeletal Muscle and Tendon Characteristics in Sport and Rehabilitation” (01 – 07.2021)
- **Applied Sciences (Impact Factor: 2.838; MEiN: 100.000)** – współredaktor numeru specjalnego pt. „Human Skeletal Muscle and Tendon Characteristics in Sport and Rehabilitation II” (07 – 12.2021)

## **7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę**

### **7.1. Osiągnięcie organizacyjne**

Byłem członkiem zespołu przygotowującego kierunek Sport do oceny przez Polską Komisję Akredytacyjną w roku 2022. Moim zadaniem było przygotowanie Kryterium 7, które obejmowało warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku. Po pozytywnej ocenie członków Polskiej Komisji Akredytacyjnej Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu uzyskała kategorię naukową A w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej. Akredytacja potwierdziła odpowiednią jakość dydaktyki na Wydziale Wychowania Fizycznego i Sportu. Polska Komisja Akredytacyjna wyraziła również zgodę na dalsze kształcenie.

### **7.2. Prowadzenie i udział w szkoleniach dla trenerów lekkiej atletyki**

Brałem udział (jako prowadzący) w szkoleniach z zakresu prewencji urazów:

- Konferencja trenerów lekkiej atletyki organizowana przez Polski Związek Lekkiej Atletyki, Cetniewo 20-22.10.2017
- Konferencja trenerów lekkiej atletyki w ramach konsultacji selekcyjno–diagnostycznej zaplecza kadry narodowej organizowana przez Polski Związek Lekkiej Atletyki, Spała 26-26.10.2017

### **7.3. Podręcznik akademicki**

Na podstawie opracowań własnych oraz doniesień naukowych opublikowałem we współautorstwie podręcznik akademicki, który cieszy się dużym zainteresowaniem wśród studentów fizjoterapii oraz kierunków realizujących program zajęć związanych z prewencją kontuzji narządu ruchu. Podręcznik ten dotyczy podstawowych zagadnień oraz pojęć w zakresie ortopedii i traumatologii, jak również stanowi metodykę programowania postępowania fizjoterapeutycznego w wybranych dysfunkcjach narządu ruchu.

Konieczny G, **Klich S.** Zastosowanie kliniczne fizjoterapii w ortopedii i traumatologii. Legnica: Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy, 2018.

#### 7.4. Opieka nad studentami w formie promotora pomocniczego

W roku 2019 zostałem oficjalnie promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim magistra Macieja Kusiaka w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. Adam Kawczyński.

#### 7.5. Członkostwo w komisji doktorskiej

- **Funkcja:** członek komisji doktorskiej

**Imię i nazwisko doktoranta:** Luis Llurda Almuzara

**Tytuł pracy doktorskiej:** Analysis of neuromuscular response and frontal plane knee angle projection in physically active subjects: implications for anterior cruciate ligament injury.

**Promotor pracy doktorskiej:** Dr. Albert Pérez Bellmunt and Dr. Ramón Aiguadé Aiguadé

#### 7.6. Nagrody oraz wyróżnienia

- Nagroda II stopnia dla młodych naukowców za łączny IF proporcjonalnie do liczby autorów (Wrocław, 2022)
- Nagroda Rektora za najwyższy łączny Impact Factor wśród młodych naukowców (Wrocław, 2021)
- Nagroda za wysoką aktywność naukową w 2020 roku (Wrocław, 2021)
- Nagroda Rektora za najwyższy łączny Impact Factor wśród młodych naukowców (Wrocław, 2019)
- Nagroda specjalna za współpracę Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu ze sportami wyczynowymi - Gala Sportów Akademickich XXVIII „Życia Akademickiego” Plebiscyt

#### 7.7. Członkostwo w międzynarodowych towarzystwach naukowych

Jestem członkiem: **European College of Sport Science (ECSS)**.

## **8. Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej**

### **8.1. Udział w kursach zawodowych**

Brałem udział (jako uczestnik) w szkoleniach zawodowych w zakresie fizjoterapii:

- Wybrane techniki terapeutyczne tkanek miękkich w leczeniu dysfunkcji układu ruchu (Bydgoszcz, 2012).
- Taping rehabilitacyjny (taping stosowany w sporcie i rehabilitacji) (Katowice 2012).
- Funkcjonalna ocena FMS w fizjoterapii i sporcie (Warszawa 2013).
- Kinetic Control (Rzeszów, 2013-2015).
- OMT Kaltenborn-Evjent Concept (Wrocław, 2014-2015).
- Delikatna mięśniowo-powięziowa fibroliza z wykorzystaniem haków (Wrocław, 2015).
- Functional Fascial Taping (Łódź, 2015).
- Pinoterapia (Wrocław, 2015).
- Masaż tkanek głębokich i rozluźnianie mięśniowo-powięziowe z anatomią palpacyjną (Katowice 2015).
- The Morales Method of Manual Therapy & Body Conditioning. Body Mechanics (Warszawa, 2015).
- The Morales Method of Manual Therapy & Body Conditioning. Myofacial Bodywork. Common Injuries (Swarzędz, 2015).
- Terapia manualna holistyczna – szkolenie podstawowe (Poznań 2016).
- Terapia trzewna. Wybrane zagadnienia dla fizjoterapeutów i terapeutów manualnych (Warszawa 2016).
- USC Shoulder Update 2016: Diagnosis and Management (Los Angeles 2016).
- Vitality Flossing - Terapia i Koncept Treningowy (Wrocław 2017).
- Igoterapia sucha (Spała 2018).
- Thirst 4 Function – Zasady funkcjonalnej oceny i terapii ruchu (Kraków 2018).
- Kręgosłup – osteopatyczna diagnostyka i leczenie (Warszawa 2018).

### **8.2. Praca zawodowa jako fizjoterapeuta w profesjonalnych klubach sportowych i związkach sportowych**

Od pierwszego roku studiów doktoranckich (2013) do Igrzysk Olimpijskich w Tokio (2021) pracowałem w profesjonalnych klubach sportowych oraz kadrach narodowych na

stanowisku fizjoterapeuty. Dotychczas pracowałem w dwóch drużynach gier zespołowych, tj. WKS Śląsk Wrocław Handball Team (piłka ręczna, 2013–2015) oraz MKS Miedź Legnica (piłka nożna, 2018), jak również w sekcji lekkiej atletyki Klubu Sportowego AZS-AWF Wrocław (2015-2018), uwzględniając półroczną przerwę na odbycie stażu naukowego w University of Southern California w Los Angeles (USA). Współpracowałem także z Polskim Związkiem Lekkiej Atletyki (2016–2017), pracując indywidualnie m. in. z kadrą męską oraz żeńską sztafety 4 x 400 m. Ponadto uzyskałem powołanie na Młodzieżowe Mistrzostwa Europy (Bydgoszcz 2017). Od 2017 do 2021 roku pracowałem na stanowisku fizjoterapeuty z grupą sprinterów kolarstwa torowego w Polskim Związku Kolarskim. W trakcie pracy uzyskałem powołanie na Puchary Świata (Pruszków 2017, Paryż 2018, Berlin 2018 oraz Milton 2020) oraz Mistrzostwa Europy (Apeldoorn 2019) oraz Mistrzostwa Świata (Pruszków 2019 oraz Berlin 2020). Moi podopieczni zawodnicy i zawodniczki wielokrotnie uzyskiwali tytuły mistrzowskie oraz medale Młodzieżowych Mistrzostw Europy, Mistrzostw Europy oraz Mistrzostw Świata.

Bezpośrednio zaangażowany byłem w następujące osiągnięcia moich podopiecznych:

- Zwycięstwo w klasyfikacji generalnej reprezentacji podczas cyklu Pucharu Świata w kolarstwie torowym w 2020 roku (Milton 2020).
- Brązowy medal w konkurencji wyścig na 1 km (kolarstwo torowe) podczas Igrzysk Europejskich w Mińsku (2019) (Krzysztof Maksel).
- Brązowy medal w konkurencji sprint klasyczny (kolarstwo torowe) podczas Mistrzostw Europy w Apeldoorn (2019) (Mateusz Rudyk).
- Brązowy medal w konkurencji sprint klasyczny (kolarstwo torowe) podczas Mistrzostw Świata w Pruszkowie (2019) (Mateusz Rudyk).
- Zwycięstwo w klasyfikacji generalnej Pucharu Świata w sprincie klasycznym (kolarstwo torowe) w 2018 oraz 2020 roku (Mateusz Rudyk).
- Brązowy medal w konkurencji żeńskiej sztafety 4 x 400 m podczas Mistrzostw Świata w Londynie (2017) (praca z Justyną Święty-Ersetic, Aleksandrą Gaworską oraz Igą Baumgard-Witan).
- Złoty medal w konkurencji bieg na 100 m podczas Młodzieżowych Mistrzostw Europy w Bydgoszczy (2017) (Ewa Swoboda).
- Złoty medal w konkurencji żeńskiej sztafety 4 x 400 m podczas Młodzieżowych Mistrzostw Europy w Bydgoszczy (2017).

- Srebrny medal w konkurencji męskiej sztafety 4 x 400 m podczas Młodzieżowych Mistrzostw Europy w Bydgoszczy (2017).
- Brązowy medal w konkurencji rzut oszczepem podczas Młodzieżowych Mistrzostw

*Sebastian Klich*

.....  
(podpis wnioskodawcy)